государственное общеобразовательное учреждение Ярославской области
«Лицей № 86»

Региональная конференция
по научно-техническому творчеству школьников
«Лабиринты науки»

Исследование качества воды реки Великая Ярославского района Ярославской области

Автор: Лобов Илья Вячеславович,
8б класс, ГОУ ЯО «Лицей № 86»

Руководители: Озерова Ольга Николаевна,
учитель биологии, ГОУ ЯО «Лицей № 86»,
Масленникова Юлия Михайловна,
преподаватель, ГПОАУ ЯО «Ярославский промышленно-экономический колледж им. Н.П. Пастухова»

Ярославль, 2023

Содержание

Введение……...3
1. Химический и физико-химический анализ воды……5
1.1. Определение взвешенных веществ…….…….....….5
1.2. Определение сухого остатка.. ……..……...6
1.3. Определение общей жесткости воды.. ……..6
1.4. Определение окисляемости воды.. ……..…7
1.5. Определение цветности воды.. ……..…7
1.6. Определение pH воды…….……..…8
2. Определение токсичности воды …….....….9
Заключение…….…….....….10
Список информационных источников…….……...….11
Приложение 1…….……...12
Приложение 2…….……....14
Приложение 3…….……....16
Приложение 4…….……...17
Приложение 5…….……...18
Приложение 6…….…….……19
Приложение 7…….....20

Введение

На первый взгляд в мире нет недостатка в воде. Однако в жизни человека играет роль пресная вода. Запасы пресной воды не бесконечны и её количество в мире составляет порядка 3 % от общих водных богатств нашей планеты.

Когда мы говорим о важности воды для человечества, то речь идет не только какую воду потребляет человек, но и что без воды погибнут растения и животные, а значит, не будет пищи.

Вода играет первостепенную роль в жизни всех живых организмов. Человек — не исключение. Больше всего воды содержит мозг человека — до 85 %, мышечная ткань — около 70 %.

Для человеческого организма вода — это второе по значимости вещество после кислорода. Вода регулирует температуру тела, увлажняет воздух при дыхании, обеспечивает доставку питательных веществ и кислорода клеткам тела, защищает жизненно важные органы, помогает преобразовывать пищу в энергию, выводит шлаки и отходы процессов жизнедеятельности.

Поэтому главным вопросом нашего питания является регулярное употребление воды путём введения в организм в свободном виде и в пище, а также обязательное использование именно чистой воды.

Питьевой водой называют жидкость, которую можно употреблять в течение длительного времени без вреда для здоровья. Как правило, она имеет пониженное количество растворимых солей, металлов и органики.

Крупнейшие реки России – это Волга, Обь, Енисей, Лена, Амур. Реки являются источником водоснабжения для наших городов. Загрязняя реки сточными водами, мы наносим ущерб экологии нашей страны и своему здоровью.

Но у каждой большой реки есть притоки, а притоки реки – это реки, ручьи и потоки, стекающие в главную речную систему. По своему происхождению они могут быть подземными, родниковыми, поверхностными или дождевыми. Они образуются в горах, на склонах гор или на равнинах.

Притоки реки важны тем, что они увеличивают ее объем и регулируют водный режим. Они пополняют русло водой, вливают в нее питательные вещества и кислород, обеспечивают необходимый уровень воды для водных животных и растений

Входя в реку, притоки приносят с собой пресную и чистую воду, в которой содержится большое количество кислорода и минералов. Эта вода смешивается с главным

потоком, и благодаря этому улучшается качество воды, а тем самым сохраняется биологическое разнообразие рек.

Изучение притоков рек является важной задачей для понимания водного режима территории и принятия эффективных мер по сохранению водных ресурсов. Различают несколько способов исследования притоков:

1. Измерение расхода воды.
2. Гидрологические съемки.
3. Вилкование реки.
4. Мониторинг загрязнения.
5. Исследование качества воды.

Качество воды притоков является одним из главных показателей их экологического состояния. Для его изучения проводятся химические, бактериологические и радиометрические анализы воды.

