

БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов»

Номинация «Экологический мониторинг»

Исследовательская работа

**«АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЗАВОДСКОГО
РАЙОНА ГОРОДА ОРЁЛ»**

Автор работы:

Рязанский Максим Витальевич обучающийся объединения
«Современные методы биологических исследований»
структурное подразделение «ЭКОСТАНЦИЯ» БУ ОО ДО
«Орловская станция юных натуралистов»; обучающийся 9
класса МБОУ-гимназия №34 г. Орла

Руководитель:

Сидорова Татьяна Николаевна педагог дополнительного
образования структурное подразделение «ЭКОСТАНЦИЯ»
БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов»

Научный консультант:

Кондрашова Ирина Николаевна кандидат педагогических
наук, доцент кафедры географии, экологии и общей биологии
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева»

Орёл
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Состав воздуха.....	6
1.2. Рассеивание и трансформация загрязняющих веществ в воздухе.....	6
1.3. Источники загрязнения атмосферного воздуха.....	8
1.4. Роль зеленых насаждений в городе.....	8
1.5. Влияние загрязнения атмосферы на здоровье человека.....	9
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
2.1. Определение степени загрязненности воздуха.....	10
2.2. Изучение запыленности воздуха	12
2.3. Обнаружение наличия в воздухе микроорганизмов.....	16
ВЫВОДЫ.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	22

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время очень серьёзной проблемой является чистота атмосферы. Как известно, по данным экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), основными источниками загрязнения воздуха в городах являются автомобильный транспорт и предприятия теплоэнергетики, металлургии, нефтехимии. Доля личного автотранспорта в городах постоянно увеличивается, и, соответственно, значительно возрастают объёмы выбросов вредных веществ, а это практически не поддается контролю.

От загрязнения воздуха страдают животные и растения. Загрязненная атмосфера вызывает у людей увеличение числа заболеваний дыхательных путей. Загрязнения оказывают и другие неблагоприятные воздействия, приводя к таким проблемам, как парниковый эффект, озоновые «дыры», смоги, «кислотные осадки».

Качество атмосферного воздуха – экологическая проблема многих городов, город Орёл не является исключением. В связи с этим была выбрана тема исследования «Анализ качества атмосферного воздуха Заводского района города Орёл».

Актуальность

Свежий воздух, свободный от вредных веществ и патогенных микроорганизмов, делает наш организм здоровее и укрепляет иммунитет. Но, к сожалению, жизнь в городах и здоровая окружающая среда – понятия мало совместимые. Именно поэтому сегодня, как никогда, актуально такое исследование, как анализ состава воздуха на наличие экологически опасных загрязнителей.

Неотъемлемым условием успеха деятельности в области охраны атмосферы является информация о содержании в воздухе различных примесей. Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. В выбросах предприятий различных отраслей промышленности и транспорта содержится большое число различных вредных примесей. Много вредных веществ образуется при сжигании топлива автотранспортом. Это обстоятельство требует усиления санитарно-эпидемиологического контроля воздуха в целях улучшения его санитарного состояния.

Цель работы: дать экологическую оценку качества воздуха и определить степень загрязнения атмосферы на территории Заводского района города Орёл.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд **задач:**

1. Изучить литературу и другие источники информации по теме.
2. Подобрать и освоить методики исследования.
3. Провести исследования по изучению загрязнённости и запылённости воздуха.

4. Провести исследование по обнаружению в воздухе микроорганизмов.
5. Проанализировать полученные результаты.
6. Сформулировать выводы.

Гипотеза

Чем больше источников антропогенного воздействия на окружающую среду, тем хуже качество атмосферного воздуха.

Место и объекты исследования

Исследование проводилось в Заводском районе города Орёл. Для изучения были выбраны участки с различной степенью антропогенного воздействия:

- 1) улица Автовокзальная;
- 2) Дендрарий БУ ОО ДО «Орловская станция юных натуралистов» (далее Дендрарий);
- 3) участок улицы Комсомольская от дома 241 до дома 247.

Предметом исследования являются показатели экологического состояния атмосферного воздуха.

Объектом исследования является город Орёл.

Методы исследования

- лабораторный опыт,
- биоиндикация,
- культивирование микроорганизмов,
- визуальное наблюдение,
- математический,
- сравнение,
- анализ.

Материалы

Основные материалы, используемые для постановки опытов и оформления исследовательской работы, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные материалы

№	Название	Кол-во	Краткое описание назначения в проекте
1	Пластиковый контейнер с крышкой 1,5 л	3 шт	Для сбора листьев
2	Коническая колба	3 шт	Для сбора фильтрата
3	Воронка	3 шт	Для фильтрации
4	Фильтровальная бумага	8 шт	Для фильтрации
5	Бумага А4	4 листа	Для обведения контура листьев
6	Ножницы	1 шт	Для вырезания
7	Аналитические весы	1 шт	Для взвешивания
8	Пластиковый контейнер с крышкой 0,25 л	1 шт 1 шт	Для настоя листового опада Для проращивания семян кресс-салата

9	Бумажные салфетки	12 шт	Для проращивания семян кресс-салата
10	Семена кресс-салата	48 шт	Для биоиндикации
11	Стеклянные банки с винтовыми крышками 0,25 л	4 шт	Для выращивания микроорганизмов
12	Питательная среда - мясоептонный агар	0,32 л	Для выращивания микроорганизмов
13	Перчатки резиновые	3 пары	Для работы над опытом
14	Журнал наблюдений, ручка	1 шт	Для записей наблюдений
15	Смартфон	1 шт	Для фотографирования
16	Ноутбук	1шт	Для создания отчета-проекта

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Состав воздуха

Воздух атмосферы представляет собой смесь газов, в составе которой имеются постоянные компоненты (азот – 78,1%, кислород – 20,85%, аргон – 0,94%, углекислый газ – 0,033%, на долю остальных газов: неона, гелия, криптона, ксенона, озона, водорода и др. приходится не более 0,087%), а также переменные количества различных примесей природного и антропогенного происхождения. В естественных условиях в воздухе всегда присутствует водяной пар, содержание которого сильно колеблется в пределах 0,01 – 100%.

