

Научно-исследовательская работа

Экология

**МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Г. ЛЕБЕДЯНЬ  
С 2020 ПО 2021 Г.**

*Выполнил:*

***Жигалёв Алексей Игоревич***

*учащийся 8 класса*

*МБОУ «Гимназия № 1 имени Н. И. Борцова», Россия, г. Лебедянь*

*Руководитель:*

***Скабелкина Наталия Ивановна,***

*учитель географии*

*МБОУ «Гимназия № 1 имени Н. И. Борцова», Россия, г. Лебедянь*

## Содержание

	Стр.
Введение.	3
1. Воздушный океан в опасности.	4
2. Материал и методика исследований.	7
3. Характеристика района исследования.	9
4. Результаты исследования.	11
4.1. Влияние автотранспорта на воздушную среду г. Лебедяни.	11
4.2. Шумовое загрязнение.	16
4.3. Запылённость улиц г. Лебедяни.	17
4.4. Влияние автотранспорта на растительный покров г. Лебедяни.	19
4.5. Биоиндикация.	21
Общие выводы.	23
Список литературы.	
Приложение	

## Введение

Проблема. На протяжении всей истории человечества в атмосферу выбрасывались миллиарды тонн газообразных и взвешенных отходов производства в надежде на её самоочищение. В результате этого во многих регионах мира, в том числе и в нашей стране, воздушная среда загрязнена настолько, что многие отравляющие вещества в несколько раз превышают предельно допустимые концентрации.

Гипотеза. Рост выбросов отравляющих веществ в атмосферу может привести к нарушению экологического равновесия в природе. Это отрицательно отразится на здоровье людей.

Актуальность. Работа частично раскрывает экологические проблемы нашего города. Экологическая проблема сегодня является глобальной проблемой, которая по значимости стоит на 2 месте после проблемы сохранения мира на Земле. От решения этой проблемы зависит будущее всего человечества. Чтобы решить её, надо приложить усилия каждому из нас. И надо начать с малого: со своего дома, со своей улицы, со своего города.

Цель: определить степень влияния транспортных средств на окружающую среду города Лебедяни.

Задачи: 1. Изучить состав загрязняющих веществ, их свойства и влияние на здоровье людей.

2. Определить степени загруженности улиц города автотранспортом.

3. Произвести простейшие расчёты по определению объёма выбросов автотранспорта в атмосферу.

4. Провести визуальное изучение степени запылённости улиц города.

5. Дать визуальную оценку шумового загрязнения на улицах Лебедяни и степень его влияния на физическое состояние населения.

6. Определить степень влияния автотранспорта на древесную растительность.

7. Провести наблюдения за наличием лишайников на деревьях, как индикаторов загрязнений атмосферного воздуха, их видовым составом и степенью покрытия ими стволов.

Объект. Атмосферный воздух в пределах г. Лебедяни.

Предмет. Степень влияния автотранспорта на атмосферу г. Лебедяни.

Сбор материала и его обработка для написания исследовательской работы были начаты в июле 2020 года и продолжаются до сих пор. Для наблюдений и исследований была взята правобережная часть города.

### **1. Воздушный океан в опасности** (Обзор литературы)

В последнее время мы всё чаще и чаще слышим о глобальных проблемах человечества. Экологическая проблема – одна из них. В наш век, «век технизированной», резко возросла антропогенная нагрузка на все сферы географической оболочки. Не избежала этой участи и воздушная оболочка.

Под загрязнением атмосферы следует понимать изменение её состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения. Вещества – загрязнители бывают трёх видов: газ, пыль и аэрозоли. Наиболее распространённые и опасные из них – это углекислый газ, оксид углерода, диоксиды серы и азота, а также метан, фреоны, тропосферный озон и др. Воздушная среда стала своеобразной «помойной ямой» для газообразных и взвешенных отходов производства.

Однако всякое загрязнение вызывает у природы защитную реакцию, направленную на его нейтрализацию. Эта способность природы долгое время эксплуатировалась человеком бездумно и хищнически. Отходы производства выбрасывались в воздух в расчёте на то, что будут обезврежены самой природой. Но процесс загрязнения резко прогрессирует, и становится очевидным, что природные системы самоочищения рано или поздно не смогут выдержать такой натиск, так как способность атмосферы к самоочищению имеет определённые границы. А в результате образование озоновых дыр над Антарктикой, Южной Америкой, Новой Зеландией, Восточной Сибирью. Из-за переизбытка углекислоты в воздухе - парниковый эффект, следствием которого может стать глобальное потепление климата и подъём уровня Мирового океана. Высокая степень загрязнения атмосферы стала причиной образования смога над промышленными районами Западной Европы, крупнейшими городами США,

Японии и других стран мира. Вследствие большой концентрации диоксида серы в воздушной оболочке образуются кислотные дожди, которые способствуют высыханию лесов, снижению продуктивности почв, изменению состава почвенных микроорганизмов, разрушению памятников архитектуры и т. д. [2, 11]

Довольно неприглядная картина с загрязнением атмосферного воздуха сложилась и в нашей стране. Наибольшее влияние на воздушную среду оказывают чёрная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, стройиндустрия, энергетические предприятия, целлюлозно – бумажное производство, автотранспорт, а в некоторых городах и котельные. Общий объём выбросов от стационарных источников в России составляет около 22 – 25 млн. т. в год и от автотранспорта – около 17 млн. т. Выбросы от стационарных источников в последние 10 лет ежегодно сокращаются на 300 – 600 тыс. т. В результате этого происходит снижение средних концентраций взвешенных веществ, растворимых сульфатов, аммиака, бенз(а)пирена, сажи, сероводорода, формальдегида. Это связано со снижением промышленного производства. Но из-за того, что многие предприятия работают неритмично, и увеличилось количество автотранспорта, возросли средние концентрации диоксида азота, оксида углерода, сероуглерода, фенола, фторида водорода.

Особенно высока степень загрязнения воздуха в крупных городах. За ряд последних лет в 284 городах России уровень загрязнённости воздуха изменялся незначительно. Средние концентрации взвешенных частиц, диоксида азота, фенола и фторида водорода достигал 1 ПДК, сероуглерода – превышал 2 ПДК, формальдегида – 3 ПДК, бенз(а)пирена – 1 ПДК и стандарт ВОЗ – в 2,6 раза.

Средние концентрации загрязняющих веществ больше 1 ПДК отмечались в 204 городах, в том числе концентрации пыли – в 90, диоксида азота – в 86, формальдегида – в 97, бенз(а)пирена – в 92.

Максимально разовые концентрации пыли, оксида углерода, диоксида азота, аммиака, сероуглерода, сероводорода, фенола, формальдегида, фторида

водорода или хлорида водорода, превышающие ПДК, отмечались в 70 – 95% городов, а концентрации диоксида азота, аммиака, сероуглерода, сероводорода, фенола, хлорида водорода больше 5 ПДК – в 20 – 35 % городов.

Максимальные концентрации, превышающие ПДК, имели место в 126 городах, а 10 ПДК – в 79. Превышение 10 ПДК тремя и более веществами отмечалось в 12 городах. Наиболее загрязнённые в этом отношении области: Иркутская, Кемеровская, Красноярская, Московская, Омская и Хабаровский край. Здесь 40 – 50% населения подвержено воздействию высокого уровня загрязнения атмосферы.

Более 50 млн. чел., проживающих в нашей стране, испытывают воздействие различных вредных веществ, содержащихся в воздухе, в концентрациях, равных 10 ПДК, а свыше 60 млн. чел. - 5 ПДК.

Особенно сильным фактором загрязнения воздушной среды стал в последнее время автомобильный транспорт. В автомобильных двигателях внутреннего сгорания в мире ежегодно сжигается около 2 млрд. т. нефтяного топлива. При этом коэффициент полезного действия в среднем составляет 23%, остальные 77% уходят на обогрев окружающей среды. Автомобильные двигатели выделяют в воздух городов более 95% оксида углерода, около 65% углеводородов, 30% оксидов азота.

В крупных городах доля выбросов от автотранспорта соизмерима с выбросами промышленных предприятий. В городах с менее развитой промышленностью вклад автотранспорта в суммарное загрязнение атмосферного воздуха возрастает и в отдельных случаях достигает 80 – 90%. В 150 городах – среди них Москва, Томск, Ростов – на – Дону, Екатеринбург – выбросы от автотранспорта превышают промышленные. Нередко концентрации вредных веществ от автомобильных выхлопов превышают ПДК в 10 – 20 раз. Отработавшие газы автомобильных двигателей содержат около 200 веществ, большинство из которых токсичны. [7, 9]

Уровень загрязнения атмосферного воздуха Липецкой области определяется выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от

стационарных и передвижных источников (автотранспорт). Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в Липецкой области за 2018 год составили 315,6 тыс. тонн. По сравнению с 2017 (326,4) годом выбросы от стационарных источников уменьшился на 10,787 тыс. тонн по сравнению с 2016 годом уменьшился на 4,764 тыс. тон. С 2012 года этот показатель наиболее низкий. Наибольшее количество выбросов вредных веществ в Липецкой области с 2012 года наблюдалось в 2013 году и составило 346,680 тыс. тонн в год.

