

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИМЕНИ Б.В. ВСЕСВЯТСКОГО

Номинация «**Экологический мониторинг**»

Исследовательская работа

**Сравнительный анализ воды из озер Травное и Убогое  
в Холмогорском округе Архангельской области**

**Выполнена** учеником 11 класса  
МАОУ «Холмогорская средняя  
школа имени М.В. Ломоносова»  
Холмогорского муниципального  
округа Архангельской области  
**Копыловым Егором Андреевичем**

**Научный руководитель:** учитель  
химии и биологии МАОУ  
«Холмогорская средняя школа  
имени М.В. Ломоносова»  
Холмогорского муниципального  
округа Архангельской области  
**Полякова Ольга Витальевна**

Архангельская область  
с. Холмогоры  
2026 год

## **Содержание**

<b>Введение</b>	3
<b>Основная часть</b>	
<b>Глава 1. Теоретическая часть</b>	
1.1. Природная вода и её классификация	5
1.2. Классификация природных вод	5
1.3. Классификация озёр	5
1.4. Физические показатели воды	7
1.5. Химические показатели воды	7
1.6. Микробиологические показатели воды	8
<b>Глава 2. Практическая часть</b>	
2.1. Сравнение озёр Травное и Убогое.	9
2.2. Определение физических показателей воды	10
2.3. Определение химических показателей воды	10
2.4. Определение микробиологических показателей воды.	13
<b>Заключение</b>	15
<b>Список источников информации</b>	17
<b>Приложения</b>	
Приложение 1. Взятие проб	18
Приложение 2. Справочные таблицы	19
Приложение 3. Лабораторное исследование	21

## Введение

Вода является одним из ключевых элементов, необходимых для существования Земли и человечества. Без нее невозможно существование ни одного живого организма. Оценить значимость этого ресурса трудно. Вода занимает обширные территории планеты, формируя океаны, моря, реки и другие водные объекты. Для многих видов она представляет собой среду обитания. Почти каждое живое существо содержит в своем составе воду в той или иной степени.

Водоёмы выполняют роль естественных "сборников" отходов, происходящих от человеческой деятельности. Осадки и весенние паводки способствуют тому, что загрязняющие вещества, ранее выбрасываемые в атмосферу или проникающие в почву, попадают в водные системы.

Озёра Травное и Убогое могут подвергаться загрязнению от автомобильных выбросов, горюче-смазочных материалов, связанных с судоходством, а также отходами сельского хозяйства и мусором. Таким образом, проблема загрязнения водоемов остаётся крайне актуальной. **Актуальность** данного исследования заключается в том, что вода в окружающих водоемах нередко имеет низкое качество. Поэтому важно изучить ее химический состав, чтобы использовать эту воду безопасно для здоровья.

**Цель работы:** проведение сравнительного анализа воды из озер Травное и Убогое для определения возможности ее безопасного использования

### **Задачи:**

- Найти, отобрать, систематизировать информацию по теме исследования
- Изучить методики проведения экспериментов
- Провести эксперименты по определению содержания примесей в воде из озер Травное и Убогое
- Проанализировать полученные результаты.
- Сопоставить полученные при проведении экспериментов результаты с предельно-допустимыми концентрациями веществ в воде и сделать выводы.
- Сравнить результаты экспериментов, проведенных с водой из озер Травного и Убогого, сделать вывод о содержании примесей в воде из разных озёр.

**Гипотеза:** в воде из озёр Травное и Убогое можно обнаружить различные примеси, но их содержание не превышает предельно-допустимые концентрации веществ в воде.

**Объект исследования:** вода из озер Травное и Убогое

**Предмет исследования:** примеси, содержащиеся в воде из озёр Травное и Убогое

### **Методы, использованные при работе над проектом:**

Библиографический (поиск информации по теме и методик проведения эксперимента; теоретическая, практическая части).

Экспериментальный (проведение опытов; практическая часть).

Аналитический (анализ информации по теме работы и методик проведения эксперимента; теоретическая, практическая части).

Сравнение (сопоставление результатов экспериментов; практическая часть)

**База исследования:** ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области Ненецком автономном округе» (г. Новодвинск); кабинет химии МАОУ «Холмогорская средняя школа имени М.В. Ломоносова»

**Сроки исследования:** ноябрь 2024 г. – март 2025 г.

На основании информации, полученной из литературных и интернет источников выяснили, что вода является сложным раствором солей, газов и органических веществ, классифицируется по минерализации, происхождению, физическому состоянию, основному вместилищу.

Озёра различаются по происхождению, положению, водному балансу, солёности, питательности содержащихся в озере веществ и размеру.

Качество определяется физическими, химическими и микробиологическими показателями.

Физические показатели (водородный показатель – рН, прозрачность, цвет, запах) – ключевые индикаторы чистоты воды.

Химический состав (сульфат-ионы, хлорид-ионы, нитрат-ионы, ионы железа, кальция, свинца и др.) отражает природные и антропогенные влияния.

Микробиологические показатели (общее микробное число, колиформные бактерии, энтерококки и др.) выявляют загрязнение и потенциальную опасность для здоровья.

Холмогорский муниципальный округ расположен в центральной части Архангельской области в нижнем течении реки Северная Двина. По состоянию на 2026 год округ занимает площадь около 16,8 тыс. км<sup>2</sup>.

Основные физико-географические характеристики:

*Рельеф и геология:* территория представляет собой плоскую, местами заболоченную равнину, сформированную речными наносами. Рельеф разнообразен: пологие холмы, а к востоку отмечается постепенное повышение.