Среди постоянных составных частей воздуха основное значение имеет кислород, необходимый для дыхания живых существ. Он образуется в результате процесса фотосинтеза. В природе постоянно осуществляются процессы потребления и восстановления кислорода. Преобладающей составной частью воздуха является азот, он играет роль разбавителя кислорода, так как жизнь в чистом кислороде невозможна. Значительное повышение концентраций азота может сопровождаться явлениями гипоксии и асфиксии. Другие компоненты – инертные газы (аргон, неон, гелий, криптон, ксенон) по характеру действия на человека аналогичны азоту [2].

Углекислый газ является источником углерода органических веществ. Он поступает в атмосферу при процессах дыхания, брожения, гниения и окисления органических веществ, при их распаде, при сгорании горючих ископаемых.

Из других постоянных газов интерес представляет озон. Он является промежуточным продуктом фотохимических реакций, поэтому обнаружение его в городском воздухе рассматривается как показатель загрязнения атмосферы. В то же время озон в верхних слоях атмосферы образует экран, защищающий Землю от губительного ультрафиолетового излучения.

К непостоянным составным частям атмосферного воздуха относятся различные газы, пары, взвешенные частицы веществ, появляющиеся в результате естественных процессов, деятельности человека, а также реакций взаимодействий различных соединений в атмосфере [4].

Состав воздуха находится в состоянии динамического равновесия, поддерживаемого климатическими факторами (перемещение воздушных масс и атмосферные осадки), жизнедеятельностью растительного и животного мира (особенно лесов и планктона Мирового океана), космическими, геохимическими и геофизическими процессами и хозяйственной деятельностью человека [5].

1.2. Рассеивание и трансформация загрязняющих веществ в воздухе

Характер рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе влияет на экологическую обстановку в городе. Твёрдые частицы загрязняющих веществ размером более 0,1 мм осаждаются на подстилающую поверхность под действием гравитационных сил, а более мелкие, твёрдые и

жидкие частицы, а также газообразные вещества вследствие диффузии распространяются в атмосферном воздухе на значительные расстояния.

Степень рассеивания загрязняющих веществ зависит от метеорологических условий и, в первую очередь, определяется ветровым режимом и распределением температуры воздуха в атмосфере. Метеорологические условия могут способствовать аккумуляции загрязняющих веществ при инверсиях, штилях и туманах; обезвреживанию их при благоприятных радиационных условиях, температурном режиме и наличии гроз, а также выносу загрязнителей при сильном ветре и обильных осадках. Воздействие на окружающую среду зависит от концентрации, времени жизни в атмосфере, физических и химических свойств загрязняющих веществ и продуктов их трансформации.

Загрязняющие атмосферный воздух вещества подразделяются на первичные и вторичные. Первичными называют вещества, непосредственно поступающие в атмосферу от всех источников выбросов. Вторичные представляют собой продукты трансформации первичных веществ в атмосфере. Во многих случаях вторичные примеси оказываются более токсичными, чем исходные вещества.

Поступающие в атмосферный воздух загрязняющие вещества подвергаются различным превращениям в результате реакций между собой, атмосферной влагой, с озоном и другими уже содержащимися в воздухе веществами, а также под воздействием УФ-излучения солнца.

Возможность протекания реакций во многом зависит от присутствия в атмосфере твёрдых частиц. Эти частицы выполняют роль катализаторов или создают поверхности, на которых адсорбируются газовые или жидкие загрязняющие вещества. Время нахождения твёрдых частиц в атмосфере зависит от их размера. Тонкодисперсные частицы могут пребывать в атмосфере долгое время (годы) и переноситься на большие расстояния. Среднее время нахождения тонкодисперсных частиц в непосредственной близости от поверхности земли составляет 1–5 суток, в тропосфере – 5–10 суток, а в стратосфере – около одного года (Семенова, 2009) [5].

