Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования Станции юных натуралистов Невьянского городского округа

Свердловская область, г. Невьянск

Детское творческое объединение «Я – исследователь»

Оценка экологического состояния Невьянского пруда – памятника природы регионального значения

Автор: Окулова Полина Романовна, ученица 10 класса МБОУ ДО СЮН НГО

Руководитель: Тумбаева Татьяна Юрьевна, педагог дополнительного образования МБОУ ДО СЮН НГО

Невьянск, 2020

|  |  |
| --- | --- |
| **Оглавление** |  |
| **Введение**……………………………………………………………………... | 3 |
| **Глава 1.** Обзор литературы по проблеме исследования …………............. | 5 |
| * 1. Экологические проблемы водохранилищ ……………………….... | 5 |
| 1.2. Состояние поверхностных вод Свердловской области……………. | 7 |
| 1.3. Невьянский пруд – государственный памятник природы областного значения………………………………………………………… | 8 |
| 1.4. Сулёмское водохранилище как эталонный водный объект………. | 9 |
| 1.5. Выводы к главе 1…………………………………………………….. | 10 |
| **Глава 2.** Материалы и методики исследования…………………………..... | 11 |
| 2.1. Почвенно-климатические условия района исследования………….. | 11 |
| 2.2. Рабочий план исследования………………………………………….. | 11 |
| 2.3. Характеристика объектов исследования…………………………….. | 11 |
| 2.4. Сроки исследования. Характеристика участков……………………. | 12 |
| 2.5. Методики органолептического и химического анализа воды…….. | 13 |
| 2.5.1 Методика отбора проб воды………………………………………… | 13 |
| 2.5.2. Методики органолептического анализа воды…………………….. | 13 |
| 2.5.3. Методики химического анализа воды……………………………… | 14 |
| 2.5.4. Расчет гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ)……… | 17 |
| **Глава 3. Результаты и их обсуждение…**………………………………….. | 18 |
| 3.1. Результаты органолептического анализа воды……………………… | 18 |
| 3.2. Результаты химического анализа воды……………………………… | 18 |
| 3.3. Расчет гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ)………. | 20 |
| **Заключение**…………………………………………………………………... | 23 |
| **Литература**…………………………………………………………………… | 24 |
| **Приложение А.** Таблица 3. - Классификация качества и возможности использования воды в водоемах различного вида водопользования |  |

**ВВЕДЕНИЕ**

История небольшого уральского города Невьянска началась более трех веков назад, когда по указу Петра I на реке Нейва был построен железоделательный завод. В городе сохранилось немало памятников архитектуры с тех времен и один из них – заводская плотина и образованный вследствие ее создания – пруд, с которого и начиналось строительство завода.

Более трехсот лет Невьянский пруд является любимым местом отдыха жителей города. За свою многовековую историю площадь водоема многократно изменялась, в связи с зарастанием и заболачиванием берегов, заилением его дна. В 1968 году пруд пережил экологическую катастрофу – в воду попали отходы медеплавильного комбината, убившего все живое…

В 2001 году водохранилищу присвоен статус памятника природы регионального значения и Управление жилищно-коммунальным хозяйством г. Невьянск взяло на себя обязательство по его охране [10]. Но за прошедшие 18 лет, очистка береговой линии пруда в черте города от мусора проводится только силами воспитанников СЮН, и этого явно не достаточно.

Рост населенных пунктов, увеличение числа промышленных предприятий в верховьях Нейвы не могли не привести к увеличению промышленных и бытовых стоков в реку. Каково экологическое состояние памятника природы в настоящее время? Отсутствие информации по данному вопросу помогло определиться с темой исследования, рабочая гипотеза: с ростом антропогенного влияния изменился химический состав воды в водоеме и экологическое состояние пруда ухудшилось.

Как оценить экологическое состояние водоёма при отсутствии специальных приборов? Эту проблему решили с помощью тест-комплектов ранцевой полевой лаборатории исследования водоёмов «НКВ-Р». В качестве контрольного водоёма для сравнения выбрали тоже искусственный водоём, Сулёмское водохранилище, расположенное в охранной зоне ФГБУ «Висимский государственный природный биосферный заповедник». Считаем, что результаты исследования будут интересны не только жителям города, но и муниципальным органам.

Таким образом, объектами данного исследования стали эти два водоёма, а предметом – органолептические и физико-химические свойства и состав их воды.

Цель работы: проведение оценки экологического состояния Невьянского водохранилища по индексу загрязнения воды (ИЗВ) в сравнении с Сулёмским водохранилищем.

Для достижения поставленной цели, решались следующие задачи:

1. Познакомиться с историей Невьянского пруда; выявить проблемы связанные с эксплуатацией искусственных водохранилищ; выяснить технологию оценки качества водных объектов службами мониторинга окружающей среды.

2. Определить места отбора проб воды в черте города Невьянска и за его пределами; отобрать пробы воды на Сулёмском водохранилище.

3. Провести органолептический и физико-химический анализ проб воды, оценить экологическое состояние пруда (ИЗВ) и сравнить полученные результаты с химическим составом воды Сулёмского водохранилища.

Методы: анализ литературы и полученных данных, физико-химические, органолептические методы.

**ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПРОБЛЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**1.1. Экологические проблемы водохранилищ.**

Водохранилища – искусственно созданные водоемы, но, несмотря на это, они быстро становятся неотъемлемой частью природной среды, изменяют, живут по ее законам. Вместе с тем, высокая плотность населения, строительство промышленных предприятий, развитие сельского хозяйства по берегам зарегулированных рек привели к увеличению антропогенной нагрузки на экосистему самих водохранилищ, их водосборной площади, возникновению экологических проблем.

Первая проблема – накопление наносов в водохранилищах, которое приводит к накоплению загрязнений. Твердые наносы, осаждающиеся в водохранилище, адсорбируют на себе мельчайшие частицы любой взвеси, в том числе и органику, содержащую загрязняющие вещества. Наличие в водоеме организмов-редуцентов, которые в ходе своей жизнедеятельности разрушают органические соединения, обеспечивают процесс «самоочищения» воды в водохранилищах.