*Гидрография:* округ имеет густую речную сеть. Главная водная артерия – река Северная Двина, принимающая крупные притоки: Пинегу, Емцу, Ваймугу, Мехреньгу. Много озёр, крупнейшие: Воеозеро, Ковозеро, Сия, Пачозеро.

*Климат:* умеренно континентальный, с суровыми, продолжительными зимами и коротким, прохладным летом. Осадки составляют 400-600 мм в год. Погода отличается неустойчивостью, часты ветры.

*Почвы и растительность:* преобладают таёжные леса (ель, сосна, береза). Значительные площади занимают болота и заболоченные леса.

*Природные ресурсы:* богатые лесные массивы, месторождения строительных материалов (песок, глина, гравий), а также наличие речной рыбы.

Округ играет важную роль как транспортный узел, расположенный у слияния Пинеги и Северной Двины.

## Основная часть

### Глава 1. Теоретическая часть

#### 1.1. Природная вода и её классификация

**Природная вода** - раствор многих веществ, в том числе солей, газов, а также веществ органического происхождения, некоторые из них находятся во взвешенном состоянии. В большинстве случаев природная вода имеет атмосферное происхождение (дождевая вода), реже – глубинное, поднимающееся из недр Земли. [2]

#### 1.2. Классификация природных вод

В работе Вернадского В. И. «История минералов земной коры» нашли классификацию природных вод.

*По физическому состоянию* природные воды бывают:

- 1) газообразные воды (пары воды);
- 2) жидкие воды (растворы);
- 3) твердые воды (льды).

*По степени их минерализации* (концентрации ионов и молекул) воды делятся на три класса:

- 1) класс пресных вод (минерализация 1 г/кг и менее);
- 2) класс соленых, или минерализованных (минерализация 1-25 г/кг.);
- 3) класс рассольных вод (минерализация более 50 г/кг.).

*По основному местилещу воды* подразделяются на три царства:

- 1) царство поверхностных вод (наземных вод);
- 2) царство подземных вод (находящихся в верхней части земной коры);
- 3) царство глубинных вод (находящихся в глубине земной коры). [4]

В учебно-методическом пособии Важова С. В. «Общее землеведение» нашли характеристику видов природной воды.

- 1) Морская и океаническая вода (солёность в среднем 3,47%, не пригодна для использования в промышленности и быту).
- 2) Речная вода (пресная, содержание веществ изменяется в зависимости от времени года).
- 3) Болотная вода (отличаются значительной окисляемостью, содержит мало солей, но много органических веществ).
- 4) Озерная вода (пресная в большинстве случаев, нет постоянства соотношения между ионами).
- 5) Подземные воды (большинство - пресные, содержат в своем составе химические вещества, минералы).

#### 1.3. Классификация озёр

Информацию о классификации озёр нашли на сайтах «Образовака» и «Знание.Вики», проанализировали и внесли в таблицу 1. Выяснили, что озёра различаются по происхождению, положению, водному балансу, солёности, питательности содержащихся в озере веществ и размеру.

Таблица 1. Классификация озёр

Происхождение	Тектонические	Образуются путём заполнения трещин в земной коре.
	Ледниковые	Образуются тающим ледником.
	Озёра-старицы	Образуются в поймах рек, когда водоток меняет русло.
	Провальные (карстовые)	Возникают в результате деятельности воды: она растворяет и выносит горные породы, расположенные в земной коре.
	Запрудные	Возникают в результате обрушения пород в горах. Обвалы могут перегородить русло реки, в результате возникает замкнутый водоём.
	Вулканические	Образуются в кратерах неактивных вулканов.
	Горные	Образуются в горных котловинах.
	Приморские озёра-лагуны	Расположены на побережьях материков и островов.
Положение	Наземные	Находятся на земной поверхности.
	Подземные	Могут быть расположены в пещерах или подо льдом в Антарктиде.
Водный баланс	Сточные	Имеют сток, преимущественно в виде реки.
	Бессточные	Не имеют поверхностного стока или подземного отвода воды в соседние водосборы расход воды происходит за счёт испарения.
Солёность	Пресные	Вода пресная, пригодная для питья.
	Солёные	Вода второй группы озёр содержит соли (минерализация — более 1 промилле).
Питательность содержащихся в озере веществ	Олиготрофные	С малым количеством питательных веществ.
	Эвтрофные	С большим содержанием питательных веществ
	Дистрофные	Бедные питательными веществами
Размер	Очень крупные	Площадь более 1000 км <sup>2</sup>
	Большие	Площадь от 101 до 1000 км <sup>2</sup>
	Средние	Площадь от 10 до 100 км <sup>2</sup>
	Малые	Площадь менее 10 км <sup>2</sup>

#### 1.4. Физические показатели воды

Используя статью Беловой В. А., Щербаковой К. Г. «Физические показатели качества воды» из сборника статей «Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы», мы нашли характеристику таких физических показателей воды, как водородный показатель (рН), прозрачность, мутность, цветность.

**Водородный показатель (рН)** - характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде и выражает степень кислотности или щелочности воды (соотношение в воде ионов  $H^+$  и  $OH^-$  образующихся при диссоциации воды) и количественно определяется концентрацией ионов водорода.

**Прозрачность и мутность** - примеси, размером более 100 нм становятся причинами появления мутности. Она может вызываться присутствием неорганических и органических веществ. Величина мутности зависит от питания водоема, свойств береговых пород, климатических условий. Воды, которые содержат небольшое количество взвешенных частиц, прозрачны.

**Цветность воды.** Под цветностью воды понимают её окраску с различными оттенками. Обуславливается наличием гуминовых и фульвокислот, а также их растворимыми солями, водорослями, соединений трехвалентного железа, экстрагированных водой из торфа, гумуса, болотных почв, отмерших растений. [1]

В статье Мойсеенко Е. И., Гусленкова В. «Физические показатели качества воды и их влияние на здоровье человека», мы нашли характеристику такого физического показателя воды, как запах.