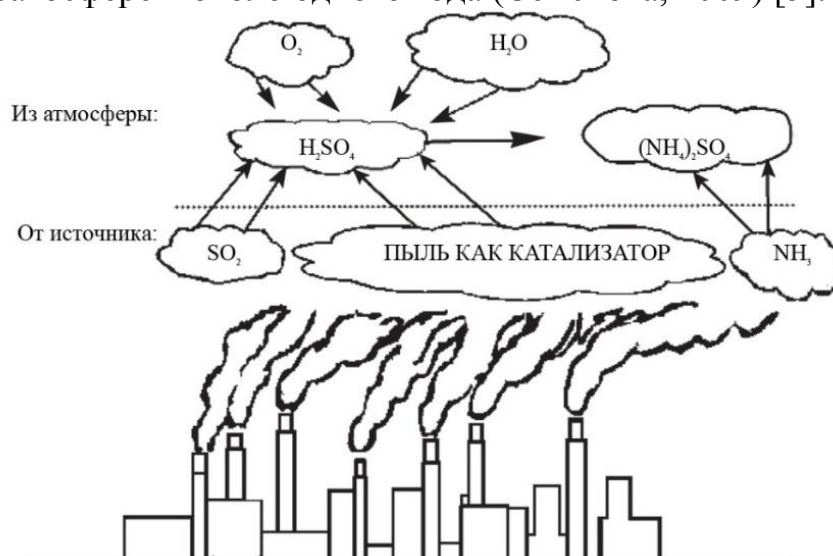


Рисунок 1. Процессы окисления выбросов загрязняющих веществ в атмосфере

1.3. Источники загрязнения атмосферного воздуха

Миллионы лет в атмосферу поступали загрязняющие вещества в результате извержений вулканов, природных пожаров, пыльных бурь, т. е. от источников природного происхождения.

Загрязнения из природных источников рассеивались в атмосфере, переносились с воздушными массами на большие расстояния, оседали или выпадали с осадками на землю. Затем почвенные микроорганизмы превращали их в безвредные соединения. В результате совокупности всех этих процессов содержание естественных загрязняющих веществ (углекислого газа, метана, аммиака, оксида углерода, оксидов азота, оксидов серы, сероводорода) в атмосфере поддерживалось на таком уровне, что негативные последствия их воздействия на биоту не возникали. Живые организмы способны без вреда для себя переносить присутствие в среде обитания определенных количеств загрязняющих веществ. Однако способность атмосферы к самоочищению имеет определенные границы. Если концентрации загрязнений превысят некоторые пороговые значения, то полное самоочищение атмосферы становится невозможным.

Основными источниками загрязнения воздуха являются транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания, тепловые электрические станции, промышленные предприятия. По расчетам вклады выбросов различных источников в загрязнение атмосферы составляют: загрязненные промышленные газовые выбросы – 30%, автотранспорт – 40%, теплоэнергетика – 30% [4].

1.4. Роль зеленых насаждений в городе

Зелёные насаждения выполняют роль своеобразных «фильтров» атмосферных примесей. Растения очищают воздух от пыли. Под кронами деревьев на поверхности почвы осаждается в 5–10 раз больше пыли, чем на открытой местности. Например, сосновый древостой способен задерживать на 1 га до 36 т пыли. Даже зимой деревья имеют пылезащитное значение. За осенне-зимний период средняя концентрация пыли в воздухе под деревьями снижается до 37%, летом – до 42%. Способность разных видов растений задерживать пыль обусловлена строением их листовых пластинок. Наиболее эффективны в этом отношении кустарники с клейкими шероховатыми листьями. Так, вяз задерживает пыли в 6 раз больше, чем тополь, а 1 га берёзовых насаждений – 1100–2300 кг за вегетационный период.

Известно, что наилучшую «фильтрующую способность» имеют вяз шершавый, клён ясенелистый, сирень обыкновенная. Пыль, оседающая на поверхности растений, содержит большое количество частиц тяжёлых металлов. Поэтому деревья и кустарники способствуют снижению загрязнения атмосферного воздуха тяжёлыми металлами, аккумулируя их в своих органах (листьях, корневой системе). Зеленые насаждения также поглощают и нейтрализуют токсичные газы. Фитонциды, выделяемые в окружающую среду растениями, могут осаждать, окислять и нейтрализовать летучие вещества. Эффективнее всего поглощают и нейтрализуют газы

следующие виды: клён ясенелистый, клён остролистный, липа мелколистная, айлант высокий, ель колючая, береза повисшая. Активность зелёных насаждений изменяется в течение года. Начиная с октября, лиственные деревья не влияют на содержание атмосферных загрязнений, а хвойные породы деревьев и кустарников в этот период проявляют активность. Таким образом, в состав зелёных насаждений необходимо включать и хвойные породы деревьев и кустарников [2].

1.5. Влияние загрязнения атмосферы на здоровье человека

Ущерб здоровью является самым грозным последствием загрязнения воздуха. На здоровье человека сильно влияет большое количество вредных веществ в городском воздухе.

Наибольшее количество загрязнителей попадает в организм через органы дыхания, за которыми нет химического заслона [2]. Большинство исследователей подтверждает, что ежедневно с 15 кг вдыхаемого воздуха в организм человека проникает больше вредных веществ, чем с водой, с пищей, с грязных рук, через кожу [8].

Наряду с органами дыхания, загрязнители поражают органы зрения и обоняния, воздействуя на слизистую оболочку гортани, могут вызвать спазмы голосовых связок. Вдыхаемые твёрдые и жидкие частицы размерами 0,6-1,0 мкм достигают альвеол и абсорбируются в крови, некоторые накапливаются в лимфатических узлах [6].

Признаки и последствия действий загрязнителей воздуха на организм человека проявляются большей частью в ухудшении общего состояния здоровья: появляются головные боли, тошнота, чувство слабости, снижается или теряется трудоспособность [7].

За последние десятилетия накопилось много данных о вредном влиянии загрязнённого атмосферного воздуха, расширились представления о проявлениях вредного или неблагоприятного действия различных атмосферных загрязнений.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение степени загрязнённости воздуха

В настоящее время негативное воздействие загрязнения атмосферного воздуха на растительность очевидно. Эффекты воздействия некоторых веществ на растения могут приводить к физиологическим нарушениям, а в отдельных случаях и к полному отмиранию и гибели растения. Отрицательное воздействие на растения оказывают практически все атмосферные выбросы.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в выбранных местах наблюдения являются выбросы выхлопных газов автотранспорта.

