

**Частное общеобразовательное учреждение религиозной  
организации "Нижегородская епархия русской православной  
церкви (московский патриархат)" "Православная гимназия  
имени Серафима Саровского г. Дзержинска»**

**Городской конкурс научно-исследовательских работ  
Ильяшевские чтения**

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА СВЯТОЕ  
(ГОРОДСКОЙ ОКРУГ ДЗЕРЖИНСК) В ПЕРИОД ТАЯНИЯ  
СНЕГА (18.03.2023 - 02.04.2023)**

**Секция Юный эколог**

Автор: Копченков Иван Дмитриевич,

8 класс ЧОУ НЕРПЦ «Православная  
гимназия г.Дзержинска»

Наставник: Изарова Татьяна Ивановна,  
учитель биологии, ЧОУ НЕРПЦ  
«Православная гимназия г.Дзержинска»

**г. Дзержинск**

**2023г**

## Оглавление

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                              | 3  |
| 1. Виды загрязнений природных водоемов и экологические проблемы озера Святое.....                          | 5  |
| 1.1 Основные источники антропогенного загрязнения водных ресурсов и их влияние на экосистемы водоемов..... | 5  |
| 1.2 Экологические проблемы озера Святое.....                                                               | 9  |
| 1.3 Важнейшие показатели органолептического и химического анализа воды и их значение.....                  | 10 |
| 2. Практическая часть.....                                                                                 | 14 |
| 2.1 Правила забора проб воды.....                                                                          | 14 |
| 2.2 Даты забора проб воды с озера Святое и исследуемые в работе показатели качества воды .....             | 15 |
| 2.3 Методы анализа органолептических свойств воды, применённые в данной работе.....                        | 13 |
| 2.4 Методы анализа химического состава воды, применённые в данной работе.....                              | 16 |
| 2.5 Результаты анализа качества воды озера Святое .....                                                    | 19 |
| Заключение.....                                                                                            | 21 |
| Список литературы.....                                                                                     | 23 |
| Приложение №1.....                                                                                         | 24 |
| Приложение №2.....                                                                                         | 25 |
| Приложение №3.....                                                                                         | 26 |

## Введение

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т.д.) является наиболее актуальной, т.к. всем известно выражение - «вода - это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, но, даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами.

Вода составляет большую часть любых организмов, как растительных, так и животных, в частности, у человека на её долю приходится 60-80% массы тела. Вода является средой обитания многих организмов, определяет климат и изменение погоды, способствует очищению атмосферы от вредных веществ, растворяет, выщелачивает горные породы и минералы и транспортирует их из одних мест в другие и т.д. Для человека вода имеет важное производственное значение: она и транспортный путь, и источник энергии, и сырье для получения продукции, и охладитель двигателей, и очиститель и т.д.

Озеро Святое, безусловно, является природной жемчужиной г.Дзержинска. Споры вокруг его благоустройства не затихают на протяжении десятилетий. На настоящий момент антропогенная нагрузка на данный объект весьма велика. Озеро является местом отдыха населения города, вокруг озера находится жилой массив поселка Пушкино. В непосредственной близости от озера расположена автомобильная дорога Пушкино-Бабушкино с интенсивным движением.

**Актуальность** данной работы продиктована тем, что озеро Святое активно эксплуатируемое населением г.Дзержинска в целях отдыха, а также подверженное влиянию близлежащих частных домовладений и автомобильной дороги, в ходе оказываемой на него экологической нагрузки испытывает целый ряд серьезных проблем: постепенное заболачивание, осыпание склонов, обеднение и оскуднение видового состава флоры и фауны. В период таяния снега в озеро попадает большое количество воды, с накопленными за зиму в ней вредными и токсичными веществами.

**Целью** данной работы является исследование качества воды озера Святое в период таяния снега и определение степени антропогенного влияния на озеро.

### Задачи работы:

1. Изучить основные источники загрязнения природных водоемов
2. Изучить экологические проблемы озера Святое
3. Изучить методы определения органолептических свойств и химического состава воды
4. Провести анализ воды из озера Святое на следующие показатели:
5. На основании анализа сделать заключение относительно экологического состояния озера Святое

**Объект исследования:** озеро Святое (городской округ г. Дзержинск)

**Предмет исследования:** пробы воды из озера Святое, взятые в период с 18.03.2023 по 02.04.2023

**Методы исследования:** методы исследования органолептических свойств воды, экспресс-тест Гейзер, качественные реакции на хлорид, сульфат и карбонат ионы

**Гипотеза** - озера Святое испытывает высокую антропогенную нагрузку, в период таяния снега в него попадает большое количество вредных и токсичных веществ

# **1. Виды загрязнений природных водоемов и экологические проблемы озера Святое**

## **1.1 Основные источники антропогенного загрязнения водных ресурсов и их влияние на экосистемы водоемов**

На протяжении большей части своей истории люди избавлялись от отходов за счет таких же природных процессов. Демографический взрыв в сочетании с возрастающим расходом сырья и энергии привел к поступлению в окружающую среду огромных количеств отходов и других ненужных человеку материалов. Даже в том случае, если они биodeградируют, т. е. способны ассимилироваться и рециркулироваться организмами, их объемы превосходят возможности естественных экосистем