Однако для того чтобы «самоочищение» работало необходимо, чтобы скорость процесса разрушения была выше, чем скорость аккумуляции загрязняющих веществ. Если это условие нарушается, то наступает момент, когда накопление загрязнений в донных отложениях достигает «критического» уровня и приводит к «размыванию» осевшей массы, то есть к вторичному загрязнению водоема. Во избежание опасности вторичного загрязнения на неглубоких водохранилищах в промышленно развитых районах не следует допускать быстрой и глубокой выработки.

Исследования, проведенные на водохранилищах Волжского каскада, учеными ИВП РАН в 1982 г. показали, что в придонных слоях застойных и слабопроточных зон приплотинных частей водохранилищ формируются тонкодисперсные осадки с консистенцией геля с толщиной слоя от сантиметров до 2-х метров. Гелеобразные массы, с концентрацией загрязняющих веществ в них на порядок превышающей ПДК, обладают большой подвижностью. Одним из способов предотвращения вторичного загрязнения водоема ученые рекомендуют засыпку очагов донных загрязнений чистым песком слоем в несколько сантиметров в русловой части водохранилища [7].

Вторая проблема – это низкая концентрация растворенное в воде кислорода, связанная с его активным участием в процессах окисления органических и неорганических веществ. Кислород в воду поступает главным образом из атмосферы, чему способствует волновое перемешивание водных масс, а также в ходе жизнедеятельности фотосинтезирующих растений. Максимальная насыщающая концентрация кислорода в холодной воде составляет около 9мг/л, однако при дополнительной аэрации воды может повышаться в 1.5-2.5 раза. Однако, если содержание органических веществ в водоеме велико, то для их окисления бактериями и простейшими может израсходоваться почти весь имеющийся запас кислорода, и в водоеме наступают анаэробные условия. Немногие виды способны выжить в подобных условиях.

Насыщение воды кислородом обеспечивают сообщества водных растений, в том числе водорослей. Количество кислорода, выделяемого различными видами водорослей, изменяется под влиянием многих факторов - интенсивности освещения, времени года, температуры воды, численности, видового состава. Избыточное поступление биогенных элементов в водоемы, в особенности нитратов и фосфатов, служащих источником питания для фотосинтезирующих водорослей, замедленный водообмен и теплые воды - факторы, способствующие бурному развитию отдельных видов фитопланктона - «цветению» водоемов. В холодных водохранилищах цветение воды связано с разрастанием диатомовых водорослей. В более теплых и прогреваемых водохранилищах бурно размножаются сине-зеленые водоросли. «Цветение» воды – третья проблема водоемов.

Четвертая проблем – эвтрофизация водоемов. Затраты кислорода на биохимическое разложение отмершей биомассы вместе с ночным снижением кислорода за счет дыхания растений могут привести к тому, что в условиях нехватки кислорода типичное водное сообщество деградирует.

Для восстановления эвтрофных водохранилищ необходимо прекратить поступление органических и минеральных веществ, в том числе нитратов и фосфатов в водоем, либо увеличить проточность в застойных зонах водохранилищ. В США и некоторых водохранилищ Европы для снижения эвтрофирования проводят принудительную аэрацию донных слоев воды [7].

Очень эффективными методами отчистки являются биологические методы, предусматривающих изменение типа и количества различных организмов, населяющих водоем, например, следует заселять водоемы растительноядными породами рыб. Зеленые и диатомовые водоросли являются элементом питания для растительноядных рыб, поэтому их разрастание ограничивается численностью рыбного стада.

Кроме этого необходимо соблюдать нормы отчистки сточных вод от загрязнений, проводить агротехнические мероприятия по уменьшению склоновой эрозии, выносу минеральных удобрений с обрабатываемых полей, засорению и замусориванию стокообразующих территорий.

Пятая проблема - колебание уровня воды водохранилищ, вызванное вырубкой лесов и осушением болот в верховьях рек и по берегам водохранилищ. Сокращение водного зеркала приводит к тому, что на берегах остаются разлагающиеся водные растения и животные, на осушенной части происходит гибель донного бентоса, на мелководных и заболоченных участках создаются благоприятные условия для размножения насекомых, сокращаются нерестовые площади, ухудшаются условия зимовки рыбного стада в период ледостава.

**1.2. Состояние поверхностных вод Свердловской области.**

По данным Государственного доклада Министерства природных ресурсов Свердловская область за 2018 год область имеет положительный водохозяйственный баланс рек [2]. Однако низ­кие величины минимального стока на большинстве рек и повышенное загрязнение отдельных участ­ков рек обусловили дефицит водных ресурсов необходимого качества (до 30‒80% объема) в городах Свердловской области: Екатеринбург, Нижний Тагил, Первоуральск, Кировград.

Для покрытия дефицита построен целый ряд водохранилищ и прудов, а также производятся вну­трибассейновые и межбассейновые переброски стока.

В Свердловской области эксплуатируется 129 водохранилищ объемом более 1 млн. куб. м с сум­марным объемом 2,26 куб. км. В том числе 39 водохранилищ объемом более 10 млн. куб. м, к числу которых относится и Невьянский пруд.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши на территории Свердловской области про­водятся на 33 водных объектах, в 49 пунктах наблюдений, в 82 створах государственной наблюдатель­ной сети.

Мониторинг водных объектов включает определение ингредиентов и показателей качества воды осуществляется по методикам, включенным в РД 52.18.595-96 «Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполне­нии работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды» [3].

Обобщение данных о состоянии загрязнения водных объектов (поверхностных вод суши) прово­дится в соответствии с РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности по­верхностных вод по гидрохимическим показателям» [4]. Метод комплексной оценки позволяет оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени за­грязненности. В расчете комплексных показателей используются только нормируемые ингредиенты. В качестве норматива используются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культур­но-бытового водопользования – наиболее жесткие (минимальные) значения из списков, рекомендуе­мых для подготовки информационных документов по качеству поверхностных вод.

Перечень веществ и показателей качества воды, учитываемых для комплексной оценки загрязнен­ности, включает обязательные и специфические ингредиенты: растворенный кислород, медь, марганец, железо, цинк, органические вещества (по БПК5 и ХПК), нефтепродукты, нитриты, ни­траты, ионы аммония, никель, хлориды, сульфаты, фенолы; специфических загрязняющих веществ, характерных для определенных водных объектов или для отдельных створов.

Из комплексной оценки исключены такие показатели как взвешенные вещества в связи с отсутствием четких значений ПДК.