Среднесуточное количество автотранспорта:

- 1) улица Автовокзальная – 10656 машин;
- 2) Дендрарий – 0 машин;
- 3) улица Комсомольская – 36864 машины.

В ходе исследования были взяты пробы листового опада в разных точках изучаемой территории. В пластиковый контейнер помещали 3 см измельченного листового опада, заливали дистиллированной водой, закрывали крышкой и настаивали в теплом месте в течение суток (рис.2).



Рисунок 2. Настой листового опада

Затем на дно чистого контейнера укладывали бумажные салфетки в несколько слоёв и заливали по 10-15 мл полученного настоя. На фильтровальную бумагу выкладывали по 10 семян кресс-салата, закрывали крышкой и ставили в тёплое место. В качестве контроля использовали дистиллированную воду (рис. 3). Именно кресс-салат часто используют в методиках экологического мониторинга в качестве биоиндикатора, т.к. он чувствителен к вредным выбросам автотранспорта.



Рисунок 3. Вариант опыта

Через 3 дня определяли процент всхожести семян (рис. 4).

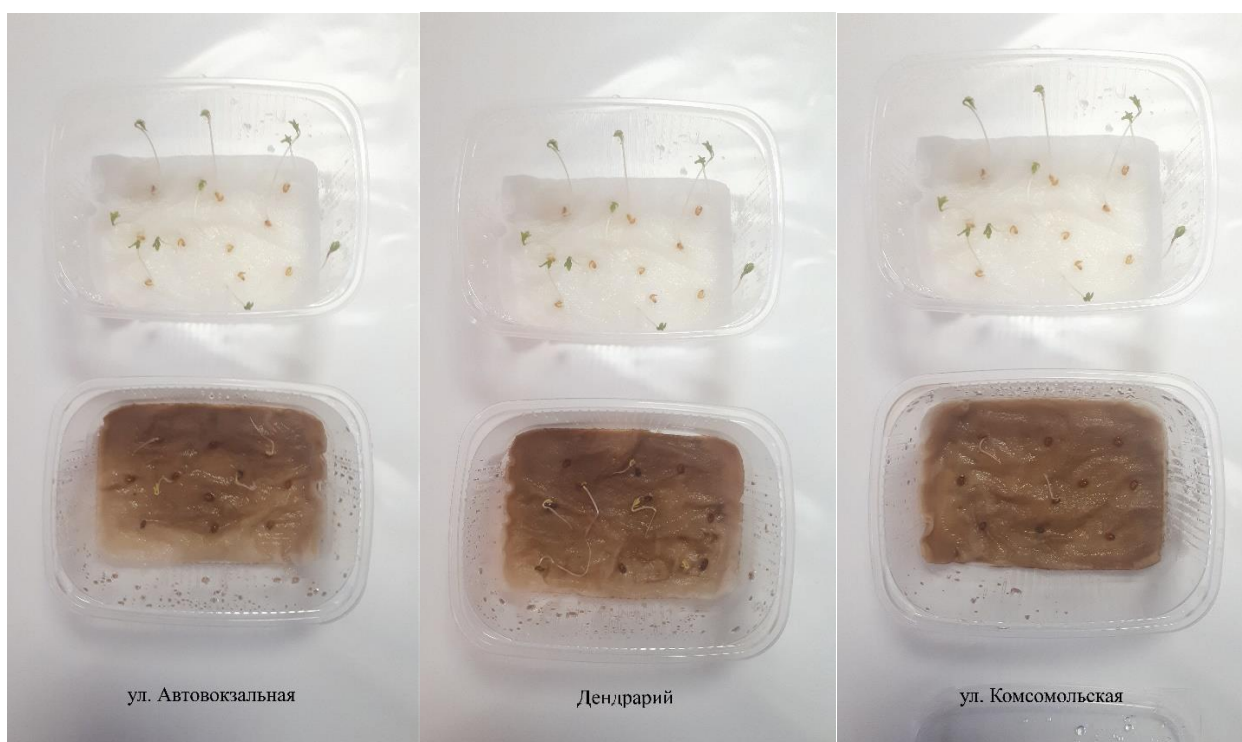


Рисунок 4. Всхожесть кресс-салата по вариантам

Для определения степени загрязнённости воздуха рассчитывали коэффициент загрязнённости (К), равный отношению всхожести семян в контроле к всхожести семян в пробе. Полученный результат сравнивали со следующей шкалой:

К = 1 - 1,1 – воздух относительно чистый;

К = 1,2 - 2 – воздух слабо загрязнён;

К = 2,1 - 4 – воздух загрязнён;

К больше 4 – воздух сильно загрязнён.

Результаты исследования представлены в таблице 2. Наибольший процент всхожести семян (70%) выявлен в пробах настоя листового опада, взятых на территории Дендрария, степень загрязненности воздуха оценена как слабая, коэффициент загрязнённости 1,4. Всхожесть семян в пробах настоя листового опада с улицы Автовокзальная 40%, коэффициент загрязнённости 2,5, что соответствует загрязнённой атмосфере. Сильно загрязнённый воздух на улице Комсомольская, всхожесть семян составила всего 20%, коэффициент загрязнённости 5.

Таблица 2

Степень загрязнённости воздуха

Точки сбора листового опада	Процент всхожести семян, %	Коэффициент загрязнённости	Степень загрязнённости
ул. Автовокзальная	40	2,5	загрязнен
Дендрарий	70	1,4	слабо
ул. Комсомольская	20	5	сильно загрязнен

Таким образом, при наличии токсичных примесей снижается процент всхожести семян и уменьшается скорость роста растений.

