Министерство образования и науки Республики Бурятия

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования

«Ресурсный эколого-биологический центр Республики Бурятия»

**Применение методов гравиметрии и биоиндикации**

**при анализе загрязнения окружающей среды**

Выполнил:

Садакпаева Аяна Жолдыбековна,

Ученица 7 класса

учащаяся Объединения «Юные экологи»

Руководитель:

Тирских Наталья Николаевна,

педагог дополнительного образования

ГБУ ДО РЭБЦ РБ

г.Улан-Удэ

2022 г.

Оглавление

|  |  |
| --- | --- |
| Введение ………………………………………………………………… | 3 |
| 1. Методика исследования ……………..……………………………… | 5 |
| 1.1. Растения, как индикатор запыленности воздуха ………………… | 5 |
| 1.2. Материалы и методы исследования ………….……………………. | 5 |
| 2. Результаты исследований и их обсуждение …………………….…. | 8 |
| 2.1. Определение степени загрязнённости воздуха гравиметрическим методом ………………………………………………………………….. | 8 |
| * + 1. Определение твердых взвесей на смывах растений (запыленность воздуха) ……………………………………………. | 8 |
| * + 1. Определение динамики и скорости осаждения пыли ………….. | 8 |
| * 1. Определение степени запыленности (твердых взвесей) воздуха методом биоиндикации ……………………………………………. | 11 |
| Выводы…………………………………………………………………… | 12 |
| Заключение ………………………………………………………………. | 12 |
| Список использованной литературы…..……………………………….. | 13 |
|  |  |

**Введение**

Запыленность воздуха – это масса частиц, присутствующих в единице объема воздуха. Твердые частицы, содержащиеся в атмосфере, могут классифицироваться следующим образом:

- крупные частицы, диаметром в среднем 20 мкм;

- полутонкая пыль, диаметром от 0,1 до 5 мкм.

- тонкая (микроскопическая) пыль, диаметром менее 0,001 мкм.

Атмосферные частицы в большинстве своем имеют диаметр от 0,1 до 5 мкм [2].

Запыленность воздуха является одной из самых распространенных проблем современности. Почти все производственные процессы связаны с выделением пыли: производство цемента, обработка металла или дерева, подготовка топлива и многое другое. Поэтому проблема загрязненности атмосферного воздуха наиболее актуальна для урбанизированных территорий. Так, уровень загрязнения атмосферы считается высоким в каждом десятом городе РФ, с общей численностью проживающих более 50 млн. человек (порядка 1/3 всех жителей России). Высокая запыленность воздуха промышленных городов оказывает отрицательное воздействие на интенсивность солнечной инсоляции, приводит к обострению бронхо-легочных заболеваний, в том числе астмы. В связи с этим важнейшей проблемой современности является охрана атмосферного воздуха от загрязнений, в том числе промышленными выбросами. В большинстве случаев охрана атмосферного воздуха сводится к очистке газов перед их выбросом в атмосферу с использованием пылеочистных устройств.

В 2000 году был введен в действие ГОСТ Р 17.0.0.06-2000 ‹‹Охрана природы. Экологический паспорт природопользователя. Основные положения. Типовые формы››. Экологический паспорт предприятия представляет собой комплекс данных, отражающих уровень использования предприятием природных ресурсов и степень его воздействия на окружающую среду. Экологический паспорт составляется всеми хозяйствующими субъектами независимо от форм собственности, подчиненности, организационно-правовой формы. За нарушения природоохранного законодательства предприятия должностные лица, юридические лица, а также простые граждане РФ могут быть наказаны и оштрафованы.

**Актуальность.** В последние годы, наряду с изменениями климата, происходит значительное увеличение антропогенной нагрузки на природные и урбанизированные экосистемы. Загрязнение атмосферы городов – одна из самых распространенных проблем в настоящее время[6]. Воздух городов наполнен пылью, сажей, аэрозолями, дымом, твердыми частицами и т.д. Основные источники загрязнения атмосферы в городах – автотранспорт и промышленные предприятия.

