**Муниципальное общеобразовательное учреждение**

**«Средняя общеобразовательная школа №12»**

**ШНОУ «ВИТА»**

****

**Исследовательская работа**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЁМОВ ГОРОДА РЖЕВА»**

***Работу выполнила:***

Заргарян Милена Жирайровна,

10 класс

***Руководитель:***

Чистякова Тамара Ильинична,

учитель биологии,

химии

Тверская область, город Ржев, 2021 год.

**Аннотация**

*«Первое начало и сущность всего – вода» Фалес из Милета (VI в.до н.э.)*

Вода - это самый распространенный на Земле минерал.Запасы воды на Земле 1млн 454тыс.м³ из них менее 2% относится к пресным водам, а доступны для использования 0,3%. Большая часть пресной воды недоступна человеку, т.к. содержится в ледниках. Объем воды в Мировом океане составляет 1370 млн.км³. На поверхности Земли 1,39 х 1018 т. В атмосфере 1,3 х 1013т.

Вода играет уникальную роль, как вещество, определяющее возможность существования и саму жизнь всех существ на Земле. Но запасы питьевой воды на планете Земля не безграничны. Сегодня люди используют этот природный дар нерационально, а порой даже безответственно. При таких растратах запасы доступной человеку воды неумолимо иссякают. Уже сейчас 60% всей поверхности Земли занимают зоны, страдающие отсутствием или недостатком пресной воды.

Исследование качества воды, как природных источников, так и водопроводной, оценка экологического состояния природных водоемов методом биоиндикации, разработка проектов по сохранению и очищению водных ресурсов от загрязнений является наиболее востребованной темой исследовательской деятельности учащихся.

**Цель работы:** овладеть методами мониторинга водных объектов и апробировать данный метод на практике.

**Задачи:**

* Познакомиться с общепринятыми методами мониторинга водных объектов.
* Рассмотреть критерии оценки качества воды.
* Провести собственные исследования по определению качества проб воды из водных источников Ржевского района.

**Гипотеза:**

Можно предположить, что пробы воды, взятые из разных источников будут иметь разный химический состав и соответственно пригодность для питьевых целей

**Обзор литературы. Основные правила отбора проб воды** [1,5,7]

Химический анализ воды, для которого отбирается проба, может преследовать самые различные цели. В зависимости от цели определяется объем необходимой для анализа пробы и условия ее отбора.

Основным требованием для отбора воды является наличие чистой бутылки и пробки. Наиболее доступной и удобной отборной емкостью пригодной для определения большинства показателей является пластиковая бутылка из- под пресной воды. Перед заполнением бутылку ополаскивают отбираемой водой не менее 3 раз.

Время и условия хранения проб неодинаковы для разных показателей, поэтому следует хранить пробу в темном месте при температуре 2-5º С не более суток. В отношении объема проб, следует считать, что для «полного» анализа требуется около 2 л пробы.

Такие показатели как рН желательно определять на месте отбора проб в связи с их большой неустойчивостью.

**Оценка качества воды. Органолептические показатели воды.**

**1**. **Содержание взвешенных частиц**.

Этот показатель качества воды определяется фильтрованием воды через бумажный фильтр и последующим высушиванием осадка на фильтре в сушильном шкафу до постоянной массы.

Для анализа берется 500 мл. воды. Фильтр перед работой взвешивается. После фильтрования осадок с фильтром высушивается до постоянной массы при 105 ْС, охлаждается в эксикаторе и взвешивается. Весы должны обладать высокой чувствительностью, лучше использовать аналитические весы.

Содержание взвешенных веществ в мг/л в испытуемой воде определяется по формуле:

(m1 – m2) • 1000/V,

где m1 – масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц, г;

m2 – масса бумажного фильтра до опыта, г;

V – объем воды для анализа, л.

ПДК = 10мг/г.

**2. Цвет (окраска)**

При загрязнении водоема стоками промышленных предприятий вода может иметь окраску, не свойственную цветности природных вод. Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см.

Диагностика цвета – один из показателей состояния водоема. Для определения цветности воды используется стеклянный сосуд и лист белой бумаги. В сосуд набирается вода и на белом фоне бумаги определяется ее цвет (голубой, зеленый, серый, желтый, коричневый) – показатель определенного вида загрязнения.

У природных вод наличие окраски обычно обусловлено растворенными в них гумусными веществами или солями железа.

По цветности источники водоснабжения подразделяются на малоцветные, средней цветности, высокой цветности.