**Запах воды** – зависит от веществ, находящихся в воде. Запах речной природной воды может быть естественного (полученного из-за появления в воде веществ органического происхождения, железа, марганца, сероводорода, метана и пр.) и искусственного (из-за поступления веществ, сбрасываемых вместе с промышленными и бытовыми стоками) происхождения. [9]

#### 1.5. Химические показатели воды

Химические показатели обуславливаются содержанием в ней растворенных химических веществ, например, железа, марганца, соединений кремния, хлоридов, сульфатов, фтора и др. Используя статьи Валиевой А. Ф. Сайко В. В «Определение хлорид-ионов в воде» из сборника «Инновационные процессы в науке и технике XXI века» и Котовой В. В. и Нетесовой Г. А. «Химия и микробиология воды», нашли характеристику ионов.

**Сульфат – ионы ( $SO_4^{2-}$ ).** Соли серной кислоты, содержащие анион  $SO_4^{2-}$ . Основные причины появления - растворение гипса, окисление сероорганических веществ. Сульфат ионы попадают в воду вместе с выбросами промышленности.

**Хлорид - анионы ( $Cl^-$ ).** Соли соляной кислоты, содержащие анион  $Cl^-$ . Их содержание в воде наибольшее в сравнении с другими ионами В воду они попадают при растворении горных пород, извержении вулканов, сбросе сточных вод. Содержание хлоридов является косвенным показателем загрязнения водоёмов сточными водами.

**Нитрат - анионы ( $NO_3^-$ ).** Попадают в воду при вымывании из почвы азотных минеральных удобрений. В паводковый период в водах увеличивается содержание

нитратов, а летом их содержание снижается по причине их потребления организмами. [3]

*Катионы свинца* ( $Pb^{2+}$ ). Свинец широко распространенный токсичный элемент. Все его соединения ядовиты.

*Катионы железа*. ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ). Железо способно накапливаться в организме, при избытке поступлении, в том числе с водой. Подземные воды содержат соединения железа, которые попадают в водоемы при растворении горных пород. Соединения железа придают воде коричнево-бурую окраску.

*Катионы кальция* ( $Ca^{2+}$ ). Ионы кальция образуются в воде под действием на карбонатные породы угольной кислоты, образующейся при растворении в воде диоксида углерода. Кальций содержится в живых организмах. Большие количества кальция попадают в воду со сточными водами силикатной, химической промышленности, сельскохозяйственных предприятий. [9]

### **1.6. Микробиологические показатели воды**

Микробиологические показатели — это характеристики, которые отвечают за отсутствие патогенных микроорганизмов или токсических метаболитов. Эта информация была взята с сайта “АкваГео Холдинг”

К микробиологическим показателям качества воды относят:

*Общее микробное число* — это общее количество всех микроорганизмов в 1 мл воды и важный санитарный показатель, позволяющий оценить чистоту и качество воды.

*Содержание бактерий группы кишечной палочки (общие колиформные бактерии и колифаги)* — это показатель качества воды, который указывает на фекальное загрязнение. ОКБ могут быть возбудителями инфекционных заболеваний, которые вызываются кишечными палочками и приводят к поражению желудочно-кишечного тракта. В последствии может также развиваться интоксикация и диарея.

*Споры сульфитредуцирующих клостридий в воде* — это спорообразующие анаэробные палочковидные микроорганизмы, являющиеся дополнительным микробиологическим показателем фекального загрязнения водоема. В отличие от относительно неустойчивых других бактерий, споры клостридий могут сохраняться в водоёмах долгое время. Они встречаются в кишечнике человека и домашних животных, однако при попадании с водой в большом количестве могут вызвать пищевые отравления. [7]

### **Выводы по теоретической части**

Природная вода – сложный раствор солей, газов и органических веществ, классифицируется по минерализации, происхождению, физическому состоянию, основному месту.

Озёра различаются по происхождению, положению, водному балансу, солёности, питательности содержащихся в озере веществ и размеру.

Физические показатели (рН, прозрачность, цвет, запах) – ключевые индикаторы чистоты воды.

Химический состав (сульфаты, хлориды, нитраты, железо и др.) отражает природные и антропогенные влияния.

Микробиологические показатели выявляют загрязнение и потенциальную опасность для здоровья.



## Глава 2. Практическая часть

Для выполнения практической части работы в ноябре 2024 года были взяты пробы воды из озёр Травное, которое находится на территории села Верхние Матигоры Холмогорского округа, и Убогое (Полянское), находящееся на территории села Холмогоры Холмогорского округа. Провели сравнение озёр по различным классификационным признакам и анализ воды из них по физическим, химическим и микробиологическим показателям.

### 2.1. Сравнение озёр Травное и Убогое

Сравнение озёр Травное и Убогое провели по признакам, выделенным в разделе «Классификация озёр» теоретической части работы. Результаты занесли в таблицу 2.

Таблица 2. Сравнение озёр Травное и Убогое

Признак классификации	Травное	Убогое
Происхождение	Искусственное /Озеро - старица	Озеро - старица
Положение	Надземное	Надземное
Водный баланс	Сточное	Не сточное
Солёность	Пресное	Пресное
Питательность содержащихся в озере веществ	Олиготрофные	Олиготрофные
Размер	Малое	Малое
Снимок со спутника		

Вывод: озёра надземные, пресные, олиготрофные, малые. Оба озера – старицы, но в одном из источников (сайт «Беломорканал») сказано, что Травное является искусственным. Травное сточное, а Убогое не сточное.

