**VII Региональная научно-практическая конференция учащихся**

**«Природно-культурное и духовное наследие Пензенской области»**

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №225»**

**Секция: Исследовательские проекты**

***Использование метода турбидиметрического определения сульфат – ионов в локальном экологическом мониторинге***  *Исследовательская работа*

Выполнена ученицей 11А класса  
МБОУ “СОШ №225”  
г. Заречного  
Малявиной Марией Сергеевной

Научный руководитель -   
учитель химии   
МБОУ “СОШ №225”  
г. Заречного  
Гусятникова Наталья Евгеньевна

г. Пенза, 2020 год

**Оглавление**

1. Введение……………………………………………………………………………...….. 3-4
2. Глава 1. Откуда берутся сульфаты в коре деревьев и как они влияют на жизнедеятельность экосистемы? ..............................................................................5-6
3. Глава 2. Метод турбидиметрического определения сульфат-ионов………….……. 7-11
4. Заключение …………………………………………………………………………..... 12
5. Список литературы…………………………………………………………………........13

**Введение**

**Тема исследования “**Использование метода турбидиметрического определения сульфат – ионов в локальном экологическом мониторинге (на примере содержания сульфат - ионов в коре деревьев)”

**Объектом исследования** в данной работе является метод турбидиметрического определения сульфат-ионов.

**Изучаемое свойство объекта -** возможность использования данного метода в школьном экологическом мониторинге.

**Предмет исследования** - кора деревьев различных районов города Заречного.

**Актуальность исследования.** В связи с огромным увеличением численности населения в последние 4 столетия наблюдается быстрое развитие промышленности, массовое строительство, вырубка лесных массивов, расширение сети транспортных путей. Вследствие этого с каждым годом все сильнее ухудшается экологическая среда на нашей планете. Загрязнение окружающей среды - одна из глобальных проблем современности, бороться с которой предстоит человечеству еще очень долгое время. Уровень загрязнения окружающей среды влияет на физическое, психологическое здоровье людей, на их трудоспособность, определяет как естественный, так и искусственный прирост населения. Именно поэтому важно наблюдать и контролировать уровень загрязнения окружающей среды, следить за улучшениями и ухудшениями состояния “здоровья” нашей планеты и изучать их причины, чтобы разработать наиболее эффективные способы борьбы с этой проблемой. Для того, чтобы составить более детальное представление о загрязнении окружающей среды на сегодняшний день, нужно уделять больше внимания проведению локального экологического мониторинга (т.е. действующего в пределах населенных пунктов, промышленных центров, предприятий). Современные методы экологического мониторинга сложны, требуют покупки дорогостоящего оборудования, контроля специалистов и поэтому, разумеется, доступны далеко не всем. Наша исследовательская работа посвящена изучению метода турбидиметрического определения сульфат-ионов и возможности использования его в локальном экологическом мониторинге.

Итак, **целью нашего исследования** является изучение возможности использования метода турбидиметрического определения сульфат-ионов в локальном экологическом мониторинге.

Цель исследования обуславливает решение следующих **задач:**

* овладеть методикой турбидиметрического определения сульфат-ионов;
* провести эксперимент по определению содержания сульфатов в коре деревьев различных районов города Заречного;
* сравнить уровень содержания сульфат-ионов в коре деревьев различных районов;
* дать оценку возможности использования данного метода в локальном экологическом мониторинге.

**Практическое значение работы** состоит во внедрении метода турбидиметрического определения сульфат-ионов в школьный экологический мониторинг г. Заречного.

**Гипотезы:**

1. выявив количественное содержание сульфатов в коре деревьев, мы сможем дать объективную оценку общему состоянию окружающей среды определенной территории.
2. если правильно провести лабораторный эксперимент, то определить количество сульфатов в растворе можно будет и визуально, без измерения оптической плотности.