Предприятиями города Липецка за 2018 год выброшено 284,600 тыс. тонн загрязняющих веществ (90,2,6 % всех выбросов по Липецкой области), что на 1,432 тыс. тонн меньше, чем в 2017 году, однако доля от всех выбросов по Липецкой области возросла на 2,6%. Основной загрязнитель атмосферы области – ПАО «НЛМК». Выбросы комбината в 2018 году составили 275,971 тыс. тонн. Несмотря на рост производства продукции, в 2018 году по сравнению с 2017 годом валовый выброс загрязняющих веществ от комбината уменьшился на 155 тонн за счет выполнения природоохранных мероприятий.

В Лебедянском районе в 2018 году выбросы вредных веществ в атмосферу составили 1,746 тыс. тонн в год, это на 0,259 тыс. тонн превышает показатель 2017 года. Следует отметить что с 2012 года до 2019 года выбросы вредных веществ в атмосферу увеличиваются, за исключением 2017 года (по сравнению с 2016 годы они уменьшились на 0,004 тыс. тонн). С 2012 года по 2019 год выбросы вредных веществ в атмосферу по Лебедянскому району увеличились на 60%.

По состоянию на 01.01.2019 количество автотранспортных средств, находящихся на регистрационном учете в Липецкой области, составило 526 948 единиц, по сравнению с 2017 годом количество автотранспортных средств увеличилось на 19313 единиц, а по сравнению с 2014 годом увеличилось на 79944 единиц.

В Лебедянском районе по состоянию на 01.01.2019 количество автотранспортных средств, находящихся на регистрационном учете, составило

24643 единиц, по сравнению с 2017 годом количество автотранспортных средств увеличилось на 656 единиц или на 2,7%.

Вклад передвижных источников в суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Липецкой области в 2018 году составил порядка 32%. Рост количества автотранспортных средств в Липецкой области напрямую влияет на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

- 2013 год кол-во автотранспорта - 423,8 тыс.ед.- выбросов 127,4 тыс.т;
- 2016 год кол-во автотранспорта - 464,4 тыс.ед.- выбросов 140,0 тыс.т;
- 2018 год кол-во автотранспорта - 526,9 тыс.ед.- выбросов 143,9 тыс.т, [13]

В Липецкой области к концу 2019 г. насчитывалось около 396 тысяч легковых автомобилей, за год их количество выросло на 12 тысяч (3%).

В 2019 году в области на тысячу жителей приходилось 387 единиц индивидуального транспорта всех видов, из них 348 легковых автомобилей. По числу собственных автомашин на тысячу жителей область занимала 21-е место в России и 6-е в Центральном федеральном округе.

На объемы выбросов от автотранспорта в 2018 году в Липецкой области пришлось 39,8 тыс. тонн. На каждого жителя области пришлось в среднем 34,8 кг выбросов вредных веществ. Доля выбросов от автотранспорта в регионе составила в 2019 году 11,3% от общего количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. [14]

## **2. Материал и методика исследований**

Во время исследований применялись общепринятые методики, изложенные в методических пособиях: «Практикум по экологии» С. В. Алексеев, Н. В. Груздева и др. – М.: АО МДС, 1996 и «Методы лихеноиндикации загрязнений окружающей среды» А. В. Пчёлкин, А. С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 1997.

Загруженность улиц города автотранспортом определялась следующим образом: было подсчитано количество различных видов автотранспорта, проезжающего по улицам города в течение 20 мин. При этом бралось разное время суток: утро (8.00 – 9.00), день (13.00 – 14.00) и вечер (17.00 – 18.00).



Расчётная оценка количества выбросов вредных веществ в воздух от автотранспорта проводилась так: был выбран участок автотрассы по ул. Советской длиной приблизительно 1 км, имеющий хороший обзор. Затем было подсчитано количество единиц автотранспорта, проходящего по выбранному участку в течение 20 мин. Далее рассчитал количество единиц автотранспорта за 1 час, умножив полученное число на 3, и произвёл расчёты по формулам, данным в «Практикуме по экологии» С. В. Алексеева и др.

Запылённость воздуха и наблюдения за скоростью и радиусом рассеивания пыли оценивалась визуально.

Состав пыли изучался следующим образом. Мною было взято предметное стекло. На него я нанёс каплю воды и в течение 5 мин. выдерживал на улице. Затем рассмотрел степень покрытия капли пылью. Кроме этого я проделал и такую операцию: предметное стекло с осевшей пылью на капле воды прикрыл покровным стеклом и полученный микропрепарат рассмотрел в микроскоп с 15-кратным увеличением, изучив, таким образом, в общих чертах состав пыли.

Шумовое загрязнение оценивалось также чисто визуально. При этом я использовал шкалу силы звука, которая дана в книге В. Ф. Протасова «Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России».

Относительная численность лишайников подсчитывалась при помощи методики линейных пересечений. Эта методика основана на измерении линейных показателей. Она заключается в наложении гибкой ленты с миллиметровыми делениями на поверхность ствола с фиксированием всех пересечений ее со слоевищами лишайников.

В качестве ленты я использовал рулетку с миллиметровыми делениями. Измерение лишайников этим способом производилось следующим образом. После выбора модельного дерева я определял на стволе точку, находящуюся на высоте 150 см от комля с северной стороны. Затем на ствол накладывалась мерная лента с делениями таким образом, чтобы ноль шкалы ленты совпадал с выбранной точкой, а возрастание чисел на шкале соответствовало движению по часовой стрелке (с севера на восток). После полного оборота вокруг ствола

лента закреплялась на стволе булавкой в нулевой точке. Совмещая последнее деление и ноль ленты, определял длину окружности ствола. Ее при дальнейших измерениях принимал за 100 %. После этого провёл измерения, фиксируя начало и конец каждого пересечения ленты с талломами лишайников. Измерения проводились с точностью до 1 мм.

Полученные результаты внёс в учётную карточку. По завершении измерений, в домашних условиях произвёл расчет проективного покрытия лишайников. Его задачей является определение отношения "заросшей" лишайниками части ствола к общей поверхности. Расчет производился на основе линейных измерений. Вначале подсчитывалась общая (суммарная) длина (протяженность) талломов лишайников. Затем, зная общую длину окружности ствола и принимая ее за 100%, рассчитал проективное покрытие лишайников.

Для исследования была взята улица Советская. Это наиболее загруженная автотранспортом улица города. Кроме этого здесь более однородная древесная растительность. В основном это липы, большинство которых приблизительно одного возраста.

Влияние автотранспорта на растительность. Для того, чтобы оценить степень влияния автотранспорта на растительность, я провёл наблюдения за состоянием листьев различных деревьев на улице Советской и в городском парке. Взятые пробы листьев рассматривались на степень покрытия листовой пластины загрязняющими веществами и сравнивались между собой. Кроме этого я проделал опыт. Взятые для исследования листья приклеил на клейкую прозрачную пленку (скотч), затем осторожно отклеил их, получив, таким образом, отпечатки с загрязняющими веществами. Также были осмотрены стволы деревьев на наличие лишайников, так как они наиболее чувствительны к загрязнению воздушной среды.

### **3. Характеристика района исследования**

Исследования, которые легли в основу исследовательской работы, были проведены в правобережной части города Лебедяни.

Город Лебедянь находится в северной части Липецкой области по обе стороны реки Дон. Его географические координаты: 53\* с. ш. 39\* в. д.

Лебедянь располагается на восточной окраине Среднерусской возвышенности. Преобладающие абсолютные высоты от 120 до 200 метров. Рельеф представляет собой холмистую равнину, сильно расчленённую оврагами, балками и промоинами.

Лебедянь находится в пределах древней Русской платформы, которая в пределах города имеет двухъярусное строение. Нижний ярус – кристаллический фундамент, сложенный кристаллическими сланцами, гранитами и гнейсами. Верхний ярус – осадочный чехол, который образуют осадочные горные породы девонского и четвертичного возрастов. Девонская (D) система представлена Елецким (D3el), Лебедянским (D3lb) и Данковским (D3d) горизонтами. Елецкий горизонт - светло-серые, плотные трещиноватые известняки, залегающие на глубине 80 м. Лебедянский горизонт – желтовато-серые трещиноватые, в верхней части разрушенные известняки. Данковский горизонт – глинистые разрушенные известняки. Четвертичная система (Q): четвертичные отложения представлены (снизу-вверх) глинами песчаными (4м), глинами плотными (3м), песками мелкозернистыми глинистыми (4м), суглинками (7м) и почвенно-растительным слоем (1м) (см. рис.2). Основная масса горных пород образовалась на дне глубоководного моря, неоднократно наступавшего на территорию Липецкой области.

