

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Талашкинская средняя школа  
Смоленский муниципальный округ  
Смоленская область**

**Творческое объединение: «Экологический мониторинг»**

**Номинация: «Экологический мониторинг»**

**Тема исследовательской работы  
«Мониторинг качества  
водопроводной воды»**



**Автор:**

Агафонов Ярослав Алексеевич,  
обучающийся 10 класса

**Руководитель:**

Агафонова Елена Валентиновна,  
учитель биологии и химии,  
педагог дополнительного  
образования МБОУ  
Талашкинской СШ

Фленово, 2025 год

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>Основная часть</b>	
<b>Раздел 1: Обзор литературы по проблеме исследования</b>	
1.1. Качество и свойства природной воды .....	5
1.2. Основные загрязнители воды и их влияние на живые организмы .....	6
1.2.1. Влияние нитратов на здоровье человека .....	6
1.2.2. Влияние хлоридов на здоровье человека .....	7
1.2.3. Влияние железа на здоровье человека .....	8
1.2.4. Влияние сульфатов на здоровье человека .....	9
1.2.5. Влияние нитритов на здоровье человека .....	9
1.2.6. Влияние жесткости воды на здоровье человека .....	10
<b>Раздел 2: Практический</b>	
2.1. Анкетирование «Качество водопроводной воды» .....	11
2.2. Определение нитратов .....	12
2.3. Определение хлоридов.....	14
2.4. Определение общего железа.....	16
2.5. Определение сульфатов.....	17
2.6. Определение нитритов .....	19
2.7. Определение общей жесткости .....	20
<b>Выводы</b> .....	23
<b>Заключение</b> .....	24
<b>Список использованной литературы</b> .....	25
<b>Приложения</b> .....	26

## Введение

Ещё каких – то 20 лет назад невозможно было представить, что для бытовых нужд мы будем покупать бутилированную воду. Ведь в настоящее время существуют объективные проблемы с качеством водопроводной воды. Состояние моего домашнего фильтра для воды (Приложение 1) вызывает серьезные опасения по поводу того, что мы пьем из-под крана. Я решил разобраться подробнее в этом вопросе и выяснить насколько серьезна эта проблема и провести мониторинг качества водопроводной воды из нескольких населенных пунктов, в которых проживают учащиеся нашей школы.

**Новизна моего исследования** состоит в том, что подобные исследования в школе не проводились.

**Актуальность** мониторинга качества питьевой воды обусловлена тем, что от её состояния напрямую зависит здоровье людей.

Анализ литературных источников показал, что 80% всех болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Своевременный анализ водопроводной воды позволит вовремя принять соответствующие меры и поможет сохранить здоровье людей.

**Личностная и социальная значимость** исследования состоит в том, что будут выявлены основные загрязнители водопроводной воды, которой пользуется моя семья, сотрудники и ученики школы. Следовательно, будут предприняты своевременные меры для сохранения здоровья моих близких.

**Цель:** оценка качества водопроводной воды по наличию некоторых химических загрязнителей.

### **Задачи:**

- провести анкетирование «Качество водопроводной воды» среди учащихся и учителей школы;
- осуществлять ежемесячные отборы проб воды для последующего химического анализа;
- провести анализ воды по содержанию некоторых химических загрязнителей.

**Объект исследования:** водопроводная вода.

**Предмет исследования:** содержание химических загрязнителей в водопроводной воде.

**Методы:** колориметрический и титриметрический методы анализа, наблюдение, эксперимент, сопоставление, сравнение, математический анализ полученных результатов.

### **Физико – географическая характеристика района исследования:**

климат умеренно-континентальный. Тёплый сезон длится 3,6 месяца, с 17 мая по 5 сентября, с максимальной среднесуточной температурой выше 18 °С. Холодный сезон длится 3,9 месяца, с 16 ноября по 13 марта, с минимальной среднесуточной температурой ниже 2 °С. Самый холодный месяц в году —

январь, со средним температурным максимумом  $-9^{\circ}\text{C}$  и минимумом  $-3^{\circ}\text{C}$ . Почва дерново – подзолистая. Преобладающая часть территории относится к зоне сельскохозяйственного использования. Предприятия промышленного производства отсутствуют.

**Гипотеза:** водопроводная вода содержит химические вещества, превышающие предельно – допустимые концентрации ПДК.

## 1. Раздел 1: Обзор литературы по проблеме исследования

### 1.1. Качество и свойства природной воды

Вода — одно из самых распространенных веществ на планете. Она имеет большое значение в эволюции как живой, так и неживой природы, покрывает 70 % поверхности земли и является средой обитания большого количества представителей флоры и фауны.

На Земле происходит непрерывный круговорот воды, включающий использование ее на бытовые и производственные нужды человека, потребление растениями и животными, испарение и фильтрацию через почву и многое другое. Характер процессов, протекающих с участием воды, во многом определяется ее свойствами как индивидуального вещества. Вода (оксид водорода) имеет формулу  $H_2O$  и представляет собой простейшее устойчивое соединение водорода с кислородом. Химически чистая вода обладает рядом свойств, резко отличающих ее от химических аналогов и других жидкостей. Эти особые свойства воды называют аномальными, так как большинство из них являются уникальными в природе. К наиболее существенным аномальным свойствам воды можно отнести следующие:

- вода — единственное вещество, которое существует в трех агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном. Это связано с особенностями ее физических свойств — аномалией точек кипения и замерзания;
- обладает самым большим поверхностным натяжением среди всех жидкостей, существующих в природе, за исключением ртути;
- силы взаимодействия между молекулами воды настолько велики, что она собирается в капли там, где другие жидкости растекаются; при переходе воды из жидкого состояния в кристаллическое значительно (более чем в 2 раза) увеличивается внутренняя энергия ее молекулярной системы; – вода при замерзании расширяется, а не сжимается, как все другие тела;
- температура замерзания воды с увеличением давления понижается, а не повышается, как этого следовало бы ожидать;
- плотность воды зависит от температуры, причем в твердом состоянии (лед) она меньше, чем в жидком, а ее максимум достигается при 4 °С (при дальнейшем нагревании плотность уменьшается);
- вода закипает (при атмосферном давлении 760 мм рт. ст.) при температуре 100 °С; если бы вода подчинялась общефизическим закономерностям в молекулярном строении жидкостей, то температура ее кипения была бы 80 °С;
- вода характеризуется особыми тепловыми свойствами: у нее очень высокие удельная теплоемкость, скрытые теплоты испарения и плавления;
- вода имеет аномально высокую диэлектрическую проницаемость;
- электропроводность воды меньше, чем у льда; для других веществ электропроводность в жидком состоянии больше, чем в твердом. [3]

## 1.2. Основные загрязнители воды и их влияние на живые организмы

Основные загрязнители природной воды можно разделить на несколько групп.