Река Волга одна из крупнейших рек земного шара и самая большая в Европе. Длина реки– 3530 километров она берет свое начало на Валдайской возвышенности на высоте 228 метров и впадает в Каспийское море. Устье лежит на 28 метров ниже уровня океана. За год по Волге стекает около 250 кубических километров воды, которую собирают 150 тысяч рек, речек и ключей.

Одним из притоков реки Волги является река Великая.

Великая – река в России, протекает в Ярославском районе Ярославской области, частично на южной границе городского округа Ярославль. Устье реки находится в 2607 км по правому берегу реки Волга. Длина реки составляет 24 км, площадь бассейна — 116 км².

Цель проекта: исследовать качество воды реки Великой с помощью различных методов.

Задачи:

1. Изучить литературу по теме проекта.
2. Провести химический и физико-химический анализ воды.
3. Провести кресс-салатный тест с целью определения токсичности воды.

Объект исследования: образцы воды из реки Великая.

Предмет исследования: степень загрязнения и токсичность воды.

Методы исследования: анализ литературы, химический и физико-химический анализ, эксперимент (кресс-салатный тест).

Гипотеза: вода из реки Великая не пригодна для питья, т.к. имеет желтоватый оттенок и специфический запах.

1. Химический и физико-химический анализ воды

Химический и физико-химический анализ — это комплекс исследовательских мероприятий, направленных на установление уровня концентрации тех или иных веществ в воде. Важность таких мероприятий заключается в определении степени соответствия содержания вредных и опасных для экосистемы и здоровья человека веществ, которые образуются в результате деятельности предприятий [1].

1.1. Определение взвешенных веществ

Определение взвешенных веществ в воде является важным заданием, так как наличие этих частиц может оказывать негативное влияние на качество воды и среду обитания водных организмов. Например, высокое содержание взвешенных веществ может привести к плохой видимости в водных системах, уменьшению проницаемости света и нарушению баланса экосистемы.

Результаты анализа взвешенных веществ в воде позволяют определить степень загрязнения водных систем, основные источники загрязнения и меры по их снижению. Это позволяет принять эффективные меры для охраны окружающей среды и обеспечения безопасности водопользования [2].

Существует несколько методов анализа взвешенных веществ в воде, применяемых в лабораториях: гравиметрический метод, турбидиметрический метод, фотометрия.

Я использовал гравиметрический метод (см. Приложение 1).

Результаты исследования по определению взвешенных веществ.

Концентрация взвешенных веществ в пробе воды составила 88,6 мг/дм^3.

Заключение.

Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01, максимально допустимая концентрация взвешенных веществ в питьевой воде составляет 0,5 мг/дм^3. В воде используемая для централизованного водоснабжения населения, допустимая концентрация взвешенных веществ не должна превышать 5 мг/дм^3.

Общепринятой допустимой концентрацией взвешенных частиц, не наносящих вред экосистеме водной среды, считается показатель не более 300 мг/ дм^3.

Вода в реке Великая, по показателю взвешенные вещества не наносит вред экосистеме реки Волги, но для водоснабжения по данному показателю, не пригодна.

1.2. Определение сухого остатка

Сухой остаток в питьевой воде является одним из параметров, которые определяют ее качество. Этот показатель указывает на содержание всех неорганических и органических веществ после испарения жидкости.

Зная сухой остаток, можно определить качество и безопасность питьевой воды. Высокий уровень сухого остатка может указывать на наличие загрязнений в воде, а низкий уровень может говорить о нехватке минералов и солей [3].

Определение сухого остатка осуществляется с помощью выпаривания воды (см. Приложение 2).

Результаты исследования по определению взвешенных веществ.

Концентрация сухого остатка в пробе воды составила 375,45 мг/дм^3.

Заключение.

Допустимая концентрация сухого остатка, для централизованного водоснабжения не должна превышать 1000 мг/дм^3. По показателям вода пригодна для питья.