Классификация качества воды позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависи­мости от степени их загрязненности: 1-й класс – условно чистая; 2-й класс – слабо загрязненная; 3-й класс – загрязненная, с градацией по разрядам в пределах класса (разряд «а» – загрязненная, разряд «б» – очень загрязненная); 4-й класс – грязная, с градацией по разрядам в пределах класса (разряды «а» и «б» – грязная, разряды «в» и «г» – очень грязная); 5-й класс – экстремально грязная [2].

В 2018 г. к классу «загрязненных» на территории Свердловской области относилась вода водных объектов в 15% створов пунктов наблюдений, к классу «грязных» – в 79%, к классу «экстремально грязных» – в 6% створов.

«Экстре­мально грязная» - состояние загрязненности, соответствующее наихудшему качеству воды, отмечено в 5 створах государственной наблюдательной сети: в том числе и в одном створе р. Нейвы 17 км выше города Невьянска. В целом качество воды р. Нейвы, за исключением одного створа, оценивается 4-м классом, вода «грязная» [2].

Водохранилища Свердловской области в основном представляют собой эвтрофные водные объекты, либо интенсивно «цветущие», либо зарастающие и заиливающиеся, с достаточно загрязненной водой. Это обусловлено их возрастом, географическим положением, мелководностью и высокой антропогенной нагрузкой. Причем последняя играет существенную роль в процессах формирования качества воды и определяется не только непосредственным сбросом сточных вод, но и диффузным поступлением загрязнений с территории водосбора, в значительной степени измененной под влиянием хозяйственной деятельности.

**1.3. Невьянский пруд – государственный памятник природы областного значения.**

Невьянский пруд появился в мае 1701 года в результате строительства плотины на реке Нейва. При сооружении плотины, водоотводных труб, мастера использовали популярный и незаменимый уральский строительный материал – лиственницу, строения из которой получались на удивление прочными, на века. Кроме того, дерево обладает немаловажным качеством — не гниет в воде и со временем становится только крепче. Не удивительно, что плотина сохранилась до нашего времени, хотя по прямому назначению уже и не используется.

В начале XIX века, по описанию пермского краеведа Н.С. Попова, невьянская плотина имела в длину 95 саженей (свыше 200 м), в ширину - 15 (свыше 30 м), а в высоту - 3 с половиной сажени (свыше 7 м). Отметил Попов и величину Невьянского пруда: длина -8 с половиной верст (свыше 9 км), а ширина - до 750 саженей (около 1 600 м) [8].

Вблизи плотины были построены: дощатая, плющильная, молотовая фабрики, кузницы и др. Доменные печи с плотиной соединял мост, по которому на телегах подвозили руду, древесный уголь. В стороне от реки были сооружены амбары и склады для хранения готовой продукции.

Вместе с заводскими фабриками основной доминантой завода в те годы стал Невьянский пруд. Он сыграл определяющую роль в формировании своеобразного природного ландшафта, который впоследствии станет типичным, и будет повторяться на других уральских заводах.

Главная роль Невьянского пруда в те годы – резервуар для хранения воды и поставщик энергии для заводских нужд. Использовался водоем и как объект местного судоходства. В демидовское время его воды бороздили грузовые суда-коломенки, доставлявшие на завод железную руду, древесный уголь и другие материалы. А в советское время по пруду ходил катер, перевозивший жителей Невьянска с одного берега на другой. Плавали по пруду и золотодобывающие драги [8].

Более трехсот лет Невьянский пруд являлся любимым местом отдыха жителей города, но в 1968 году через Северную Шуралку – правый приток реки Нейва - в Невьянский пруд попало огромное количество серной кислоты, используемой Кировградским медеплавильным комбинатом для обогащения руды. Это чрезвычайное событие привело к крупномасштабной техногенной катастрофе – погибли все обитатели пруда. Более 30 лет ушло на восстановление экосистемы пруда.

В 2001 году Постановлением Правительства Свердловской области от 17.01.2001 г. № 41-ПП «Об установлении категорий, статуса и режима особой охраны особо охраняемых природных территорий областного значения и утверждении перечней особо охраняемых природных территорий, расположенных в Свердловской области» было решение присвоить статус гидрологического памятника природы областного значения Невьянскому пруду, расположенному в черте города Невьянска.

В Паспорте Государственного памятника природы записано, что Невьянский пруд, взят на учет в Министерстве природных ресурсов Свердловской области. Среди мер, необходимых для его сохранения значится необходимость благоустройства берегов пруда. Обязательство по охране памятника природы взяло на себя УМП «Управление жилищно-коммунального хозяйства» города Невьянска [10].

В 2005 году были произведены работы по отчистке дна водохранилища.

**1.4. Сулёмское водохранилище как эталонный водный объект.**

Сулёмское водохранилище построено для водоснабжения г. Кировграда в верховьях реке Сулём в 80-е годы прошлого века. Площадь водохранилища равна 430 га, из них 360 га находится на территории ФГБУ «Висимский государственный природный биосферный заповедник». Оно оказывает существенное влияние на водный и солевой режим почв прилегающих участков заповедника в связи с их подтоплением. Исследования показали, что зона сильного и умеренного подтопления занимает площадь около 200 га.

Специальные исследования, проведенные в 1997 году, показали отсутствие загрязнения промышленными газодымовыми выбросами территории заповедника [5].

**1.5. Выводы к главе 1.**

Обзор литературных и других источников позволяет сделать следующие выводы:

1. Невьянский пруд – существует более трехсот лет. Своему появлению он обязан построенной на реке Нейва плотине. Сейчас это третий по счету пруд от истоков реки. Большую часть своей многовековой истории он использовался как резервуар для хранения воды, служил поставщиком энергии для заводских нужд и объект местного судоходства. С 2001 года пруд приобрел статус памятника природы регионального значения.

2. Основными проблемами искусственных водоемов являются:

- накопление наносов, которое приводит к скоплению загрязнений на дне водоемов, в результате чего водоем мелеет;

- низкая концентрация растворенного в воде кислорода, связанная с его активным участием в процессах окисления органических и неорганических веществ, что приводит к сокращению биологического разнообразия водоема, а значит и к слабой устойчивости его экосистемы;

- эвтрофизация водоемов - накопление отмершей биомассы и как следствие водное сообщество деградирует»

- «цветение» воды из-за бурного развития отдельных видов водорослей – вызванного избыточным поступлением биогенных элементов в водоемы.