- **Биологические загрязнители:** бактерии в питьевой воде могут вызывать отравления и эпидемии. Например, рост сине-зелёных водорослей (цианобактерий) вызывает конъюнктивит, дерматиты и другие заболевания.

- **Органические загрязнители.** К ним относятся пестициды, которые поражают нервную, иммунную и сердечно-сосудистую системы, фенолы и бензолы, влияющие на печень и почки.

- **Тяжёлые металлы.** Среди самых распространённых металлов — медь, свинец, железо, цинк. Организм не обладает природной «защитой» от этих элементов, они накапливаются и могут выводить из строя нервную систему, почки, костные ткани.

- **Неорганические соли.** Эти вещества делают воду непригодной для питья и орошения. Также к загрязнителям относят соли жёсткости (магния и кальция). Они влияют на комфорт, внешний вид волос и кожи, а также на возможность возникновения аллергии, в том числе у детей.

Азотсодержащие химические вещества являются причиной рака и синдрома голубого ребенка. Смертность от рака в сельской местности выше, чем в городах, так как городские жители используют для питья очищенную воду, а сельские жители не имеют водоподготовки и используют неочищенную воду. Плохое качество воды уничтожает урожай и загрязняет нашу пищу, что опасно для водных организмов и жизни человека. Загрязняющие вещества нарушают пищевую цепь, а тяжелые металлы, особенно железо, воздействуют на дыхательную систему рыб. Железо закупоривает жабры рыб, и когда рыба попадает в организм человека, то заражает железом организм человека. Загрязненная металлами вода приводит к выпадению волос, циррозу печени, почечной недостаточности и нервному срыву.

### 1.2.1. Влияние нитратов на здоровье человека

*Нитраты* являются солями или эфирами азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) и широко распространены в природных и техногенных средах. Они как правило присутствуют во всех видах природных вод, в биологических средах, продуктах питания, почве. Нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ) содержит атом азота в максимальной степени окисления «+5» и участвует во многих биопревращениях, а также природных миграционных циклах, известных как круговорот азота в природе. Нитраты поступают в больших количествах в природные среды при минерализации почвенного органического вещества, при излишнем внесении нитратных минеральных и органических удобрений в ходе агротехнических мероприятий.

Определение нитратов чрезвычайно актуально как в окружающей среде, в производстве и оценке качества продуктов питания, а также во множестве разнообразных технологических процессов. ПДК нитратов (по  $\text{NO}_3^-$ ): для питьевой

воды и воды водоёмов хозяйственно-питьевого назначения – 45 мг/л. Лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический. [2]

В последнее время, нитраты стали представлять значительную опасность для здоровья человека в целом, а особенно для маленьких детей. Если поступление нитратов ежедневное, то накопление в организме человека приводит к образованию уже более опасных соединений – нитритов, под влиянием кишечной микрофлоры. Нитриты всасываются в кровь, взаимодействуют с гемоглобином, преобразуя его в метгемоглобин, который не способен переносить кислород к тканям. Это и приводит к кислородному голоданию органов и тканей человеческого организма, вызывая развитие, так называемой метгемоглобинемии. Накопление нитратов и нитритов в кишечнике способствует, образованию канцерогенных соединений ниртозаминного типа. Такое накопление опасных соединений в организме, может привести к значительным проблемам в здоровье и образованию злокачественных опухолей. Влияние нитратов опасно и для людей преклонного возраста страдающими сердечнососудистыми недугами, заболеванием почек и печени, малокровием.

### **1.2.2. Влияние хлоридов на здоровье человека**

**Хлориды** присутствуют практически во всех пресных поверхностных и грунтовых водах, а также в питьевой и минеральной воде.

Большие количества хлоридов могут образовываться в промышленных процессах концентрирования растворов, ионного обмена, высаливания и т.д., образуя сточные воды с высоким содержанием хлорид-иона.

Хотя соленые воды очень коррозионно активны по отношению к металлам, пагубно влияют на рост растений и вызывают засоление почв, высокие концентрации хлоридов в питьевой воде не оказывают токсического воздействия на человека.

Если в воде присутствует хлорид натрия, она имеет соленый вкус уже при концентрациях свыше 250 мг/л. В случае хлоридов кальция и магния соленость воды возникает при концентрациях свыше 1000 мг/л. Именно по органолептическому показателю (вкусу) установлена ПДК по хлоридам для питьевой воды, а также воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, равная 350 мг/л. Для воды водоемов рыбохозяйственного назначения ПДК хлоридов составляет 300 мг/л. Лимитирующий показатель вредности – органолептический. [2]

Вода, содержащая хлориды, превышающие допустимые значения, негативно сказывается на здоровье. При её использовании страдают слизистые оболочки, глаза, кожа и дыхательные пути. Употребляя воду с хлоридами, человек испытывает нарушение водно-солевого баланса и пищеварительного тракта, возникают отеки. Переизбыток солей хлора:

- вызывает нарушение функционирования мочеполовой системы;
- приводит к изменениям кровеносной системы;
- оказывает повышенную нагрузку на почки и сердце;
- повышает артериальное давление;
- усугубляет течение сердечно-сосудистых заболеваний. [4]

### 1.2.3. Влияние железа на здоровье человека

**Железо** – один из наиболее распространённых элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7 по массе, поэтому железо с точки зрения его распространённости в природе принято называть макроэлементом. Известно свыше 300 минералов, содержащих соединения железа. Среди них – магнитный железняк  $\alpha$  –  $\text{FeO}(\text{OH})$ , бурый железняк  $n\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$ , гематит (красный железняк), гемит, гидрогетит, сидерит  $\text{FeCO}_3$ , магнитный железняк  $\text{FeS}_x$  ( $x=1\div 1,4$ ), железомарганцевые конкреции и др. Железо также является жизненно важным микроэлементом для живых организмов и растений, т.е. элементом, необходимым в малых количествах для жизнедеятельности.