**3. Прозрачность.**

Прозрачность воды зависит от нескольких факторов: количества взвешенных частиц ила, глины, песка, микроорганизмов, содержания химических соединений.

Для определения прозрачности воды используется прозрачный мерный цилиндр с плоским дном, в который наливается вода, подкладывается под цилиндр на расстоянии 4 см от его дна шрифт, высота букв которого 2 мм, а толщина линий букв – 0,5 мм, и сливается вода до тех пор, пока сверху через слой воды не будет виден этот шрифт. Измеряется высота столба оставшейся воды линейкой и выражается степень прозрачности в сантиметрах. При прозрачности воды менее 3 см водопотребление ограничивается. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

**4. Запах.**

Запах воды обусловлен наличием в ней пахнущих веществ, которые попадают естественным путем и со сточными водами. Запах воды водоемов, обнаруживаемый непосредственно в воде или (водоемов хозяйственно-питьевого назначения) после ее хлорирования, не должен превышать 2 баллов. Определение основано на органолептическом исследовании характера и интенсивности запахов воды при 20 и 60ْС. Характер, и интенсивность запаха определяется по предлагаемой методике. (Таблицы 1, 2)

**Таблица 1.** Характер и род запаха воды естественного происхождения

|  |  |
| --- | --- |
| Характер запаха | Примерный род запаха |
| Ароматический | Огуречный, цветочный |
| Болотный | Илистый, тинистый |
| Гнилостный | Фекальный, сточной воды |
| Древесный | Мокрой щепы, древесной коры |
| Землистый | Прелый, свежевспаханной земли, глинистый |
| Плесневый | Затхлый, застойный |
| Рыбный | Рыбы, рыбьего жира |
| Сероводородный | Тухлых яиц |
| Травянистый | Скошенной травы |
| Неопределенный | Не подходящий под предыдущие определения |

**Таблица 2.** Интенсивность запаха воды

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Балл | Интенсивность запаха | Качественная характеристика |
| 0 | ― | Отсутствие ощутимого запаха |
| 1 | Очень слабая | Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем |
| 2 | Слабая | Запах, не привлекающей внимания потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание |
| 3 | Заметная | Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением |
| 4 | Отчетливая | Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья |
| 5 | Очень сильная | Запах настолько сильный, что вода становится непригодной для питья |

Запахи искусственного происхождения (от промышленных выбросов, для питьевой воды – от обработки воды реагентами на водопроводных сооружениях и т.п.) называются по соответствующим веществам: хлорфенольный, камфорный, бензиновый, хлорный и т.п.

Интенсивность запаха также оценивается при 20 и 60ْC по 5 – балльной системе согласно таблице.

Запах воды следует определять в помещении, в котором воздух не имеет постороннего запаха. Желательно, чтобы характер и интенсивность запаха отмечали несколько исследователей.

**Определение качества воды методами химического анализа.** [1,2,3,4,5,7]

**Водородный показатель (pH).**

Питьевая вода должна иметь нейтральную реакцию (pH около 7). Значение pH воды водоемов хозяйственного, питьевого, культурно-бытового назначения регламентируется в пределах 6,5 – 8,5. Таблица 3.

Оценивать значение pH можно разными способами.

1. Приближенное значение pH определяют следующим образом. В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, 0,1 мл универсального индикатора, перемешивают и по окраске раствора определяют pH:

* розово-оранжевая – pH около 5;
* светло-желтая – 6;
* зеленовато-голубая – 8.

2. Можно определить pH с помощью универсальной индикаторной бумаги, сравнивая ее окраску со шкалой.

По показателю рН природные воды подразделяются на группы.

**Таблица 3**  Группа природных вод в зависимости от рН

|  |  |
| --- | --- |
| Группа вод | рН |
| Сильнокислые | Менее 3 |
| Кислые | 3-5 |
| Слабокислые | 5-6,5 |
| Нейтральные | 6,5-7,5 |
| Слабощелочные | 7,5- 8,5 |
| Щелочные | 8,5- 9,5 |
| Сильнощелочные | Более 9,5 |

3. Наиболее точно значение pH можно определить на pH-метре или по шкале набора Алямовского.

**Жесткость воды.** [1, 2]

Различают общую, временную и постоянную жесткость воды. Общая жесткость обусловлена главным образом присутствием растворимых соединения кальция и магния в воде. Временная жесткость иначе называется устранимой или карбонатной. Она обусловлена наличием гидрокарбонатов кальция и магния. Постоянная (некарбонатная) жесткость вызвана присутствием других растворимых солей кальция и магния.