1.3. Определение общей жесткости воды

У речной воды общая жесткость – это показатель, который указывает на количество растворенных минеральных веществ в воде, например кальция, магния. Этот показатель оказывает влияние на окружающую среду и может иметь различные последствия.

Высокая общая жесткость воды может ограничивать возможности использования речной воды для питья, сельского хозяйства, промышленности [4,5].

Для определения жесткости воды я использовал комплексонометрический метод, сущность которого основана на образовании комплексных соединений трилона Б с ионами щелочноземельных элементов. Определение проводят титрованием пробы раствором трилона Б при pH=10 в присутствии индикатора. В конце титрования изменяется окраска раствора, из розового он становится синим (см. Приложение 3).

Результаты исследования по определению жесткости воды.

Общая жесткость воды составила 5,65°Ж.

Заключение.

По величине общей жёсткости различают воду мягкую (до 2 °Ж), средней жёсткости (2-10 °Ж) и жёсткую (более 10 °Ж). Оптимальная общая жесткость речной воды для человека составляет 5-7 мг-экв/л или °Ж.

Таким образом, вода из реки Великая относится к воде со средней жесткостью и может быть пригодна, по этому показателю для питьевых целей.

Так как наши показатели равны средней жесткости, следовательно, вода оптимальна для экосистемы.

1.4. Определение окисляемости воды

Окисляемость воды имеет прямое влияние на состояние экосистем, в которых она находится. Повышенная окисляемость может привести к снижению биоразнообразия, гибели рыбы и других водных организмов, а также к изменению химического состава воды [6].

Сущность метода заключается в окислении органических и неорганических веществ, присутствующих в пробе анализируемой воды заданным количеством перманганата калия в сернокислой среде в процессе нагревания, последующем добавлении раствора щавелевой кислоты, и титровании его избытка раствором перманганата калия (см. Приложение 4).

Результаты исследования по определению жесткости воды.

Окисляемость пробы воды составила 3,28 мгО/дм^3

Заключение

ПДК перманганатной окисляемости воды не должен превышать 5,0 мгО/дм^3. Наиболее пригодной для питья, полива, хозяйственных целей считается показатель 3,0 мг на литр.

По этому показателю вода содержит низкую окисляемость и пригодна для питья, хозяйственных нужд.

1.5. Определение цветности воды

Цветность воды является одним из основных показателей качества питьевой воды. Она указывает на наличие в воде различных веществ, которые могут сказываться на ее внешнем виде и вкусовых характеристиках.

При превышении нормы по цветности вода может иметь неестественный оттенок, визуально непривлекательный и вызывающий недоверие к качеству питьевой воды. Также цветность может указывать на наличие в воде органических или неорганических загрязнений [7].

Цветность я определял методом фотометрии (см. Приложение 5).

Результаты исследования по определению цветности воды.

Цветность анализируемой воды составила 49,15 градус цветности.

Заключение

Норма цветности для питьевой воды не должна превышать 20 градус цветности. Проба анализируемой воды относиться к малой цветности (малая цветность находится в пределах от 25 до 50 градус цветности).

Таким образом вода, по показателю цветности, не может применяться в качестве питьевой воды, но пригодна для обитателей экосистемы.

1.6. Определение pH воды

Одним из факторов воздействия на состав и качество воды может быть повышенное значение pH. Высокий pH может оказывать серьезное влияние на окружающую среду. Один из наиболее серьезных негативных эффектов высокого pH — это загрязнение воды. Высокий pH может изменить химический баланс воды, что способствует размножению вредных микроорганизмов и водорослей. Это может привести к нарушению экосистемы водоемов и угрожать жизни рыб и других водных животных.

Для измерения pH воды был использован pH-метр (см. Приложение 6).

Результаты исследования по определению pH воды.

pH анализируемой воды составляет 6,75 pH.