**Цель:** Определить степень загрязненности воздуха города Улан-Удэ методами гравиметрии и биоиндикации.

**Задачи:**

1. Определить степень загрязнённости воздуха гравиметрическим методом.
2. Определить степень запыленности (твердых взвесей) воздуха методом биоиндикации.
3. Проанализировать запылённость воздуха на исследуемых участках в зимнее и летнее время года.

**Методы исследования:**

1. Гравиметрические (взвешивание);
2. Биоиндикация (проращивание семян сельскохозяйственных культур);
3. Статистические.

**Оборудование:** одноразовый стакан объемом 500 мл, мерный стакан объемом 100 мл, воронка, фильтры обеззоленные, портативные весы МН-Series (производство Китай), листья Ильма (лат. Úlmus), семена огуречной культуры сорт «Маша», чашки Петри, ватные диски.

1. **Методика исследования**
   1. **. Растения как индикатор загрязненности воздуха**

Существуют различные способы выявления и оценки уровня загрязнения окружающей среды. В последние десятилетия экологами все часто применяется эффективный способ мониторинга состояния воздушной среды – **биоиндикация**. Актуальность биоиндикации обусловлена простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды.

Лучшим объектом оценки антропогенных воздействий являются растения. Так как растения в течение всей своей жизни привязаны к одной территории и подвержены влиянию почвенной и воздушной сред. Поэтому они наиболее полно отражают весь комплекс отрицательных воздействий на экосистему. В качестве биоиндикаторов используются растения, которые типичны для данных условий, имеют высокую численность и наиболее чутко реагируют на загрязнение воздуха. Особый интерес с этой точки зрения представляют деревья.

Древесные растения в городских ландшафтах выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, ионизацией воздуха, формированием своеобразного микроклимата, а также играют санитарно-гигиеническую роль, поглощая токсичные газы и накапливая вредные вещества. Зеленые насаждения, произрастающие в городах, испытывают на себе постоянное отрицательное влияние техногенного загрязнения.

Естественная растительность в городах образует важный и очень необходимый барьер на пути пылевых потоков, которые фильтруются через кроны деревьев, при этом листовые пластинки осаждают часть пыли на своей поверхности. Осаждению способствуют и густота крон, и слегка липкая или слегка ворсистая поверхность листа. Поэтому в конце лета на листовой пластине под микроскопом или даже лупой можно обнаружить частицы самого различного происхождения: это и продукты распыления почв, частицы снашивания автомобильных шин, и обычная сажа.

Наиболее чувствительными к загрязнению окружающей среды органами древесных растений являются листья, на которых оседает пыль, а под влиянием различных загрязнителей атмосферы в листьях происходят морфологические изменения (появление асимметрии, уменьшение площади листовой пластины).

* 1. **Материалы и методы исследования**

Исследование разделили на два этапа:

1. Определение запыленности воздуха (объект исследования) по листовым пластинкам Ильма;
2. Определение загрязненности воздуха (зимних осадков) методом биоиндикации.

Оборудование: одноразовый стакан объемом 500 мл., мерный стакан объемом 100 мл, воронка, фильтры обеззоленные, портативные весы МН-Series (производство Китай), листья Ильма, семена огурца, чашки Петри, ватные диски.

**I этап: Определение запыленности воздуха по листовым пластинкам Ильма**

В качестве предмета исследования был выбран Ильм ([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) *Úlmus*), вяз приземистый - массовый вид озеленительной растительности в городе Улан-Удэ.

Листья собирали в 3 точках города: РЭБЦУ (северо-восточная часть города), остановка Стрелка (восточная точка города) и остановка Стеклозавод (северо-западная точка города).

Сбор материала для исследования проводился в начале сентября, после завершения роста листьев.  Выбрали 5 деревьев одной породы. Для анализа использовались средневозрастные растения – высотой не менее 2 метров. Образцы листьев брали на высоте 1,5-2 м со стороны кроны, обращенной к автотрассе. С каждой точки отбирали по 5 проб, в каждой пробе по 10 листьев. Листья собирали после семи дней без осадков.