2.2. Изучение запылённости воздуха

Запылённость воздуха – распространённый экологический фактор. Пылью считаются любые твёрдые частицы, взвешенные в воздухе. Пыли можно подразделить на две большие группы: мелкодисперсная пыль, состоящая из лёгких и подвижных частиц, и крупнодисперсная пыль, состоящая из тяжёлых и малоподвижных частиц. Безвредных пылей не существует. Экологическая опасность пылей для человека определяется их природой и концентрацией в воздухе.

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 изучение содержания пыли на листьях из различных мест может дать ценную информацию о чистоте воздушной среды.

На скорость осаждения пыли, а, следовательно, и на степень запылённости воздуха влияет погода. Так безветренная и сухая погода увеличивает скорость осаждения пыли, а сухая и ветреная погода усиливает запылённость воздуха вследствие переноса пыли. В холодный период количество пыли наименьшее. Поэтому исследования проводились после установления относительно сухой погоды (не менее 7 дней без дождя).

В данной работе был проведён сравнительный анализ запылённости зелёных насаждений в разных местах Заводского района города Орёл.

Отбор листьев осуществлялся в трёх точках. С трёх деревьев на высоте 1,5 – 2 м, (приблизительно в зоне дыхания взрослого человека) было сорвано по 10 листьев, которые были помещены в чистые контейнеры с крышками (рис.5).

В лаборатории для определения количества пыли контейнеры с листьями заливали дистиллированной водой, тщательно смывали пыль с поверхности каждого листа. Воду отфильтровывали и взвешивали массу осадка после сушки (рис. 6,7).



Рисунок 5. Сбор листьев



Рисунок 6. Фильтрация



Рисунок 7. Фильтры после сушки

Масса пыли, полученной из смывов листьев, представлена в таблице 3. Максимальное количество пыли (0,44 г) обнаружено на листьях, собранных на улице Комсомольская, это в 22 раза выше (0,02 г), чем на листьях

растений, произрастающих в Дендрарии и в 7,3 выше (0,06 г), чем на улице Автовокзальная.

Таблица 3

Масса пыли

Точки сбора листьев	Вес фильтра до фильтрации, г	Вес фильтра после фильтрации, г	Вес пыли, г
ул. Автовокзальная	0,46	0,52	0,06
Дендрарий	0,46	0,48	0,02
ул. Комсомольская	0,46	0,90	0,44

Таким образом, степень запылённости воздуха напрямую зависит от количества источников антропогенного воздействия на изучаемой территории.

На следующем этапе определяли площадь поверхности собранных листьев. Для этого было взято и обведено на бумаге 5 листьев разного размера. Полученные проекции были вырезаны по контуру и взвешены. Из этой же бумаги был вырезан и взвешен квадрат 10 x10 см, рис 8.

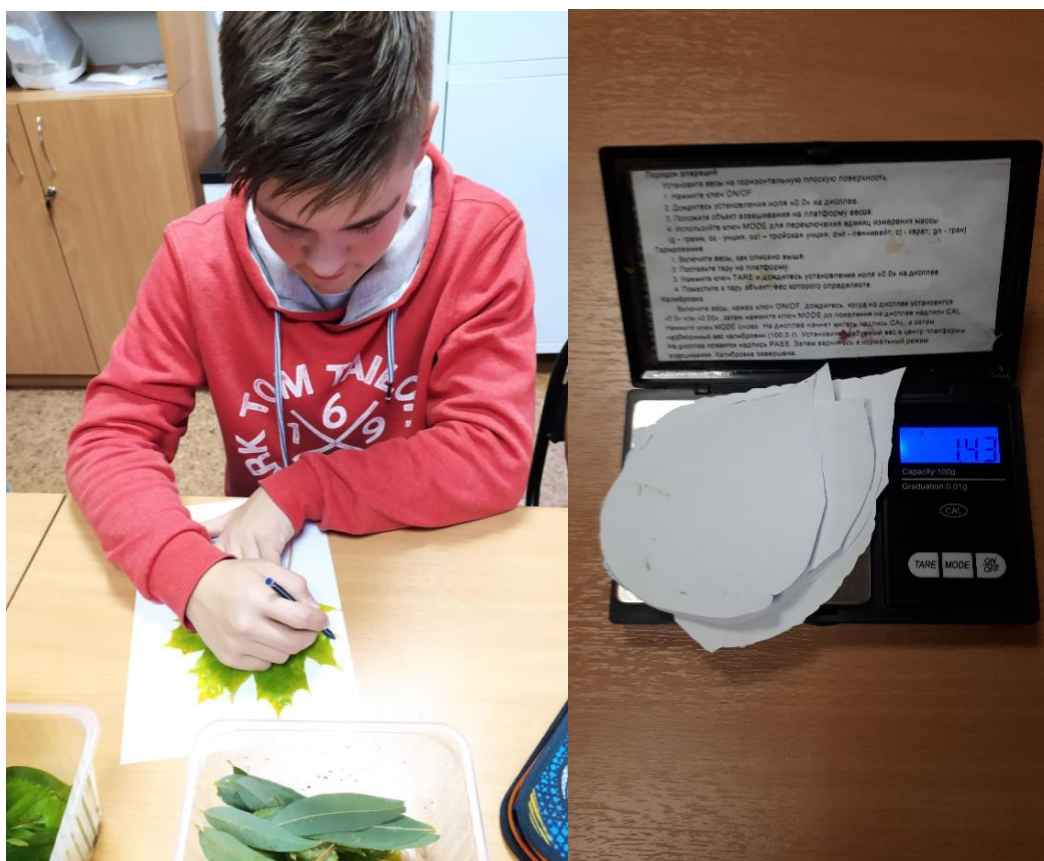


Рисунок 8. Получение и взвешивание проекции листьев

Поверхность собранных листьев была рассчитана по формуле:

$$S = \frac{M1 \times \Pi}{5 \times M2}$$

где M1 – масса бумаги, вырезанной по контурам 5 листьев,

M_2 – масса 1 дм^2 бумаги, Π – количество обмытых листьев.