Общая жесткость варьирует в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года. Значение общей жесткости в источниках централизованного водоснабжения допускается до 7 мг • экв./л, в отдельных случаях по согласованию с органами санитарно – эпидемиологической службы – до 10 мг • экв./л.

При жесткости менее 1,5 мг • экв./л вода считается очень мягкой, 1,5- 3 мг • экв./л – мягкая, 3-5,4 мг экв./л умеренно жесткая, 5,4– 10,7 мг • экв./л – жесткой, более 10,7 мг • экв./л – очень жесткой.

В хозяйственно- бытовом аспекте вода с повышенной жесткостью более 8 мг экв./л неблагоприятна из-за образования накипи, повышенного расхода моющих средств, плохого разваривания мяса и овощей. Норматив физиологической полноценности питьевой воды по солям жесткости от 1,5 до 7,0 мгэкв./л.

Методами химического анализа обычно определяют жесткость общую (Жо) и карбонатную (Жк), а некарбонатную (Жн) рассчитывают как разность Жо – Жк.

**Определение карбонатной жесткости воды.** [1, 2]

Расчет концентраций карбонат - и гидрокарбонат – ионов.

В склянку наливают 10 мл анализируемой воды, добавляют 5 – 6 капель фенолфталеина. Если при этом окраска не появляется, то считается, что карбонат – ионы в пробе отсутствуют. В случае возникновения розовой окраски пробу титруют 0,05 н. раствором соляной кислоты до обесцвечивания. Концентрацию карбонат – ионов рассчитывают по формуле

,

где  – концентрация карбонат – иона, мг/л; – объем соляной кислоты, израсходованный на титрование, мл.

Затем в той же пробе определяется концентрация гидрокарбонат – ионов. К пробе добавляют 1 – 2 капли метилового оранжевого. При этом проба приобретает желтую окраску. Титруют пробу раствором 0,05 н. соляной кислоты до перехода желтой окраски в розовую. Концентрацию гидрокарбонат – ионов рассчитывают по формуле

,

где  – концентрация гидрокарбонат – иона, мг/л; - объем соляной кислоты, израсходованной на титрование, мл.

Норматив физиологической полноценности питьевой воды по гидрокарбонатам от 30- 400 мг /л.

Карбонатную жесткость Жк рассчитывают, суммируя значения концентраций карбонат – и гидрокарбонат – ионов по формуле

,

где 0,0333 и 0,0164 – коэффициенты, равные значениям, обратным эквивалентным массам этих анионов.

Спиртово-мыльный метод.

1.Подготовить спиртово-мыльный раствор. ( 0,75 г детского мыла растворить 50 мл 96 % спирта-ректификата, отстоять 48 часов, профильтровать.

2.Приготовить эталонный раствор солей кальция и магния – 0.385

кристаллического хлорида кальция растворить дистиллированной водой в мерной колбе 50 мл, и 0.108 г кристаллического сульфата магния растворить в 30 мл воды. В мерную колбу 100 мл влить 37, 5 мл раствора хлорида кальция и весь раствор сульфата магния, перемешать, долить дистиллированной воды до метки.

Общая жесткость эталонного раствора – 35 ммоль экв/ л

3.Провести титрование исследуемой воды. Определить жесткость .

**Окисляемость.**

Один из косвенных показателей качества содержащихся в воде органичес

ких веществ. Перманганатом калия обычно окисляется 25-50% органических веществ , содержащихся в воде.

Для определения окисляемости необходимо 5 мл воды (отфильтрованной) прилить в пробирку , добавить 0,3 мл раствора серной кислоты ( 1: 3) и 0,5 мл 0.01 н раствора перманганата калия. Смесь перемешать, оставить на 20 мин. Оценить величину окисляемости. Таблица 4.

**Таблица 4** Показатель окисляемости

|  |  |
| --- | --- |
| Окраска пробы | Окисляемость , мг/л |
| Ярко лилово-розовая | 1 |
| Лилово-розовая | 2 |
| Слабо лилово-розовая | 4 |
| Бледно лилово-розовая | 6 |
| Бледно-розовая | 8 |
| Розово-желтая | 12 |
| Желтая | 16 |

**Обнаружение кальция** [1]

К 10 мл пробы добавить несколько капель 10% раствора соляной кислоты и 5 мл 4% раствора оксалата аммония. Белый осадок оксалата кальция свидетельствует о наличии нескольких процентов кальция. При незначительном содержании кальция (сотые доли процента) наблюдается легкое помутнение раствора. Норматив по кальцию от 25 до 130 мг/л.