Заключение

Исходя из концентрации ионов водорода, значение pH измеряется в пределах от 0 до 14. Величина pH бывают различны. Если pH=7 отвечает нейтральному состоянию воды, если меньше 7- кислотному, а если больше 7-щелочное

Предельно допустимая концентрация от 6,5 до 8,5 pH.

В нашем случае анализируемая проба отвечает кислотному состоянию воды.

Высокое значение pH в речных системах может оказывать негативное воздействие на различные компоненты экосистемы.

Высокое значение pH в речной системе может иметь серьезные последствия в экосистеме. Поэтому, необходимо проводить систематическое исследование воздействия высокого pH на экосистему рек и принимать соответствующие меры.

2. Определение токсичности воды

Специфический цвет и запах воды могут быть обусловлены её токсичностью. Под токсичностью воды понимают свойство воды оказывать вредное, патологическое, вплоть до гибели, воздействие на организм.

Загрязняющие вещества, поступающие в поверхностные воды, накапливаются в донных отложениях, создавая вторичное загрязнение рек. В результате в связи с появлением и усилением токсичности возникают экологические риски ухудшения качества воды, изменяются классы качества воды в городской черте и ниже по течению, происходит трансформация водных экосистем.

Токсичность воды можно определить при помощи метода биотестирования – процедуры установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии.

В лабораторном биотестировании для оценки загрязнения воды используется тест-объект – семена кресс-салата (Lepidium sativum), обладающего высокой чувствительностью к химическим веществам.

Биотест основан на определении всхожести – количества проросших семян в исследуемой воде по сравнению с прорастанием семян в дистиллированной воде, которое составляет точно 50%. По результатам биотестирования вычисляются количественные показатели качества природной воды: всхожесть семян кресс-салата и индекс токсичности воды [8].

Кресс-салатный тест легко выполним в течение одних суток, отличается большой точностью (см. Приложение 7).

Результаты исследования, проведенные в период с 30.10.2023 по 02.11.2023, представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Всхожесть семян кресс-салата в воде из реки Великая

№ опыта	Количество проросших семян, %	
	Дистиллированная вода	Вода из реки Великая
1	96	88
2	84	84
3	94	84
Среднее значение	92	86

Вывод: средняя всхожесть семян кресс-салата в исследуемой воде составила 86%.

Индекс токсичности составил 0,07 (< 0,1).

Заключение

В ходе работы над проектом нам удалось исследовать качество воды реки Великой с помощью различных методов, в том числе провести химический и физико-химический анализ воды по ряду важнейших показателей.

Так, вода в реке Великая, по таким показателям, как цветность и взвешенные вещества не наносит вред экосистеме реки Волги в целом, но для водоснабжения не пригодна. Однако по концентрации сухого остатка в пробе эта вода пригодна для питья, так же, как по величине общей жёсткости, окисляемости и pH.

Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась частично.

С помощью анализа результатов проведённого биотестирования удалось определить, что по всхожести семян исследуемая вода имеет слабое загрязнение, однако токсичность отсутствует.

В перспективе планируется повторный анализ качества воды в реке с целью мониторинга её качества и выявления источников загрязнения.

Список информационных источников

1. Количественный химический анализ вод. URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293812/4293812582.htm (дата обращения: 17.09.2023).
2. Методика определения взвешенных веществ в воде. URL: https://iskonspb.ru/voda/metodika-opredeleniya-vzvesennyx-veshhestv-v-vode (дата обращения: 20.09.2023).
3. Методы определения сухого остатка в питьевой воде. URL: https://iskonspb.ru/voda/metody-opredeleniya-suxogo-ostatka-v-pitevoi-vode (дата обращения: 20.09.2023).
4. Речная вода общая жесткость. URL: https://iskonspb.ru/voda/recnaya-voda-obshhaya-zestkosthttps://iskonspb.ru/voda/recnaya-voda-obshhaya-zestkost (дата обращения: 20.09.2023).
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости. Москва: «Стандартинформ», 2018.
6. Окисляемость воды: сущность и основные принципы. URL: https://kalugaestates.ru/okislyaemost-vody-sushhnost-i-osnovnye-principy (дата обращения: 20.09.2023).
7. Вода с повышенной цветностью водоемов. URL: https://iskonspb.ru/voda/voda-s-povysennoi-cvetnostyu-vodoemov (дата обращения: 20.09.2023).
8. Радченко Н.М., Шабунов А.А. Методы биоиндикации в оценке состояния окружающей среды. Вологда, 2006.