Железо образует 2 рода растворимых солей, образующих ионы  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , однако в растворе железо может находиться и во многих других формах, в частности:

- 1) в виде истинных растворов (аквакомплексов)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , содержащих железо (2). На воздухе железо (2) быстро окисляется до железа (3), растворы которого имеют бурую окраску из-за быстрого образования гидроксосоединений (сами растворы  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  бесцветны);
- 2) в виде коллоидных растворов из-за *пептизации* (распада агрегированных частиц) гидроксида железа под воздействием органических соединений;
- 3) в виде комплексных соединений с органическими и неорганическими лигандами. К ним относятся карбонилы, ареновые комплексы (с нефтепродуктами и др. углеводородами), гексацианоферраты  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  и др.

В нерастворимой форме железо может находиться в виде взвешенных в воде твёрдых минеральных частиц различного состава.

Таким образом, в природных водах, в зависимости от условий, могут происходить сложные превращения соединений железа в разных его формах, как в растворе, так и в твёрдой (взвешенной) фазе, и важными факторами при этом являются кислотность среды, концентрация растворённого кислорода и т.п.

При анализе соединений железа в питьевой воде, и особенно – в воде водоёмов и в сточных водах, обычно определяют так называемое *железо общее*, характеризующее суммарное содержание железа во всех его формах.

Раздельное определение железа (2) и (3), их нерастворимых и растворимых форм, даёт менее достоверные результаты относительно загрязнения воды соединениями железа, хотя иногда возникает необходимость определить железо в его индивидуальных формах.

ПДК общего железа в воде составляет для водоёмов хозяйственно-бытового назначения – 0,3 мг/л. Лимитирующий показатель вредности – органолептический. [2]

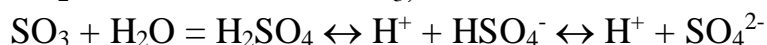
Избыток железа в воде негативно влияет на здоровье человека. Это тяжелый металл, поэтому он не выводится из организма. Происходит его накопление во внутренних органах, которое постепенно перерастает в различные заболевания. Последствия употребления воды с чрезмерно высоким содержанием железа:

- увеличение печени и ухудшение состава крови;

- проблемы с сердечным ритмом, повышенный риск инфаркта миокарда и инсульта;
- расстройства пищеварительной системы и нарушения в работе щитовидной железы;
- развитие дерматитов и аллергии;
- высокая подверженность онкологическим заболеваниям пищевода, желудка, толстой кишки и мочевого пузыря;
- большая утомляемость и частая слабость, а также рассеянность и плохая память. [5]

#### 1.2.4. Влияние сульфатов на здоровье человека

**Сульфаты** являются распространёнными компонентами природных вод. Их присутствие в воде водоёмов обусловлено растворением некоторых минералов – природных сульфатов (гипса), а также переносом с дождями содержащихся в воздухе сульфатов. Последние образуются при реакциях в атмосфере оксида серы (IV) до оксида серы (VI), образования серной кислоты и её нейтрализации (полной или частичной):



Сульфаты в питьевой воде не оказывают токсического воздействия на человека, однако ухудшают вкус воды: ощущение вкуса сульфатов возникает при их концентрации 250 – 400 мг/л. Сульфаты могут вызвать отложение осадков в трубопроводах при смешении двух вод с разным минеральным составом, например сульфатных и кальциевых (в осадок выпадает  $\text{CaSO}_4$ ). [2]

ПДК сульфатов в воде водоёмов хозяйственно-питьевого назначения составляет 500 мг/л, лимитирующий показатель вредности – органолептический.

Повышенное содержание сульфатов в воде, превышающее ПДК, вызывает:

- раздражающее воздействие на желудочно-кишечный тракт. Провоцирует дискомфорт, болевые ощущения в кишечнике и желудке.
- Расстройства пищеварения.
- Раздражение, покраснение, отёчность слизистых оболочек ротовой и носовой полости, глаз.
- Аллергические реакции при контактах с водой — зуд, краснота, высыпания на коже.
- Сухость кожных покровов, волос.
- Нарушения усвоения пищи и, как следствие, некоторых полезных веществ, содержащихся в продуктах питания. [1]

#### 1.2.5. Влияние нитритов на здоровье человека

**Нитрит-ионы** содержат атомы азота в промежуточной степени окисления +3. Благодаря нестабильности и способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах. Нитриты образуются как промежуточные продукты при биологическом разложении азотсодержащих органических соединений, поэтому наличие в анализируемой воде повышенное содержание нитритов свидетельствует о её загрязнении.

ПДК нитритов (по  $\text{NO}_2^-$ ) в воде водоёмов составляет 3,3 мг/л (или 1 мг/л нитритного азота), лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический.

Нитриты в воде относятся к опасным, токсичным веществам. Превышение предельно допустимых норм может вызывать серьёзные проблемы в организме человека. [2]

Влияние нитритов на здоровье человека заключается в их способности образовывать метгемоглобин. Если его уровень в крови превысит 20%, есть серьёзный риск развития гипоксии.

Другие проблемы, к которым может привести повышенное содержание нитритов в воде:

- тахикардия;
- расширение сосудов;
- поражение желудочно-кишечного тракта (тошнота, рвота, диарея);
- раздражения и аллергические реакции на коже;
- нарушение работы щитовидной железы;
- слабость, головная боль, депрессия, одышка, раскоординация движений, шум в ушах и иные признаки угнетения центральной нервной системы.

Наиболее опасны нитриты в воде для детей до 1 года, ведь в их организме ещё не сформированы достаточные защитные функции. [3]

#### **1.2.6. Влияние жесткости воды на здоровье человека**

**Жёсткость** воды называется совокупность свойств, обусловленных концентрацией в ней щелочноземельных элементов, преимущественно ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ). При этом общее (суммарное) содержание растворимых солей только кальция и магния образует важный показатель качества воды, называемые общей жёсткостью. Ввиду того, что солями жёсткости являются соли разных катионов, имеющие разную молекулярную массу, концентрация солей жёсткости, или жёсткость воды, измеряется в единицах эквивалентной концентрации, т.е. количеством моль/л или ммоль/л. С 2003 г. в Российской Федерации жёсткость воды обозначается как (Ж) и выражается в градусах жёсткости ( $^{\circ}\text{Ж}$ ). Градус жёсткости соответствует концентрации щелочноземельного элемента, преимущественно кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ), численно равной  $\frac{1}{2}$  его моля, выраженной в мг/л (ГОСТ 31865).

Допустимая величина общей жёсткости для питьевой воды и источников централизованного водоснабжения составляет не более  $7^{\circ}\text{Ж}$  (в отдельных случаях – до  $10^{\circ}\text{Ж}$ ), лимитирующий показатель вредности – органолептический.