**Основные методы исследования:**

1. **Эмпирические:** сравнение
2. **Экспериментально-теоретические:** лабораторный опыт, логика.
3. **Теоретические:** формализация, анализ

**Глава 1 .**  
**Откуда берутся сульфаты в коре деревьев и как они влияют на жизнедеятельность экосистемы?**

Мы старались подобрать такую характеристику, по которой можно было бы дать оценку состоянию экологической среды на определенной местности в целом, то есть содержание такого вещества, которое оказывало бы прямое воздействие на жизнедеятельность всех живых организмов, а так же на совокупность абиотических факторов (состояние почвы, воздушной, водной сред и т.д.). Именно такой универсальной характеристикой оказалось количественное содержание сульфатов в коре деревьев.

Изучив теоретический материал по данной теме, мы выяснили, что:

* При сжигании угольного топлива, нефти и природного газа, а также при выплавке металлов и производстве серной кислоты в атмосферу в больших количествах выделяется оксид серы (IV). [[15]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1) SO2 - бесцветный токсичный газ. Диоксид серы пагубно влияет на растения, так как проникает в лист и вступает в реакцию с магнием, входящим в состав хлорофилла, вызывает распад хлорофилла и гибель растения. [[11]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)
* В богатой кислородом среде диоксид серы окисляется до оксида серы (VI).  
  2SO2+O2=2SO3  
  SO3 - легколетучая токсичная бесцветная жидкость. Сама по себе не представляет опасности [[14]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1), но огромное воздействие на состояние окружающей среды оказывает ее продукт -
* Серная кислота. Образуется путем растворения трёхокиси серы в воде  
  SO3+H2O=H2SO4  
  Конечным продуктом реакции является аэрозоль серной кислоты в воздухе, раствор в дождевой воде (в облаках). Выпадая с осадками, она подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей людей и животных, скрыто угнетающе воздействует на здоровье человека, вызывает некроз растений.[[12]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1) К счастью, всеобщая гибель предотвращается почвой, которая не только фильтрует через себя дождевую воду, но и химически очищает ее, обменивая катионы Н+ на катионы натрия и калия.[[11]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)Происходит повышение растворимости и последующее вымывание из почвы важных минеральных веществ (содержащих ионы Ca2+, Mg2+, K+), стимулирующих рост и развитие растений.[[14]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)  
  H2SO4+CaCO3=CaSO4+CO2+H2O  
  Однако ионообменная способность почвы не беспредельна - при падении pH ниже 4, происходит ее закисление. Закисление отрицательно влияет на структуру, агрегатное состояние почвы, угнетает почвенную микрофлору, вызывает гибель растений, животных организмов (рыб, земноводных, насекомых).
* Особенность кислотных дождей - их отдаленность от места выброса оксидов серы и привязка к определенным географическим зонам. [[14]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)Это связано с тем, что превращение оксидов серы протекает сравнительно медленно, а выбросы заводских труб относятся ветрами. Ареал распространения аэрозоля серной кислоты около 250-300 км. [[8,9]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)Но клетки коры растений в процессе транспирации способны задерживать оксиды серы. Таким образом, на территории, наиболее близкой к месту выброса токсичных веществ, концентрация сульфат-ионов в коре растений гораздо выше, чем в коре растений, относительно удаленных от загрязнителя.[[8,14]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)

Гипотеза подтвердилась: на основе всего вышесказанного мы можем утверждать, что, выявив количественное содержание сульфатов в коре деревьев, мы сможем дать объективную оценку общему состоянию окружающей среды определенной территории.

**Глава 2.**  
**Метод турбидиметрического определения сульфат-ионов**

**Турбидиметрия** (от [лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA)*turbidus* - мутный) — [количественный анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7) состава и свойств веществ, основанный на измерении интенсивности света определённой длины волны, прошедшего через кювету, содержащую коллоидный раствор, чаще всего через суспензию, образованную частицами определяемого вещества. Метод используется в химии для определения количества веществ, выпавших в осадок. [[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1).