Лебедянь располагается в пределах умеренно континентального климата. Средняя годовая температура – +4,5\*; средняя температура января – от –9\* до –9,5\*; средняя температура июля – от +19\* до +20\*. Годовое количество осадков составляет 450-500мм, большая часть которых выпадает в тёплое время года. В течение года преобладают западные и юго-западные ветры, приносящие зимой потепление со снегопадами, а летом – прохладную дождливую погоду. Часто с севера вторгаются холодные арктические массы. С их приходом устанавливается холодная сухая погода.

Лебедянь, как и вся Липецкая область, в достаточном количестве обеспечена водными ресурсами. С севера на юг прочерчивает город река Дон, северо – восточней протекает река Сквирня, а юго – восточнее – Лебедянка. Сквирня и Лебедянка относятся к малым рекам, резко мелеющим летом, часто распадающимся на отдельные водоёмы. Это типичные равнинные реки с весенним половодьем. Относятся они к бассейну Атлантического океана, питание - смешанное с преобладанием снегового.

В пределах Лебедяни наиболее распространены следующие почвы: чернозёмы выщелоченные, тёмно-серые лесостепные и аллювиальные луговые. По механическому составу эти почвы глинистые и суглинистые, с высоким содержанием гумуса. По природным свойствам они имеют высокую оценку, 80-90 баллов.

Лебедянь располагается в пределах лесостепной зоны. Однако на территории города и в его окрестностях наибольшее распространение получили антропогенные комплексы: сады, огороды, дачные участки, парки, аллеи и т. д. Из естественной растительности сохранились небольшие участки с древесной растительностью и луговые степи. Древесные породы: берёза повислая (*Betula verrucosa*), берёза пушистая (*Betula pubescens*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), ива ломкая (*Salix fragilis*), клён татарский (*Acer tataricum*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), осина (*Populus tremula*), тополь (*Populus nigra*), ясень (*Fraxinus*) и др. Луговая растительность: донник лекарственный (*Melilotus officinalis*), зверобой (*Hypericum*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), мать-и-мачеха (*Tussilago*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), подорожник средний (*Plantago media*), тимофеевка степная (*Phleum phleoides*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), фиалка (*Viola*), чистотел (*Chelidonium*) и др. Из животных наиболее распространены: заяц-русак, ондатра, суслик, хомяк, серая полёвка, тритон, прудовая лягушка и т. д.

#### **4.Результаты исследования**

В процессе проведения исследований были затронуты проблемы:

1. Загрязнение атмосферного воздуха г. Лебедянь автотранспортом.
2. Запылённость городских улиц.
3. Шумовое загрязнение.
4. Влияние автотранспорта на растительность города.

#### **4.1. Влияние автотранспорта на воздушную среду г. Лебедяни**

Прежде чем перейти к простейшим исследованиям, я изучил состав основных загрязняющих веществ, попадающих в воздух в результате работы автотранспорта. К ним относятся следующие загрязнители.

Диоксид азота (NO<sub>2</sub>) – класс опасности 2-й, это бурый газ со своеобразным запахом, очень ядовит, при длительном воздействии (5 – 25 ч) появляются признаки тяжёлого отравления, главным образом, отёк лёгкого.

Оксид азота (NO) – класс опасности 3-й, бесцветный газ со слабым запахом, в атмосфере быстро превращается в диоксид азота.

Оксид серы (SO<sub>2</sub>) – класс опасности 3-й, негорючий бесцветный газ с резким характерным запахом, у человека вызывает заболевания верхних дыхательных путей, сопровождающиеся сильным кашлем, причиняет огромный вред биоценозам, оказывает разрушительное действие даже памятникам архитектуры и скульптуры из природного камня и бетона.

Оксид углерода (CO) – класс опасности 4-й, бесцветный ядовитый газ без запаха, обладает кумулятивным эффектом, влияет на транспортировку кислорода в теле человека.

Углеводороды. Из них наиболее распространены бенз(а)пирен и бензол.

Бенз(а)пирен – класс опасности 1-й, канцерогенен.

Бензол – ингредиент бензина, который улетучивается из бензобаков, содержится и в выхлопных газах, канцерогенен.

Альдегиды. Из них наиболее распространён формальдегид, класс опасности 2-й, бесцветный газ с резким удушающим запахом, ядовит.

Далее произвёл простейшие расчёты по выбросам автотранспорта в атмосферу. Для этого предварительно подсчитал количество автотранспортных средств, проходящих по одной из улиц города в течение 1 часа.

Даты проведения экспериментов – 20.07.2020 г., время – 15.30 – 15.50;  
 - 06.08.2021г., время – 15.30 - 15.50.

Был взят отрезок улицы Советской, главной улицы Лебедяни, длиной примерно 1 км и произведены подсчёты различных типов автомашин, которые прошли по этому отрезку в течение 20 мин. Перемножив полученные результаты на 3, получил количество единиц автотранспорта, проходящего по выбранному участку за 1 час. Далее рассчитал общий путь, пройденный за 1 час выявленным количеством автомобилей каждого типа, по формуле:  $L_i = N_i \times l$ , где  $N_i$  – количество автомобилей каждого типа,  $i$  – обозначение типа автотранспорта,  $l$  – длина участка, км.

Затем рассчитал количество топлива ( $Q_i$ , л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле:  $Q_i = L_i \times Y_i$ , где  $Y$  – удельный расход топлива (л на 1 км). Значения  $Y$ :

- легковой автомобиль – 0,11 – 0,13
- грузовой автомобиль – 0,29 – 0,33
- автобус – 0,41 – 0,44
- дизельный грузовой автомобиль – 0,31 – 0,34

При этом получил следующее:

Таблица 1

**Топливо, сжигаемое двигателями автомашин**

Тип автотранспорта	Прошло за 20 мин		Прошло за 1 час N, шт.		Общий пройденный путь $L_i$ , км		Израсходованное топливо $Q_i$ , л	
	20.07.20	06.08.21	20.07.20	06.08.21	20.07.20	06.08.21	20.07.20	06.08.21
легковые автом.	207	225	621	675	621	675	68,31	74,25
грузовые автом.	6	10	18	30	18	30	5,22	8,7
автобусы	11	9	33	27	33	27	19,68	11,07
дизельные груз. автомобили	1	3	3	9	3	9	0,93	2,79

**Примечание:** значения  $Y$  в расчётах брались по минимуму.

Далее были взяты значения коэффициентов, определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего.

## Значение коэффициента (К)

Вид топлива	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Зная значения коэффициентов, произвёл расчёты выбросов от различных видов автотранспорта в литрах. В результате получил следующее:

Таблица 3

## Выбросы автотранспорта в атмосферу

Бензиновое горючее						
Тип автотранспорта	СО, л		Углеводороды, л		Диоксид азота, л	
	20.07.20	06.08.21	20.07.20	06.08.21	20.07.20	06.08.21
Легковые автомобили	40,986	44,55	6,831	7,425	2,7324	2,97
Грузовые автомобили	3,132	5,22	0,522	0,87	0,2088	0,348
Автобусы	8,118	6,642	1,353	1,107	0,5412	0,4428
<b>Всего:</b>	<b>52,236</b>	<b>56,412</b>	<b>8,706</b>	<b>9,402</b>	<b>3,4824</b>	<b>3,7608</b>
Дизельное горючее						
Дизельные грузовые автомобили	0,093	0,279	0,0279	0,0837	0,0372	0,1116
<b>Всего:</b>	<b>52,329</b>	<b>56,691</b>	<b>8,73</b>	<b>9,49</b>	<b>3,52</b>	<b>3,87</b>

Далее рассчитал массу выделившихся вредных веществ в граммах по формуле:  $m = \frac{V \cdot M}{22,4}$

где М – молекулярная масса, V – объём выбросов в литрах.

М оксида углерода -  $16+12=28$  г/моль

М углеводородов –  $12+1=13$  г/моль

М диоксида азота –  $16+16+14=46$  г/моль

В результате получаем следующее:

Показатели	20.07.2020г., граммов	06.08.2021г., граммов
масса оксида углерода	64,51	70,86
масса углеводородов	5,07	5,51
масса диоксида азота	7,23	7,95

Но данные простейшие расчёты были произведены только для 1 км дороги по ул. Советской. Чтобы иметь более чёткую картину по выбросам, надо ещё знать и загруженность улиц города автотранспортными средствами.