Жесткость воды вызывает немало проблем для здоровья людей. Сушит кожу, вызывая появление зуда, шелушения, перхоти и аллергических реакций. Кожа преждевременно стареет, становится чувствительной к раздражениям и расположенной к аллергическим реакциям. Отрицательно влияет на органы пищеварения. Соли кальция и магния, соединяясь с животными белками, которые человек получает из еды, оседают на стенках пищевода, желудка, кишечника, осложняют их перистальтику, вызывают дисбактериоз, нарушают работу ферментов.

Усугубляет проблемы с сердечно-сосудистой системой. В жёсткой воде наблюдается недостаток ионов и переизбыток солей, что может выразиться в

серьёзных осложнениях работы сердца, вплоть до возникновения устойчивой хронической аритмии.

Чревато возникновением заболеваний суставов (артритов, полиартритов). [4]

## 2. Раздел 2: практический

### 2.1. Анкетирование «Качество водопроводной воды»

Перед проведением исследования, я предложил учащимся школы и взрослым людям ответить на ряд вопросов, по результатам которых определил уровень отношения по проблеме качества водопроводной воды. (Приложение 2)

Таблица 1

#### Результаты анкетирования

Вопрос	Количество (чел.) по категориям			Итого (%)
	5 – 9 кл	10 – 11 кл	Взрослые	
<b>Какую воду Вы употребляете для питья?</b>				
1. водопроводную	7	1	2	12,5
2. воду со скважины	1	1	1	3,5
3. бутилированную	27	5	10	52
4. фильтрованную	13	5	7	32
ВСЕГО	48	12	20	-
<b>II. Какие характеристики воды, которую Вы используете, хотели бы улучшить?</b>				
1. вкус	19	7	3	36
2. цвет	-	1	2	3,5
3. запах	29	2	3	42,5
4. жесткость	-	1	11	15,5
5. примеси	-	1	1	2,5
ВСЕГО	48	12	20	-
<b>III. Хотели бы Вы иметь дома источник чистой питьевой воды (фильтр для воды)?</b>				
1. да, конечно	9	7	11	34
2. нет, меня все устраивает	7	1	2	12,5
3. у нас дома фильтр для воды	32	4	7	53,5
ВСЕГО	48	12	20	-
<b>IV. Какие ассоциации (слова, эмоции, цвет) вызывает у Вас идеально чистая вода?</b>				
1. приятная на вкус	14	2	5	26
2. утоление жажды в знойный день	-	-	-	-
3. кристальность	2	-	-	2,5
4. свежая	17	7	3	34
5. чистая	15	3	12	37,5
<b>V. Какой цвет для Вас ассоциируется с водой?</b>				
1. белый	3	-	-	3,5

2. голубой	2	2	10	17,5
3. синий	3	-	-	3,5
4.зелёный	2	-	-	2,5
5. серый	5	-	-	6
6. без цвета	20	-	2	27,5
7.прозрачная	13	10	8	39,5
ВСЕГО	48	12	20	-
<b>VI. Довольны ли Вы качеством домашней водопроводной воды?</b>				
1. да	8	2	-	12,5
2. скорее да	10	1	2	16
3. нет	22	6	17	53,5
3. скорее нет	5	2	1	10
4. затрудняюсь ответить	3	1	-	5
ВСЕГО	48	12	20	-

**Выводы:** итого в анкетировании приняли участие 48 учащихся 5 – 9 классов, 12 учащихся 10-11 классов и 20 взрослых респондентов, всего **80** человек.

- 52% респондентов употребляют бутилированную воду, 32% - фильтрованную;
- 42,5% опрошенных хотели бы улучшить запах, 36% - вкус;
- 53,5% имеют дома фильтр для очистки воды, 34% - хотели бы его приобрести;
- у 39,5% респондентов цвет воды ассоциируется со словом «прозрачный»;
- 63,5% респондентов не довольны качеством воды.

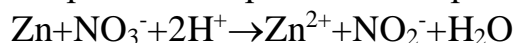
На основании данных анкетирования очевидно, что проблема качества актуальна для большинства опрошенных.

## 2.2. Определение нитратов

**Оборудование и реагенты:** полевая лаборатория анализа воды НКВ – 1, ложка мерная (4 шт.), пробирка градуированная с пробкой (2 шт.), склянка с метками и пробкой (2 шт.). Дистиллированная вода, порошок цинкового восстановителя, реактив Грисса. Контрольная шкала образцов окраски проб «Нитрат-ион» (0-5-15-45-90 мг/л).

### Методика определения

Определение нитратов проводится методом № 6. 145. Используемый метод аналогичен РД 52.24.380, является визуально-колориметрическим и позволяет выполнять экспресс-анализ питьевой и природной воды. Метод основан на предварительном восстановлении нитрат-иона до нитрит-иона цинковым восстановителем с последующим образованием азокрасителя в результате реакции нитрит-иона с реактивом Грисса. Восстановление нитрат-иона идет по реакции:



Далее нитрит-ион в кислой среде реагирует с реактивом Грисса (смесью сульфаниловой и винной кислот и -нафтиламина). При этом протекают реакции диазотирования и азосочетания, в результате которых образуется азокраситель красно-фиолетового цвета.

### Отбор проб

Для отбора проб при анализе нитрат-ионов используются пробоотборники (бутыли, батометры и т.п.) из полимерного материала или стекла. Ввиду биогенной

активности нитратов в воде, отобранные пробы без консервации должны быть проанализированы в течение 6ч (в день отбора). Пробы не консервируют. Максимальный рекомендуемый срок хранения проб может быть увеличен до 3-х суток при условии их охлаждения до 2-5 °С и до 2-х недель при хранении в замороженном виде в посуде из полимерного материала.

#### Выполнение определения

1. Отберите 3,0 мл пробы в градуированную пробирку, предварительно ополоснув её анализируемой водой. Доведите объём дистиллированной водой до 12 мл, закройте пробкой, перемешайте.
2. Добавьте к содержимому пробирки 1 мерную ложку (без горки) реактива Грисса. Излишки реактива снимите с ложки любым удобным способом (например, другой мерной ложкой). Закройте пробирку пробкой и встряхните для перемешивания раствора.
3. Добавьте в пробирку 1 мерную ложку порошка восстановителя (без горки). Закройте пробирку пробкой и тщательно перемешайте.
4. Оставьте пробирку на 30 минут для полного развития окраски, периодически встряхивая содержимое пробирки.
5. Перелейте раствор из пробирки в склянку до метки «10 мл», стараясь не допустить попадания осадка в склянку.
6. Проведите визуальное колориметрирование пробы. Для этого мерную склянку поместите на белое поле контрольной шкалы и, освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрат-иона в воде в мг/л.