Мы использовали метод турбидиметрии для определения концентрации сульфат-ионов. Данный метод выбирают в случаях, если вещество невозможно определить фотометрически, то есть для него неизвестны цветные реакции.[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)

Сульфат бария отвечает следующим требованиям к продукту:

* продукт практически нерастворим
* продукт реакции находится в виде суспензии (осадок выпадает не мгновенно). [[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)

Мы предположили, что если правильно провести лабораторный эксперимент, то определить количество сульфатов в растворе можно будет и визуально, без измерения оптической плотности.

В основу предложенной нами методики легла методика определения количества сульфатов Н.В. Терехиной[[13]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1), которую мы дополнили и исправили в соответствии с изученной научной литературой[[1-7]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)

**Методика проведения лабораторного опыта. Ход работы**:

1. Снятие проб. Приготовление вытяжки коры.

Приборы и материалы: нож, стаканчики, кофемолка электрическая, весы технические, колбы с резиновыми пробками, мензурка, дистиллированная вода.

* + Произвести отбор проб с разных деревьев приблизительно одного возраста, произрастающих на одной территории (состругать её толщиной 2-3 мм на высоте примерно 1-1,5 м). Мы сняли смешанную пробу с деревьев разных видов, а именно: с липы, березы, тополя, клена, взятых в равных соотношениях по массе, с 4-х районов города Заречного: ЦПКиО “Заречье” (проба №1), парк имени М.Ю. Лермонтова (проба №2), территория, близкая к ПО “Старт” (проба №3), микрорайон Озёрский (проба №4).
  + Очистить кору от пыли и лишайников, высушить в течение одного месяца, измельчить с помощью кофемолки.
  + Отмерить 2 г измельченной коры на технических весах, залить 20 мл дистиллированной воды, настаивать в течение суток в закрытых колбах.
  + Отфильтровать настоянные взвеси с помощью воронки и фильтровальной бумаги, прилить к полученному раствору 20 мл дистиллированной воды.

1. Построение калибровочной шкалы

Приборы и материалы: электронные весы, литровая емкость, 100 и 50 мл колбы, мензурка, K2SO4, BaCl2, дистиллированная вода, колориметр.

Примечание: BaSO4 - малорастворимая соль: хоть и медленно, но она будет диссоциировать. Поэтому калибровочной шкалой стандартов можно пользоваться в течение 2х часов.

* + Для дальнейшего проведения эксперимента нужно приготовить раствор известной концентрации сульфат-ионов. Приготовим раствор с концентрацией сульфат-ионов равной 1000мг/л (раствор №1): для этого нужно отмерить 1,81 г K2SO4 на электронных весах и растворить в 1 л дистиллированной воды.  
    Расчёты: m(SO4 2-)=1 г, следовательно n(SO4 2-)=1/96 моль=0,01042моль  
    n(SO4 2-) = n(K2SO4)=0,01042моль, так как 1 моль сульфата калия при диссоциации дает 1 моль сульфат-анионов. Следовательно m (K2SO4)=0,01042\*174 г=1,81г.
  + В колбу 100 мл набрать 10 мл раствора №1, долить до 100 мл дистиллированной водой. Концентрация сульфат-анионов полученного раствора №2 = 100 мг/л.
  + Взять 15 колб по 50 мл. Добавить в колбы №1-15 соответственно 1 мл, 2 мл, 3 мл, 4 мл, 5 мл, 6 мл, 7 мл, 8 мл, 9 мл, 10 мл, 11 мл, 12 мл, 13 мл, 14 мл, 15 мл раствора №2. Концентрации сульфат-анионов в полученных растворах соответственно равны 2 мг/л, 4 мг/л, 6 мг/л, 8 мг/л, 10 мг/л, 12 мг/л, 14 мг/л, 16 мг/л, 18 мг/л, 20 мг/л, 22 мг/л, 24 мг/л, 26 мг/л, 28 мг/л, 30 мг/л.
  + Добавить в каждую колбу по 2 мл 5% раствора хлорида бария (качественными реактивами на сульфат-анион являются растворимые соли бария К2SO4+BaCl2= BaSO4+2КCl). Разная степень помутнения раствора свидетельствует о разной концентрации сульфатов.
  + Измерить оптическую плотность растворов калибровочной шкалы на колориметре COL-BTA (**λ=430 нм)**. Результаты измерений занесем в таблицу.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № колбы | Концентрация сульфат-ионов (мг/л) | Оптическая плотность |
| 1 | 2 | 0,048 |
| 2 | 4 | 0,084 |
| 3 | 6 | 0,116 |
| 4 | 8 | 0,145 |
| 5 | 10 | 0,171 |
| 6 | 12 | 0,203 |
| 7 | 14 | 0,239 |
| 8 | 16 | 0,271 |
| 9 | 18 | 0,305 |
| 10 | 20 | 0,333 |
| 11 | 22 | 0,370 |
| 12 | 24 | 0,401 |
| 13 | 26 | 0,437 |
| 14 | 28 | 0,465 |
| 15 | 30 | 0,498 |