Были получены следующие результаты.

1 точка сбора листьев – ул. Автовокзальная

$$S = \frac{1,43 \times 30}{5 \times 0,78} = 11 \text{ дм}^2$$

2 точка сбора листьев – Дендрарий

$$S = \frac{1,74 \times 30}{5 \times 0,78} = 13,4 \text{ дм}^2$$

3 точка сбора листьев – ул. Комсомольская

$$S = \frac{2,16 \times 30}{5 \times 0,78} = 16,6 \text{ дм}^2$$

Для подсчёта количества пыли, осаждающейся на 1 м^2 , была составлена пропорция:

$0,06 \text{ г} : 11 \text{ дм}^2 = x \text{ г} : 100 \text{ дм}^2$, отсюда $x = 0,5 \text{ г}$ – улица Автовокзальная

$0,02 \text{ г} : 13,4 \text{ дм}^2 = x \text{ г} : 100 \text{ дм}^2$, отсюда $x = 0,1 \text{ г}$ – Дендрарий

$0,44 \text{ г} : 16,6 \text{ дм}^2 = x \text{ г} : 100 \text{ дм}^2$, отсюда $x = 2,7 \text{ г}$ – улица Комсомольская

Скорость осаднения пыли вычислялась по формуле:

$$v = \frac{m \times 100}{S \times t} \text{ (г/м}^2 \text{ сут.)},$$

где m – масса пыли, S – поверхность обмытых листьев в дм^2 ,

t – время осаднения пыли (сутки).

1 точка сбора листьев – ул. Автовокзальная

$$v = \frac{0,5 \times 100}{11 \times 24} = 0,19 \text{ г/м}^2 \text{ сут.}$$

2 точка сбора листьев – Дендрарий

$$v = \frac{0,1 \times 100}{13,4 \times 24} = 0,03 \text{ г/м}^2 \text{ сут.}$$

3 точка сбора листьев – ул. Комсомольская

$$v = \frac{2,7 \times 100}{16,6 \times 24} = 0,68 \text{ г/м}^2 \text{ сут.}$$

Результаты представлены в таблице 4. Наибольшее количество пыли, осаждающейся на 1 м^2 выявлено на улице Комсомольская (2,7 г), это в 27 раз выше, чем в Дендрарии (0,1 г) и в 5,4 раза выше, чем на улице Автовокзальная (0,5 г). Поэтому, скорость осаднения пыли на улице Комсомольская (0,68 г/м² сут.) больше в 22,7 раза, чем в Дендрарии (0,03 г/м² сут.) и в 3,6 раза больше, чем на улице Автовокзальная (0,19 г/м² сут.).

Таблица 4

Количество и скорость осаднения пыли

Точки сбора листьев	Количество пыли, осаждающейся на 1 м^2 , г	Скорость осаднения пыли, г/м ² сут.
ул. Автовокзальная	0,5	0,19
Дендрарий	0,1	0,03
ул. Комсомольская	2,7	0,68

Результаты исследования показали, что чем больше в воздухе содержится пыли, тем выше скорость её осаждения.

2.3. Обнаружение наличия в воздухе микроорганизмов

Воздушная среда малоприспособлена для размножения микробов из-за отсутствия в ней питательных веществ, наличия губительных для многих бактерий солнечных лучей и других неблагоприятных факторов, поэтому загрязнённость микроорганизмами воздушной среды обычно относительно невелика. Однако воздух городских зон и мест скопления людей, особенно промышленных центров, характеризуется повышенной запылённостью. Именно пылевая частица, как правило, является благоприятной средой для жизнедеятельности микроорганизмов и их колоний. В атмосферном воздухе обнаруживается до 383 видов бактерий и 28 родов микроскопических грибов, что обусловлено многообразием источников воздушного загрязнения, которым является человек, дикие и домашние животные, растительные организмы, почвенный покров [3]. Далеко не все микроорганизмы являются патогенными.

Микробы имеют свойство размножаться при попадании в питательную среду, причём из одного микроорганизма, при определенных условиях, вырастает одна колония, в которой могут быть многие тысячи микробов. Такая колония хорошо видна невооруженным глазом. Процесс роста колоний микроорганизмов называется инкубацией.

Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе была приготовлена питательная мясопептонная среда. Среда сварена в домашних условиях с использованием бытовой техники: газовой плиты и духового шкафа.

Мясной бульон приготовлен следующим образом: 250 г мелко порубленного свежего куриного мяса, без кожи, костей, жира и сухожилий заливали в эмалированной кастрюле 0,5 л водопроводной воды, нагревали до 50⁰С и оставляли на 12 часов при комнатной температуре. Затем мясо отжали, а жидкость процедили через марлю со слоем ваты и прокипятили 30 минут. После чего полученный бульон опять отфильтровали через марлю со слоем ваты, фильтрат долили до 0,5 л. К полученному бульону добавили 10 г агара и прокипятили при постоянном помешивании на слабом огне до полного растворения агара [1].