Приложение 1

Методика определения взвешенных веществ гравиметрическим методом

Этот метод основан на измерении массы отложений взвешенных веществ в воде. Для этого сначала производится фильтрация воды для отделения взвешенных частиц, затем полученное отложение сушится и взвешивается на аналитической весах. Результаты массы отложений используются для вычисления концентрации взвешенных веществ в воде.

Приборы, основное оборудование и реактивы.

Бюксы стеклянные, весы лабораторные, воронки лабораторные, тигли, шкаф сушильный, вода дистиллированная, фильтры бумажные.

Объём, отбираемый пробы должен быть (1000 - 2000) $см^3$ для питьевой и природной воды и не менее 250 $см^3$ - для сточной или загрязненной пробы воды.

Подготовка тиглей и маркировка тиглей.

На фарфоровые тигли наносят идентификационные метки (номера). Промаркированные фарфоровые тигли промывают раствором соляной кислоты, затем - дистиллированной водой, подсушивают на воздухе и прокаливают при (600 ± 15) °С в течение 1 часа, охлаждают и взвешивают.

Выполнение измерений.

Через подготовленный фильтр пропускают анализируемую воду. Фильтр подсушивают на воздухе (2 - 3) часа и помещают в тот же бюкс, где проводилось предварительное взвешивание.

Обработка результатов измерений.

Содержание взвешенных веществ в анализируемой пробе воды рассчитывают по формуле

$$X_1 = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000$$

где X_1 - содержание взвешенных веществ, мг/$дм^3$;

m_2 - масса бюкса с мембранным или бумажным фильтром со взвешенными веществами, г;

m_1 - масса бюкса с подготовленным мембранным или бумажным фильтром, г;

V - объём пробы воды, взятой для анализа, $дм^3$.

Блок-схема проведения анализа.



Приложение 2

Методика определения сухого остатка осуществляется с помощью выпаривания воды

Приборы, основное оборудование и реактивы.

Весы лабораторные, баня водяная лабораторная, испаритель, печь муфельная, шкаф сушильный, цилиндры мерные, воронки стеклянные, стаканы, чаши выпарительные фарфоровые, вода дистиллированная, бумага фильтровальная.

Объем отбираемой пробы воды составляет от 500 до 1000 $см^3$.

На фарфоровые чашки наносят идентификационные метки. Затем чашки ставят в муфельную печь.

Промаркированные фарфоровые чашки промывают дистиллированной водой, подсушивают на воздухе и прокаливают.

Выполнение измерений.

Для определения сухого остатка берут от 25 до 1000 $см^3$ анализируемой пробы воды в зависимости от предполагаемой массовой концентрации сухого остатка.

При выпаривании чашку наполняют водой не более чем на 3/4 объёма, постепенно прибавляя оставшуюся воду по мере упаривания пробы.

После выпаривания внешнюю поверхность чашки с сухим остатком тщательно вытирают фильтровальной бумагой и помещают в сушильный шкаф, нагретый до (105 ± 2) °С, высушивают в течение трех часов, охлаждают в эксикаторе, взвешивают.

Обработка результатов измерений.