Используя методику определения запыленности воздуха по листьям деревьев оценивали количество твердых взвесей в воздушной среде [2]. Листья помещали в чистые стаканчики объемом 500 мл. Затем листья заливали дистиллированной водой, тщательно смывали пыль с поверхности листьев. Далее полученную воду отфильтровывали при помощи обеззоленных фильтров. Затем фильтры высушивали и взвешивали. Данные заносили в таблицу. Масса чистого обеззоленного фильтра – 0,045 грамм.

Далее по формулам расчитывали площадь листьев:

**Определение площади обмытых листьев:**

S =  (дм2), где М1 – масса бумаги, вырезанной по контурам 5 листьев, М2 – масса 1дм2 бумаги, П – количество обмытых листьев.

**Определение средней скорость осаждения пыли за сутки (в г/м2 в сутки):**

Определяли сколько пыли осаждается на 1 м2 поверхности листвы, затем среднюю скорость осаждения пыли за сутки (в г/м2 в сутки) по следующей формуле:

V = ? , где m – масса пыли, S – поверхность обмытых листьев в дм2, t – время осаждения пыли (сутки).

**II этап: Определение загрязненности воздуха (зимних осадков) методом биоиндикации**

Объект исследования загрязненности воздуха в зимний период – осадки – снег. В качестве предмета исследования была выбрана сельскохозяйственная культура – семена огурцов сорта Маша.

Использовали метод биотестирования, т.е. определения качества окружающей среды с помощью живых организмов. В качестве организма-индикатора мы выбрали семена огурца, т.к. семена этих растений быстро прорастают. В качестве показателей жизнеспособности растения учитывали всхожесть семян и качество ростков (деформации). Сравнительная оценка показателей роста и развития семян позволяет оценивать степень воздействия загрязненности снега.

Снег собирали в 3 точках города: РЭБЦ РБ (северо-восточная часть города), остановка «Стрелка» (восточная точка города) и остановка «Стеклозавод» (северо-западная точка города).

Снег растапливали при комнатной температуре. Талую воду использовали для проращивания семян огурцов – по 10 шт. в каждой пробе талой воды. Пометили их номерами. Наблюдали прорастание семян в течение 6 дней, добавляя, по мере высыхания, талую воду.

Огурец, как биоиндикатор удобен, тем, что действие проращивание происходит в короткие сроки, культура отзывчива на внешние факторы.

**2. Результаты исследований и их обсуждение**

* 1. **Определение степени загрязнённости воздуха гравиметрическим методом**
     1. **Определение твердых взвесей на смывах растений (запыленность воздуха)**

В ходе изучения смыва твердых взвесей с листьев растений, собранных в 3 разных точках города, установлена степень загрязненности воздуха (таблица 1).

Таблица 1. Определение загрязненности воздуха с помощью обмыва растений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точки отбора проб | Повторность | Масса фильтра, гр. | Масса пыли,гр. |
| РЭБЦУ | 1 | 0,057 | 0,012 |
| 2 | 0,056 | 0,011 |
| 3 | 0,054 | 0,009 |
| 4 | 0,054 | 0,009 |
| 5 | 0,053 | 0,008 |
| **Итого** | **0,274** | **0,049** |
| Остановка Стрелка | 1 | 0,069 | 0,024 |
| 2 | 0,072 | 0,027 |
| 3 | 0,068 | 0,023 |
| 4 | 0,066 | 0,021 |
| 5 | 0,067 | 0,022 |
| **Итого** | **0,342** | **0,117** |
| Остановка Стеклозавод | 1 | 0,063 | 0,018 |
| 2 | 0,068 | 0,023 |
| 3 | 0,067 | 0,022 |
| 4 | 0,059 | 0,014 |
| 5 | 0,061 | 0,016 |
| **Итого** | **0,318** | **0,093** |

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что самым пыльным районом из трех выбранных точек, является остановка Стрелка, где на 0,024 гр больше количества пыли, чем на остановке Стеклозавод и на 0,068 гр – чем в РЭБЦУ.

* + 1. **Определение динамики и скорости осаждения пыли**

Для изучения динамики и скорости осаждения пыли были проведены следующие расчеты.

1. *Рассчитали поверхность обмытых листьев по формуле:*

S = М1\*П1

5М2

Где М1 – масса бумаги, вырезанной по контуру 5 листьев

М2 - масса 1дм² бумаги

П1 – количество обмытых листьев.