Готовая среда была разлита по банкам (по 80 мл), горловины которых плотно были закрыты фольгой. Банки были поставлены на стерилизацию в течение 20 минут при температуре 120⁰С в духовой шкаф, который обеспечил равномерное кипение стерилизуемой жидкости во всём её объёме (рис.9).



Рисунок 9. Стерилизация банок



Рисунок 10. Банки на хранении

После стерилизации банки были закрыты стерильными винтовыми крышками без снятия фольги. При остывании среды до 40°C агар застыл, после чего банки были перевернуты крышками вниз, чтобы конденсирующая влага не смачивала среду. В таком виде банки хранились сутки в холодильнике при температуре 4°C (рис. 10), затем был произведен посев микроорганизмов.

Следующий этап – посев микроорганизмов. Он проводился в выбранных точках наблюдения следующим образом: банки с питательной средой размещались на горизонтальной поверхности, крышки открывались и оставались на 5 минут. Через 5 минут чашки закрывались, на крышке маркером указывались дата и место посева (рис. 11).



Рисунок 11. Посев микроорганизмов по трем исследуемым точкам

Одна банка была необходима для контроля стерильности питательной среды, т.е. наличия или отсутствия в ней микроорганизмов. Эта банка не вскрывалась.

Третий этап – выращивание колоний микроорганизмов (инкубация). Засеянные банки, а также контрольная банка были перенесены в

лабораторию и оставлены для инкубации в тёмном месте (крышками вниз) при температуре 25-26⁰С (рис.12). Период выращивания колоний – 7 суток.

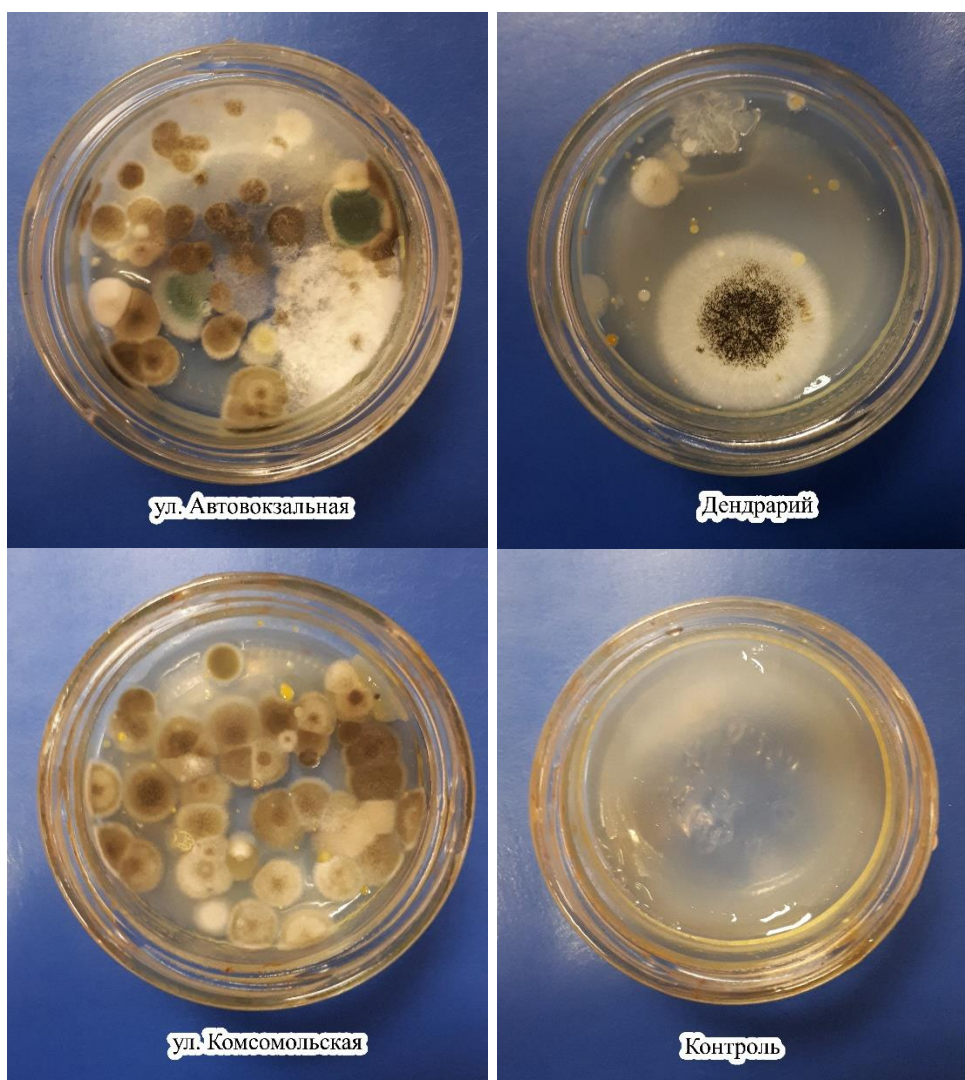


Рисунок 12. Выросшие колонии микроорганизмов на 7-е сутки

Опыт можно считать выполненным правильно, т.к. в контрольной банке после 7-ми суток наблюдений не выросло ни одной колоний (рис.12).