Для этого я подсчитал количество транспортных средств, проходящих по различным улицам Лебедяни в течение 20 мин. Подсчёт проводился утром (8.00 - 9.00), днём (13.00 – 14.00) и вечером (17.00 – 18.00).

Результаты наблюдений сведены в таблицы 4, 4,1 (см. в приложении).

**Вывод.** В результате проведённых исследований выяснилось, что в правобережной части города наиболее загружены автотранспортом улицы (по степени убывания): Почтовая, Советская, Тульская, Горького, Тургенева, Ленина. Остальные улицы выполняют второстепенную роль. Особенно мала загруженность автотранспортом окраинных улиц. Следовательно, и степень загрязнения воздуха отработанными газами автомобилей наиболее высока на улицах, перечисленных выше. Атмосфера улиц, выполняющих второстепенную роль, и улиц, находящихся на окраине города, испытывает слабое влияние автотранспорта (а таких улиц в правобережной части города – большинство).

Используя данные таблиц 4 и 4.1, я построил графики изменения количества транспортных средств, проходящих по улицам города в течение дня (см. в приложении). Из них видно, что на улицах Почтовая, Советская и Тургенева поток транспортных средств увеличивается в обеденное время, а на улицах Горького и Ленина – в вечернее.

Здесь снова уместно обратиться к цифрам. По данным ГИБДД Лебедянского района в городе Лебедяни в 2002 г. числилось 8718, в 2003 г. – 10246, по состоянию на октябрь 2004 г. – 12756 автотранспортных средств, (без мотоциклов, прицепов и полуприцепов). А на 01.01.2010 г. численность автомобильного парка по Лебедянскому району уже составила 16666 единиц, на 01.01.2018 г. - 23987 единиц, на 01.01.2019 г. - 24643 единиц, на 01.01.2021г. – 25135 единиц. Большая часть из них принадлежит жителям Лебедяни.

Для наглядности я построил диаграмму «Динамика автомобильного парка по Лебедянскому району» (см. в приложении). Как видим, количество



автотранспорта стремительно растёт. При этом увеличивается и нагрузка на воздушную среду.

По данным управления экологии Лебедянского района выброс вредных веществ от одной единицы автотранспорта в среднем в год составляет:

Всего - 748 кг

Оксида углерода - 591 кг.	Углеводородов - 67 кг	Оксидов азота - 69 кг
Диоксида серы - 5 кг	Сажи - 13 кг	Альдегидов - 3 кг.

Учитывая количество автотранспортных средств в Лебедяни сегодня, все эти цифры мы должны увеличить в тысячи раз.

При этом следует отметить, что технически исправное автотранспортное средство обычно выбрасывает в воздух загрязняющие вещества в соответствии с существующими нормативами, но при условии его работы в нормальном режиме. Однако в условиях города даже исправный во всех отношениях автомобиль не может работать в нормальном режиме, так как скорость движения небольшая и непостоянная, часто приходится притормаживать на пешеходных переходах, лежащих полицейских или останавливаться. В результате этого двигатель вынужден периодически на холостые обороты, что увеличивает выбросы в воздух. На холостых оборотах работает автотранспортное средство и во время прогрева двигателя. Время прогрева двигателя зависит от температуры воздуха, т. е. от времени года, а также от степени обогрева автостоянки (см. таблицу 5 в приложении).

Именно в этот момент автомобиль выбрасывает наибольшее количество загрязняющих веществ, объём которых зависит также от объёма двигателя. Например, автотранспортное средство с бензиновым двигателем объёмом до 1,2 л в тёплый период года выбрасывает СО 2,6 г/мин, в холодное время года – 5,1 г/мин. А при объёме бензинового двигателя свыше 3,5 л в тёплое время года выбрасывается СО 9,5 г/мин, в холодное время года – 19 г/мин.

Количество выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта зависит и от марки используемого бензина. Также зависят выбросы автотранспорта от типа установленного нейтрализатора и типа самого автотранспортного средства. В

нашем городе значительно преобладают автотранспортные средства отечественного производства, доля новых иномарок и автомобилей производства стран СНГ – незначительна. Современные легковые автомобили зарубежного производства, выпущенные после 01.01.1994 года, относятся к автомобилям с улучшенными экологическими характеристиками. А автотранспортные средства производства стран СНГ оснащены двигателями с впрыском топлива. Если на таких автомобилях установлены современные зарубежные или отечественные нейтрализаторы, то горючие газы вступают в реакцию с химически активным веществом и очищают выхлопы от вредных продуктов на 97 – 99%. Нейтрализаторами, выпущенными в России, оснащаются отечественные автомобили с карбюраторным двигателем. Они снижают уровень СО на 80%, СН – на 70%, NO – на 50%. В целом токсичность выбросов уменьшается в 10 раз.

Представленная картина усугубляется ещё и тем, что для каждого автотранспортного средства периодически требуется ремонт. А в результате список веществ, загрязняющих воздух, значительно увеличивается. Так, например, при нанесении лакокрасочных покрытий в воздух попадают ацетон, н-бутиловый спирт, бутил ацетат, ксилол, толуол, Уайт спирит, сольвент и др.

При ручной электродуговой сварке штучными электродами воздух загрязняется марганцем и его соединениями, оксидом железа, неорганической пылью, содержащей SiO<sub>2</sub> (20 – 70%). При ремонте аккумуляторных батарей наблюдаются загрязнения в виде свинца и масла минерального (нефтяного) и т. д. Увеличивается и общее количество выбросов.

**Вывод.** Таким образом, влияние автотранспорта на воздушную среду г. Лебедяни очень велико. С резким ростом количества автотранспортных средств и авторемонтных мастерских увеличились и выбросы вредных веществ в атмосферу, львиная доля которых приходится на улицы, наиболее загруженные автотранспортом.

## 4.2. Шумовое загрязнение

Антропогенный шум также приводит к загрязнению окружающей среды. Акустический шум – это распространяемые в воздухе беспорядочные звуковые колебания различной физической природы. Акустический шум всегда существовал в природе в виде естественных звуков, привычных для человека, без которых он много утратил бы в своём мироощущении. Это приятные звуки: шорох листьев, пение птиц, морской прибой, шум дождя. Полная тишина гнетёт человека. Для измерения уровня акустического шума применяются единицы бел (Б) и десятая часть бела – децибел (дБ).

Интенсивный технический прогресс сопровождается увеличением искусственного шума, вредного для человека, а при высоком уровне – опасного. По данным ВОЗ, реакция на шум со стороны нервной системы начинается при уровне шума 40 дБ, а нарушение сна – при 34 дБ. При уровне шума 70 дБ происходят глубокие изменения в нервной системе вплоть до психических заболеваний, а также происходят изменения слуха, зрения, состава крови и т. д. В городах возникает шум в основном от транспорта.

Я попытался чисто визуально оценить шумовое загрязнение на улицах нашего города, вызванное в первую очередь автотранспортными средствами. При этом я использовал шкалу силы звука, которую нашёл в книге В. Ф. Протасова «Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России» (рис. 16 в приложении). На улицах Советская, Почтовая, Тульская, Ленина, Тургенева и Горького шумовое загрязнение составляет 60 – 80 дБ. Оно относится к допустимому уровню, но уже отрицательно влияет на нервную систему человека. На остальных улицах шумовое загрязнение невысокое, 30–40 дБ, т. е. в пределах нормы.

**Вывод.** Таким образом, повышенное шумовое загрязнение в г. Лебедяни наблюдается только на центральных улицах: Советская, Тургенева, Почтовая, Тульская, Ленина, Горького, которые наиболее загружены автотранспортом, на остальных улицах оно в пределах нормы.

### 4.3. Запылённость улиц г. Лебедяни

Также я провел визуальную оценку запылённости улиц города. На улицах Интернациональной и Свердлова запылённость была слабая. Изредка небольшое количество пыли поднималось в воздух в связи с проезжающим автомобилем, но в течение 1 мин. она практически полностью оседала. Радиус оседания пыли 4 – 5 метров. Слабый ветер пыль высоко в воздух не поднимал.

Другую картину я увидел на улицах Тургенева и Советская. Здесь степень запылённости воздушной среды была намного выше. Я её оценил, как средняя степень запылённости. Основная причина её происхождения – интенсивное движение автомобилей. Ветер практически не поднимал пыль в воздух, он наоборот помогал ей рассеяться. Но из-за высокой степени загруженности автотранспортом пыль практически постоянно присутствовала в воздухе, периодически то сгущаясь, то рассеиваясь, не успевая полностью осесть. Поэтому время рассеивания пыли я не смог зафиксировать. Не смог определить и радиус оседания, так как здесь дома подходят довольно близко к дороге.