Массовую концентрацию сухого остатка X_c ($мг/дм^3$) вычисляют по формуле

$$X_c = \frac{(M_1 - M_2)}{V} \times 10^6,$$

где

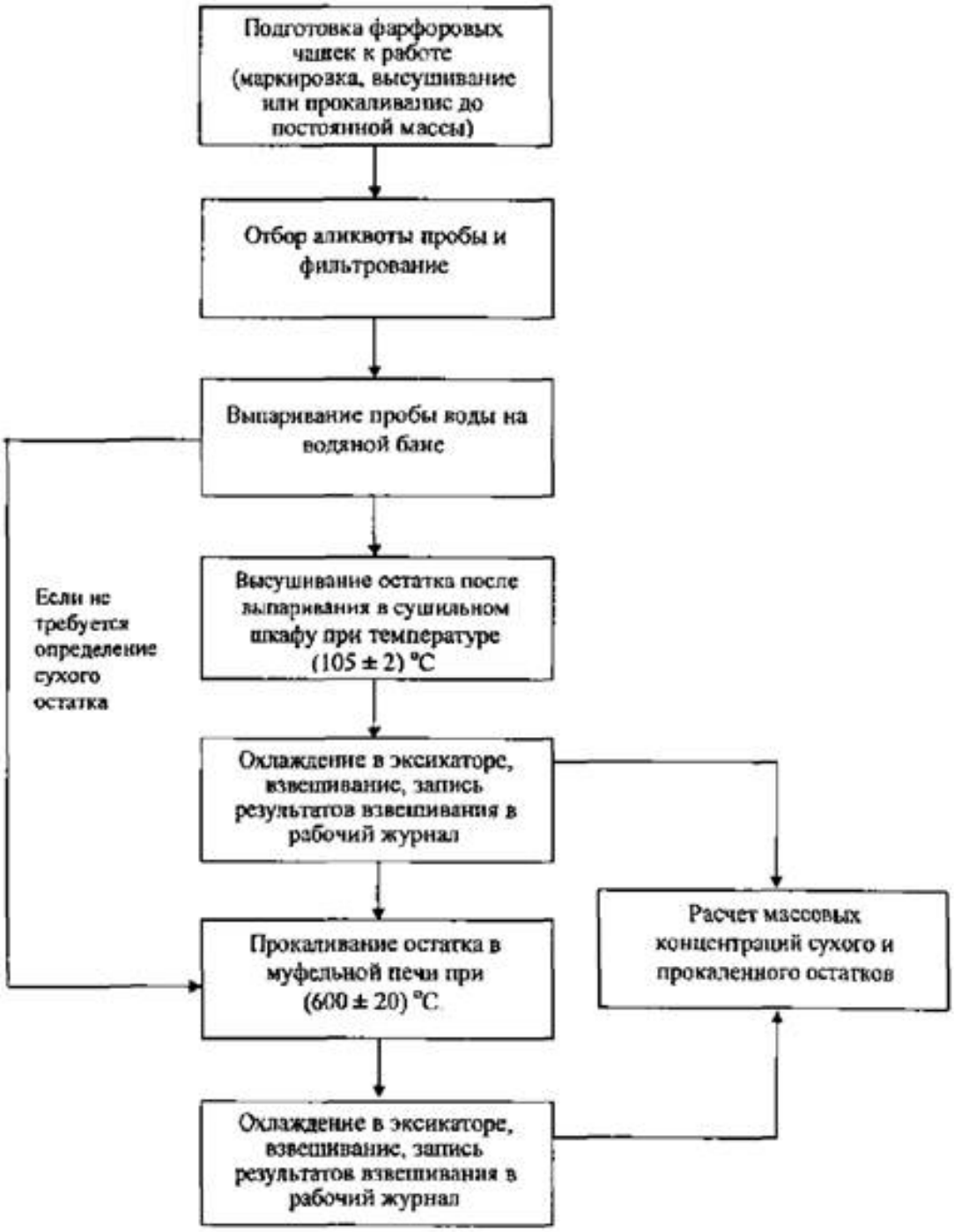
M_1 - масса чашки с высушенным остатком, г;

M_2 - масса пустой чашки, г;

V - аликвотная часть пробы воды, $см^3$;

10^6 - коэффициент пересчета единиц измерения $г/см^3$ в $мг/дм^3$.

Блок-схема выполнения анализа по определению сухого остатка.