**1) Супертоксиканты.** Проблему усугубляет производство все больших количеств и типов небiodeградирующих веществ и материалов, которые лишь с трудом разлагаются в результате естественных процессов. Среди таких веществ наибольшую опасность представляют хлорированные углеводороды. Их часто применяют при изготовлении пластмасс (поливинилхлорид), пестицидов (ДДТ), растворителей (тетрахлорфенол), электроизоляции (полихлорвиниловые бифенилы), пламягасящих веществ и других изделий. Хлорированные углеводороды вредны для здоровья человека. Наибольшую опасность представляют диоксины. Под диоксинами следует понимать не какое-то конкретное вещество, а несколько десятков семейств, включающих трициклические кислородсодержащие ксенобиотики (вещества, неприемлемые для живых организмов), а также семейство бифенолов, не содержащих атомы кислорода. Назвать какого-то одного открывателя диоксинов трудно. К их открытию привел многолетний опыт человеческих трагедий. Диоксины являются самыми токсичными из всех рукотворных веществ. Их действие на живые организмы сильнее цианидов, стрихнина, кураре, зорина, зомана, табуна и VX-газа. Классический диоксин признан абсолютным ядом. Период их полураспада в почве составляет 10–12 лет, в организме человека — 6...7 лет. Минимальная доза диоксина, вызывающая раздражение кожи у человека, равна 0,0003 мг на грамм живого веса. Источниками поступления диоксинов в окружающую человека среду являются отходы химических производств, металлургии, деревообрабатывающей промышленности, целлюлознобумажной промышленности, уничтожение мусора, выхлопные газы автомобилей и пожары

**2) Минеральные удобрения.** Минеральные удобрения попадают в водные объекты в результате поверхностного смыва с сельскохозяйственных угодий. Азотные удобрения (селитры и соли аммония) приводят к появлению в воде  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ -ионов. Последние хорошо усваиваются растениями. Питательным элементом для водной растительности является фосфор. Он попадает в воду при использовании в качестве удобрений суперфосфата и преципитата. Фосфор поглощается растениями в виде  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ -ионов. Загрязнение воды азотными и фосфорными удобрениями представляет опасность для здоровья человека и стимулирует бурный рост водорослей. Явление повышенной биологической продуктивности водоемов, именуемое эвтрофированием, приводит к резкому ухудшению физико-химических свойств воды. При

массовом отмирании водорослей на дне водоемов скапливаются сотни тонн разлагающихся веществ. На их разложение расходуется весь или почти весь растворенный в воде кислород. В результате наблюдается массовая гибель рыб и других гидробионтов. Использование населением воды эвтрофированных водоемов для хозяйственно-питьевых нужд нередко приводит к вспышке желудочно-кишечных заболеваний, поскольку в таких водоемах создаются благоприятные условия для размножения болезнетворных микроорганизмов. Характерные для эвтрофированных водоемов сине-зеленые водоросли способны потреблять атмосферный азот, притом в таком количестве, которое позволяет поддерживать эвтрофный режим в водоеме даже в отсутствие антропогенных источников биогенов

**3) Нефтепродукты.** Источниками нефтяного загрязнения вод служат нефтепромыслы на суше и континентальном шельфе морей, морской и речной флот, а также нефтехранилища и нефтераспределительные пункты. Добыча сырой нефти в промышленных масштабах практически началась в 1880 г. Сейчас загрязнение вод нефтепродуктами приняло глобальный характер. В 80% всех проб воды, взятых для химического анализа, присутствуют нефтепродукты в большей или меньшей концентрации. При разработке нефтяных месторождений на поверхность земли вместе с добытой нефтью откачивается огромное количество так называемой пластовой воды, которая отличается высокой минерализацией и средним содержанием нефти около 3 г/л. В сточных водах нефтеперерабатывающих предприятий содержание нефти достигает 10 г/л. Нефть поступает непосредственно в водоемы при сбросе с танкеров балластных вод, при очистке от нефти судовых емкостей и при погрузо-разгрузочных работах. Особенно катастрофичными для окружающей среды являются аварии на нефтепроводах и на крупнотоннажных танкерах. Ежегодно в окружающую среду поступает более 45 млн т нефти. При попадании в воду нефтепродукты, растекаясь по поверхности, образуют молекулярный слой, покрывающий значительные площади. Например, 15 т мазута в течение 6–7 сут, растекаясь, покрывают площадь около 20 км<sup>2</sup>; 1 т более легких фракций нефти способна образовать пятно площадью до 12 км<sup>2</sup> и диаметром около 4 км (т. е. до самого горизонта). Нефтяная пленка на водной поверхности стимулирует протекание разнообразных химических реакций с участием веществ, растворимых в нефти. Известно, что в нефтяных пленках происходит концентрирование тяжелых металлов и пестицидов. Например, пестицид дильдрин способен наращивать свою концентрацию в пленке в 10000 раз.

Процессы разложения нефти в воде протекают медленно. В конечном счете образуются гудрон и эмульсии. Для разложения нефти требуется кислород и различные микроорганизмы, эффективность работы которых существенно зависит от температуры воды. Для полного окисления нефти в аэробных условиях нужно 100–150 дней, а в анаэробных условиях деструкция нефти происходит за более длительный промежуток времени. Низкая температура воды, характерная для северных территорий (например, на севере Тюменской области, где добываются сотни миллионов тонн нефти в год), снижает активность микроорганизмов, и разложение нефти растягивается на многие месяцы. При этом нужно иметь в виду, что промежуточные продукты распада часто обладают более высокой токсичностью, чем сама нефть. Летом, когда в 1 л речной воды содержится около 7–8 мг кислорода, нефть при разложении «отнимает» у воды огромное количество кислорода. При повышенных температурах для полного окисления 1 л нефти необходим кислород, содержащийся в 400 тыс. л воды. В условиях зимы, когда водоемы покрыты

льдом, содержание кислорода в воде понижается до 4 мг/л. При низких температурах на окисление 1 л нефти требуется кислород, содержащийся примерно в 1 млн л воды. Хотя в водоемы попадает огромное количество нефтепродуктов, еще больше их выбрасывается в атмосферу при испарении и неполном сгорании топлива

**4) Металлы.** Металлы, попадая в водную среду, концентрируются на поверхности раздела фаз. Например, свинец, кобальт и медь распределяются между планктоном и водной фазой в следующих количественных соотношениях: 12 000:1; 16000:1 и 90000:1 соответственно. Местом концентрации металлов нередко становятся моллюски. Исследования новозеландских моллюсков, в частности, показали, что содержание меди в морских гребешках и устрицах соответственно в 3000 и в 14000 раз выше, чем в окружающей их морской воде. Концентрация металлов в донном осадке также на несколько порядков выше, чем в воде. Установлено, что при концентрации ртути в воде 0,1–3,6 мкг/л содержание ее в донном осадке составляет 80–800 мкг/л. Таким образом, коэффициент обогащения в этом случае может колебаться от нескольких десятков до нескольких сотен или даже тысяч. Большинство металлов в водной среде обладает достаточно высокой реакционной способностью, принимая участие в образовании химических комплексов. Кадмий и цинк образуют ассоциаты преимущественно с  $\text{Cl}^-$ -ионами, а свинец и медь вступают во взаимодействие с  $\text{OH}^-$ -ионами.