Для того, чтобы изучить запылённость воздуха в правобережной части нашего города более детально, я летом 2020 г. проделал опыт с каплей воды, нанесённой на покровное стекло (методика подробно изложена в разделе «Материал и методика исследований»).

*Дата:* 15.08.2020 г., время: 12.00 – 13.30.

*Метеоусловия:* температура воздуха +27<sup>0</sup>С, ветер юго-западный, слабый, сила ветра 1-2 балла, атмосферное давление 763 мм рт. ст., облачность незначительная, облака кучевые.

*Место проведения наблюдений:* улицы Тургенева, Советская, Свердлова и Интернациональная (Рис. 14, 15, 16, 17 в приложении).

Для изучения состава пыли я нанес каплю воды на покровное стекло, положил его рядом с проезжей частью дороги на 5 мин. на улице Тургенева, которая относится к наиболее загруженным автотранспортом. По истечении 5 мин. стекло забрал, накрыл его вторым таким же стеклом и получил влажный микропрепарат, который рассмотрел под микроскопом. В поле зрения объектива

микроскопа попало 24 пылинки разного цвета и разной формы. Основная часть пылинок имела окраску песочного и тёмно-серого цветов. Три пылинки были чёрного цвета. Большая часть пылинок имела довольно правильную форму, близкую к округлой, или чуть продолговатую. Чёрного цвета пылинки были бесформенные, они напоминали обрывки. На мой взгляд, это частички сажи. Остальные пылинки, видимо, природного происхождения: частички почвы и песчинки. Кроме этого при рассматривании микропрепарата был отмечен один довольно крупный сгусток серебристо-металлического цвета. Возможно это свинец, который может попасть в воздух с выхлопными газами.

То же самое я проделал на улицах Советская, Интернациональная и Свердлова. Во всех случаях капля воды покрылась пылью. Однако на улице Советской слой пыли покрыл каплю воды почти полностью ровным слоем, а на улицах Интернациональная и Свердлова покрытие капли из пыли было намного реже. Это, в первую очередь, связано с интенсивностью движения транспорта. Как я уже упоминал выше, улица Советская имеет в течение дня высокую степень загруженности автотранспортом, а улицы Интернациональная и Свердлова – слабую. При рассмотрении полученных микропрепаратов под микроскопом я увидел пылинки того же происхождения, что и в первом случае, но только в большем объёме на ул. Советская.

**Вывод.** Таким образом, автотранспортные средства играют большую роль в степени запылённости улиц города. Наиболее запылённые улицы с интенсивным движением автомобилей. Но здесь немаловажную роль играют сила ветра и влажность поверхности. Учитывая то, что прошедшее лето было жарким и сухим, а скорость ветра преобладала невысокая, степень запылённости городских улиц была довольно высокая. Основная масса пылеобразующих частиц имеет природное происхождение.

#### **4.4. Влияние автотранспорта на растительный покров г. Лебедяни.**

Чтобы понять степень влияния автотранспорта на растительность г. Лебедяни, я провел ряд наблюдений. За основу была взята древесная растительность, в основном липы, тополя и ясени. Наблюдения проводились

летом 2020 и 2021 г. на улицах Советская, Тургенева, Интернациональная и в городском парке.

При детальном рассмотрении листьев я заметил следующее. Деревья, растущие в городском парке, на протяжении всего периода наблюдения имели практически чистые листья. На их поверхности периодически появлялся тонкий слой пыли, смываемый во время дождя. Деревья, растущие на улице Интернациональная, имели тоже довольно чистые листья. Но слой пыли на них был более плотный. На улице Интернациональной кроме пыли на листьях были небольшие маслянистые чёрные пятна, которые дождём не смывались. Как я уже упоминал выше, по этой улице в течение суток проходит сравнительно небольшое количество автотранспорта.

На улице Советской мне пришлось рассматривать листья с трёх позиций. Здесь находятся аллеи по обе стороны дороги. Аллеи образуют два ряда деревьев. Я рассматривал листья ближнего от дороги ряда, обращённые к дороге и с противоположной стороны, и листья второго от дороги ряда, обращённые к домам. Самыми грязными были листья, обращённые к дороге. На них к осени образовался толстый слой загрязняющих веществ, состоящий из смеси пыли, осевших выхлопных газов и взвешенных частиц. По мере удаления от дороги степень загрязнения листьев уменьшалась. Листья, обращённые к домам, были значительно чище, но состав загрязнения был тот же. Однако, при сравнении листьев липы, тополя и ясеня я заметил существенные различия в степени загрязнённости. Листья тополя и ясеня – более жёсткие, поверхность листовой пластины более ровная, а листья тополя ещё и более блестящие, чем листья липы. На них я не обнаружил следов выхлопных газов автомобилей. Их поверхность была покрыта только слоем пыли, которая смывалась во время дождя. А на листья липы, более тонкие и нежные, осела основная масса загрязняющих веществ (Рис. 18, 19, 20, 21 в приложении). Аналогичную картину я увидел и на улице Тургенева.

Кроме этого я проделал следующий опыт. В городском парке и на улице Советской были взяты образцы листьев липы. Их я наклеил на прозрачную

липкую ленту (скотч), затем осторожно отклеил и получил отпечатки листьев. На скотче осталась большая часть загрязняющих веществ, осевших на листья. Полученные отпечатки сравнил. Наиболее чёткими и грязными были отпечатки листьев, которые я взял на улице Советской. Отпечатки листьев, обращённых к дороге, резко отличались от отпечатков листьев, обращённых к домам, степенью загрязнения. Листья липы, взятые в парке, оставили еле заметные следы (Рис. 5, 6, 7 в приложении).

Описанную операцию с листьями я повторил в конце сентября 2020 г. И начале августа 2021 года. Отлепив листья от скотча, я взял полученный таким образом своеобразный микропрепарат и рассмотрел отпечатавшиеся загрязняющие вещества под микроскопом. Более детально рассмотрел отпечатки листьев, взятых на ул. Советской, ул. Тургенева, ул. Интернациональная. При рассмотрении отпечатка листа, обращённого к дороге, я увидел маслянистые сгустки загрязнений чёрного цвета с коричневатым оттенком. Сгустки были довольно большие и покрывали видимую часть отпечатка на 40 - 50%. Среди сгустков я заметил очень мелкие блестящие вкрапления, имеющие стальной цвет. Вкраплений было очень мало. Невооружённым глазом на отпечатках листьев они не видны. При рассмотрении отпечатка листа, обращённого к домам, я увидел те же сгустки загрязнений, но только меньшие по размерам. Они покрывали видимую часть отпечатка на 20 – 30 %. (Рис. 8, 9, 10, 11, 12, 13 в приложении).

**Вывод.** Выбросы автотранспорта, несомненно, оказывают влияние на растительность. Но в пределах нашего города это влияние практически не заметно на первый взгляд кроме образования пленки из загрязняющих веществ на поверхности листьев.

Однако атмосфера способна самоочищаться от загрязняющих веществ. Аэрозоли вымываются осадками, ионы оседают под влиянием электрического поля Земли, а также в результате гравитации. Оседанию взвешенных веществ, кроме этого, способствует сорбция их на поверхности более крупных частиц. Здесь, несомненно, огромная роль отводится дождю.

Кроме этого большая роль в самоочищении воздушной среды отводится ветру. Даже слабый ветер, имеющий силу 1 м/сек, за 1 мин относит загрязняющие вещества на 60 метров, а за 1 час – на 3,6 км. При усилении ветра до 10 м/сек загрязняющие вещества относятся в течение 1 часа на 36 км.

Огромная роль здесь принадлежит зелёным насаждениям. Во – первых, на них оседают не только твёрдые частицы, но и летучие вещества. Во – вторых, участвуя в процессе фотосинтеза, они регулируют газовый состав атмосферы, забирая из него углекислый газ и выделяя кислород.

В результате турбулентного перемешивания приземный слой воздуха постоянно обновляется, способствуя также очищению атмосферы. При этом за сутки очищается слой высотой 250 метров.

**Вывод.** Таким образом, благодаря метеорологическим условиям, большому количеству зелёных насаждений, турбулентности воздуха происходит самоочищение воздушной среды, что значительно ослабевает влияние автотранспорта и промышленных предприятий на атмосферу города.