Подготовка фарфоровых чашек к работе (маркировка, высушивание или прокаливание до постоянной массы)
Отбор аликвоты пробы и фильтрование
Выпаривание пробы воды на водяной бане
Высушивание остатка после выпаривания в сушильном шкафу при температуре (105 ± 2) °С
Если не требуется определение сухого остатка
Охлаждение в эксикаторе, взвешивание, запись результатов взвешивания в рабочий журнал
Прокаливание остатка в муфельной печи при (600 ± 20) °С
Расчет массовых концентраций сухого и прокаленного остатков
Охлаждение в эксикаторе, взвешивание, запись результатов взвешивания в рабочий журнал

Приложение 3

Методика определения жесткости воды комплексонометрическим методом

Приборы, основное оборудование и реактивы.

Весы лабораторные, pH-метр, колбы мерные, пипетки градуированные, бюретки, мерные цилиндры, колбы конические, вода дистиллированная, индикаторная бумага, плитка лабораторная.

Спирт этиловый, аммиак, кислота соляная.

Общая жесткость воды определяется:

$$Ж = \frac{M \cdot F \cdot K \cdot V_{ТБ}}{V_{ПР}}$$

где

M — коэффициент пересчета, равный $C_{ТБ}$,

где $C_{ТБ}$ — концентрация раствора трилона Б, моль/м3 (ммоль/дм3), (как правило M = 50);

F — множитель разбавления исходной пробы воды при консервировании (как правило F= 1);

K — коэффициент поправки к концентрации раствора трилона Б, рассчитанный по формуле (1);

$V_{ТБ}$ — объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование, см3;

$V_{ПР}$ — объем пробы воды, взятой для анализа, см3.

$Ж = \frac{Ж+Ж}{2}$

$|Ж_1 - Ж_2|$

$r = 0{,}1 \cdot Ж$

где r — предел повторяемости

$Ж_1$ и $Ж_2$ — результаты определений в °Ж.

Приложение 4

Методика определения окисляемости воды

Приборы, основное оборудование и реактивы.

Весы, бюретки, пипетки градуированные, дозаторы пипеточные, колбы мерные, цилиндры мерные, термометры жидкостные стеклянные, секундомер пробирки, водяная баня, плитка электрическая, шкаф сушильный.

Вода, дистиллированная, натрий щавелевокислый, калий марганцовокислый, серная кислота, щавелевая кислота.

В коническую колбу вносят определенное количество дистиллированной воды, добавляют рабочего раствора щавелевой кислоты и некоторое количество раствора серной кислоты. Смесь нагревают до кипения, снимают с плитки и через 2—3 мин титруют с использованием бюретки рабочим раствором перманганата калия до появления бледно розовой окраски, сохраняющейся в течение 30 с. Титрование проводят дважды и регистрируют объемы раствора перманганата калия, израсходованные на титрование. Если расхождение между двумя результатами титрования не превышает 0,05 см^3, то за результат титрования принимают среднее арифметическое из этих значений.

Перманганатную окисляемость в пересчете на атомарный кислород рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{(V_{\text{проб}} \cdot \text{К}M_nO_4 - VKM_nO_4) \cdot T_{\text{проб/опт}} \cdot 10^6 \cdot K_{\text{разб}}}{V_{\text{проб}} HO_4}$$

Приложение 5

Методика определения цветности методом фотометрии

Метод фотометрического определения цветности основан на измерении оптической плотности или коэффициента пропускания анализируемой пробы воды при фиксированной длине волны с последующим определением значения цветности по градуировочной характеристике, установленной для водных растворов шкалы цветности.

Приборы, основное оборудование и реактивы.

Спектрофотометр, кюветы, термометр жидкостный стеклянный, колбы мерные, пипетки, воронки лабораторные, устройство для фильтрования проб с использованием мембранных фильтров. Фильтры мембранные с порами, измерительные трубки, цилиндры мерные, кислота серная, вода дистиллированная, спирт этиловый ректификованный технический.