Наиболее изучена токсичность свинца. Известно, что этот металл нарушает процессы кроветворения, повреждает печень и почки, угнетает активность стероидных гормонов, ухудшает сперматогенез. Неорганические соединения свинца, попавшие с водой в организм человека, вызывают хроническое заболевание мозга и умственную отсталость (особенно у детей в период формирования их интеллектуального потенциала). Не менее опасна способность неорганических соединений свинца к замещению кальция в костных тканях организма, что приводит к длительной (на протяжении всей жизни) интоксикации организма. При хронической свинцовой интоксикации наступает вялость, апатия, снижение работоспособности и творческой активности. Органические соединения свинца обладают большей токсичностью, чем неорганические. Однако механизм их переноса, скорости образования и диссоциации изучены еще недостаточно.

Еще одним металлом, представляющим опасность для окружающей среды и людей, является кадмий. Кадмий обычно накапливается в печени рыб, а попадая в организм человека, локализуется преимущественно в почках. Здесь «застраивается» более 30% кадмия, еще 14% концентрируется в печени и 2% попадает в легкие. Кадмий способен повышать кровяное давление и обладает канцерогенными свойствами. Причем в отличие от других тяжелых металлов, приводящих к тем или иным видам рака, кадмий стимулирует все его формы. Подобно свинцу, ртути и мышьяку, кадмий нарушает обмен веществ. Кроме того, он может вызывать острые и хронические респираторные заболевания. Кадмий поступает в водоемы со стоками гальванических цехов, с удобрениями (в которых его содержание превышает обычно  $8 \cdot 10^{-4}\%$ ), с осадками из атмосферы, куда он попадает при сжигании пластмассового мусора, и т.д.

**5) Пестициды.** Интенсификация сельского хозяйства в целях повышения урожайности выращиваемых растений основана на использовании химических препаратов, в том числе пестицидов. В качестве пестицидов используют химические вещества, применяемые для уничтожения тех или иных видов

вредных организмов (от лат. *pestis* — зараза, *saedo* — убиваю). Пестициды предназначены для борьбы с вредными флорой и фауной, за счет которых в мире теряется до 30% урожая, в том числе за счет вредных животных и насекомых — 14%, болезней — 2%, сорной растительности — 9%. Этим объясняется высокая эффективность их применения: так, 1 руб. затрат на пестициды приносит в среднем 5–10 руб. дохода. Однако необходимо помнить, что в природных условиях пестициды не встречаются, уже поэтому они ядовиты и чужды природе. В соответствии с законом физико-химического единства живого вещества все физико-химические агенты, являясь вредными для одних организмов, не могут быть безвредными для других, и разница заключается только в устойчивости организмов к агенту. После поступления в водоемы пестициды ухудшают качество воды, например появляется привкус и запах, изменяется цветность и окраска. Снижается самоочищающая способность воды из-за снижения потенциала размножения водных организмов и гибели многих из них в результате отравления ядохимикатами. В водоемах происходит накопление продуктов распада погибших организмов и падение содержания кислорода вследствие угнетения процесса фотосинтеза. Разложение мертвой органики, содержащей токсины, приводит к вторичному загрязнению водоемов пестицидами, сопровождающемуся потреблением большого количества кислорода, что приводит к его дефициту, и для очистки вод требуется дополнительная аэрация.

**6) Поверхностно-активные вещества.** Основная причина, по которой поверхностно-активные вещества (ПАВ) получили широкое распространение в производственно-хозяйственной деятельности, состоит в том, что они обладают моющим эффектом. При взаимодействии ПАВ с водой образуются щелочные растворы (при этом снижается жесткость воды), в которых моющее действие ПАВ проявляется особенно эффективно. Поверхностно-активные вещества включают в состав синтетических моющих средств, широко применяемых в легкой промышленности (текстильной, меховой, кожевенной и др.). Кроме того, ПАВ используют для получения полимеров, в качестве добавок к буровым растворам, для заводнения нефтяных пластов, борьбы с отложениями парафина, при флотационном обогащении руд и во многих других технологических процессах. В состав ПАВ могут быть включены разнообразные компотбелители, ферменты, ингибиторы коррозии, душистые вещества и т.д. Наиболее известны следующие классы ПАВ: анионные, катионные и неионогенные. Анионные ПАВ входят в состав большинства моющих средств, в частности на их основе готовят порошки. Именно этот класс ПАВ стал использоваться раньше других и до сих пор удерживает лидерство по широте применения. Наиболее известным веществом из анионных ПАВ является линейный алкилсульфонат. Катионные ПАВ распространены меньше. Они дороже анионоактивных и обладают антибактериальными свойствами. Некоторые из веществ этого класса используют в текстильной промышленности для придания мягкости тканям. Присутствие в воде ПАВ ухудшает ее органолептические характеристики: появляются различные привкусы и запахи. Наличие ПАВ в водоемах приводит к появлению стойких скоплений пены и ухудшению работы биохимических механизмов самоочищения водной среды. В результате происходит нарастание общего загрязнения водоемов и ухудшается качество воды. Поверхностно-активные вещества, содержащиеся в природной или сточных водах, затрудняют процесс их очистки. В присутствии ПАВ уменьшается эффективность отстаивания и фильтрования.