В настоящее время один миллиард человек во всем мире не имеет доступа к чистой питьевой воде, а более двух миллиардов человек не располагают достаточным

количеством систем очистки воды, что является главной причиной заболеваний,

вызываемых употреблением воды, которая не соответствует санитарным стандартам.

Немаловажная роль при химическом анализе отводится обнаружению содержания в воде некоторых неорганических и органических соединений. Их присутствие способно вызывать у человека целый ряд патологических изменений, приводящих к нарушению работы организма. Таблица 5.

**Таблица 5.** **Заболевания, возникающие при токсическом воздействии химических элементов и субстанций, находящихся в питьевой воде.** [6]

|  |  |
| --- | --- |
| **Болезнь** | **Возбуждающий фактор** |
| Анемия | Мышьяк, бор, фтор, медь, цианиды, трихлорэтилен |
| Апластическая анемия | Бензол |
| Бронхиальная астма | Фтор |
| Заболевания пищеварительного тракта:  а) повреждения  б) боли в желудке  в) функциональные  расстройства | Мышьяк, бериллий, бор, хлороформ, динитрофенолы  Ртуть, пестициды  Цинк |
| Болезни сердца:  а) повреждение  сердечной мышцы  б) нарушения  функционирования  сердца  в) сердечно – сосудистые  изменения  г) брадикардия  д) тахикардия | Бор, цинк, тетрахлорэтилен, фтор, медь, свинец, ртуть  Бензол, хлороформ, цианиды  Трихлорэтилен (TRI)  Галоформы, тригалометаны, альдрин (инсектицид) и его производные  Динитрофенолы |
| Дерматозы и экземы | Мышьяк, альдрин и его про Бор, бериллий, хлор, хлорированные воды, фенолы, нафталины, хр динитрофенолы, детергенты, фтор, кобальт, никель, продукты д пластмассы.  ческиеарома |
| Флюороз скелета | Фтор |
| Болезнь «Itai-itai» | Кадмий |
| Болезнь Кашина – Бека | Железо |
| Облысение | Бор, ртуть |
| Цирроз печени | Хлор, магний, бензол, хлороформ, тетрахлорид углерода, тяжелые металлы |
| Метгемологлобинемия (цианоз) | Нитраты, нитриты, азиды, хлораты, перхлораты, тетрахлорид углерода, динитрофенолы, фенол |
| Уремия | Медь, свинец, ртуть |
| Гипофункция щитовидной железы | Кобальт |
| Несварение желудка и кишечника | Фтор, детергенты, кремний, медь |
| Злокачественные опухоли почек | Мышьяк |
| Злокачественные опухоли мочевого пузыря | Мышьяк, хлор |
| Злокачественные опухоли легких | Мышьяк, ЦАУ, бензопирен |
| Злокачественные опухоли кожи | Мышьяк, бензопирен, продукты дистилляции нефти (масла), некоторые ЦАУ |
| Злокачественные опухоли печени | Мышьяк, ДДТ |
| Злокачественные опухоли желудка | N – нитрозоамины, ЦАУ |
| Меркуриализм | Ртуть |

Для урегулирования ситуации по обеспечению питьевого режима в России существует СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (взамен СанПиН 2.1.4.559-96). Некоторые показатели из которых приведены в работе. Таблица 6.

**Таблица 6. Наиболее важные параметры качества воды** [3]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель качества воды | Единица  измерения | СанПиН | ВОЗ | Директива Совета ЕС 98/83/ЕС |
| **Обобщенные показатели** | | | | |
| Водор. показ. / рН / конц. ионов водорода | отн.ед. | 6,0 - 9,0 | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 9,5 |
| Общая жесткость | мг экв/л | 7,0 | 7,0 | 10,0 |
| **Химические /не более/** | | | | |
| Катионы железа | мг/л | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| Катионы свинца | мг/л | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| Хлорид ионы | мг/л | 10,0 | 7,0 | 7,0 |
| Сульфат ионы | мг/л | 10,0 | 5,0 | 5,0 |
| **Органолептические показатели /не более/** | | | | |
| Запах | баллы | 2,0 | ― | ― |
| Мутность по станд. шкале | мг/л | 1,5 | 2,8 | 2,3 |
| Цветность | град. | 20,0 | 15,0 | 20,0 |
| Привкус | баллы | 2,0 | ― | ― |

**Методы исследования.**

***Предмет исследования:*** качество воды.

***Объект исследований:*** вода.

***Место исследований:*** город Ржев Тверской области

Места отбора проб воды:

1. Озеро (пос. Зеленькино, пригород Ржева)
2. Речка Холынка впадает в р. Волга (около пос. Шихино)
3. Пруд (ул. Кривощапова)
4. Колодец (ул. Куприянова)
5. Родник на реке Холынка.
6. Речка Серебрянка (плотина) впадает в Холынку
7. Водопровод захолынского района.