В начале опыта необходимо подготовка оптических кювет. Наружные и внутренние поверхности кювет тщательно очищают этиловым спиртом, ополаскивают дистиллированной водой и сушат на воздухе. Качество очистки оптических кювет контролируют следующим образом: две кюветы заполняют дистиллированной водой и измеряют значение оптической плотности или коэффициента пропускания одной кюветы относительно другой. Затем заполнял кюветы анализируемой воды и по полученной оптической плотности на калибровочном графике находят величину цветности в градусах.

Приложение 6

Методика определения pH воды при помощи pH-метра

Приборы, основное оборудование и реактивы.

pH-метр в комплекте с электродом стеклянным (в том числе твердоконтактным) и электродом сравнения любого типа, весы, термометр, цилиндр мерный, колба коническая, воронка лабораторная, стаканы, посуда стеклянная для хранения растворов, шкаф сушильный, электроплитка, калий хлористый, вода дистиллированная, натрий бромистый, фильтры бумажные.

Для определения pH воды я использовал потенциометрический методом. При измерении pH воды потенциометрическим методом используется система, состоящая из стеклянного электрода, потенциал которого зависит от концентрации (активности) ионов водорода, и вспомогательного электрода. Электродная система при погружении в пробу воды создает разность потенциалов, линейно зависящую от активности водородных ионов.

Электроды тщательно ополаскивают дистиллированной водой, удаляют остатки воды, промокая их фильтровальной бумагой, опускают в анализируемую пробу и через 3 мин (после установления постоянного значения) записывают показания прибора. Повторяют измерения через 1 мин. Значение pH рассчитывают, как среднее арифметическое из двух измерений, отличающихся не более, чем на ±0,06 единиц pH.

Обработка результатов и измерений. Результаты измерений pH в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta, \text{ где}$$

$\bar{X}$ - среднее арифметическое значение двух результатов измерения pH, разность между которыми не превышает предела повторяемости r (0,06 единиц pH);

$\pm\Delta$ - границы абсолютной погрешности измерения pH, единиц pH.

Абсолютные погрешности результатов измерений представляют числом, содержащим не более двух значащих цифр. Наименьшие разряды числовых значений результатов измерений принимают такими же, значений абсолютных погрешностей результатов измерений.

Приложение 7

Описание методики кресс-салатного теста

Повторность – трехкратная. Данные обрабатывают статистически, выражают в процентах к контролю.

1. В опытных чашках фильтровальную бумагу смочите 7 мл исследуемой воды, а в контрольных чашках – 7 мл дистиллированной воды. Проращивание производите при комнатной температуре.
2. Высейте в каждую чашку по 100 всхожих семян кресс-салата.
3. Чашки прикройте крышками и поместите на одни сутки в темноту.
4. Определите всхожесть семян в опытных чашках. При этом надо стремиться, чтобы подсчет всхожести совпал по времени, когда семена в контрольных чашках прорастут точно на 50%. Проросшим считается семя, у которого корешок прорвал семенную оболочку.
5. Вычислите среднюю всхожесть семян кресс-салата и выразите в процентах к соответствующей всхожести на дистиллированной воде, чистота которой принимается за 100%.

   Для количественного выражения токсического действия воды на всхожесть семян вычислите индекс токсичности по формуле:

$$J = В\ контроль - В\ опыт / В\ контроль,$$

где J – индекс токсичности, В контроль – всхожесть семян в контроле; В опыт – всхожесть семян в опытном варианте.

После вычисления средней всхожести семян и индекса токсичности определите степень загрязнения природной воды по Таблице 2.

Таблица 2. Показатели и критерии загрязнения воды

Показатели	Степень загрязнения			
	Загрязнение отсутствует	Слабое загрязнение	Среднее загрязнение	Сильное загрязнение
Всхожесть,%	90-100	65-90	30-65	<30
Токсичность	<0,1	0,1-0,35	0,36-0,7	>0,71