1. Ход анализа пробы

Приборы и материалы: колбы, BaCl2, HCl (однонормальная), мензурка, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, воронка, пипетка, колориметр, pH-метр, универсальные индикаторные полоски.

* + Измерить pH растворов с помощью pH-метра и универсальных индикаторных полосок (на кору деревьев сульфат-анионы попадают в составе аэрозоля серной кислоты, а значит: чем выше кислотность полученной вытяжки, тем больше сульфатов в ней)[[11]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)
  + Добавить 1-2 капли однонормальной соляной кислоты. (Возможность осаждения хлоридом бария других анионов (карбонатов, фосфатов, сульфитов) устраняется при подкислении пробы)[[5]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1).
  + 5 мл фильтрата поместить в колбу на 50 мл, долить дистиллированной водой до метки. Прилить к растворам 2 мл 5% раствора BaCl2. Полученный раствор взболтать и настоять в течение 5 мин[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F#cite_note-1).
  + Сравнить степень помутнения растворов с калибровочной шкалой визуально.
  + Измерить оптическую плотность на колориметре. Сравнить степень помутнения растворов с калибровочной шкалой по оптической плотности.
  + Результаты измерений и расчетов занести в таблицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Проба | №1 | №2 | №3 | №4 |
| Место снятия пробы | ЦПКиО “Заречье” | Парк имени М.Ю. Лермонтова | Микрорайон Озёрский | Территория близкая к ПО “Старт” |
| Соответствующая колба калибровочной шкалы (определенная визуально) | №8 | №8 | №10 | №9 |
| Оптическая плотность | 0,265 | 0,3 | 0,327 | 0,291 |
| Соответствующая колба калибровочной шкалы (определенная по оптической плотности) | №8 | №9 | №10 | №9 |
| Значение pH(определенный по pH-метру) | 5,75 | 5,98 | 5,54 | 5,3 |
| Значение pH(определенное по универсальным индикаторным полоскам) | 6 | 6 | 6 | 5 |
| Концентрация сульфатов (в растворе) | 16 мг/л | 18 мг/л | 20 мг/л | 18 мг/л |
| Концентрация сульфатов (в сухом веществе) | 0,32 | 0,36 | 0,4 | 0,36 |

По результатам исследования, представленным в таблице, видно, что наибольшее количество сульфатов содержится в коре деревьев, произрастающих в микрорайоне Озёрский. Равные концентрации сульфатов в пробах, снятых в парке имени М.Ю. Лермонтова и на территории близкой к предприятию. Наименьшее количество сульфатов в коре деревьев, растущих в ЦПКиО “Заречье”. Знание количества сульфатов, содержащихся в коре деревьев позволяет сделать вывод об общем состоянии экологической среды: наиболее благоприятной для проживания с точки зрения экологии из всех исследуемых районов является центр города (ЦПКиО), наименее благоприятной - микрорайон Озерский.