## 1.2 Экологические проблемы озера Святое.(гор. округ Дзержинск)

Тип объекта: Озеро

Регион: Нижегородская область.

Местоположение: около железнодорожной станции Пушкино.

Происхождение: карстовое.

Площадь водного зеркала: 25 гектаров Глубина: до 7 метров. Входит в Особо охраняемую природную территорию (ООПТ) «Желнино-Пушкино-Сейма»

Споры вокруг благоустройства территории озера Святое ведутся давно. Проект благоустройства Святого озера в Дзержинске изначально был разработан специалистами Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета в конце 2017 года, как реакция на экологические проблемы памятника природы регионального значения. До этого были отдельные попытки заниматься озером, но они оказались неудачными. Проблемы только усугублялись, а не решались. Так, в 2013 году фирма «Сапропель» выполняла работы по расчистке Святого озера. Сумма контракта была на 30 млн рублей, но выполненные работы были только на 9 млн. Все это закончилось уголовным делом и требованием к фирме убрать донные отложения из береговой зоны озера. Рядом с озером есть автостоянка на 48 автомобилей, уклон с которой сделан так, что частично стоки оттуда текут в озеро, вызывая его загрязнение. Кроме того, к озеру жители спускались вниз (перепад высот от набережной до озера 13,5 метра) без дорог и тропинок пешком, на автомобилях и квадроциклах. Это приводило к тому, что берег сползал в озеро, корни сосен обнажались, и деревья начали болеть. Граждане из хулиганских побуждений поджигали деревья, наносили им механические повреждения. По сути дела, на берегах Святого озера вольготно себя чувствовали только любители пожарить шашлыки на природе, которые устраивали там кострища. Озеро Святое начало зарастать сине-зелеными водорослями и заболачиваться.

Среди основных проблем озера Святого можно выделить следующие:

- 1) Хаотичное движение транспорта по берегам, которое в принципе запрещено природоохранным законодательством, и которое приводит к уничтожению плодородного слоя грунта.
- 2) Дождевые и талые воды смывают песок со склонов в акваторию озера, в результате чего озеро мельчает, по берегам образуются большие овраги, оголяющие корни деревьев. Так появляется реальная угроза гибели вековых сосен на высоком северном берегу. Неочищенные поверхностные стоки с окрестных улиц и дорог попадают прямиком в озеро, где горожанам предлагают купаться.
- 3) Берег сползает в озеро, водоем мелеет, закрываются родники, и в итоге озеро постепенно умирает. Год от года вода все больше «цветет», сине-зеленые водоросли размножаются. Святое очень быстро превращается в болото. Кроме того, уходящий грунт оголяет корневую систему сосен: они наклоняются, начинают болеть или вообще падают. Обследование показало, что на северном берегу из 329 сосен 17 мы уже потеряли, а остальные еще можно спасти. Если этого не делать, получится, что Святое озеро станет безлесным песчаным котлованом с болотом внутри.

4) В марте 2023 года по берегам озера Святое было обнаружено большое количество мертвой рыбы (при заборе воды с озера Святое мы также наблюдали большое количество мертвой рыбы). Массовый замор мог быть вызван нехваткой кислорода, чтобы не допустить этого, нужно проделывать проруби на озере. Однако весной замор может быть также связан с тем, что вместе с талой водой в озеро попадает грязь и химикаты — например, реагенты. Особенно такие проблемы характерны для замкнутых небольших водоемов.

### **1.3 Важнейшие показатели органолептического и химического анализа воды и их значение**

#### **Органолептические свойства воды**

Сюда относятся показатели, которые возможно определить органами чувств. К ним относятся вкус, запах, цвет (цветность), мутность (прозрачность или непрозрачность). Часть параметров определяется не только с помощью носа, глаз, языка, но и на аналитическом оборудовании. Например, мутность и цветность определяют используя фотометр, а прозрачность — цилиндр и градуировочную шкалу.

#### **Вкус**

Характеризует вкусовые ощущения от попадания жидкости на рецепторы языка. Оценивается в баллах. иногда добавляют описание вкуса, помогающее оценить пригодность для питья, содержание специфических химических веществ.

#### **Запах**

Оценивает ощущения от вдыхания пара, образующегося над сосудом, содержащим исследуемую жидкость, через нос. Запах выражают баллами, которые характеризуют интенсивность запаха, а также указывают его характер, например:

- цветочный
- специфичный химический
- болотный
- затхлый
- свежести
- гнилостный

Выделяют специфические запахи химических соединений, например, хлора, сероводорода, фенола. По этой причине определение запаха предшествует определению других компонентов, помогает рассчитать коэффициент разбавления, скорректировать подготовку проб. Определять запах могут только сотрудники, прошедшие специальное обучение. Среди требований к помещению числится обеспечение отсутствия мешающих воздействий, включая цвет стен, а также отсутствие посторонних запахов.

#### **Цветность воды**

Определяет изменение длины волны светового луча при прохождении через толщу раствора. Проще говоря, сосуд прямоугольной формы (длина большей стороны 1 или 5 сантиметров) заполняют исследуемым раствором, пропускают через него свет, изучают изменение этого света. Исследование проводят на оптическом приборе — фотометре или спектрофотометре. При проведении экспресс-анализа используют сравнение с стандартной шкалой. Это быстро, но не точно.

Чистая вода не имеет цвета, по крайней мере, его не видно, если толщина слоя менее метра. Цветность появляется если раствор содержит соединения, изменяющие окраску. К ним относятся органические вещества (гуминовые, органические красители), минеральные компоненты или их комплексы (большинство металлов образуют окрашенные соединения при взаимодействии с гидроксидом или анионами минеральных кислот). По величине цветности судят об общем содержании «цветных» соединений, отдельные группы не выделяют. Как правило, обращают внимание на специфическую окраску, которая помогает при проведении анализа. Например, ржавая говорит о высоком содержании железа, коричневая — признак гуминовых соединений, синие оттенки — выраженное химическое загрязнение.