- колебание уровня воды водохранилищ, вызванное вырубкой лесов, осушением болот в верховьях рек и по берегам водохранилищ.

3. Оценка качества поверхностных вод проводится службами мониторинга, отбирающими образцы воды на 82 створах государственной наблюдатель­ной сети Свердловской области методом комплексной оценки.

Перечень веществ, необходимых для комплексной оценки загрязнен­ности воды, включает не менее 16 обязательных и специфических ингредиентов. Это растворенный кислород, медь, марганец, железо, цинк, органические вещества (по БПК5 и ХПК), нефтепродукты, нитриты, ни­траты, ионы аммония, никель, хлориды, сульфаты, фенолы.

Выявив веществ, концентрация которых превышает ПДК, их используют для расчета индекса загрязнения воды (ИЗВ), по которому определяют класс качества исследуемых водоемов.

**ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**2.1. Почвенно-климатические условия района исследования.**

Город Невьянск расположен на восточном склоне Уральских гор, на реке Нейва, которая в черте города образует Невьянский городской пруд, продолжающийся на юг и восток за пределы города. Невьянск находится в 74 км от областного центра – города Екатеринбурга. Его координаты57°29 северной широты, 60°10 восточной долготы. Рельеф местности слабо всхолмленный. Высоты над уровнем моря не превышают 300 метров.

Климат Свердловской области – умеренно-континентальный, с холодной зимой и теплым летом. Самый холодный месяц – январь со средней температурой −18,3°C. Самый теплый месяц – июль, его среднесуточная средняя температура +29 °C. Среднегодовая температура +1,9 °C. Относительная влажность воздуха – 69,9 %. Средняя скорость ветра – 3,3 м/с. Сумма положительных температур за вегетационный период 1650 °C. Высота снежного покрова – 60 см.

Почвы в окрестностях города дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые. Содержание гумуса, по результатам исследования почв составляет 2,5-3,2%. Преобладают почвы со слабощелочной, близкой к нейтральной, реакцией среды, со средним и повышенным содержанием фосфора 10,1-25,0 мг/100 г почвы [11].

Висимский заповедник расположен в низкогорной части Среднего Урала в умеренно-континентальной бореальной климатической зоне. Среднегодовая температура воздуха – +1.0°С, среднегодовое количество осадков – 603. 2 мм Основным типом почв в горной части заповедника являются горные лесные кислые неоподзоленные каменистые, в равнинной части – дерново-подзолистые, дерновые, а в депрессиях, где идёт эвтрофное заболачивание, – торфянистые.

**2.2. Рабочий план исследования.**

1 этап – подготовительный (01.04 -15.04.2019): разработка программы исследования;

2 этап – информационный (16.04 – 01.06.2019): сбор и обработка теоретических материалов по проблеме исследования, подбор методик исследования водоемов; оформление теоретической части работы (глава 1), материалов и необходимых методик (глава 2).

3 этап – исследовательский (01-22.06.2019): взятие проб воды из Невьянского пруда и их анализ; взятие проб воды из Сулемского водохранилища и их анализ с 01-22.06.2019

4 этап – аналитический (31.06 – 31.08.2019): анализ и обобщение полученных результатов, оформление результатов исследования.

**2.3. Характеристика объектов исследования.**

Объект №1 - Невьянское водохранилище – существует с 1701 года – его координаты: 57°28'1" N и 60°14'47.

Основные характеристики объекта:

Местоположение: протекает р. Нейва, у г. Невьянск

Бассейновый округ: Иртышский бассейновый округ; речной бассейн: Иртыш

Площадь водоёма (км2): 7.72

Речной подбассейн: Тобол [9]

Объект №2 - Сулёмское водохранилище построено на реке Сулём в 80-е годы ХХ века.

Местоположение: протекает р. Сулем у деревни Большие Галашки.

Бассейновый округ: Камский бассейновый округ;

речной бассейн: Кама;

Площадь водоёма (км2): 4.3

Речной подбассейн: Кама до Куйбышевского водохранилища [9].

**2.4. Сроки исследования.**

Для отбора проб воды на водохранилище были выбраны 10 точек – участков, расположенных в границах населенных пунктах г. Невьянска и п. Ребристый. Расположение точек отбора проб воды показано на рисунке 1.

Измерение растворенного кислорода и отбор проб воды в точках под номерами 1,3,4,5,6 проводилось 15 июня, под номерами 7,8,9,10,2 – 16 июня 2019 года.

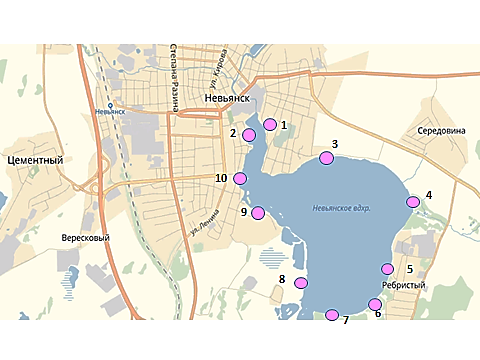


Рисунок 1. Схема расположения точек отбора проб воды на Невьянском водохранилище: №1 – за плотиной, №2 – у водной станции, №3 – в конце ул. Крупской, №4 – перед п. Ребристый, у устья реки Поскока, №5 – в п. Ребристый у плота, №6 – в районе старого лагеря, №7 – в Зеленой зоне (у плота), №8 – у песчаных отвалов. №9 – в районе Михайловки. №10 *–* у СЮН.

Аналогичные измерения и отбор проб воды на Сулёмском водохранилище проводились 5 июля во время учебно-полевой экспедиции. Схема расположения точек отбора проб представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Схема расположение точек отбора проб воды на Сулёмском водохранилище: №11 – у плотины, №12 – на границе заповедника.

**2.5. Методики органолептического и химического анализа воды.**

2.5.1 Методика отбора проб воды.

Отбор проб поверхностных вод следует проводить с соблюдением основных правил и рекомендаций, регламентируемых нормативными документами [1]. В связи с тем, что качество воды в водных объектах подвержено суточным изменениям, пробы следует отбирать в одно и то же время суток, обращая внимание на гидрологические и климатические условия.