**Таблица 2**

#### **Результаты определения нитратов**

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
с. Талашкино	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
д. Бобыри	0	0	1,4	1,6	0	0	0	0	0	0	0
д. Бубново	0	0	1,4	1,8	0	0	0	0	0	0	0

*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

**Выводы:** содержание нитратов во всех образцах не превышало норму (45 мг/л), чувствительность данной методики не позволяет вычислить сотые доли

содержания нитратов, поэтому показано «0» значение. В летний период в воде д. Бобыри и д. Бубново в воде содержалось незначительное количество нитратов. Средние значения концентрации нитратов за весь период исследования: с. Талашкино – 0, д. Бобыри – 1,5 мг/л, д. Бубново – 1,6 мг/л. (Приложение 3)

### 2.3. Определение хлоридов

**Оборудование и реагенты:** полевая лаборатория анализа воды НКВ – 1, пипетка градуированная на 2 мл со шприцем-дозатором и соединительной трубкой; пипетка полимерная на 1 мл и 3мл; склянка мерная с метками и с пробкой. Колба коническая на 100 мл, цилиндр на 50 мл (для определения малых концентраций хлоридов, в составе некоторых изделий не входит). Раствор нитрата серебра 0,05 моль/л экв., раствор хромата калия.

#### Методика определения

Определение хлорид-иона проводится методом N 6.144. Данный метод является титриметрическим (метод аргентометрического титрования), широко распространен (МВИ-02-144, аналогичен ПНД Ф 14.1:2:3.96, ИСО 9297) и применяется для анализа питьевой и природных вод, а также очищенной сточной воды. Определение основано на титровании хлорид-ионов раствором нитрата серебра при рН 5,0-8,0, в результате чего образуется суспензия практически нерастворимого хлорида серебра:

В качестве индикатора используется хромат калия, который реагирует с избытком нитрата серебра, образующегося после полного осаждения хлоридов, с образованием хорошо заметного оранжево-бурого осадка хромата серебра:

Диапазон измеряемых концентраций хлорид-иона – от 10 до 1200 мг/л. Объем пробы составляет от 1 до 50 мл, в зависимости от концентрации хлоридов в пробе. Продолжительность анализа – не более 10 мин.

#### Отбор проб

Для отбора проб при анализе хлоридов используют пробоотборники (бутыли, батометры и т.п.) из полимерного материала или стекла. Отобранные пробы устойчивы при хранении и не требуют охлаждения или консервации. Максимальный рекомендуемый срок хранения проб – 1 месяц.

Объем пробы используемой для анализа воды, выбирается по таблице в зависимости от предполагаемого уровня концентрации хлорид-иона.

Таблица 3

#### Концентрация хлорид - ионов

Предполагаемая концентрация хлорид-иона, мг/л	Объем пробы, мл
10-50	50
50-350	10
350-700	5
700-1200	1

#### Выполнение анализа

1. Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Налейте в склянку пробу воды или вытяжки в соответствии с табл. 22. В случае предполагаемой концентрации хлорид-иона свыше 350 мг/л, к пробе в мерной склянке добавьте дистиллированную воду до метки «10 мл». *Примечание. Для точных анализов объем пробы отмерьте с помощью градуированной пипетки.*

При концентрации хлорид-иона менее 50 мг/л пробу наливайте мерным цилиндром в коническую колбу на 100 мл, в которой далее проводите определение как описано ниже.

2. Добавьте к пробе из флакона-капельницы либо полимерной пипетки 3 капли раствора хромата калия. Закройте склянку пробкой и перемешайте раствор.

Проведите титрование пробы. Для этого соедините шприц-дозатор с градуированной пипеткой. С помощью шприца наберите в пипетку раствор нитрата серебра.

3. Постепенно, по каплям, при перемешивании титруйте содержимое склянки раствором нитрата серебра до появления не исчезающей оранжево-бурой окраски раствора. Определите объем раствора нитрата серебра, израсходованный на титрование ( $V_{НС}$ , мл). *Примечание. Для четкого определения точки эквивалентности при титровании окраску пробы рекомендуется сравнивать с окраской холостой пробы, в качестве которой используйте склянку (колбу) с таким же объемом анализируемой воды и раствора хромата калия, без добавления раствора нитрата серебра.*

3. Рассчитайте концентрацию хлорид-иона ( $C_{ХЛ}$ , мг/л) в анализируемой воде по формуле:

$$C_{ХЛ} =$$

Где  $V_{НС}$  – объем раствора нитрата серебра, израсходованный на титрование, мл

$C_{НС}$  – концентрация раствора нитрата серебра, 0,05 моль/л экв.

35,5 – молярная масса эквивалента хлора, г/моль

1000 – коэффициент пересчета единиц измерений из граммов в миллиграммы

$V_{ПР}$  – объем воды, взятой на анализ согласно таблице.

**Таблица 4**

**Результаты определения хлоридов**

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0
с. Талашкино	64,5	62,5	24	29	62	60,8	63,0	59,8	30,3	28,5	29,4
д. Бобыри	70,3	69,6	42	47	70	71,8	75,0	73,3	35,6	32,4	31,3
д. Бубново	26	53	39	49	53	57,8	62,8	53,5	60,5	57	57,8

*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

**Выводы:** во всех образцах концентрация хлоридов не превышает ПДК. Образец из д. Бобыри содержит хлоридов немного больше, чем другие образцы. Средние значения концентрации хлоридов за весь период исследования: с. Талашкино – 46,7 мг/л, д. Бобыри – 56,2 мг/л, д. Бубново – 51,8 мг/л. (Приложение 4)

## 2.4. Определение общего железа

**Оборудование и реагенты:** полевая лаборатория анализа воды НКВ – 1, пипетка градуированная на 10 мл, пипетки полимерные на 1 мл, склянки с метками и пробкой. Бумага индикаторная универсальная, вода дистиллированная, раствор орто-фенантролина, раствор буферный ацетатный (рН = 4,5), раствор гидроксида натрия 10%, раствор соляной кислоты 1:10, раствор солянокислого гидроксилamina.