Значение pH в вытяжке всех проб приблизительно равно 6, значит, среда растворов слабокислая. Понижение pH соответствует повышению концентрации сульфатов.

Гипотеза подтвердилась: показатели строки таблицы "Соответствующая колба калибровочной шкалы, определенная визуально" и "Соответствующая колба калибровочной шкалы, определенная по оптической плотности" почти везде равные. А значит, определение количества сульфатов в коре деревьев можно проводить и без использования специального оборудования (без колориметра).

Итак, метод визуального различения степени помутнения растворов эффективен для использования в локальном экологическом мониторинге, так как

* прост в использовании;
* дает достаточно точные результаты для последующего сравнительного анализа;
* вполне безопасен;
* не требует покупки дорогостоящего оборудования;
* доступен в любое время года на любой территории, на которой произрастают древесные растения.

**Заключение.**

В ходе исследования мы

* составили методику турбидиметрического определения сульфат-ионов;
* провели эксперимент по определению содержания сульфатов в коре деревьев различных районов города Заречного;
* сравнили уровень содержания сульфат-ионов в коре деревьев различных районов города;
* определили, что метод визуального различения степени помутнения растворов, проведенный по аналогии с турбидиметрическим определением количества сульфат-ионов в коре деревьев можно применять в локальном экологическом мониторинге.
* подтвердили гипотезы:
  1. на основе знания количественного содержания сульфатов в коре деревьев можно сделать объективный вывод об общем состоянии окружающей среды определенной территории.
  2. определение количества сульфатов в коре деревьев можно проводить и без использования специального оборудования.

Разумеется, эта работа - лишь первый шаг в изучении экологической среды нашего города. Мы планируем использовать её результаты в дальнейших исследованиях и надеемся, что в следующем году мы сможем привлечь к участию в школьном экологическом мониторинге большее количество людей, выявить новые доступные способы изучения экологической среды нашего города и, таким образом, создать более полную экологическую картину Заречного. Так же исследования школьников впоследствии могут использовать различные институты, работающие над решением экологической проблемы в России.

**Список литературы**

1. Г.Н. Амелина, Л.А. Леонова “Нефелометрия и турбидиметрия” (Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам “Методы аналитического контроля производств материалов современной энергетики” для студентов специальности “Химическая технология материалов современной энергетики” и “Физические и химические методы анализа ядерных материалов”, для бакалавров направления “Ядерные физика и технологии”) Издательство Томского политехнического университета, 2015
2. М.И. Лебедева "Аналитическая химия" ГОУ ВПО "ТГТУ", 2008
3. В.П. Васильев. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов – М.: Дрофа, 2004ю – 416 с.
4. В.П. Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач: пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2004. – 318 с.
5. И.В. Тикунова, Н.А. Шаповалов, А.И. Артеменко. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа:Учебное пособие –М.: Высшая школа,2006.– 208 с.
6. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир - 1994. 268 с.
7. Е.Н. Гаранина. Качество лабораторного анализа. Факторы, критерии и методы оценки. – М.: ТОО»Лабинформ» - 1997. – 192 с.
8. И.В. Якунина, Н.С. Попов. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. Тамбов, Издательство ТГТУ, 2009
9. Ю.А. Севрук. Методы экологических исследований: сборник методических материалов / Эколого-просветительский центр «Заповедники». М.: Журнал «Исследовательская работа школьников», 2006.
10. Артамонов В.И. "Растения и чистота живой природы"
11. Школьник М.Я. "Микроэлементы в жизни растений"
12. Черновица И.А. "Биохимия и физиология микроэлементов"
13. Терехина Н.В. "Методика определения концентраций сульфатов в корке древесных растений (eco.nw.ru - Сайт межрегионального общественного экологического движения "Гатчина-Гатчинский район-Санкт-Петербург- Кронштадт" (программа "Школьная экологическая инициатива"))
14. icolog.ru
15. vsebiology.ru