Для отбора проб используют чистые стеклянные бутыли в 1 л. Для получения достоверных результатов анализ воды следует выполнять, по возможности, скорее, т.к. со временем могут изменяться химические и органолептические свойства воды. Для замедления биохимических процессов пробы воды следует охладить до температуры 4–5°С.

2.5.2. Методики органолептического анализа воды.

К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, пенистость и др.

**Цветность воды.**

Качественную оценку цветности, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа, производят, сравнивая образец с дистиллированной водой. Для этого в пробирку высотой 10–12 см наливают отдельно исследуемую и дистиллированную воду. На фоне белого листа при дневном освещении рассматривают сверху и сбоку, оценивают цветность как наблюдаемый цвет [1].

|  |  |
| --- | --- |
| Цветность воды | |
| Слабо-желтоватая | Коричневатая |
| Светло-желтоватая | Красно-коричневатая |
| Желтая | Другая (укажите какая) |
| Интенсивно-желтая |  |

**Запах.**

Запах воды характеризуется видами запаха и интенсивностью запаха. Интенсивность запаха воды измеряется в баллах. Запах определяют при нормальной (20°С). В колбу с притертой пробкой вместимостью 250-350 см3 отмеривают 100 см3 испытуемой воды, закрывают пробкой и перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха по 5-балльной шкале согласно требованиям ГОСТ 3351-74 [1].

**Мутность/прозрачность.**

Прозрачность - величина, обратная мутности. Метод количественного определения прозрачности основан на определении высоты водяного столба, при которой еще можно визуально различить (прочесть) черный шрифт высотой 3,5 мм и шириной линии 0,35 мм на белом фоне (шрифт Снеллена) или увидеть юстировочную метку (например, черный крест на белой бумаге). Используемый метод является унифицированным и соответствует ИСО 7027. Результаты выражаются в сантиметрах.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Прозрачность | Единицы измерения, см |
| Прозрачная | > 30 |
| Маломутная | > 25-30 |
| Средней мутности | > 20-25 |
| Мутная | > 10-20 |
| Очень мутная | <10 |

2.5.3. Методики химического анализа воды.

Все описанные ниже методы взяты в «Руководстве по анализу воды» А.Г. Муравьева [6].

Методы для химического анализа воды можно разделить на две группы: колориметрические и титриметрические. В основе колориметрических методов лежит визуальная оценка окраски раствора и стандартной шкалы. В основе титриметрического метода лежит применение растворов-титрантов, по расходу объема которых, определяется концентрация вещества в растворе.

К титриметрическим методам относится метод определения массовой концентрации **сульфат-ионов** (SO42-) – титриметрический. Основан на способности сульфат-ионов образовывать с ионами бария нерастворимый осадок BaSO4. В точке эквивалентности избыток ионов бария реагирует с индикатором ортаниловым К с образованием комплексного соединения. При этом окраска раствора изменяется из сине-фиолетовой в зеленовато-голубую. Титрование проводится при рН 4,0. Расчет концентрации сульфатов (Cc, мг/л) в анализируемой воде по формуле:

Cc=384 V.

Метод определения массовой концентрации **катионов кальция** (Са2+) – титриметрический, основан на реакции образования комплексного соединения кальция с трилоном Б (двунатриевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты). Определение проводят в сильнощелочной среде (рН=12-13) в присутствии индикатора мурексида. Расчет концентрации эквивалента кальция (Сэк) в ммоль/л эквивалента и (Ск) в мг/л по уравнениям: Сэк=Vтр  5 и Ск= Vтр 100,2 соответственно.

Метод определения **карбонатов** (HCO3-, CO32-) в питьевой и природной воде – титриметрический. Основан на реакции карбонат- и гидрокарбонат-ионов с водородными ионами в присутствии фенолфталеина (при определении карбонат-ионов) или метилового оранжевого (при определении гидрокарбонат-ионов) в качестве индикаторов.

Метод определения **хлорид-иона** (Cl-) предназначен для экспресс-определения массовой концентрации хлорид-ионов в питьевой, природной и нормативно-очищенной сточной водах. Основан на реакции взаимодействия хлорид-ионов с ионами серебра с образованием нерастворимого осадка хлорида серебра. В качестве индикатора используется хромат калия, который реагирует с избытком азотнокислого серебра, при этом желтая окраска раствора переходит в оранжево-желтую. Титрование выполняется в пределах рН 5,0. Расчет концентрации хлорид-ионов (Схл, мг/л).

С*хл =* (VAgNО3 х Н х 35,5 х 1000)/VA = VAgNО3/ VA, где

VAgNО3 – объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, мл;

Н – концентрация раствора азотнокислого серебра, 0,05 моль/л;

VA – объем воды, взятой на анализ, мл; 35,5 – эквивалентная масса хлора;1000 коэффициент пересчета единиц измерений из г/л в мг/л.

Метод определения **общей жесткости** «ОЖ-1» является титриметрическим и предназначен для количественного экспрессного определения суммы молярных концентраций эквивалентов Са2+ и Mg2+ в воде. Он основан на образовании прочного комплексного соединения катионов кальция и магния с трилоном Б в щелочной среде (рН 10,0-10,5) в присутствии индикатора - хромового темно-синего.

Расчет общей жесткости в мг-экв/л производят по формуле:

ОЖ = 5 x N / V , где

N – количество капель раствора титранта; V – объем пробы.

Метод определения суммарного содержания **катионов железа** (Fe2+ и Fe3+) в воде и водных средах с помощью тест-системы «Общее железо». Индикаторную полоску опускают в анализируемую воду на 5-10 с. и, сравнивают через 3 минуты окраску участка с образцами на шкале.

К колориметрическим методам относится метод определения содержания **катионов меди** (Cu2+), **никеля** (Ni2+) в воде и водных средах с помощью тест-системы «Медь», тест-системы «Никель». Индикаторную полоску опускают в анализируемую воду на 5-10 с. и, сравнивают через 3 минуты окраску участка с образцами на контрольной шкале.

Метод определения **нитрат-ионов** (NO3-) основан на предварительном восстановлении нитрат-ионов до нитрит-ионов с последующим образованием азокрасителя в результате реакции нитрит-иона с реактивом Грисса. Концентрация нитрат-ионов в пробе определяется методом визуального сравнения окраски пробы с контрольной плёночной цветной шкалой.