### Методика определения

Определение железа общего проводится методом № 6.190. Используемый метод является колориметрическим (МВИ-01-190, ГОСТ 4011, РД 52.24.358, ПНД Ф 14.1:2:4.259) и пригоден для анализа питьевой и природной воды, а также очищенных сточных вод. Определение основано на способности катиона железа (2) в интервале рН 3 – 9 образовывать с орто-фенантролином комплексное оранжево-красное соединение. При наличии в воде железа (3) оно восстанавливается до железа (2) солянокислым гидроксилaminом в ацетатном буферном растворе при рН 4,5 – 4,7 по реакции:

$$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{NH}_2\text{OH} \times \text{HCl} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} + 2\text{H}^+$$

### Выполнение определения

1. Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Налейте в склянку пробу воды до места «10 мл». Определите рН пробы, используя индикаторную бумагу. При необходимости доведите рН пробы до 4 – 5, добавляя по каплям полимерной пипеткой раствора гидроксида натрия или кислоты соляной.
2. Добавьте в ту же склянку полимерной пипеткой 4 – 5 капель раствора солянокислого гидроксилamina (около 0,2 мл). После использования вставьте пипетку в футляр-пробирку. Склянку закройте пробкой и встряхните для перемешивания раствора.
3. Добавьте разными полимерными пипетками поочередно 1,0 мл ацетатного буферного раствора и 0,5 мл раствора орто-фенантролина. После каждого прибавления склянку закройте пробкой и встряхните для перемешивания раствора. Каждую пипетку вставьте в отдельную футляр-пробирку.
4. Раствор в склянке оставьте на 20 мин для полного развития окраски.
5. Проведите колориметрирование пробы. При визуальном колориметрическом определении склянку с пробой поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску

раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации железа общего в мг/л.

### Результаты определения железа общего

Таблица 5

#### Результаты определения железа общего

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0
с. Талашкино	<b>0,7</b>	<b>0,67</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,76</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
д. Бобыри	0	0,36	0,33	0,04	0,2	0,27	0,33	0,27	0,1	0,19	0,25
д. Бубново	<b>0,8</b>	<b>0,56</b>	<b>0,67</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,8</b>	<b>0,79</b>	<b>0,7</b>

*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

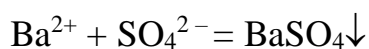
**Выводы:** за весь исследуемый период в образцах из с. Талашкино и д. Бубново концентрация ионов железа превышает ПДК (0,3 мг/л), достигая значений 0,8 мг/л, что в 2,5 раза больше нормы. В образце №3 находится в пределах нормы. Средние значения концентрации железа за весь период исследования: с. Талашкино – 0,75, д. Бобыри – 0,23 мг/л, д. Бубново – 0,73 мг/л. (Приложение 5)

## 2.5. Определение сульфатов

**Оборудование и реагенты:** полевая лаборатория анализа воды НКВ – 1, воронка лабораторная, ложка мерная, пипетка полимерная на 1 мл и 3 мл, пипетка градуированная для титрования, склянка с метками и пробкой, фильтры бумажные, шприц-дозатор с соединительной трубкой. Бумага индикаторная универсальная, катионит КУ-2-8чС (Н-форма), раствор гидроксида натрия 0,1 моль/л, раствор кислоты соляной 0,1 моль/л, раствор хлорида бария 0,02 моль/л экв., раствор индикатора ортанилового К в этаноле. Контрольная шкала образцов окраски начала и окончания титрования.

### Методика определения

Определение сульфат-иона проводится методом №6.142. Используемый метод является титриметрическим (МВИ-15-142а), аналогичен ГОСТ 31940 и ПНД Ф 14.1:2.107 и пригоден для анализа питьевой, природной и очищенной сточной воды. Определение основано на реакции сульфат-ионов с катионами бария с образованием нерастворимой суспензии сульфата бария по реакции:



Образующийся в растворе после полного связывания сульфат-ионов (достижения точки эквивалентности) избыток ионов бария реагирует с индикатором ортаниловым К с образованием комплексного соединения. При этом окраска раствора изменяется от розово-фиолетового (фиолетового) до синего. Титрование проводится при рН 4.

Определение сульфатов выполняют в прозрачной воде (при необходимости воду фильтруют).

Диапазон определяемых концентраций сульфат-ионов составляет от 30 до 300 мг/л. Объем пробы составляет 2,5 мл, продолжительность анализа – не более 20 мин.

#### Выполнение определения

1. Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Поместите в склянку 2,5 мл пробы воды и, используя мерную ложку, внесите примерно 0,2 г катионита (0,2 г катионита помещаются в мерной ложке без горки).
2. Закройте склянку пробкой. Содержимое склянки встряхивайте в течение 3 мин.
3. Доведите рН пробы по универсальной индикаторной бумаге до рН 4 растворами гидроксида натрия либо соляной кислоты, прибавляя их по каплям из флакона-капельницы либо используя пипетку полимерную (если рН < 4 - используйте раствор гидроксида натрия, рН > 4 – используйте раствор соляной кислоты).
4. Добавьте в склянку с анализируемой водой раствор ортанилового К до метки «5 мл». Закройте склянку пробкой и перемешайте раствор.
5. Соедините шприц-дозатор с пипеткой для титрования. С помощью шприца наберите в пипетку для титрования раствор хлорида бария. Постепенно, по каплям титруйте содержимое склянки с раствором хлорида бария до появления исчезающей (2 – 3 мин) синей окраски.
6. Определите объем раствора хлорида бария, израсходованного на титрование (V,мл):

$$C_C = \frac{48,03 \times V \times C_B \times 1000}{V_{пр}}$$

Где: **48,03** – молярная масса эквивалента сульфат-иона, г/моль

**V** – объем раствора хлорида бария, израсходованного на титрование, мл

**C<sub>B</sub>** – концентрация раствора хлорида бария, используемого для титрования, 0,02 моль/л эквивалента

**1000** – коэффициент пересчета единиц измерений из граммов в миллиграммы

**V<sub>пр</sub>** – объем пробы, взятой для титрования, 2,5 мл.

Таблица 6

## Результаты определения сульфатов

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	12	12	10	10	10	7	10	12	10	5	7
с. Талашкино	350,5	365	565,48	328	5	576,7	348,6	600,7	348,8	548,6	355,5
д. Бобыри	122	132	75	73	62	53,7	54,5	37	50,4	23	119
д. Бубново	157	348,5	575,5	508,48	360,6	653,0	458,7	538,8	403,6	495,8	147

*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

**Выводы:** образцы из д. Талашкино и д. Бубново превышают ПДК по содержанию сульфатов (300 мг/л) на значения от 48,8 до 208,65 мг/л. В образцах из д. Бобыри концентрация сульфатов в пределах нормы. Средние значения концентрации сульфатов за весь период исследования: с. Талашкино – 399,4 мг/л, д. Бобыри – 72,9 мг/л, д. Бубново – 422,5 мг/л.