## 2.2. Определение физических показателей воды

В учебном пособии Логинова Н.Я., Воскресенского А.Г. и Солодкина И.С. «Аналитическая химия» мы нашли методики по определению таких физических показателей воды, как водородный показатель, цвет, прозрачность.

**Определение содержания ионов водорода в воде (кислотность, рН)** проводится с помощью универсальной индикаторной бумаги. Тип воды по кислотности можно определить по таблице (Приложение 2, таблица 1).

**Исследование цвета воды.** Для определения цвета воды используется стеклянный сосуд и лист белой бумаги. В сосуд набирают воду и на белом фоне бумаги определяют её цвет.

**Определение прозрачности воды** основывается на чтении текста через прозрачный цилиндр с плоским дном. Ход исследования: 1) Налили в стеклянный мерный цилиндр высотой 30 см. речную воду. 2) На столе разместили текст стандартного шрифта. 3) Цилиндр с водой находится над текстом на высоте 4 см. 4) Прочитали текст сквозь водяной столб. 5) Прозрачность исследуемой воды оценивается по одной из трех характеристик: прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная.

**Определение запаха воды** проводят при комнатной температуре. Он характеризуется качественно (Приложение 2, таблица 2) и по силе запаха (Приложение 2, таблица 6). Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Физические свойства

Показатель	Травное	Убогое
рН	рН=5 (слабокислая среда)	рН=6 (слабокислая среда)
Цвет	Слабо-жёлтый	Слабо-жёлтый
Запах	Очень слабый, неопределенный	Слабый, болотный
Прозрачность	Прозрачная	Не прозрачная

**Вывод по физическим показателям воды:** вода в обоих озерах слабокислая (рН=5 в Травном, рН=6 в Убогом), что соответствует норме для природных водоемов; имеет слабо-желтый оттенок, что может быть связано с наличием органических веществ; в озере Травное запах практически отсутствует, тогда как в Убогом обнаружен слабый болотный запах, что указывает на возможное наличие разлагающейся органики; вода в Травном прозрачная, а в Убогом — мутная, что свидетельствует о большем количестве взвешенных частиц.

## 2.3. Определение химических показателей воды.

В методической разработке Поповой Л.Ф., В.П. Евдокимовой, И.С. Комаровой, Т.А. Кругляковой, А.А. Мельник «Экологический практикум. Качественный анализ природных объектов» мы нашли методики по определению ионов: как сульфат – анионы, хлорид – анионов, и катионов железа.

**Качественное определение сульфат-ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ )** основано на реакции  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$ . К 10 мл воды, подкисленной несколькими каплями  $\text{HCl}$ , добавили 0,5 мл 10% раствора  $\text{BaCl}_2$ . По таблице 2 в Приложении 2 определили примерное содержание сульфат-ионов. Результаты представлены в таблице 3. (на фото слева направо вода из озера Травного и Убогого)

Таблица 4. Определение сульфат-ионов

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Нет изменений	0 мг/л	
Убогое	Сильная муть	100-500 мг/л	

**Качественное определение хлорид - ионов ( $\text{Cl}^-$ )**. Определение основано на реакции:  $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl}\downarrow$ . К 5 мл воды добавили 3 капли 5% раствора  $\text{AgNO}_3$ . По таблице (Приложение 2, таблица 4) определили примерное содержание анионов хлора в воде (на фото слева направо вода из озера Травного и Убогого)


Таблица 5. Определение хлорид-ионов

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Нет изменений	0 мг/л	
Убогое	Слабая муть	1-10 мг/л	

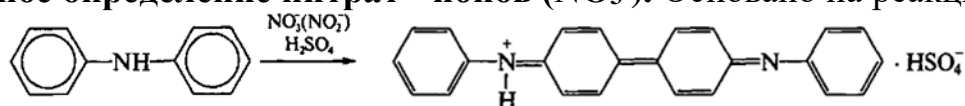
**Качественное определение катионов железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Fe}^{3+}$ )**. Основано на реакции:  $3\text{SCN}^- + \text{Fe}^{3+} = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ . Для определения содержания общего железа берут 10 мл воды, добавляют 2-3 капли концентрированного раствора соляной кислоты и 2 капли 3% раствора пероксида водорода, смесь перемешивают, добавляют 2 мл 50% раствора роданида аммония и вновь перемешивают. (На фото сверху вниз вода из озера Травного и Убогого)

Таблица 6. Определение ионов железа

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Желтовато-розовый	0,5-1,0 мг/л	

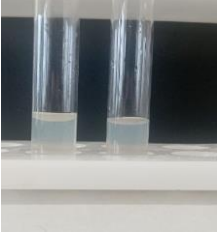
Убогое	Слабый жёлто-розовый	0,1-0,5 мг/л	
--------	----------------------	--------------	---

**Качественное определение нитрат - ионов (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).** Основано на реакции:



К 1 мл пробы воды по каплям вводят 1% раствор дифениламина в серной кислоте. Бледно - голубое окрашивание - концентрация нитратов более 0,001 мг/л; голубое - более 1 мг/л; синее - более 100 мг/л. (на фото слева направо вода из озера Травного и Убогого)

Таблица 7. Определение нитрат-ионов

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Бледно-голубое окрашивание	>0,001 мг/л	
Убогое	Бледно-голубое окрашивание	>0,001 мг/л	

**Качественное определение катионов свинца (Pb<sup>2+</sup>).** Определение основано на реакции:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{PbCrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$ . В пробирку помещают 5 мл воды, прибавляют 1 мл раствора хромата калия. Если выпадает желтый осадок, то содержание катионов свинца больше 100 мг/л; если наблюдается помутнение раствора, то концентрация катионов свинца более 20 мг/л; при опалесценции 0,1 мг/л. (на фото слева направо вода из озера Травного и Убогого)