### **Мутность**

Показывает содержание едва заметных взвешенных частиц, которые снижают способность раствора пропускать свет. Это происходит за счет того, что взвесь отражает, рассеивает часть света, проходящего через слой жидкости. Мутность определяют экспресс-методом используя цилиндр с прозрачным дном и бумагу с нанесенным стандартным шрифтом. При таком определении параметр могут называть прозрачностью по шрифту. Мутность не выявляет конкретный компонент, то есть определить характер взвеси определяя только этот параметр невозможно. Он выявляет присутствие посторонних частиц, служит показанием к проведению дополнительных анализов или установке механического фильтра.

### **Химические показатели качества воды**

К этим параметрам относят все химические соединения, которые можно количественно определить, то есть узнать точную объемную или массовую концентрацию. Их делят на группы, перечисленные ниже. В зависимости от класса вещества, а также объекта исследования различаются методы анализа, подходы, оборудование. 8 из 10 показателей качества относятся к этой группе, поскольку она обширна и система определения нормативных значений (ПДК) для нее наиболее разработана.

### **Интегральные показатели**

К этой группе относятся характеристики, которые описывают не отдельный химический параметр, а набор похожих параметров или результат группы процессов. Их определение дает наибольшее количество информации за наименьшие деньги. На основании результатов этих исследований составляют план дополнительной работы, если требуется.

### **Кислотность воды**

Также известна как рН или водородный показатель. Характеризует концентрацию (активность) ионов водорода, их баланс с гидроксид ионами. Разработаны ПДК по этому параметру у всех типов вод, с которыми мы сталкиваемся. Отклонение от нейтрального диапазона 6-8 ед.рН говорит о систематических сдвигах состава жидкости, её существенном обогащении химическими компонентами.

## **Жесткость воды**

Характеризует содержание кальция, магния и стронция. Раздельного определения этих элементов не происходит. Определение жесткости совместно с мерами по водоподготовке предотвращает поломку водонагревательного оборудования, парогенераторов. Накипь на стенках чайника образуется даже при безопасном содержании солей жесткости. Основной метод определения — титрование хелатным соединением в присутствии индикатора. Жесткость уменьшают, используя ион-обменные смолы, которые восстанавливают поваренной солью. Чем выше жесткость — тем больше соли требуется для восстановления.

## **Окисляемость воды**

Показывает содержание легко окисляемого органического вещества. Для определения параметра используют перманганат калия в кислой среде, который окисляет не всю органику. Эту группу разрушаемой таким образом органики составляют углеводы, детергенты (моющие средства), природная органика (гуминовые вещества), фенолы и другие. Повышенное значение окисляемости — повод провести дополнительные исследования содержания органических соединений в образце. Чтобы снизить значение параметра дозируют в воду окислители, такие как перекись водорода, гипохлорит натрия, озон.

## **Сухой остаток**

Иначе минерализация или солесодержание. Выражает суммарное содержание солей, которые остаются при выпаривании. В зависимости от ожидаемого содержания солей выпаривают от 100 мл до одного литра жидкости. Это занимает много времени. Определяют параметр гравиметрически, при помощи весов, измеряя массу стакана до выпаривания жидкости и после. Метод точен, его легко осуществить на территории лаборатории.

## **Неорганические показатели качества**

Здесь собраны вещества и элементы из раздела неорганической химии. К ним относятся металлы, анионы неорганических кислот, растворенные газы. Несмотря на то, что неорганических веществ меньше, чем органических они широко распространены и активно растворяются в воде. С этим связан интерес к этой группе показателей.

## **Железо**

Распространенный элемент земной коры. Деятельность человека, растворение горных пород, биологическая активность приводят к распространению элемента в жидкой среде. Повышенное содержание железа характеризует природные воды Москвы и Московской области. Это обусловлено режимом увлажнения, активной миграцией элемента из почвы в водоносные горизонты. Повышенное содержание железа — обычное дело для скважин различной глубины. Туда железо попадает из вмещающих пород, растворяясь при преобладании восстановительной обстановки. После вскрытия скважины туда попадает кислород, железо окисляется — жидкость становится «ржавой». По этой причине состав новых скважин динамичен, в связи с чем, требует постоянного контроля.

## **Марганец**

По распространению занимает четырнадцатое место среди элементов. Элемент-спутник железа. Образует характерный черный налет на поверхности, подвергающейся переменному увлажнению-высыханию. Убирается вместе с железом. Вызывает неприятные последствия для здоровья при систематическом употреблении, включая болезнь Паркинсона.

## **Ртуть**

Высокотоксичный тяжелый металл. Деятельность человека, связанная с производством, применением оружия, добычей, переработкой металлов и так далее приводит к попаданию ртути в окружающую среду. Вызывает тяжелые нарушения работы организма при употреблении внутрь с питьём или пищей. Метал, который образует металлоорганические соединения, обладающие более высокой токсичностью и миграционной способностью.

## **Алюминий**

Самый распространенный металл на Земле. Неотъемлемый компонент нескольких сотен минералов. Образует комплексные соединения с органическими веществами, после чего мигрирует внутри водоносных горизонтов, с током рек и ручьев. Наиболее токсичен при значении водородного показателя меньше 5 ед.рН (кислая среда) и при попадании в желудок.

## **Сульфаты**

Соли сильной серной кислоты. Образуются при разрушении минералов, содержащих сульфаты. Появляются после окисления моно- и диоксида серы, которые выбрасываются в атмосферу промышленными предприятиями. Совместно с магнием оказывают слабительный эффект. Малотоксичны. Присутствуют в минеральной воде в количестве до 1 грамма на литр, обуславливают сульфатный тип минерализации.