#### **4.5. Биоиндикация**

При изучении степени загрязнения окружающей среды автотранспортом и промышленными предприятиями важна реакция биологических объектов на поллютанты (загрязняющие вещества). Одним из таких биологических объектов являются лишайники. Лишайники представляют собой весьма своеобразную группу споровых растений, состоящих из двух компонентов – гриба и одноклеточной, реже нитчатой, водоросли, которые живут совместно как целостный организм. При этом функция основного размножения и питания за счёт субстрата принадлежит грибу, а функция фотосинтеза – водоросли. Лишайники чутко реагируют на характер и состав субстрата, на котором они растут, на микроклиматические условия и состав воздуха.

Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники (или эпифиты), т. Е. лишайники, растущие на коре деревьев. Изучение этих видов в крупнейших городах мира выявило ряд



общих закономерностей: чем более загрязнён воздух, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев, тем ниже «жизненность» лишайников. Установлено, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, затем – листоватые и последними – накипные (корковые) формы лишайников.

В последние десятилетия показано, что из компонентов загрязнённого воздуха на лишайники самое отрицательное влияние оказывает двуокись серы. Экспериментально установлено, что это вещество в концентрации 0,08-0,1 мг/м<sup>2</sup> начинает действовать на многие виды лишайников. В хлоропластах клеток водорослей появляются бурые пятна, начинается деграция хлорофилла. Концентрация двуокиси серы в 0,5 мг/м<sup>2</sup> губительна для всех видов лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах.

Кроме этого на лишайники губительно действуют окислы азота, окись углерода, соединения фтора и др. Большинство химических соединений, негативно влияющих на флору лишайников, входят в состав основных химических элементов и соединений, содержащихся в выбросах большинства промышленных предприятий и автотранспорта, что позволяет использовать лишайники именно в качестве индикаторов антропогенной нагрузки.

Чтобы иметь более чёткое представление о состоянии атмосферного воздуха в г. Лебедяни, я провёл наблюдения за лишайниками. Для исследования была выбрана улица Советская, так как для древесной растительности этой улицы характерна наибольшая однородность видового и возрастного состава. Среди древесных пород преобладают липы. Большинство из них были посажены в 1910 году, но есть и более молодые деревца.

Наблюдения проводились в первой декаде сентября. Мной были осмотрены липы, растущие по обе стороны от дороги. Лишайники обнаружены на всех деревьях, объём ствола которых составил более 40 – 45 см. В основном это накипные лишайники. Они присутствуют на всех деревьях, цвет – зеленовато-серый, «жизненная» форма – нормальная, без видимых повреждений

и пятен, степень покрытия ствола от 50 до 80% (Рис. 1, 2 в приложении). Листоватые лишайники присутствовали лишь на единичных липах.

Среди них распространены пепельно-серые. Степень покрытия ствола ничтожно мала, 1-7 лишайников на дереве. Листовая пластина их небольшая, легко отделяется от ствола (Рис. 3, 4 в приложении).

Однако для наиболее глубокого исследования были выбраны 10 старых прямостоящих лип с объёмом ствола 155 – 190 см. Деревья были обследованы с помощью методики линейных пересечений, которая подробно описана выше в разделе «Материал и методика исследований». Полученные результаты я свел в таблицу 6 (см. в приложении). Используя таблицу из «Практикума по экологии» С. В. Алексеева и др. (см. табл. 7 в приложении), я сделал вывод о степени загрязнения атмосферы в нашем городе.

**Вывод.** Наличие лишайников на стволах деревьев и их видовой состав свидетельствуют о том, что атмосферный воздух г. Лебедяни имеет среднее загрязнение.

### **Общие выводы**

1. В правобережной части города наиболее загружены автотранспортом улицы (по степени убывания): Почтовая, Советская, Тульская, Горького, Тургенева, Ленина. Остальные улицы выполняют второстепенную роль. Особенно мала загруженность автотранспортом окраинных улиц.

2. Степень загрязнения воздуха отработанными газами автомобилей наиболее высока на улицах, перечисленных выше. Атмосфера улиц, выполняющих второстепенную роль, и улиц, находящихся на окраине города, испытывает слабое влияние автотранспорта. Однако с резким ростом количества автотранспортных средств и авторемонтных мастерских увеличились и выбросы вредных веществ в атмосферу, львиная доля которых приходится на улицы, наиболее загруженные автотранспортом.

3. Повышенное шумовое загрязнение в г. Лебедяни наблюдается только на центральных улицах: Советская, Тургенева, Почтовая, Тульская, Ленина,

Горького, которые наиболее загружены автотранспортом, на остальных улицах оно в пределах нормы.

4. Автотранспортные средства играют большую роль в степени запылённости улиц города. Наиболее запылённые улицы с интенсивным движением автомобилей. Основная масса пылеобразующих частиц имеет природное происхождение.

5. Выбросы автотранспорта, несомненно, оказывают влияние на растительность. Но в пределах нашего города это влияние практически не заметно на первый взгляд кроме образования пленки из загрязняющих веществ на поверхности листьев.

6. Наличие лишайников на стволах деревьев и их видовой состав свидетельствуют о том, что состояние атмосферного воздуха в городе Лебедяни удовлетворительное, загрязнение – среднее.

#### **Список использованных источников**

- 1.Алексеев С. В., Груздева Н. В. И др. Практикум по экологии. Учебное пособие. – М.: АО МДС, 1996. – 190с.
- 2.Гладкий Ю. Н., Лавров С. Б. Глобальная география. – М.: Дрофа, 1997. – 351с.
- 4.Климов С. М. Школьная научно – исследовательская работа по биологии и экологии. Методическое пособие. – Липецк: ЛГПИ, 1999. – 24с.
- 5.Магазов О. А., Магазова Л. Н. Правила оформления результатов исследовательской работы по экологии. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 17с.
- 6.Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий. – Министерство транспорта Российской Федерации, 1998.-85с.
- 7.Новиков Н. В. Экология, окружающая среда и человек. Учебное пособие. – М.: Торговый дом «Гранд», 1999. – 317с.
- 8.Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. /Исполнит. А. Н .Ясенский и др. – Л., 1991. – 49с.

- 9.Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 2000. – 671с.
- 10.Пчёлкин А. В., Боголюбов А. С. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды. М.: Экосистема, 1997.- 25 с.
11. <https://ruslo.info/ekologiya/zagriaznenie-vozdukha-istochniki-i-prichi>
12. <https://www.popmech.ru/science/news-612663-nazvany-regiony-rossii-s-samym-gryaznym-vozduhom/>
13. <http://ekolip.ru/folder1> (Доклады «Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области» за 2015-2018 годы)
14. <https://lipeck.bezformata.com/listnews/vibrosov-v-lipetckoy-oblasti-ot/87366241>

## Приложение



Рис. 1,2 Накипные лишайники на стволах лип, произрастающих на ул. Советская.

Рис. 3,4 Листоватые лишайники на стволах лип, произрастающих на ул. Советская.



Рис.5 Отпечаток листа липы 1 (2020 г.)

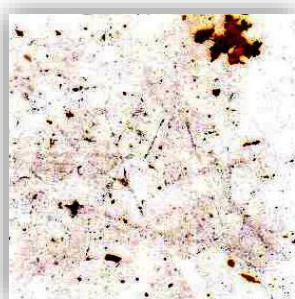


Рис. 6 Отпечаток листа липы 2 (2020 г.)



Рис.7 Отпечаток листа липы 3 (2020 г.)

**Примечание.** Листья для получения отпечатков 1 и 2 взяты на ул. Советская. Лист 1 был обращён к дороге, а лист 2 – к тротуару. Лист для отпечатка 3 взят в городском парке.



Рис. 8 Отпечаток листа липы, обращенного к дороге (2021 г.)

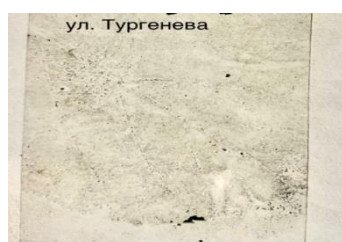


Рис. 9 Отпечаток листа липы, обращенного к тротуару (2021 г.)



Рис.10 Отпечаток листа липы, обращенного к дороге (2021 г.)



Рис. 11 Отпечаток листа липы, обращенного к тротуару (2021 г.)



Рис.12 Отпечаток листа липы, обращенного к дороге (2021 г.)

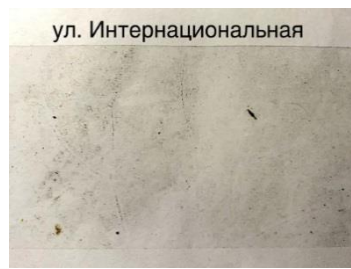


Рис. 13 Отпечаток листа липы, обращенного к тротуару (2021 г.)



Рис. 14, 15, 16, 17 - Изучение состава пыли.