Таблица 8. Определение ионов свинца

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Без изменений	0 мг/л	
Убогое	Без изменений	0 мг/л	

**Качественное определение катионов кальция (Ca<sup>2+</sup>).** Основано на реакции:  $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{CaC}_2\text{O}_4$ . К 5 мл пробы воды прибавляют 3 мл уксусной кислоты, затем вводят 8 мл оксалата аммония. Если выпадает белый осадок, то концентрация ионов кальция 100 мг/л; если раствор мутный - концентрация кальция более 1 мг/л.,

при опалесценции более 0,1 мг/л. (на фото слева направо вода из озера Травного и Убогого)

Таблица 9. Определение ионов кальция

Озеро	Изменение	Содержание	
Травное	Опалесценция	>0,1 мг/л	
Убогое	Мутный раствор	>1 мг/л	

#### Вывод по химическим показателям воды:

Сульфат-ионы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ): В Травном не обнаружены, в Убогом — высокая концентрация (100–500 мг/л), что может быть связано с антропогенным загрязнением (например, стоками).

Хлорид-ионы ( $\text{Cl}^-$ ): В Травном отсутствуют, в Убогом — незначительное количество (1–10 мг/л), что не превышает ПДК.

Ионы железа ( $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ): В обоих озерах содержание в пределах нормы (0,1–1,0 мг/л), но в Травном концентрация выше, что может объясняться природными факторами.

Нитрат-ионы ( $\text{NO}_3^-$ ): В обоих озерах обнаружены в следовых количествах (>0,001 мг/л).

Ионы свинца ( $\text{Pb}^{2+}$ ): Не обнаружен ни в одном из озер.

Ионы кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ): В Травном — следы (>0,1 мг/л), в Убогом — повышенное содержание (>1 мг/л), что может быть связано с геологическими особенностями.

#### 2.4. Определение микробиологических показателей воды.

Микробиологическое исследование проводилось в ноябре 2024 года в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области Ненецком автономном округе» (г. Новодвинск). Анализ включал определение общего микробного числа (количество микроорганизмов в 1 мл воды), выявление колиформных бактерий (индикатор фекального загрязнения) и спор сульфитредуцирующих клостридий (дополнительный маркер загрязнения). Результаты микробиологического анализа представлены в таблице 11 и на фото 1,2,3,4 в Приложении 3.

Таблица 11. Результаты микробиологического анализа

№	Определяемые показатели	Единица измерения	Величина допустимого уровня	Результаты исследований	
				Травное	Убогое
1	Обобщенные колиформные бактерии (ОКБ)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Не более 500	34	16
2	Escherichia (E.coli)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Не более 100	3	1

3	Энтерококки	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Не более 10	1	Не обнаружены
4	Колифаги	БОЕ/100 см <sup>3</sup>	Не более 10	Не обнаружены	Не обнаружены
5	Бактерии рода Salmonella	Определение в 1 дм <sup>3</sup>	Не допускается	Не обнаружены	Не обнаружены

#### **Вывод по микробиологические показатели воды:**

Общие колиформные бактерии (ОКБ):

- В озере Травное – 34 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (при норме ≤500)
- В озере Убогое – 16 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (при норме ≤500)

Значения значительно ниже допустимого уровня, что свидетельствует об отсутствии значительного фекального загрязнения.

*Escherichia coli* (E.coli)

- В озере Травное – 3 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (при норме ≤100)
- В озере Убогое – 1 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (при норме ≤100)

Концентрация безопасна для здоровья.

- Энтерококки и колифаги
- Энтерококки обнаружены только в Травном (1 КОЕ/100 см<sup>3</sup> при норме ≤10)
- Колифаги не выявлены в обоих озёрах.
- Бактерии рода *Salmonella* пробах отсутствуют, что исключает риск кишечных инфекций.

Оба водоёма характеризуются удовлетворительным санитарным состоянием. Несмотря на незначительное присутствие колиформных бактерий, их концентрации не превышают ПДК.

#### **Вывод по практической части:**

1. Вода в озерах Травное и Убогое слабокислая, со слабо-жёлтым оттенком из-за органики. В Травном запаха нет, в Убогом — слабый болотный, что указывает на разложение органики. Травное прозрачное, Убогое — мутное из-за взвесей.
2. В Убогом высокие сульфаты, возможно из-за стоков, а хлориды в пределах нормы. Железо в обоих озерах в допустимых значениях, есть следы нитратов, свинец отсутствует. Кальция больше в Убогом.
3. Микробиологические показатели в норме: общие колиформные бактерии и *E.coli* ниже допустимых уровней. Энтерококки найдены только в Травном, колифаги и сальмонеллы не обнаружены. Оба озера безопасны по санитарным показателям.

## Заключение

В ходе написания работы изучено 13 литературных и интернет-источников. Было выяснено, что вода является сложным раствором солей, газов и органических веществ, а её качество определяется физическими, химическими и микробиологическими показателями. Классификация природных вод включает такие критерии, как минерализация, происхождение и тип водоёма. Озёра, в свою очередь, различаются по происхождению, положению, водному балансу, солёности и другим признакам.

Для проведения исследования были подобраны методики определения физических (рН, прозрачность, цвет, запах) и химических (содержание сульфатов, хлоридов, железа, нитратов, свинца, кальция) показателей воды, а также микробиологических параметров (общее микробное число, колиформные бактерии, энтерококки и др.).