1. *Количество пыли, осаждающейся на 1 м²:*

ms = m\*1000

S

где m – масса пыли

S - поверхность обмытых листьев.

1. *Далее вычисляем среднюю скорость осаждения пыли за сутки*:

V = m\*100 /S\*t,

где V – средняя скорость осаждения пыли;

m – масса пыли;

S– поверхность обмытых листьев;

t – время осаждения пыли (сутки - 24 часа)

**1 точка сбора проб – ГБУ ДО РЭБЦ РБ:**

*1. Поверхность обмытых листьев:*

0.056\*5 2,8

S = ----------- = ----------- = 0,69 дм²

5\*0,81 4,05

*2. Количество пыли, осаждающейся на 1 м²:*

ms = 0,049\*1000/0,69 = 71 мг = 0,071 гр/ м²

*3. Средняя скорость осаждения пыли за сутки*:

V= 0.049\*100/0.69\*24= 4.9/16,56=0,3 г/м²/сут =

= 0,3/24=0,001 г/м²/час

**2 точка сбора проб – остановка автотранспорта «Стрелка»:**

1. *Поверхность обмытых листьев:*

0,63\*5 3,15

S = ----------- = ----------- = 0,78 дм²

5\*0,81 0,405

1. *Количество пыли, осаждающейся на 1 м²:*

0,117\*1000/0,78=150 мг=0,15 гр/ м²

1. *Средняя скорость осаждения пыли за сутки*:

V= 0.117\*100/0.76\*24= 11,7/18,24=0,6 г/м²/сут =

= 0,6/24=0,02 г/м²/час

**3 точка сбора проб – остановка автотранспорта «Стеклозавод»:**

*1. Поверхность обмытых листьев:*

0.65\*5 0,325

S = ----------- = ----------- = 0,8 дм²

5\*0.81 0.405

*2. Количество пыли, осаждающейся на 1 м²:*

0,093\*1000/0,8=116мг=0,11 гр/ м²

*3. Средняя скорость осаждения пыли за сутки*:

V= 0.093\*100/0.8\*24= 9,3/19,2=0,5 г/м²/сут =

= 0,5/24=0,002 г/м²/час

Обобщающие данные по степени загрязненности воздуха в разных точках города Улан-Удэ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Количество и динамика осаждения пыли на листьях растений в разных точках города Улан-Удэ.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Точка отбора проб** | Количество пыли, осаждающейся на 1 м², г/ м² | Средняя скорость осаждения пыли за сутки, г/м²/час | Средняя скорость осаждения пыли за сутки, г/м²/сут |
| РЭБЦ РБ | 0,071 | 0,001 | 0,3 |
| Остановка «Стрелка» | **0,15** | **0,003** | **0,6** |
| Остановка «Стеклозавод» | 0,11 | 0,002 | 0,5 |

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что наиболее загрязненным участком является Точка №2 – остановка автотранспорта «Стрелка», а наименее запыленным – точка №1 РЭБЦ РБ. Точка №2 – район «Стрелка» – является крупнейшим пересечением автомагистралей города.

Точка №1 – район РЭБЦ РБ – наиболее озелененная окраина города с преобладанием частного сектора. Точка №3 – район «Стеклозавод» – район города со смешанной застройкой, но с железнодорожной ветвью федерального значения. Таким образом, примененные методы определения запыленности воздуха с помощью смыва листьев растений, являются адекватными методами изучения степени загрязнения воздуха.

Рекомендуется озеленение и другие способы по снижению нагрузки загрязнения воздуха в районах «Стрелка» и «Стеклозавод» города Улан-Удэ.

* 1. **Определение степени запыленности (твердых взвесей) воздуха методом биоиндикации.**

Исследовали прорастаемость семян в образцах талой воды (снег) с 3 разных точек города. Степень загрязнения определяли согласно уровням загрязнения по Ашихминой Т.Я. [2].

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения:

1. **Загрязнение отсутствует.**

Всхожесть семян достигает 90-100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные.