## **Нитраты**

Анионы сильной азотной кислоты. Хорошо растворимы, активно насыщают жидкую фазу мигрируя из почвы, пород, биогенных объектов. Вместе с аммонием служат источником азотного питания растений. При избытке в природных водах приводят к эвтрофикации (избыточному развитию растений, водорослей, заболачиванию). Токсичны, представляют опасность для грудных детей и пожилых людей.

## **Хлориды**

Соли сильной, минеральной соляной кислоты. Поваренная соль — хлорид натрия — используется при приготовлении пищи, широко распространен. Совместно с сульфатами, хлориды составляют основу минерализации природных вод южных регионов. В сочетании с натрием участвуют в регулировании водного баланса организма, при избыточном поступлении вызывают накопление жидкости, отеки, отягощение работы сердца.

## **2. Практическая часть**

### **2.1 Правила забора проб воды**

Проба воды, отобранная из водотока, должна быть репрезентативной (представительной), т.е. в максимальной степени характеризовать качество воды по анализируемому показателю, не изменять химический состав и физические свойства при хранении и транспортировке к месту анализа .

Отбор проб поверхностных вод должен осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.04-81, ГОСТ 17.1.5 устройств (.пробоотборников, батометров) или предварительно подготовленных емкостей (склянок, бутылей). В целях сохранения репрезентативности пробы материал, из которого выполнено устройство или посуда для отбора, должен быть химически стабилен, не должен быть агрессивен, не должен обладать сорбционными свойствами. Емкости для отбора и хранения пробы должны быть предварительно обработаны соответствующими химическими реактивами (в зависимости от определяемого показателя), вымыты проточной водой, ополоснуты дистиллированной водой и водой водоема. Емкости для отбора проб для микробиологических исследований должны быть стерильными. В зависимости от поставленных задач отбирают точечную или объединенную пробу воды. Точечную пробу, характеризующую состав и свойства воды в данном водоеме в данный момент времени, получают путем однократного отбора всего требуемого количества воды. Объединенную пробу воды получают, объединяя серию точечных проб, отобранных по пространственному или временному принципу .

Объем пробы воды должен быть достаточным для последующего определения всех запланированных программой показателей.

Отбор проб поверхностной воды осуществляют из верхнего горизонта водной толщи с глубины 30-100 см. Глубина отбора пробы выбирается с учетом глубины водотока на исследуемом участке. Программой могут быть предусмотрены специальные виды исследований, для которых отбор проб может осуществляться особым образом (придонные образцы, пробы, стратифицированные по горизонтам и др.).

Отбор проб воды осуществляют до 12 часов дня.

Одновременно с отбором пробы измеряются температура воды, рН, концентрация растворенного кислорода.

### **2.2 Даты забора проб воды с озера Святое и исследуемые в работе показатели качества воды**

В своих исследованиях мы провели забор воды с озера Святое три раза в период с 18 марта по 2 апреля 2023 года. Забор производился 18, 26 марта и 2 апреля. Забор осуществлялся в соответствии с вышеизложенными правилами. (Приложение №1)

Забранную в этот период воду исследовали на следующие показатели:

Температура

Цветность воды

Прозрачность воды

Мутность воды

Запах воды

Химический анализ воды

Наличие нитратов

Наличие нитритов

Общая жесткость воды

Наличие хлора

Кислотность

Общее железо

Наличие сульфатов

Наличие хлоридов

Наличие карбонатов

Перманганатная окисляемость воды

### **2.3 Методы анализа органолептических свойств воды, применённые в данной работе**

1. Определение температуры воды. Оборудование: водный термометр с ценой деления 0,1°C. Ход работы: опустить водный термометр в воду, только что взятую из водопровода, на пять минут. Не вынимая термометра, определить температуру воды.

2. Исследование цветности воды.

Цвет воды зависит от наличия в ней примесей минерального и органического происхождения – гуминовых веществ, перегноя, которые вымываются из почвы и придают окраску воде, от жёлтой до коричневой. Оксид железа (III) окрашивает воду в жёлто – бурый и бурые цвета, глинистые примеси – в жёлтоватый цвет. Цвет воды может быть связан со сточными водами или органическими веществами.

Оборудование: стеклянный стакан Ход работы: в прозрачный стеклянный стакан налить 10мл. исследуемой воды и сравнить с аналогичным столбиком дистиллированной воды. Рассмотреть её на свету, определить цвет.

Оценка результатов: цветность выражается в градусах, используется таблица.

3 Определение прозрачности воды. Прозрачность и мутность воды определяется по её способности пропускать видимый свет. Оборудование: стеклянный градуированный цилиндр с плоским дном; стандартный шрифт с высотой букв 3,5 мм. Ход

работы: определение проводят в хорошо освещенном помещении, но не на прямом свете, на расстоянии 1 м. от окна. Цилиндр помещают неподвижно над стандартным шрифтом. Цилиндр наполняют хорошо перемешанной пробой исследуемой воды, следя за чёткостью различения шрифта до тех пор, пока буквы, рассматриваемые сверху, станут плохо различаться. Высота водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочитать, считается значением прозрачности воды. Оценка результатов: измерение повторяют 3 раза и за окончательный результат принимают среднее значение, измеренное с точностью до 0,5 см. Вода по прозрачности бывает прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная. Так, прозрачность питьевой воды должна быть не менее 30 см.

#### 4 Исследование мутности воды.

Оборудование: стеклянный стакан, пробирка  
Ход работы: взболтать воду и налить её в пробирку, чтобы высота воды была равна 10 см., рассмотреть воду на свету, определить уровень мутности. Оценка результатов: мутность воды может быть слабая, заметная, сильная.

#### 5 Определение запаха воды.

Оборудование: коническая колба ёмкостью 150–200мл. Ход работы: 100 мл исследуемой воды при комнатной температуре наливают в колбу. Накрывают притертой пробкой, встряхивают вращательным движением, открывают пробку и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Затем колбу нагревают до 60°C на водяной бане и также оценивают запах. Интенсивность запаха воды определяют при 20 и 60°C и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы. Запах питьевой воды не должен превышать 2 балла. Оценка результатов: запах определяется в баллах, используется таблица.