## 2.6. Определение нитритов

**Оборудование и реагенты:** полевая лаборатория анализа воды НКВ – 1, пипетка градуированная на 5 мл (в состав некоторых изделий не входит), пробирка с меткой «5 мл» с пробкой (2 шт.), штатив для пробирок. Реактив Грисса (в капсулах с навеской 0,04 – 0,05 г). Контрольная цветовая шкала образцов окраски «Нитрит-ион» (0; 0,02; 0,10; 0,50; 2,0 мг/л).

### Методика определения

Определения нитрит-иона проводятся методом №6.149. Используемый метод является колориметрическим (МВИ-07-149, аналогичен ГОСТ 33045, ПНД Ф 14.1:2.3, РД 52.24.381) и пригоден для анализа питьевой и природной воды.

Определение основано на реакции нитрит-иона с реактивом Грисса (смесью винной и сульфаниловой кислот и  $\alpha$  – нафтиламина). При этом протекают реакции диазотирования и азосочетания, в результате которых образуется азосоединение, имеющее красно-фиолетовую окраску.

### Выполнение определения

**1.** Ополосните колориметрическую пробирку несколько раз анализируемой водой. Налейте в пробирку пробу воды до метки «5 мл».

2. Добавьте в пробирку к пробе содержимое одной капсулы реактива Грисса.
3. Закройте пробирку пробкой и перемешайте раствор в пробирке встряхиванием до растворения кристаллов реактива.
4. Пробирку с раствором оставьте на 20 мин до полного завершения реакции.
5. Проведите колориметрирование пробы. При визуально-колориметрическом определении пробирку с пробой поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая пробирку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрит-иона в мг/л.

Таблица 7

### Результаты определения нитритов

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
с. Талашкино	0,02	0,01	0,03	0,06	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02
д. Бобыри	0,04	0,04	0,07	0,07	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
д. Бубново	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,03

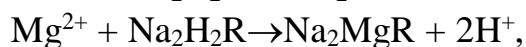
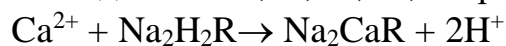
*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

**Выводы:** во всех образцах концентрация нитритов не превышает ПДК (3 мг/л) и находится в пределах нормы. Средние значения концентрации нитритов за весь период исследования: с. Талашкино – 0,03 мг/л, д. Бобыри – 0,04 мг/л, д. Бубново – 0,03 мг/л.

## 2.7. Определение общей жесткости

### Методика определения

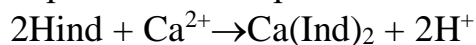
Определение общей жёсткости как суммарной эквивалентной концентрации катионов кальция и магния проводится широко распространённым титриметрическим методом (ГОСТ 31954, ИСО 6058, РД 52.24.395 и др.). Метод пригоден для анализа питьевой и природной воды, очищенных сточных вод, и может быть использован для оценки общей жёсткости водных почвенных вытяжек. Определение основано на реакции солей кальция и магния с реагентом – трилоном Б (двуназатриевой солью этилендиамин-N, N, N', N',-тетрауксусной кислоты, или сокращённо ЭДТА)



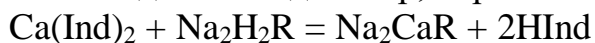
Где R – радикал этилендиаминтетрауксусной кислоты –  
 $(\text{OCCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}^-)_2$

Анализ проводят при pH 10-10,5 титриметрическим методом в присутствии индикатора хромового тёмно-синего кислотного (кислотного хромового синего Т).

Роль индикатора в определении общей жёсткости состоит в том, что при его добавлении в воду первоначально происходит реакция, в результате которой весь кальций и магний связываются с индикатором с образованием соединения, окрашенного в красный цвет (на примере реакции с кальцием):



Далее, при титровании, по мере добавления ЭДТА образуется более прочный бесцветный комплекс с кальцием (магнием), комплекс с индикатором разрушается и высвобождается индикатор, окрашивающий раствор в синий цвет:



красный

синий

#### Выполнение определения

1. Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Налейте в склянку до метки определённый объём пробы воды, в зависимости от предполагаемой жёсткости.

**Таблица 8**

#### **Значение жёсткости воды**

Мягкая (1,5– 3°Ж)	10 мл
Средней жёсткости (3 – 6°Ж)	5 мл
Жёсткая (6 – 10°Ж)	5 мл
Очень жёсткая (>10°Ж)	2,5 мл

2. Расположите склянку с раствором на белом фоне при достаточной освещённости. Добавляйте к пробе из флакона-капельницы раствор титранта, считая капли.

3. Продолжайте добавлять раствор титранта по каплям, непрерывно перемешивая содержимое склянки и сравнивая окраску раствора с контрольной шкалой, до изменения цвета раствора от розового до сиренево-синего. Вблизи точки эквивалентности, после добавления очередной капли, наблюдайте за окраской раствора не менее 10 – 20 с (окраска образца «Окончание титрования»).

Для уточнения количества капель раствора титранта, израсходованных на титрование (N), анализ рекомендуется повторить, при этом для анализа отбирайте пробы в объёме согласно меткам на мерной склянке.

4. Рассчитайте величину общей жёсткости воды в пробе  $C_{ож}$  в °Ж (ммоль/л эквивалента) в зависимости от объёма пробы ( $V_{пр}$ ) и количества капель израсходованного раствора титранта (N), используя данные таблицы.

**Таблица 9**

Объём пробы $V_{пр}$ , мл	Расчётная формула для определения $C_{ож}$ в
2,5	2xN
5,0	1xN
10,0	0,5 x N

Таблица 10

## Результаты определения общей жесткости

Образец	Апрель 2024	Май 2024	Июнь 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024	Январь 2025	Февраль 2025	Март 2025
Контрольный образец	2,7	2,3	2,3	2,3	3,5	3,5	3	3,5	3,5	3,5	2,3
с. Талашкино	<b>12,7</b>	10,3	10,0	10,5	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11,5</b>	<b>12</b>	<b>12,5</b>	<b>12</b>	<b>12,4</b>
д. Бобыри	9,8	9,7	8,7	10,3	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	9,6
д. Бубново	8,9	9,2	8,8	8,4	6,8	7,9	8,3	9,4	8,4	8,2	8,7

*Примечание:* в таблице приведены средние значения после трехкратной повторности.