2. **Слабое загрязнение.**

Всхожесть 60-90%. Проростки нормальной длины, крепкие, ровные.

3. **Среднее загрязнение.**

Всхожесть 20-60%. Проростки тонкие, короткие. Некоторые проростки имеют деформации.

4. **Сильное загрязнение.**

Всхожесть семян менее 20%. Проростки мелкие и с наличием деформаций.

Результаты наблюдений по каждому из исследуемых участков представлены в таблице 3.

Таблица 3. Степень всхожести семян в талой воде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Точка отбора проб** | **Проба № 1**  **РЭБЦ РБ** | | | **Проба № 2**  **Остановка «Стрелка»** | | | | **Проба № 3 Остановка «Стеклозавод»** | | |
| Повторности | **1** | **2** | **3** | | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| Количество проростков из 4 семян | 3 | 4 | 4 | | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Итого | 11 | | | 7 | | | | 8 | | |
| Степень всхожести, % | **91,6** | | | 58,3 | | | | 66,6 | | |
| Уровень  загрязнения | Слабое загрязнение | | | Среднее загрязнение | | | | Слабое загрязнение | | |

Высокая всхожесть семян выявлена в пробе №1 РЭБЦ РБ – 93,3%. Можно сделать вывод об отсутствии загрязнения в этом районе. Слабое загрязнение в районе «Стеклозавод» и сильное загрязнение в районе остановки «Стрелка».

Всхожесть семян сельскохозяйственной культуры в талой воде с разных участков города соотносится с данными запыленности воздуха, определенными гравиметрическими методами в ходе 1 этапа исследования.

**Выводы**

1. Установлена с помощью методов гравиметрии высокая степень запыленности на Остановке автотранспорта «Стрелка», где масса пыли составила 0,117 гр. На втором месте – остановка автотранспорта «Стеклозавод» – 0,093 гр. Наименее запыленная – РЭБЦ РБ – масса пыли составляла 0,049 гр.
2. Определено, что количество твердых взвесей, осаждающихся на 1м² на Остановке «Стрелка», превышает показатели на двух других исследуемых точках и составляет – 0,15 гр/м²; в РЭБЦ РБ – 0,071 гр/м² и на остановке «Стеклозавод» – 0,11 гр/м². Средняя скорость осаждения пыли за сутки на остановке «Стрелка» – 0,6 г/м²/сут, на остановке «Стеклозавод» – 0,5 г/м²/сут и в РЭБЦ РБ – 0,3 г/м²/сут.
3. Выявлена высокая всхожесть семян в пробе №1 РЭБЦ РБ – 93,3%, что соответствует сниженному загрязнению воздуха. Показано слабое загрязнение в районе «Стеклозавод» и сильное загрязнение в районе остановки «Стрелка» с помощью биоиндикаци.

**Заключение**

С помощью методов гравиметрии и биоиндикации мы исследовали степень загрязненности воздуха в летнее и зимнее время на определенных участках города и результаты по двум разным методам совпали. Это подтверждает их результативность и возможность широкого использования для диагностики загрязнённости различных участков населённых пунктов как в тёплое, так и в холодное время года.

Мы планируем продолжить исследования и с помощью этих методов составить карту запылённости г. Улан-Удэ и его пригородов.

**Литература**

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. Экологический практикум школьника. – Самара, 2006. – 144 с.
2. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. – М., 2000г.
3. Иванова Т.В. Практикум по экологии. – Смоленск, 1999. - 70 с.
4. Голубев И.Р., Новиков Ю.В.Окружающая среда и ее охрана - М., 1985. – 190 с.
5. Пепина Л.А., Созонтова А.Н. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом, 2017.
6. Смирнова Т.Г. Формирование и развитие основ исследовательского творчества учащихся. // Биология в школе. – 2006. - № 1. с. 6-8.
7. Стаковецкая О.К., Куликова Н.А., Советова Е.С. Экология/6. Экологический мониторинг Ивановская государственная медицинская академия, Россия. Оценка экологического состояния воздушной среды методами биоиндикации.
8. http://www.hintfox.com/article/zmenenie-sostava-i-zagrjaznenie-atmosferi.html