Практическая часть работы включала сравнительный анализ воды из озёр Травное и Убогое. Результаты показали, что:

1) Физические свойства: вода в обоих озёрах слабокислая, со слабо-жёлтым оттенком. В озере Травное вода прозрачная и практически без запаха, тогда как в Убогом наблюдается мутность и слабый болотный запах, что может быть связано с наличием органических веществ.

2) Химический состав: в озере Убогое обнаружено повышенное содержание сульфатов, что может указывать на антропогенное загрязнение. Хлориды присутствуют в незначительном количестве, железо — в пределах нормы, нитраты — в следовых количествах. Свинец не обнаружен, а содержание кальция выше в Убогом.

3) Микробиологические показатели: концентрации общих колиформных бактерий и *E. coli* не превышают допустимых значений, энтерококки обнаружены только в Травном, а колифаги и сальмонеллы отсутствуют. Это свидетельствует о удовлетворительном санитарном состоянии обоих озёр.

Сравнили полученные результаты экспериментов, проведенных с водой из озёр Травное и Убогое, с предельно-допустимыми концентрациями веществ в воде. (Таблица 12)

Таблица 12. Предельно-допустимые концентрации веществ в воде и результаты эксперимента по воде из озёр Травное и Убогое.

Ионы	ПДК, мг/л	Содержание ионов, мг/л	
		Травное	Убогое
Cl <sup>-</sup>	350,0	0 мг/л	0-10 мг/л
Ca <sup>2+</sup>	200,0	>0,1 мг/л	>1 мг/л
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45,0	>0,001 мг/л	>0,001 мг/л
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500,0	0 мг/л	100-500 мг/л
Fe <sup>2+,3+</sup>	0,3	0,5-1,0 мг/л	0,1-0,5 мг/л
Pb <sup>2+</sup>	0,03	0 мг/л	0 мг/л

Выяснилось, что содержание ионов хлора, кальция, нитратов и сульфатов не превышает ПДК; ионы свинца - не обнаружены; содержание ионов железа превышает ПДК во пробах обоих озёр. Таким образом, наша гипотеза о том, что в воде из озёр Травное и Убогое можно обнаружить различные примеси, но их содержание не превышает предельно-допустимые концентрации веществ в воде, подтвердилась частично.

Таким образом, проведённое исследование подтвердило, что вода в озёрах Травное и Убогое соответствует нормам по большинству показателей, а выявленные различия в химическом составе обусловлены природными и, возможно, антропогенными факторами. Полученные результаты позволяют сделать вывод о безопасности использования воды из этих озёр для бытовых целей.

## Список источников информации

1. Белова В. А., Щербакова К. Г. Физические показатели качества воды //Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы. – 2019. – С. 145-146.
2. Важов С. В. Общее землеведение //учебно-методическое пособие/С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО. – 2014.
3. Валиева А. Ф. Сайко В. В. Определение хлорид-ионов в воде //Инновационные процессы в науке и технике XXI века. – 2016. – С. 372-373.
4. Вернадский В. И. История минералов земной коры. – Онти-Госхимтехиздат, Ленинградское отделение, 1933.
5. Вернуться к Рикасике или загадить своим мусором уникальные природные территории. [Электронный ресурс] «Беломорканал» // Режим доступа: <https://tv29.ru/new/index.php/zhkhh/29400-vernutsya-k-rikasike-ili-zagadit-svoim-musorom-unikalnye-prirodnye-territorii-v-arkhangelskoj-oblasti-prodolzhaet-dejstvovat-logika-shiesa> (Дата обращения: апрель 2025)
6. Виды озер [Электронный ресурс] «Образовака» // Режим доступа: <https://obrazovaka.ru/> (Дата обращения: февраль 2025)
7. Вода и здоровье: какую воду пить нужно [Электронный ресурс] «АкваГео Холдинг» // Режим доступа: <https://aquageoholding.ru/> (Дата обращения: февраль 2025)
8. Классификация озер [Электронный ресурс] «Знание.Вики» // Режим доступа: [https://znanierussia.ru/articles/Заглавная\\_страница](https://znanierussia.ru/articles/Заглавная_страница) (Дата обращения: март 2025)
9. Котов В. В. и Нетесова Г. А. Химия и микробиология воды //Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ. – 2008.
10. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия. Учеб.пособие для студентов химико-биол. и биолого-хим. специальностей пед.ин-тов. 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1979. - 480 с
11. Мойсеенко Е. И., Гусленков В. Физические показатели качества воды и их влияние на здоровье человека //Айдинов ГВ-д. м. н., проф., зав. кафедрой гигиены ФПК и ППС РостГМУ (г. Ростов-на-Дону) Горлов ИФ-д. с.-х. н., проф., академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, НИИМПП, ВолгГТУ (г. Волгоград). – 2019.
12. Попова Л.Ф., Евдокимова В.П., Комарова И.С., Круглякова Т.А., Мельник А.А. Экологический практикум. Качественный анализ природных объектов. Методическая разработка. - Архангельск. ПГУ им. М.В. Ломоносова. 2000.
13. «Яндекс карты» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/?ll=41.649669%2C64.187002&z=15> (Дата обращения: апрель 2025)

## Приложения

### Приложение 1. Взятие проб

Места взятия проб

(спутниковые снимки <https://yandex.ru/maps/?ll=41.649669%2C64.187002&z=15>)