### **2.4 Методы анализа химического состава воды, применённые в данной работе**

**Определение нитратов, нитритов, общей жесткости, хлора, кислотности, общего железа и перманганатной окисляемости воды производилось с помощью экспресс-тестов Гейзер (Приложение №2)**

В состав тест-набора входят:

Тест-полоски в индивидуальной упаковке- 1 шт;

Пробирка с реагентом «Экспресс-тест ПМО» - 1 шт;

Пробирка с реагентом «Экспресс- тест Железо общее» - 1 шт;

Инструкция;

Упаковка.

Многофункциональные тест-полоски

Тест-полоски Гейзер предназначены для экспресс анализа воды (из централизованного водоснабжения, скважин, колодцев и других водоемов) на содержание в ней: нитратов, нитритов, общей жесткости, активного хлора, растворенного железа и кислотности (рН). Данные тест-полоски дают возможность контролировать шесть основных параметров воды всего за 1 минуту.

Проведение экспресс анализа воды тест-полосками гейзер

Перед проведением анализа воду тщательно перемешать. Для проведения определения использовать только воду, непосредственно отобранную с объекта. Время между отбором пробы и проведением анализа должно быть не более 30 минут. Емкость для забора воды должна быть чистой.

Вскрыть индивидуальную упаковку, достать тест-полоску;

Полностью погрузить сенсорные элементы тест-полоски в воду на 2-3 секунды

Извлечь тест-полоску и стряхнуть излишки жидкости на сенсорных элементах (лучше ребром промокнуть о чистую впитывающую бумагу)

Через 1 минуту сравнить окраску каждого сенсорного элемента тест-полоски с соответствующим полем цветовой шкалы на упаковке (Приложение №3)

Неиспользованные полоски герметично запаковать обратно в пакет.

«Экспресс-пмо»

Тест позволяет определить перманганатную окисляемость воды (содержание в ней окисляемых органических соединений) всего за 20 минут. Вода для определения ПМО может быть из централизованного водоснабжения, скважин, колодцев и других водоемов.

Проведение определения перманганатной окисляемости воды (пмо) экспресс-тестом гейзер «экспресс-пмо»

Перед проведением анализа воду тщательно перемешать. Для проведения определения использовать только воду, непосредственно отобранную с объекта. Время между отбором пробы и проведением анализа должно быть не более 48 часов (исследуемую воду рекомендуется хранить в холодильнике при температуре от +2 до +5 °С). Емкость для забора воды должна быть чистой.

Держите пробирку с реактивом вертикально. Аккуратно откройте пробирку, не допуская высыпания реактива

Залейте в пробирку с реактивом 10 мл исследуемой воды. Уровень воды должен быть ниже верхнего края пробирки примерно на 3 см (до верхнего деления пробирки)

Тщательно закройте пробирку

Интенсивно встряхните содержимое до полного растворения реактива

Выдержите пробирку в светлом месте в течение 20 минут

По истечении 20 минут определите значение ПМО исследуемой воды путем сравнения окраски раствора с соответствующим полем цветовой шкалы на упаковке. Рекомендуется проводить сравнение с цветовой шкалой, разместив пробирку на белом фоне (например, белый лист бумаги) при хорошем освещении.

#### «Экспресс-тест железо общее»

Тест позволяет определить содержание в воде (из централизованного водоснабжения, скважин, колодцев и других водоемов) железа общего всего за 3 минуты.

#### Проведение определения содержания железа общего в воде экспресс-тестом

Перед проведением анализа воду тщательно перемешать. Для проведения определения использовать только воду, непосредственно отобранную с объекта. Время между отбором пробы и проведением анализа должно быть не более 24 часов. Емкость для забора воды должна быть чистой.

Держите пробирку с реактивом вертикально. Аккуратно откройте пробирку, не допуская высыпания реактива;

Залейте в пробирку с реактивом 10 мл исследуемой воды. Уровень воды должен быть ниже верхнего края

использования утилизация проводится специализированными организациями, которые имеют лицензию на право утилизации. После использования все компоненты и упаковку выбросить в мусоросборник.

Для получения достоверных результатов необходимо строгое соблюдение инструкции по применению.

Определение хлорид ионов, сульфат ионов и карбонат ионов проводилось в школьной химической лаборатории

#### Определение содержания хлорид - ионов

Оборудование и реактивы: 10% раствора нитрата серебра, раствор хромата калия (10%), цилиндр, пипетка. Ход работы:

В склянку налить 10 мл анализируемой воды и добавить пипеткой-капельницей 3 капли 10% раствора хромата калия. Герметично закрыть склянку пробкой и встряхнуть, чтобы перемешать содержимое. Постепенно титровать содержимое склянки раствором нитрата серебра при перемешивании до появления не исчезающей бурой окраски, мути.

Оценка результатов: приблизительное содержание определяется по осадку или помутнению. Помутнение будет тем значительнее, чем больше концентрация хлорид-ионов в воде.

Результаты эксперимента: наблюдал слабое помутнение раствора, что соответствует присутствию хлорид - ионов в воде в очень незначительном количестве.

### Определение содержания сульфат-ионов

Материалы и оборудование: водные растворы, 10% раствор соляной кислоты (HCL), гидроксид бария (Ba(OH)<sub>2</sub>), пробирки.

Ход работы:

1. Добавили в пробирку с исследуемой водой 10 капель раствора соляной кислоты и 2 капли раствора гидроксида бария,
2. Наблюдайте в течение 3 мин. за помутнением раствора.
3. Имеющиеся сульфаты в растворах проявляются в соединении сульфат бария (BaSO<sub>4</sub>), который даёт белый осадок.