**Выводы:** водопроводная вода всех пунктов (с. Талашкино, д. Бобыри) превышает допустимые значения и составляет  $>10^{\circ}\text{Ж}$ , являясь «очень жесткой». Значения жесткости при переходе с осеннего на зимний период повышаются в обоих образцах, что характерно для подземных источников при смене сезонов (повышается уровень минерализации). Среднее значение общей жесткости за весь период исследования: с. Талашкино –  $11,5^{\circ}\text{Ж}$ , д. Бобыри –  $11,3^{\circ}\text{Ж}$ , д. Бубново –  $8,9^{\circ}\text{Ж}$ . (Приложение 6)

## Выводы

Мониторинг качества водопроводной воды из населенных пунктов с. Талашкино, д. Бобыри, д. Бубново продолжался в течение 1 года - с апреля 2024 года по март 2025 года. Для сравнения была исследована дистиллированная вода (контрольный образец).

Исследование проводилось в лаборатории Образовательного центра «Точка роста» МБОУ Талашкинской СШ.

Цель реализована – проведен анализ качества водопроводной воды на наличие некоторых химических загрязнителей.

В ходе работы удалось реализовать поставленные задачи:

- проведено анкетирование «Качество водопроводной воды» и проанализированы его результаты. Для пользователей действительно актуальна проблема качества воды.
- Ежемесячно отбирались пробы воды и проведен химический анализ воды нескольких населенных пунктов в течение 12 месяцев с целью выявления возможной сезонной динамики концентраций основных химических загрязнителей.
- В результате мониторингового *исследования выявлено содержание некоторых химических загрязнителей:*

1) содержание нитратов, нитритов, хлоридов во всех образцах находится в пределах установленной нормативными документами нормы. Однако, в летний период в воде д. Бобыри и д. Бубново в воде содержалось незначительное количество нитратов. Это может быть вызвано тем, что летний сезон 2024 года выдался жарким и в тёплой воде нитробактерии проявляли более высокую активность, процессы разложения в ней протекают быстрее, поэтому концентрации нитратов выше. Водонапорные башни находятся рядом с сельскохозяйственными угодьями, что также может объяснить содержание данного загрязнителя.

Образец из д. Бобыри содержит **хлоридов** немного больше, чем другие образцы. Возможно, причина этого объясняется присутствием соленосной породы вблизи грунтовых вод водозабора этого населенного пункта.

Отмечено снижение концентрации хлоридов с летне – осеннего на зимне-весенний период в с. Талашкино на 35 мг/л, в д. Бобыри на 39 мг/л, что может быть связано с последовательной сменой генетически разнородных водных масс.

2) Образцы из д. Талашкино и д. Бубново превышают ПДК по содержанию **сульфатов** (300 мг/л) на значения от 48, 8 до 208,65 мг/л. Предположительно, основная причина может состоять в присутствии осадочных пород вблизи грунтовых вод водозабора. Во всех населенных пунктах наблюдается повышение концентрации сульфатов в летний период, что возможно

объясняется меняющимся соотношением между поверхностным и подземным стоком.

3) Содержание **железа** в воде с. Талашкино и д. Бубново значительно превышает норму, примерно в 2,5 раза. Выяснилось, что срок эксплуатации водопроводных труб составляет более 30 лет. Поэтому основной причиной высокого содержания железа – старение и коррозия водопроводных труб распределительной сети. Поэтому, когда вода достигает потребителя, она уже насыщена продуктами коррозии.

4) Водопроводная вода всех пунктов (с. Талашкино, д. Бобыри) превышает допустимые значения **жесткости** и составляет  $>10^{\circ}\text{Ж}$ , являясь «очень жесткой». Значения жесткости при переходе с осеннего на зимний период повышаются, что характерно для подземных источников при смене сезонов, так как повышается уровень минерализации. Возможно, как и для большинства районов нашей области, характерно наличие геологических пород - мела, известняка, доломита вблизи водозабора.

Таким образом, в ходе работы гипотеза подтвердилась: в исследуемой водопроводной воде были обнаружены химические загрязнители (железо, сульфаты), превышающие ПДК и влияющие на качество воды.

#### **Заключение**

Полученными результатами я поделился с главой сельского поселения. В ходе беседы выяснилось, что подана проектная документация на частичную замену труб холодного водоснабжения и строительство новой водонапорной башни.

В заключение хотелось бы порекомендовать: для снижения содержания железа необходимо ставить домашние фильтры для очистки воды от железа, использовать водоочистительные системы для удаления кальция и магния из воды с помощью ионообменных смол или обратного осмоса для снижения общей жесткости. Однако такие меры требуют недешевы и требуют регулярного обслуживания и замены.

### Список использованной литературы

1. Глинка Н.Л. Общая химия. Ленинград., «Химия», 1992
2. И.А. Кислицын, П.В. Мельников, М.И. Дегтев. Химия воды. Методическое пособие для студентов. Пермь, 2011
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31865-2012 «Вода. Единица жесткости.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
5. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки/Под ред. А.Г. Муравьева. – Изд. 5-е, - СПб «Крисмас+», 2021. – 360 с.

## Приложения

### Приложение 1



**Рис 1. Состояние домашнего фильтра после 4-х недельной эксплуатации**

### Приложение 2

#### **Анкетирование «Качество питьевой воды»**

**Цель:** определения удовлетворенности качеством водопроводной воды.

#### **I. Какую воду Вы употребляете для питья?**

1. водопроводную;
2. воду со скважины;
3. бутилированную;
4. фильтрованную.

#### **II. Какие характеристики воды, которую Вы используете, хотели бы улучшить?**

1. вкус
2. цвет
3. запах
4. жесткость
5. примеси

#### **III. Хотели бы Вы иметь дома источник чистой питьевой воды (фильтр для воды)?**

1. да, конечно
2. нет, меня все устраивает
3. у нас дома фильтр для воды

#### **IV. Какие ассоциации (слова, эмоции, цвет) вызывает у Вас идеально чистая вода?**

1. приятная на вкус
2. утоление жажды в знойный день
3. кристальность
4. свежая

5. чистая

V. Какой цвет для Вас ассоциируется с водой?

1. белый

2. голубой

3. синий

4. зелёный

5. серый

6. без цвета

7. прозрачная

VI. Довольны ли Вы качеством домашней водопроводной воды?

1. да

2. скорее да

3. нет

3. скорее нет

4. затрудняюсь ответить

### Приложение 3



Рис.2 Определение нитратов

## Приложение 4



Рис. 3 Определение хлоридов

## Приложение 5



Рис. 4 Определение железа общего



Рис.5 Определение общей жесткости воды