Рис. 18,19,20,21 – Изучение степени и состава загрязнений на листьях липы.

**Загруженность улиц г. Лебедяни автотранспортными средствами  
в течение дня (июль – август 2020 г.).**

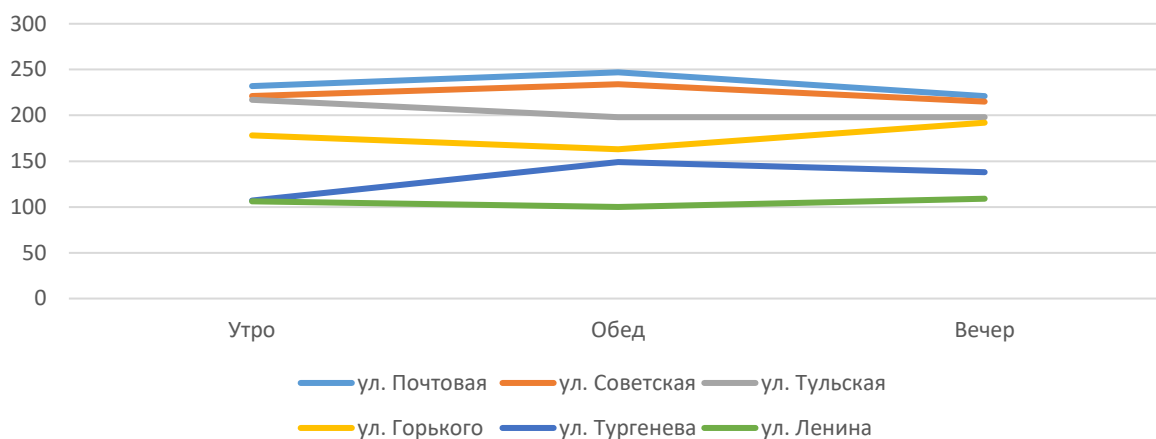
Улица	Дата	Время	Легковые автомоб.	Грузовые автомоб.	Трак- торы	Мокро- автобу- сы	Авто- бусы	Мото- циклы	Все- го
Ленина	20.07	8.05	74	17	2	13	-	-	106
		13.00	72	20	1	7	-	-	100
		17.00	71	18	1	19	-	-	109
Советская	20.07	8.30	187	11	-	19	14	-	221
		13.25	207	7	-	10	6	4	234
		17.25	169	12	2	21	11	2	215
Почтовая	20.07	8.50	185	11	2	19	15	-	232
		13.45	213	9	3	12	8	2	247
		17.45	173	13	2	20	13	-	221
Тульская	01.08	8.35	174	11	-	18	14	-	217
		13.20	162	16	1	11	8	-	198
		17.30	153	12	-	19	13	1	198
Горького	01.08	8.15	136	14	-	16	12	-	178
		13.00	128	17	-	11	7	-	163
		17.10	142	19	1	18	12	-	192
Тургенева	10.08	8.00	105	4	1	3	3	1	107
		13.40	126	7	3	7	5	1	149
		17.10	128	2	-	8	-	-	138
Интерна- циональная	20.08	8.45	28	7	-	2	-	-	37
		13.00	27	8	-	4	1	-	39
		17.15	34	8	-	3	-	-	45
Свердлова	20.08	8.20	9	2	-	1	-	-	12
		13.20	11	3	-	3	-	-	17
		17.30	8	2	-	1	-	-	11

**Загруженность улиц г. Лебедяни автотранспортными средствами  
в течение дня (август 2021 г.).**

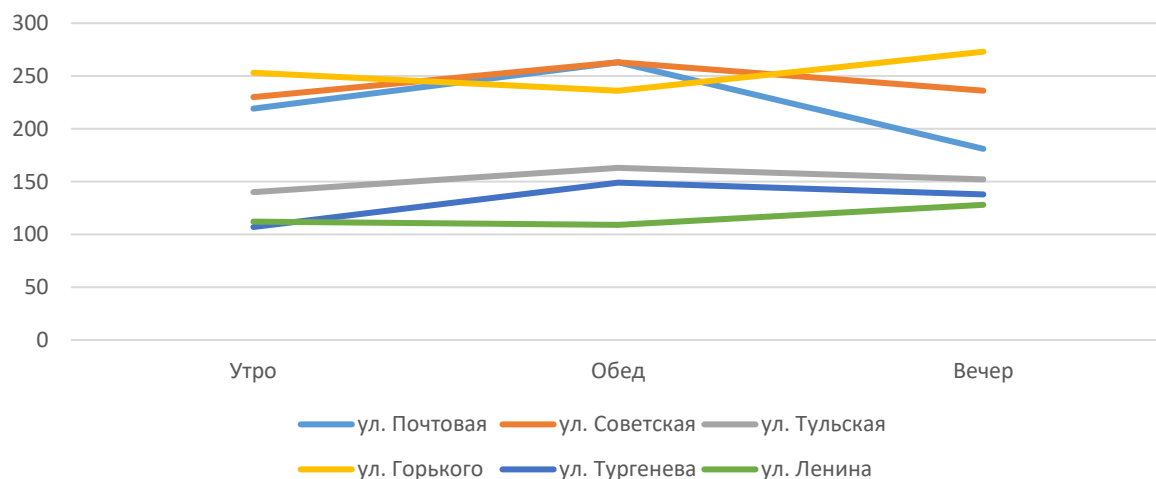
Улица	Дата	Вре- мя	Легковые автомоб.	Грузовые автомоб.	Трак- торы	Мокро- автобу- сы	Авто- бусы	Мото- циклы	Все- го
Ленина	04.08	8.05	79	20	4	9	-	-	112
		13.00	75	24	3	5	-	2	109
		17.00	82	30	-	8	-	8	128
Советская	04.08	8.30	201	9	-	10	10	-	230
		13.25	230	5	-	10	12	6	263
		17.25	198	5	-	15	10	8	236
Почтовая	04.08	8.50	190	7	-	10	12	-	219
		13.45	232	3	-	12	9	7	263
		17.45	160	3	-	8	7	3	181
Тульская	06.08	8.35	194	15	3	5	15	3	235
		13.20	180	20	-	13	0	4	217
		17.30	176	8	6	9	16	6	221
Горького	06.08	8.15	201	20	3	18	10	1	253
		13.00	181	25	-	12	14	4	236
		17.10	215	30	2	20	6	-	273
Тургенева	09.08	8.00	108	10	4	5	12	1	140
		13.40	128	15	5	9	6	2	163
		17.10	138	6	2	8	-	3	154
Интернаци- ональная	09.08	8.45	15	10	-	2	-	-	27
		13.00	10	15	-	-	-	1	26
		17.15	20	10	-	3	-	-	33
Свердлова	09.08	8.20	12	-	-	2	-	-	14
		13.20	58	3	-	-	-	-	61
		17.30	32	5	-	4	-	-	41



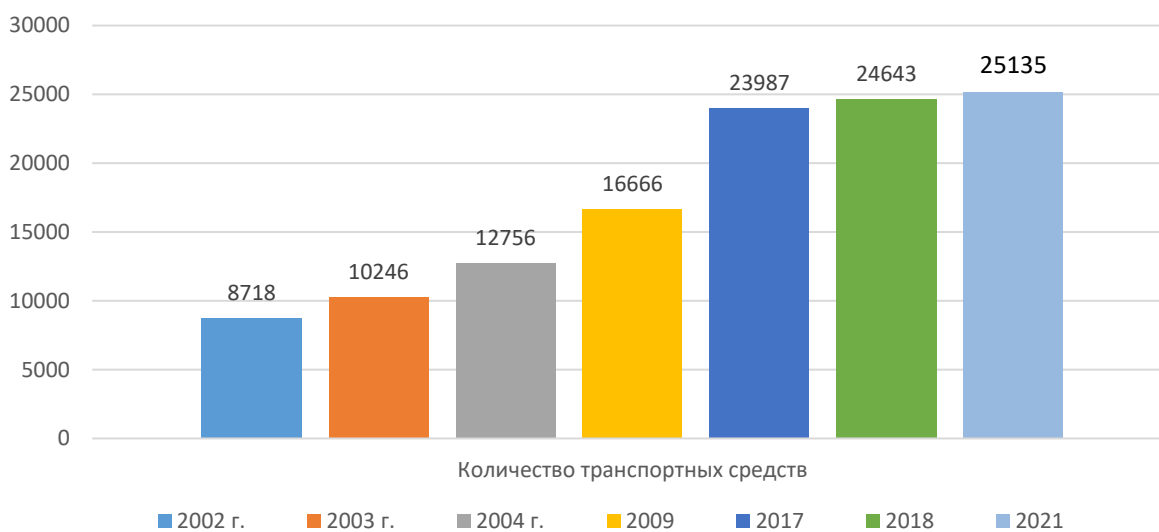
**Изменение количества автотранспортных средств, проходящих по улицам Лебедяни в течение дня 2020 года**