Метод определения **фосфат-ионов** предназначен для количественного экспрессного определения ортофосфатов (суммарной концентрации анионов H2PO4-, HPO42-, PO43- и H3PO4) и полифосфатов в питьевой, природной и нормативно-очищенной сточной водах. Определение является визуально-колориметрическим и основано на реакции ортофосфатов с молибдатом аммония в кислой среде. Образующийся при этом продукт далее под действием восстановителя превращается в фосфорномолибденовый

Метод Винклера - определение концентрации **растворенного кислорода (РК)** основан на способности гидроксида марганца (II) окисляться в щелочной среде до гидроксида марганца (IV), количественно связывая при этом кислород:

МnС12 + 2 NаОН = Мn(ОН)2↓ + 2 NаС1

Мn(ОН)2 + ½ О2 + Н2О = МnО2∙2Н2О

В кислой среде гидроксид марганца (IV) снова переходит в двухвалентное состояние, окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество йода. Выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала до исчезновения синей окраски:

МnО2∙2Н2О + 2 КI + 2 Н2SО4 = МnSО4 + К2SО4 + I2 + 4 Н2О

2 Nа2S2О3 + I2 = Nа2S4О6 + 2 NаI

Содержание растворенного кислорода (в мг О2/дм3) вычисляют по формуле

*С= V1∙Н∙1000∙ Э ,* где

*V0*

V1 - объем раствора Nа2S2О3, пошедший на титрование, мл; Н - нормальность раствора Nа2S2О3; Э-эквивалент кислорода; V0 -объем колбы, мл.

 В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. Уменьшение концентрации РК до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов [4].

Метод разведения используют для аналитического измерения биохимической потребности в кислороде (БПК). Отбираются пробы воды в кислородные склянки (не менее 3 шт.) как описано в методе определения РК. В первой склянке сразу же определяется концентрацию РК. Другие склянки – инкубационные (две или больше) помещаются в темноте в инкубатор через водяной затвор из чашки Петри для их герметизации.

По истечении 5 суток инкубации в склянках определяется концентрация остаточного РК как среднее арифметическое результатов по каждой инкубационной склянке. Значение БПК5 в мг/л рассчитывается по формуле:

БПК5 = С1 – С2 , где:

С1 – концентрация РК в первоначальной пробе, мг/л; С2 – средняя концентрация РК по истечение периода инкубации.

В поверхностных водах суши величина БПК5 колеблется в пределах от 0,5 до 5 мг О2/л. [4]

2.5.4. Расчет гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ).

Гидрохимический ИЗВ является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов и вычисляется по формуле:

****

где *n* – число показателей, используемых для расчета индекса;

*Сi* – концентрация химического вещества в воде, мг/л;

*ПДКi* – предельно допустимая концентрация вещества в воде, мг/л.

При определении *ИЗВ* для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине *ПДКв* для шести компонентов, имеющих наибольшую кратность превышения (*С/ПДКв*), т.е. *n* = 6. В число шести основных входят в обязательном порядке концентрация растворенного кислорода и значение *БПК5*. ПДК для БПКполн − 3 мг О2/л [4].

**ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.**

**3.1. Результаты органолептического анализа воды.**

Органолептические свойства воды представлены в таблице 1. Из данных таблицы видно, что пробы №11 - №12, взятые из Сулемского водохранилища, бесцветны, имеют прозрачность более 45 см, очень слабый запах, соответствующий I баллу.

Все пробы воды, взятые из Невьянского водохранилища, имеют слабо–желтую окраску; прозрачность в пределах 29-39 см; очень слабый запах, соответствующий I баллу.

Таблица 1 - Органолептические свойства воды Невьянского и Сулёмского водохранилищ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Органолептические свойства воды | Пробы воды | | | | | | | | | | | |
| Невьянское водохранилище. | | | | | | | | | | Сулёмское водохр. | |
| №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 | №7 | №8 | №9 | №10 | №11 | №12 |
| Цветность | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | СлЖ | БЦ | БЦ |
| Прозрачность см | 29 | 30 | 34 | 29 | 37 | 39 | 38 | 38 | 38 | 36 | 48 | 48 |
| Запах (балл) | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |

Условные обозначения: БЦ - бесцветная, СлЖ – слабо-желтого цвета

**3.2. Результаты химического анализа воды.**

Химический состав воды двух водохранилищ представлен в таблице 2. Из данных таблицы видно, что показатели общей жесткости воды во всех пробах Невьянского водохранилища находятся в пределе от 0 до 2,0 мг-экв/л, в пробах Сулёмского водохранилища – 2 мг-экв/л, что не превышает ПДК.

По водородному показателю вода Невьянского водохранилища имеет слабощелочную реакцию – рН = 8,0-8,4, вода Сулёмского водохранилища - нейтральную (рН = 7,0-7,5). По этому показателю вода в исследуемых водохранилищах не превышения ПДК.

Хроматы отсутствуют во всех пробах.

Содержание железа в Невьянском водохранилище превышает ПДК в 3,3 раза во всех пробах, в Сулёмском превышение ПДК по этому показателю не зафиксировано. Скорее всего, вода в Невьянском водохранилище застаивается из-за его большей площади и низкой скорости сброса воды в Нейву.

Также в семи из десяти проб Невьянского водохранилища отмечено незначительное превышение ПДК по меди (в 1,1 -1,4 раза), что может быть связано с повышенным фоновым содержания меди в нашем регионе. Наибольшее загрязнение по меди в точках №1 и №2, расположенных справа и слева от платины. В Сулёмском водохранилище ионы меди не обнаружены.