Подсчёт колоний микроорганизмов проводился на 7-е сутки после посева, результаты представлены в таблице 5. Наибольшее количество культивированных колоний микроорганизмов обнаружено на улице Комсомольская (68), это в 2,6 раза больше, чем в Дендрарии (26) и в 1,6 раза больше, чем на улице Автовокзальная (42).

Таблица 5

Количество выросших колоний микроорганизмов (за семь суток)

Место наблюдения	Улица Автовокзальная	Дендрарий	Улица Комсомольская	Контроль
Число колоний	42	26	68	0

Для определения среднего количества микроорганизмов в воздухе были проведены следующие расчёты.

Расчёт площадь дна банки, в которой находится питательная среда, осуществлялся по формуле:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (см}^2\text{)},$$

где $\pi = 3,14$; D – диаметр банки.

Примечание. На площадь в 100 см^2 в течение 5 минут осаждаются примерно столько бактерий и спор, сколько находится в 10 дм^3 воздуха.

По этим данным было подсчитано число микроорганизмов в 1 м^3 воздуха, исходя из количества колоний.

Площадь дна банки:

$$S = \frac{3,14 \times 8^2}{4} = 50,24 \text{ см}^2$$

Для подсчёта числа клеток на 100 см^3 (равных $0,01 \text{ м}^3$) была составлена пропорция:

$50,24 \text{ см}^2 : 42 = 100 \text{ см}^2 : x$, отсюда $x = 84$ единиц/ дм^3 – улица Автовокзальная

$50,24 \text{ см}^2 : 26 = 100 \text{ см}^2 : x$, отсюда $x = 52$ единиц/ дм^3 – Дендрарий

$50,24 \text{ см}^2 : 68 = 100 \text{ см}^2 : x$, отсюда $x = 135$ единиц/ дм^3 – улица Комсомольская

Результаты внесены в таблицу 6:

Таблица 6

Количество микроорганизмов в 1 м^3 воздуха

Сутки	Число микроорганизмов			
	1	2	3	4
	улица Автовокзальная	Дендрарий	улица Комсомольская	Контроль
7-е	8400	5200	13500	0

Как видно из таблицы 6, число микроорганизмов в 1 м^3 воздуха больше выявлено на улице Комсомольская (13500), это в 2,6 раза больше, чем в Дендрарии (5200) и в 1,6 раза больше, чем на улице Автовокзальная (8400). Таким образом, чем больше запыленность воздуха, тем больше микроорганизмов в нем присутствует.

ВЫВОДЫ

В ходе исследования было установлено:

1. Основным источником антропогенного воздействия на изучаемой территории Заводского района города Орёл является автотранспорт.

2. При наличии токсичных примесей снижается процент всхожести семян растений-биоиндикаторов (кресс-салата) и уменьшается скорость их роста.

3. Загрязненность и запыленность воздуха напрямую зависят от уровня антропогенного воздействия: чем больше воздействие, тем больше степени загрязнённости и запылённости воздуха.

4. Чем больше запылённость воздуха, тем больше микроорганизмов в нём находится, так как пылевая частица является благоприятной средой для жизнедеятельности микроорганизмов.

5. Степень загрязнения атмосферы на исследуемых территориях Заводского района города Орёл следующая:

- на территории Дендрария - слабая,
- на улице Автовокзальная - загрязнённая,
- на улице Комсомольская - сильно загрязнённая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологические проблемы с каждым годом обостряются. Атмосферный воздух с каждым днём всё больше и больше загрязняется.

Оценив качество воздуха, определив степень загрязнения атмосферы на территории Заводского района города Орёл, можно утверждать, что содержание вредных веществ остается высоким в местах с большим числом источников антропогенного влияния.

Выдвинутая гипотеза подтверждена, цели и задачи выполнены.

Качество атмосферного воздуха города является показателем комфорта и состояния здоровья человека. Для оценки показателей воздуха должен проводиться регулярный мониторинг, поэтому данную работу нужно продолжать.

С целью сохранения чистоты воздуха города необходимо проводить следующие мероприятия:

1. Высаживать деревья и кустарники, так как большая часть загрязняющих веществ и пыли оседает на их листьях.
2. Устанавливать на автомобилях фильтры очистки выхлопных газов.
3. Использовать экологически малоопасное топливо, соответствующее международным стандартам качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникиев, В.В. и Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. Учеб. пособие для студентов биол. специализации пед. ин-тов. М.: «Просвещение», 1977. – 128 с.
2. Игнатьева, Л. П. Гигиена атмосферного воздуха: учебное пособие / Л. П. Игнатьева, М. В. Чирцова, М. О. Потапова; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков. – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 79 с.
3. Муравьев, А. Г., Пугал Н. А., Лавров В. Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А. Г. Муравьева. – 6-е изд. – СПб.: Крисмас+, 2019. – 176 с.
4. Раковская, Е. Г. Безопасность жизнедеятельности. Источники загрязнения окружающей среды: учебное пособие / Е. Г. Раковская, А. Д. Цветкова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2011. – 128 с.
5. Федорова, А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. 2001. – 288с.
6. Экология городской среды: учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, Е. Е. Григорьева [и др.]; под общ. ред. К. Ф. Саевича. – Минск: Высшая школа, 2015. – 368 с.
7. Как влияет загрязнение атмосферного воздуха на здоровье человека - URL: <https://musorish.ru/kak-vliyaet-zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-na-zdorove-cheloveka/> (дата обращения 27.11.2020).
8. Влияние окружающей среды на здоровье человека - URL: <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/62/781/> (дата обращения 27.11.2020).