***Временные рамки проведения исследований:***

отбор проб и определение качества воды сделаны в конце июня 2021 г.

Обобщение и оформление материалов работы проделано в сентябрь - октябрь 2021г.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Оценка качества воды проводилась по методике Алексеева–Беккера (Санкт-Петербург). [1]

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Место**  **отбора** | **t O2 (С)** | **O2 мг/л** | **pH** | **Удельная электропроводность в мкКл/см** | **Жёсткость мг • экв./л** | **Кальций мг/л** | **Магний мг/л** |
| 1 | Озеро |  |  | 7,17 | 121 | 1,72 | 1,46/  29,3 | 3,2 |
| 2 | Холынка | 17,0 |  | 7,32 | 395 | 4,56 | 3,48/  69,7 | 13,1 |
| 3 | Пруд | 20,5 | 7,5 | 9,20 | 101 | 1,00 | 0,84/  16,8 | 1,9 |
| 4 | Колодец | 9,0 | 9,9 | 7,24 | 467 | 5,44 | 4,24/  85,0 | 14,6 |
| 5 | Родник на Хо- лынке | 7,7 | 4,3 | 7,46 | 433 | 5,43 | 4,12/  82,5 | 14,3 |
| 6 | Серебрянка  (плотина) | 15,8 | 9,8 | 7,67 | 425 | 4,82 | 4,00/  80,1 | 9,72 |
| 7 | Водопровод | 16,9 | 5,3 | 7,29 | 488 | 6,36 | 4,8/  96,9 | 18,5 |
| Нормативные показатели | | | | | | | | |
| Техническая вода | 15-30 | * 4 | 6,5-8,5 | - | До7 мг•экв/л | 100 | 100 | Техническая вода |
| Питьевая вода | - | - | 6-9 | - | 7 мг•экв/л | 10 | 10 | Питьевая вода |

Выводы:

1. Общепринятыми методами мониторинга водных объектов являются: органолептические (содержание взвешенных частиц, цвет, прозрачность, запах) и методы химического анализа (рН, окисляемость, наличие ионов Сa2+ и Mg2+, электропроводность, жёсткость).
2. Критериями оценки качества воды при химическом анализе являются: окисляемость, наличие свободного кислорода, рН, жёсткость, кол-во ионов кальция и магния.
3. По результатам собственных исследований определения качества проб воды из водных источников города Ржева и Ржеского района можно сказать, что для технических и питьевых целей полностью не пригодна вода из пруда (имеет щелочную рН среды). Вода с колодца и родника имеет слабую окисляемость и жёсткость. Водопроводная вода сильно жёсткая и обладает горьковатым привкусом из-за содержания ионов магния больше 10 мг/л. Выдвинутая вначале работы гипотеза нашла своё подтверждение.

**Заключение.**

Всё живое на Земле вышло из воды. Вода сопровождает человека с момента его рождения и на протяжении всей жизни. Даёт жизнь флоре и фауне нашей планете.

Очень важно, чтобы этот источник живительной влаги представлял для всего ценность в виде питьевой, а не технической формы. Какая вода будет в наших водоёмах и на столе зависит прежде всего от нас!

Давайте беречь и ценить то, что имеем!

**Литература**

1. Алексеев С.В., Беккер А.М. Изучаем экологию экспериментально. Санкт-Петербург, 1993.

2. Боровский В.И.Экологические проблемы промышленных сточных вод // Химия в школе, № 5, 2005

3. Драчёв С.М. Борьба с загрязнениями рек, озёр и водохранилищ, промышленными и бытовыми отходами.- М. – Л. 1964.

4. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. Под ред. О. А. Юшмана. - М.: Агропромиздат, 1985г. - 317 с.

5. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. Изд.11. М. – 1973.

6. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина Э.Н. Методы исследования качества воды водоёмов. М.: Медицина.- 1990.

7. Семенов В.А. Мониторинг гидросферы // Соросовский образовательный журнал, № 11, 1997.