Таблица 2 - Химический состав воды Невьянского и Сулёмского водохранилищ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Химические вещества | Пробы воды | | | | | | | | | | Сулем | | ПДК | Вывод |
| №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 | №7 | №8 | №9 | №10 | №11 | №12 |
| SO42-(мг/л) | 153,6 | 230,4 | 192 | 153,6 | 230,4 | 192 | 192 | 153,6 | 192 | 230,4 | 96,0 | 76,8 | 500 | Не прев. |
| Cu2+ (мг/л) | 1,4 | 1,4 | 1,0 | 0,9 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1 | 1 | 1,0 | Прев. |
| Fe2+,Fe3+ (мг/л) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | Прев. |
| РО43- (мг/л) | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | Прев. |
| NO3- (мг/л) | 0 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 45 | Не прев. |
| Cl (мг/л) | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 350 | Не прев. |
| Cr3+- ( мг/л) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | Отсут. |
| ОЖ  (мг-экв/л) | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | Не прев. |
| Са2+ ( мг/л) | 50,1 | 40,1 | 50,1 | 50,1 | 30,1 | 40,1 | 50,1 | 50,1 | 60,1 | 70,1 | 12,6 | 10,0 | 180 | Не прев. |
| HCO3-(общ) CO32- (мг/л) | 4 | 4 | 4,5 | 5,5 | 2 | 4,5 | 2 | 3,5 | 2 | 3,5 | 2 | 2 | 10 | Не прев. |
| Мn2+ | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | - | - | 0.1 | прев |
| pH+ | 8,4 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,2 | 7,5 | 7,0 | 6,5-8,5 | Не прев. |
| Конц. РК1(мг/л) | 16 | 17 | 16 | 16 | 16 | 16 | 17 | 18 | 16 | 16 | 17 | 17 | 6≤ | Не прев. |
| Конц. РК5(мг/л) | 12,3 | 10,6 | 12,6 | 10,7 | 15,3 | 12,7 | 14,3 | 15 | 12,3 | 12,3 | 15 | 15,3 |  |  |
| БПК5 | 3,7 | 4,3 | 3,3 | 4,7 | 3,7 | 3,3 | 2,7 | 3 | 3,7 | 3,7 | 2 | 1,7 | 3,5-4,0 | Не прев. |

Во всех пробах воды Невьянского водохранилища отмечено превышение ПДК по фосфатам в 1,5-3 раза. Возможно, источником фосфатов являются участки садоводов, использующих фосфорные удобрения для повышения урожая, а во время дождя фосфаты попадают в водоем. Максимальное загрязнение по фосфатам отмечено в точке №4, что также служит доказательством высказанного предположения, т.к. река Поскока протекает через поля бывшего сельхоз предприятия. В Сулёмском водохранилище фосфаты не обнаружены.

По марганцу во всех пробах показано превышение ПДК в 5,5. Определение марганца в условиях учебной лаборатории не проводились. Данные о концентрации этого элемента взято из Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской в 2018 году» [2]. Концентрация марганца, согласно доклада, измеряется в нескольких створах реки Нейва ( в 10 км перед прудом и в 5 км за ним). Мы брали данные точек выше города Невьянск и ниже его по течению реки, находили среднее значение. Сведений по реке Сулём в докладе нет, а определить его концентрацию в лаборатории было невозможно из-за отсутствия реактивов.

Содержание сульфатов, хлоридов, нитратов, карбонатов и кальция в водах исследуемых водоемов не превышает допустимый предел.

Определение количества растворенного кислорода и БПК5 проводилось с помощью датчиков растворенного кислорода полевой цифровой лаборатории по экологии. Расчет БПК5 показал, что превышение ПДК по этому показателю в водоемах не зафиксировано. Нормативные величины растворенного кислорода для расчета БПК5, по которым можно оценить его состояния находятся в таблице 3 (Приложение 1). В соответствии с данными таблицы 3 по величине БПК5 (1,7 – 2,0) Сулёмское водохранилище по степени загрязнения – чистое, а Невьянское водохранилище по величине этого показателя - загрязненное, а в точках №2 – у водной станции (в черте города) и №4 – около устья реки Поскока (за городом).

* 1. **Расчет гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ)** проводился по 12 точкам. Для расчета использовались вещества, концентрация которых превышает ПДК , а также количество растворенного кислорода и БПК5.

ИЗВ=1/6 ∙(СCu + CFe + CPO4 + CMn + СРК + СБПК5)

ПДКCu ПДКFe ПДКPO4 ПДКMn ПДКРК ПДКБПК5

ИЗВ1=1/6 ∙(1,4 + 3 + 0,4 + 0,55 + 16+ 3,7)= 1,4+10 + 2 +5,5+ 2,67+1,06 =**3,77**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ2=1/6 ∙(1,4 + 3 + 0,4 + 0,55 + 17+ 4,3)= 1,4+10 + 2 +5,5+ 2,83+1,23 =**3,83**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ3=1/6 ∙(1 + 3 + 0,3 + 0,55 + 16+ 3,3)= 1+10 + 2 +5,5+ 2,67+0,94 =**3,69**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ4=1/6 ∙(0,9 + 3 + 0,6 + 0,55 + 16+ 4,7)= 0,9+10 + 3 +5,5+ 2,67+1,34 =**3,9**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ5=1/6 ∙(1,3 + 3 + 0,4 + 0,55 + 16+ 3,7)= 1,3+10 + 2 +5,5+ 2,67+1,06 =**3,76**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ6=1/6 ∙(1,1 + 3 + 0,3 + 0,55 + 16+ 3,3)= 1,1+10 + 1,5 +5,5+ 2,67+0,94 =**3,62**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ7=1/6 ∙(1 + 3 + 0,3 + 0,55 + 17+ 3)= 1+10 + 1,5 +5,5+ 2,83+0,86 =**3,62**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ8=1/6 ∙(1,3 + 3 + 0,4 + 0,55 + 18+ 4,2)= 1,3+10 + 2 +5,5+ 3+ 1,2 =**3,83**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ9=1/6 ∙(1,3 + 3 + 0,4 + 0,55 + 16+ 3,7)= 1,3+10 + 2 +5,5+ 2,67+1,06 =**3,76**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ10=1/6 ∙(1,4 + 3 + 0,4 + 0,55 + 16+ 3,7)= 1,4+10 + 2 +5,5+ 2,67+1,06 =**3,77**

1 0,3 0,2 0,1 6 3,5 6

ИЗВ11=1/5 ∙(1 + 0,3 + 0,1 + 17+ 2)= 1+1 + 0,5 +2,83+0,57 =**1,18**

1 0,3 0,2 6 3,5 5

ИЗВ12=1/5 ∙(1 + 0,3 + 0,1 + 17+ 1,7)= 1+1 + 0,5 + 2,83 +0,49 =**1,16**

1 0,3 0,2 6 3,5 5

Индекс загрязнения воды Невьянского водохранилища изменяется в пределах от 3,62 до 3,9. Самое большое его значение зафиксировано в точке №4 и №8. Наименьшее значение в точках №6 и №7, которые расположены за пределами населенных пунктов. Показатели индекса ИЗВ свидетельствуют, что вода водохранилища соответствуют 4 классу качества и характеризуется как загрязненная, т.к. значение ИЗВ находится в пределах 2,0 - 4,0. Вода такого качества пригодна для хозяйственно-питьевого использования только со специальной очисткой в случае технико-экономической целесообразности; для культурно-бытовых целей ее использование сомнительно.