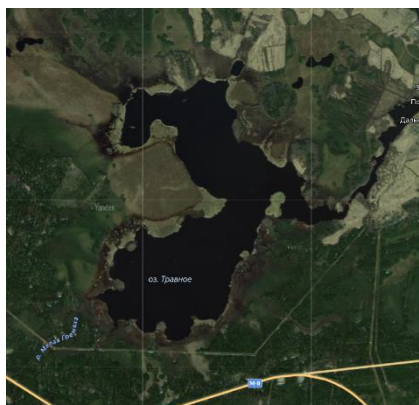


Фото 1. Озеро Травное

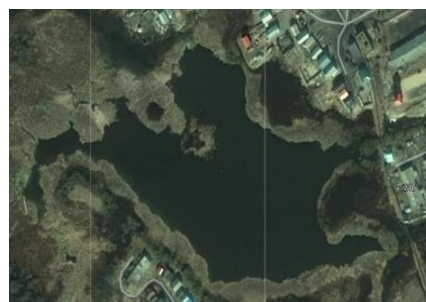


Фото 2. Озеро Убогое

Фото 3. Образцы воды (фото автора)



На фото слева направо вода из озер Травное, Убогое

## Приложения 2. Справочные таблицы

Таблица 1. Характеристика воды по рН [1]

Тип воды	Величина рН
Сильнокислые	< 3
Кислые	3-5
Слабокислые	5-6,5
Нейтральные	6,5-7,5
Слабощелочные	7,5-8,5
Щелочные	8,5-9,5
Сильнощелочные	> 9,5

Таблица 2. Определение запаха воды [1]

Обозначение запаха	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах морской щепы, древесной коры
З	Землистый	Прелый, запах свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневый	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Запах рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Запах тухлых яиц
Т	Травянистый	Запах скошенной травы, сена
Н	Неопределенный	Запахи естественного происхождения, не подходящие под предыдущие определения

Таблица 3. Содержание сульфат - ионов в воде [12]

Характеристика осадка	Содержание сульфат-ионов в мг/л
Слабая муть, появляющаяся через несколько минут	1-10
Слабая муть, появляющаяся сразу	10-100
Сильная муть	100-500
Осадок, быстро оседающий на дно пробирки	Более 500

Таблица 4. Содержание ионов хлора в воде [12]

Характеристика осадка	Содержание хлора в мг/л
Опалесценция, слабая муть	1-10
Сильная муть	10-50

Образуются хлопья, не оседающие сразу	50-100
Белый объёмный осадок	Более 100

Таблица 5. Примерное содержание железа в воде [12]

<b>Цвет раствора при рассматривании его сверху вниз</b>	<b>Содержание общего железа в мг/л</b>
Окрашивания нет	Меньше 0,05
Едва заметный желтовато –розовый	0.05-0.1
Слабый желто – розовый	0.1-0.5
Жёлто –розовый	0.5-1.0
Желто – красный	1.0-2.0
Красный	Больше 2.0

Таблица 6. Определение запаха воды [1]

<b>Степень</b>	<b>Характер запаха</b>
Нет запаха	Запах не ощущается совсем
Очень слабый	Запах не ощущается, но определяется опытным путем.
Слабый	Запах обнаруживается потребителем
Заметный	Запах легко замечается
Очень сильный	Запах резко выраженный

# Приложение 3. Протокол лабораторных исследований

## Микробиологические показатели озера Травное (фото протоколов автора)

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
 Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения  
 «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе»  
 Новоловинский филиал федерального бюджетного учреждения здравоохранения  
 «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе»  
**Центральный лабораторный центр**  
 Адрес исследования юридического лица: 163000, Архангельская область, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 16А, корпус 1  
 тел: (8182) 27-64-83, 62-58-73, адрес электронной почты: [info@fhdz29.sar.gov.ru](mailto:info@fhdz29.sar.gov.ru)  
 Адрес места осуществления деятельности: 164900, Россия, Архангельская область, Новоловинск, ул. 3-ей Петлистки, д.11  
 тел: (81852) 4-23-31, адрес электронной почты: [2204@fhdz29.sar.gov.ru](mailto:2204@fhdz29.sar.gov.ru)  
 Реквизиты: ОКПО 75037067 ОГРН 1025901021616 ИНН/КПП 2901134015, КПП 290101001

**УТВЕРЖАЮ**  
 Руководитель ИЛЦ

МП

**ПРОТОКОЛ  
 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
 № 2 от «18» ноября 2024г.

- Наименование предприятия, организации (заказчик):
- Юридический адрес заказчика:
- Наименование образца (пробы), дата изготовления: вода поверхностного водного объекта II категории.
- Место отбора: Холмогорский территориальный отдел администрации с. Холмогоры, озеро Травное.

5. Условия отбора, доставки:  
 Дата и время отбора: 12.11.2024г., 07:50.  
 Ф.И.О., должность, отобранного образца (пробы)\*: О.П. Зыкова, помощник врача по общей гигиене ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе».  
 Условия отбора: не указаны.  
 Условия доставки: сумка-холодильник.  
 Дата и время доставки в ИЛЦ: 12.11.2024г., 13:00.  
 Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006) "Вода. Отбор проб для микробиологического анализа".

6. Дополнительные сведения: проба доставлена в таре № 2.  
 Цель исследования, основание: Проектная деятельность в МАOU «Холмогорская средняя школа».

Лист 1 из 2

Акт отбора (пробы) № 2  
 Средств измерения:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1.	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-6М	№ 106	С-640/21-11-2023/295921860 от 21.11.2023	до 20.11.2026
2.	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-6М	№ 179	С-640/21-11-2023/295921863 от 21.11.2023	до 20.11.2026
3.	ТКА-18М	№ 411371	С-СН/36-11-2023/298784565 от 30.11.2023	до 29.11.2024

9. Условия проведения испытаний:  
 Температура окружающего воздуха +24°C  
 Относительная влажность воздуха 46%  
 Атмосферное давление 749 мм.рт.ст.