Результаты эксперимента: помутнение раствора не наблюдалось

### Определение содержания карбонат-ионов

В пробах воды определяем концентрацию гидрокарбонат-ионов. К пробе добавляем 2 капли метилового оранжевого. При этом проба приобретает желтую окраску. Титруем пробу раствором 0,05 Н соляной кислоты до перехода желтой окраски в розовую. Сосчитать количество капель

Результат эксперимента: карбонат ионов не обнаружено

## Результаты анализа проб воды с озера Святое

Таблица по итогам исследования органолептических свойств воды

| Показатель качества воды | Проба от 18.03.2023 | Проба от 25.03.2023 | Проба от 02.04.2023 |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Температура              | +1                  | .+2                 | +2                  |
| Цветность                | 40                  | 40                  | 40                  |
| Прозрачность             | прозрачная          | прозрачная          | прозрачная          |
| Мутность                 | слабая              | слабая              | слабая              |
| Запах                    | Заметный болотистый | Заметный болотистый | Заметный болотистый |

**Таблица по итогам исследования химического состава воды**

| Показатель качества воды | Проба от 18.03.2023          | Проба от 25.03.2023          | Проба от 02.04.2023          |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Нитраты                  | 10 мг/мл                     | 10 мг/мл                     | 8 мг/мл                      |
| Нитриты                  | 0                            | 0                            | 0                            |
| Жесткость                | 0                            | 0                            | 0                            |
| Хлор                     | 0                            | 0                            | 0                            |
| Кислотность              | 6,2                          | 6,5                          | 6,5                          |
| Железо общее             | 0                            | 0                            | 0                            |
| ПМО                      | 30                           | 30                           | 20                           |
| Наличие сульфатов        | -                            | -                            | -                            |
| Наличие хлоридов         | Имеется присутствие хлоридов | Имеется присутствие хлоридов | Имеется присутствие хлоридов |
| Наличие карбонатов       | -                            | -                            | -                            |

Вывод по главе: проведён анализ трёх проб воды из озера Святное. По результатам анализа выявлено повышенное содержание нитратов (однако не превышающее ПДК), кислотность приближенная к слабокислой среде, а также очень высокий уровень ПМО, что свидетельствует о большом количестве органики в озере

## Заключение

В ходе данной работы проведено изучение литературы, затрагивающей вопрос качества воды и значения воды для здоровья человека и состояния экосистем.

Изучены основные показатели качества воды и освоены методы их определения

Проведено изучение экологических проблем озера Святое.

Были произведены три забора проб воды из озера Святое в период с 18.03 по 02.04. 2023 года.

В ходе произведённых исследований выяснено:

1. Органолептические свойства воды озера Святое в период весеннего таяния снега находятся в пределах допустимой нормы, однако вода обладает явно выраженным болотным запахом.
2. Количество нитратов не превышает ПДК. Однако само наличие их в воде может свидетельствовать о нескольких вещах. Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы, кроме того, во время гроз некоторое количество нитратов возникает при электрических разрядах – молниях. Наибольшие концентрации нитратов обнаруживаются в поверхностных и приповерхностных подземных водах, наименьшие – в глубоких скважинах. Повышенное содержание нитратов в поверхностных водоемах ведет к их зарастанию, азот, как биогенный элемент, способствует росту водорослей и бактерий.
3. Жесткость во всех трех пробах была нулевая. Это свидетельствует о том, что в поверхностных слоях озера Святое в данный период находится много талой воды.
4. Хлор и желез в пробах воды не обнаружено, что также является положительным фактом
5. Кислотность поверхностных вод озера Святое соответствует 6,2-6,5 - слабокислая. Находится в пределах нормы, но больше соответствует водоемам с болотным питанием
6. Индекс перманганатной окисляемости довольно высок и варьирует от 30 до 20. Он говорит о достаточно большом содержании в воде органических веществ. Это также связано с заболачиванием озера и поступлением туда органических веществ в ходе деятельности человека. Его колебания связаны с поступлением в озеро талой воды и разведением концентрации растворенных в ней веществ
7. В озере присутствуют хлорид-ионы, что является нормой для природных вод.
8. В озере не обнаружены сульфат-ионы и карбонат-ионы

Таким образом, в ходе проведённого исследования подтверждена гипотеза о высоком уровне антропогенной нагрузки на озеро. Озеро имеет тенденцию к заболачиванию, об этом свидетельствует высокий индекс ПМО, кислотность воды и ее характерный запах. Экосистема озера не справляется естественным путём с его очисткой от большого количества органических веществ. Для того, чтобы сохранить озеро в первозданном виде необходимо предпринимать определённые усилия и меры

Гипотеза о попадании в озеро в период таяния снега большого количества токсичных веществ подтверждения не получила.

## Список литературы

1. Горохов В.Л. Экология : учеб. пособие / В.Л. Горохов, Л.М. Кузнецов, А.Ю. Шмыков.— Санкт-Петербург : Изд. Дом «Герда», 2005.— 688 с.
2. Давиденко И.В. Ресурсы цивилизации / И.В. Давиденко, Я.А. Кеслер.— Москва : Эксмо, 2005.— 544 с.
3. Зарубина Р.Ф., Копылова Ю.Г. Анализ и улучшение качества природных вод, Учебное пособие, Издательство Томского политехнического университета, Томск 2007. - 168с.
4. Прохорова Г.В. Качественный химический анализ: практикум для школьников/ под ред. Профессора Т.Н. Шеховцевой - М; 2006, - 33 с.
5. Экологические основы охраны водных ресурсов; учебное пособие Уральского федерального университета, А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, В.С. Семенищев, С.В. Никифоров, Екатеринбург Издательство Уральского университета, 2019. - 191 с.

Интернет-источники:

<https://dzer.ru/10976-spasenie-ozera.html>

<https://zanoza-nn.org/analytics/meshat-blagoustrojstvu-svyatoe.html>

## Приложение №1



## Приложение №2



Приложение №3