Индекс загрязнения воды Сулёмского водохранилища находится в пределах 1,7-2,0, что соответствует 3 классу качества и вода характеризуется как умеренно загрязненная, т.к. значение ИЗВ находится в пределах 1,0-2,0. Вода такого качества пригодна для хозяйственно-питьевого использования со стандартной очисткой; для культурно-бытовых целей она пригодна.

Наибольшее влияние на ИЗВ оказывает содержание меди, общего железа и фосфатов в воде.

Классификация качества и возможности использования воды в водоемах различного вида водопользования представлена в таблице 3 (прил. А)

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Намеченный план исследования выполнен полностью.

Проведен обзор литературы по истории Невьянского пруда; проблемам, связанным с эксплуатацией искусственных водохранилищ; выявлена технология оценки качества водных объектов службами мониторинга окружающей среды.

Отобраны пробы воды в 10 точках Невьянского водохранилища и в 2 точках Сулёмского водохранилища.

Органолептический анализ показал, что вода Сулемского водохранилища прозрачнее, чем невьянского; по другим органолептическим свойствам воды этих водохранилищ не отличаются.

По уровню водородного показателя вода Сулёмского водохранилища имеет нейтральную реакцию, Невьянского водохранилища – слабощелочную.

Химический анализ воды проведен по 13 показателям: в воде Сулёмского водохранилища присутствуют только 8 ингредиентов из 11 (отсутствуют нитраты, хлориды и хром), концентрация которых не превышает ПДК; в воде Невьянского водохранилища присутствуют 10 ингредиентов, концентрация четырех из них превышает ПДК.

Превышение ПДК в Невьянском водохранилище зафиксировано по меди, железу, фосфатам и марганцу.

По величине биохимическое потребление кислорода вода в Сулёмском водохранилище чистая; в Невьянском водохранилище вода загрязненная, а местами грязная.

Расчет индекса загрязнения воды проведен для всех 12 точек. По ИЗВ вода Сулёмского водохранилища умеренно грязная, соответствует 3 классу качества и может быть использована для питьевых целей после стандартной очистки; вода Невьянского водохранилища грязная, соответствует 4 классу качества и пригодна для хозяйственно-питьевого использования только со специальной очисткой.

Выдвинутая ранее гипотеза подтвердилась, с ростом антропогенного влияния изменился химический состав воды в водоеме, и экологическое состояние пруда ухудшилось, что подтвердил проведенный анализ воды и рассчитанный ИЗВ.

В дальнейшем планирую провести анализ состояния водохранилищ биологическими методами.

Считаю, сто с поставленными задачами справилась и цели достигла.

Благодарю моего руководителя за консультационную помощь и поддержку в проведенном исследовании.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ГОСТ 3351-74.Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности [Электронный ресурс] Сайт: ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-3351-74> (07.05.2019).
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2018 году» [Электронный ресурс] Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области. URL:<http://mprso.midural.ru/uploads/государственный%20доклад_экология_pdf%202017.pdf> (07.05.2019).
3. РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполне­нии работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. [Электронный ресурс] Сайт: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200036098> (04.05.2019).
4. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Методические указания (утв. и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002). [Электронный ресурс] Сайт КонсультантПлюс: информационный банк «Отраслевые технические нормы». URL:[http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=777#00695 904842073487](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=777" \l "00695 904842073487) (03.05.2019).
5. Марин, Ю.Ф. Висимский заповедник. // Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. I. - М., Мысль, 1988. с. 264-279.
6. Муравьев, А.Г. Руководство по анализу воды: Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева/ - СПб.: «Крисмас+», 2011. – 264с.

7. Бестужева, А.С. Проблемы экологического здоровья водохранилищ [Электронный ресурс] // А.С. Бестужева/ Вестник МГСУ – 2006 - №2 – с. 70-74. Сайт: КиберЛенинка- URL: https://cyberleninka .ru/article/n/problemyekologicheskogozdorovyavodohranilisch-1 (14.04.2019)

8. Карфидов, А.Н. Вокруг Невьянского пруда. [Электронный ресурс] // А.Н. Карфидов / Урал. – 2015. - № 9 Сайт: Журнальный зал.  URL:<http://www.zh-zal.ru/ural/2015/9/12kar.html> (14.04.2019).

9. Государственный водный реестр: водохранилище Невьянское [Электронный ресурс] Государственный водный реестр РФ.  URL: <http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=196495> (24.04.2019).

10. Паспорта памятников природы областного значения. Паспорта Невьянского городского округа. [Электронный ресурс] Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области. URL:<http://mprso.midural.ru/article/show/id/1098> (22.04.2019).

11. Природные ресурсы. [Электронный ресурс] Официальный сайт правительства Свердловской области. URL:[http://mprso.midural.ru/ article/show/id/1098](http://mprso.midural.ru/%20article/show/id/1098) (11.04.2019).

Приложение А.

Таблица 3 - Классификация качества и возможности использования воды в водоемах различного вида водопользования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Классы  качества вод | Величина ИЗВ | Качественное  состояние воды | Водопользование | |
| хозяйственно-питьевое | культурно-бытовое |
| 1 | < 0,2 | Очень чистые | Пригодна с обеззараживанием | Вполне пригодна |
| 2 | 0,2-1,0 | Чистые | Пригодна с хлорированием | Вполне пригодна |
| 3 | 1,0-2,0 | Умеренно  загрязненные | Пригодна со стандартной очисткой | Пригодна |
| 4 | 2,0-4,0 | Загрязненные | Пригодна только со специальной очисткой в случае технико-экономической целесообразности | Использование сомнительно |
| 5 | 4,0-6,0 | Грязные | Непригодна | Непригодна |
| 6 | 6,0-10,0 | Очень грязные | Непригодна | Непригодна |
| 7 | > 10 | Чрезвычайно грязные | Непригодна | Непригодна |