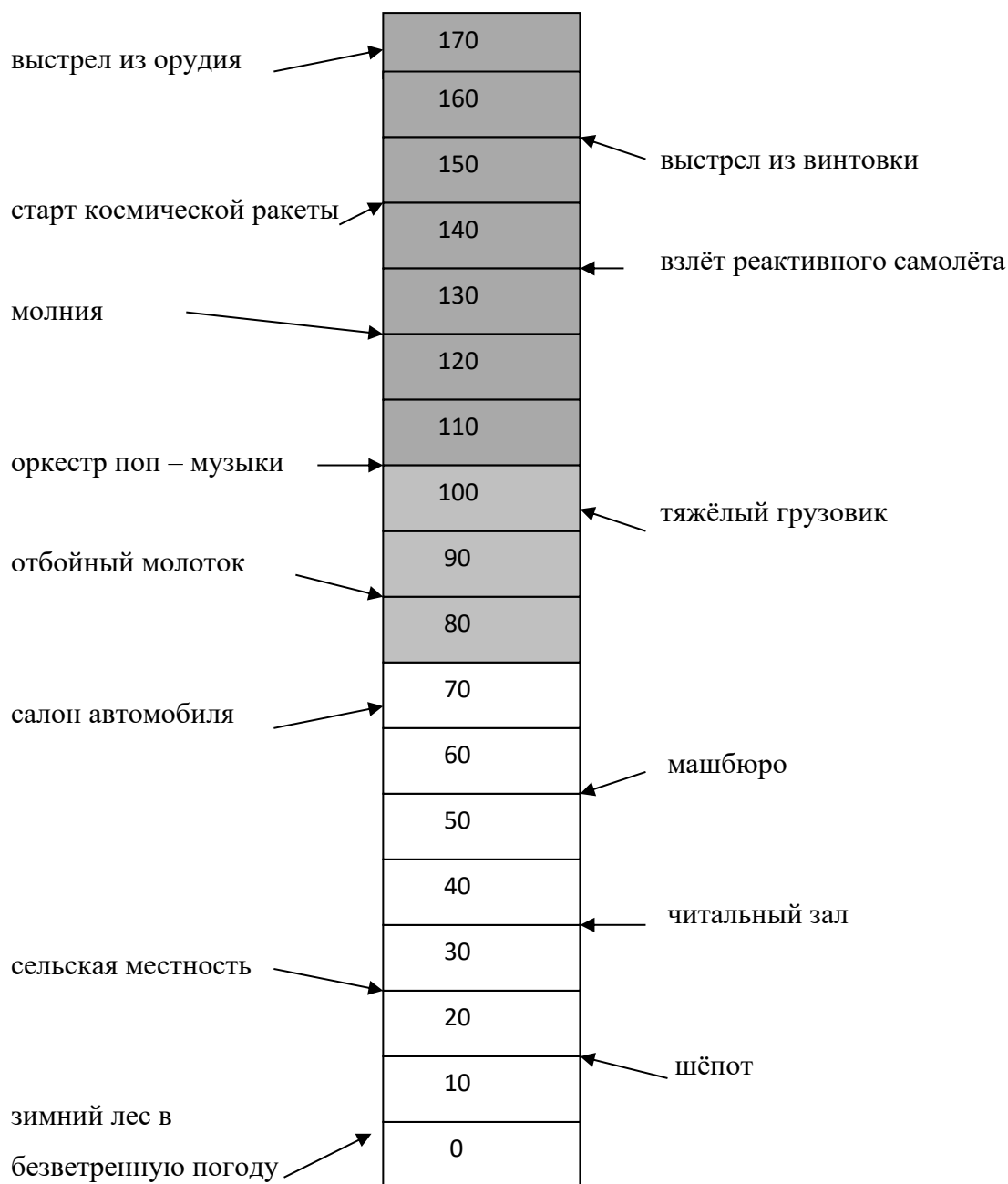
**Изменение количества автотранспортных средств, проходящих по улицам Лебедяни в течение дня 2021 года**



**Динамика автомобильного парка по Лебедянскому району**



### Шкала силы звука






-  - Недопустимый
-  - предельно допустимый
-  - допустимый

Рис. 16

Таблица 5

**Время прогрева двигателя в зависимости от температуры воздуха (в мин.)**

Категория автомобиля	Выше 5 <sup>0</sup>	Ниже 5 <sup>0</sup> до -5 <sup>0</sup>	Ниже -5 <sup>0</sup> до -10 <sup>0</sup>	Ниже -10 <sup>0</sup> до -15 <sup>0</sup>	Ниже -15 <sup>0</sup> до -20 <sup>0</sup>	Ниже -20 <sup>0</sup> до -25 <sup>0</sup>	Ниже -25 <sup>0</sup>
Легковой	3	4	10	15	15	20	20
Грузовой или автобус	4	6	12	20	25	30	30

Таблица 6

**Покрытие стволов деревьев лишайниками (в см и %)**

Номер дерева	Обхват ствола дерева (см)	Поверхность, покрытая лишайниками (см)	Общая площадь покрытия (см)	Общая площадь покрытия в %
1	173	2-3,5; 8-11,1; 15-19,4; 21,4-35; 36,2-54; 58-62; 64-90; 91-104; 107-109; 113-114; 123-124; 129-131; 135-138,4; 142-143; 147-149; 155-159; 165-167.	101,8	58,8
2	175	1,5-11; 12-21; 23-48; 51-59; 60-144; 148-151; 171-174	141,5	81,9
3	172	0-5; 7-10,5; 22-26,4; 31-46; 50-54; 55-60; 63-67; 68-90; 94-120; 123-134; 136-145; 152-165,4; 166-167,3	123,6	71,9
4	181	3-4,5; 11-12; 14-15; 19,2-20; 22,3-24; 37-40; 44,4-46; 50-52,3; 58-62; 65-66,2; 68,8-71; 73,2-78; 79-82; 84-87; 88-94; 96-98,5; 100-104; 110-126; 127-130; 131-133; 158-173; 176-178; 174-181	88,6	49
5	163	0-7,5; 11-12,2; 13,1-14,4; 15-16,2; 20-23,4; 24-27; 29-30; 32-38,4; 39,2-49; 51-53; 55-58; 61-64; 68-96; 98-101; 106-108; 123-124,2; 126,4-132; 135,3-138,5; 141-153,2; 156,4-160,6	102,2	62,7
6	155	2-6; 7-9; 11-18; 19-22,2; 23,2-28; 30-31; 32-55; 56-57; 62-68; 69-80; 81-87; 88-94; 98-99,6; 102-104; 106,4-110; 112-114; 115,3-121,5; 124-128,8; 131,1-142; 145,3-152,7	113,5	73,2
7	169	3,1-6,4; 8,2-10; 12-14,6; 17,2-19,2; 23-25,7; 29,1-36; 39,2-48; 51,2-57,7; 60,4-69; 73,5-78,6; 87,2-91; 98-104,6; 107,9-109,1; 120,1-124; 128,3-133; 139-145,4; 151,2-158; 166,2-168	85,1	50,4
8	158	1,1-5,4; 6,7-10,3; 12,5-17,3; 19,4-23; 26,9-33,2; 36,1-45; 48,7-56; 59,9-74,1; 80,2-92; 97,8-106,1; 111,4-122; 127,6-131,3; 136,2-139; 146-152,6; 154,1-155	95,7	60,6
9	191	0,6-4,5; 6,3-9,6; 12,2-19,1; 22,8-25,7; 29-37,3; 41,7-54; 58,7-64,3; 69,1-78; 83-95,7; 99-106,4; 109,5-122; 126,7-136,9; 139-146,8; 151-167,8; 172,2-176; 179,3-184; 186,5-189,2	130,7	68,4
10	186	2,1-5,6; 6,7-10,8; 13-17,6; 18,9-25,9; 27,4-35,6; 38,3-49,4; 51,5-59,8; 63-71,3; 74,4-91; 95-103,4; 105-114,7; 116-128,1; 130,2-138; 139,9-151; 154,3-158,4; 161,6-172,4; 175,4-183; 184-185,6	143,9	77,4

Таблица 7

Зона	Степень загрязнения	Кустистые	Листовые	Накипные
1	Загрязнения нет	+	+	+
2	Слабое загрязнение	-	+	+
3	Среднее загрязнение	-	-	+
4	Сильное загрязнение («лишайниковая пустыня»)	-	-	-

+ наличие лишайников;

- отсутствие лишайников.