10. Результаты испытаний:

№ п/п	Определение показателя	Единица измерения	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	ИД на методы исследования
<b>МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> 164900, Россия, Архангельская область, Новоловинск, ул. 3-ей Петлистки д.11 (Группа бактериологических и паразитологических испытаний) Образец поступил 12.11.2024 13:00 Регистрационный номер пробы в журнале № 2 дата начала испытаний 12.11.2024 14:00      дата выдачи результата 18.11.2024 14:00					
1.	Обобщенные колиформные бактерии (ОКБ)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	34	не более 500	МУК 4.2.3963-23
2.	Escherichia coli (E.coli)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	3	не более 100	МУК 4.2.3963-23
3.	Энтерококки	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	1	не более 10	МУК 4.2.3963-23
4.	Колонифицированные бактерии	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	не обнаружены	не более 10	МУК 4.2.3963-23
5.	Бактерии рода Salmonella	определение в 1 см <sup>3</sup>	не обнаружены	не допускается	МУК 4.2.3963-23

Протокол № 2 рассчитан «18» ноября 2024 г.  
 Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола:

Конiec протокола

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания  
 Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ  
 \*ИЛЦ не несет ответственности за процесс отбора образцов в случае отбора образцов Заказчиком  
 \*\* - заполняется при необходимости и/или по требованию Заказчика. ИЛЦ не несет ответственности за предоставленные Заказчиком данные, которые могут влиять на достоверность результатов испытаний

Лист 2 из 2

## Микробиологические показатели озера Убогое (фото протоколов автора)

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
 Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения  
 «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе»  
 Новоловинский филиал федерального бюджетного учреждения здравоохранения  
 «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе»  
**Центральный лабораторный центр**  
 Адрес исследования юридического лица: 163000, Архангельская область, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 16А, корпус 1  
 тел: (8182) 27-64-83, 62-58-73, адрес электронной почты: [info@fhdz29.sar.gov.ru](mailto:info@fhdz29.sar.gov.ru)  
 Адрес места осуществления деятельности: 164900, Россия, Архангельская область, Новоловинск, ул. 3-ей Петлистки, д.11  
 тел: (81852) 4-23-31, адрес электронной почты: [2204@fhdz29.sar.gov.ru](mailto:2204@fhdz29.sar.gov.ru)  
 Реквизиты: ОКПО 75037067 ОГРН 1025901021616 ИНН/КПП 2901134015, КПП 290101001

**УТВЕРЖАЮ**  
 Руководитель ИЛЦ

МП

**ПРОТОКОЛ  
 ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
 № 1 от «18» ноября 2024г.

- Наименование предприятия, организации (заказчик):
- Юридический адрес заказчика:
- Наименование образца (пробы), дата изготовления: вода поверхностного водного объекта II категории.
- Место отбора: Холмогорский территориальный отдел администрации с. Холмогоры, озеро Убогое.

5. Условия отбора, доставки:  
 Дата и время отбора: 12.11.2024г., 07:10.  
 Ф.И.О., должность, отобранного образца (пробы)\*: О.П. Зыкова, помощник врача по общей гигиене ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе».  
 Условия отбора: не указаны.  
 Условия доставки: сумка-холодильник.  
 Дата и время доставки в ИЛЦ: 12.11.2024г., 13:00.  
 Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006) "Вода. Отбор проб для микробиологического анализа".

6. Дополнительные сведения: проба доставлена в таре № 1.  
 Цель исследования, основание: Проектная деятельность в МАOU «Холмогорская средняя школа».

Лист 1 из 2

Акт отбора (пробы) № 1  
 Средств измерения:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1.	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-6М	№ 106	С-640/21-11-2023/295921860 от 21.11.2023	до 20.11.2026
2.	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-6М	№ 179	С-640/21-11-2023/295921863 от 21.11.2023	до 20.11.2026
3.	ТКА-18М	№ 411371	С-СН/36-11-2023/298784565 от 30.11.2023	до 29.11.2024

9. Условия проведения испытаний:  
 Температура окружающего воздуха +24°C  
 Относительная влажность воздуха 46%  
 Атмосферное давление 749 мм.рт.ст.

10. Результаты испытаний:

№ п/п	Определение показателя	Единица измерения	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	ИД на методы исследования
<b>МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> 164900, Россия, Архангельская область, Новоловинск, ул. 3-ей Петлистки д.11 (Группа бактериологических и паразитологических испытаний) Образец поступил 12.11.2024 13:00 Регистрационный номер пробы в журнале № 1 дата начала испытаний 12.11.2024 14:00      дата выдачи результата 18.11.2024 14:00					
1.	Обобщенные колиформные бактерии (ОКБ)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	16	не более 500	МУК 4.2.3963-23
2.	Escherichia coli (E.coli)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	1	не более 100	МУК 4.2.3963-23
3.	Энтерококки	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	не обнаружены	не более 10	МУК 4.2.3963-23
4.	Колонифицированные бактерии	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	не обнаружены	не более 10	МУК 4.2.3963-23
5.	Бактерии рода Salmonella	определение в 1 см <sup>3</sup>	не обнаружены	не допускается	МУК 4.2.3963-23

Протокол № 1 рассчитан «18» ноября 2024 г.  
 Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола:

Конiec протокола

Результаты относятся к образцам (пробам), прошедшим испытания  
 Настоящий протокол не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения ИЛЦ  
 \*ИЛЦ не несет ответственности за процесс отбора образцов в случае отбора образцов Заказчиком  
 \*\* - заполняется при необходимости и/или по требованию Заказчика. ИЛЦ не несет ответственности за предоставленные Заказчиком данные, которые могут влиять на достоверность результатов испытаний

Лист 2 из 2