

Всероссийский конкурс учебно-исследовательских работ старшеклассников  
по политехническим, естественным, математическим дисциплинам  
для учащихся 9-11 классов

Направление: экология

## **Пылеулавливающая способность листьев древесных и кустарниковых растений**

Комарова Ангелина Станиславовна,  
9 класс, МАОУ СОШ №24,  
г. Краснотурьинск

Садовникова Любовь Анатольевна  
Учитель биологии МАОУ СОШ №24  
Г. Краснотурьинска

Пермь. 2018

## Содержание

	Стр
Введение .....	3
1. Дорожная пыль, как экологический фактор .....	5
1.1. Состав уличной дорожной пыли .....	5
1.1. Экологическое влияние пыли на почву, водоемы, растительные и животные организмы .....	6
1.2. Воздействие веществ дорожной пыли на здоровье человека .....	7
1.3. Меры борьбы с пылевым загрязнением атмосферы города .....	9
1.4. Роль зеленых насаждений в улучшении экологической обстановки в городе .....	11
2. Изучение пылеулавливающей способности деревьев и кустарников, произрастающих в г. Краснотурьинске .....	14
2.1. Исследование 1. Оценка уровня запыленности листьев .....	15
2.2. Исследование 2. Выявление максимальной пылеудерживающей способности листьев .....	16
2.3. Исследование 3. Расчет пылеёмкости листьев на 1 см <sup>2</sup> поверхности листа .....	17
2.4. Исследование 4. Оценка лучших растений – пылеуловителей с точки зрения практичности их использования для озеленения городских автомобильных дорог .....	18
Заключение .....	20
Литература.....	21
Приложение	

## Введение

Исследования экологических проблем городских поселений в настоящее время необычайно актуальны, так как города становятся основной средой обитания человека. Одной из важнейших проблем городской экологии является проблема загрязнения атмосферного воздуха. В последние десятилетия наблюдается интенсивное насыщение атмосферы городов газообразными и пылевидными отходами транспорта и промышленных предприятий, что заметно снижает качество жизни городского населения. [3]

Среди мер, направленных на защиту атмосферного воздуха от пылевидных отходов большое место занимают зеленые насаждения города.

В нашей работе мы изучили пылеулавливающую способность листьев ряда деревьев и кустарников, наиболее широко представленных на улицах г. Краснотурьинска.

### **Актуальность исследования.**

Проблема пылевого загрязнения для нашего региона очень актуальна. Состояние атмосферы на Среднем Урале определяется двумя обстоятельствами: объемом токсических веществ, поступающих в воздух от различных источников загрязнения и интенсивностью процессов самоочищения атмосферы. По количеству вредных выбросов в атмосферу регион занимает одно из первых мест в России, а на Свердловскую область приходится около трети всех воздушных выбросов Урала, поэтому почти во всех городах области экологическая обстановка крайне неблагоприятна. Наибольший вклад в атмосферные выбросы вносят соединения окиси углерода и пылевые частицы.

Пылевые загрязнения воздуха, в 2-3 раза превышающие допустимый уровень, отмечались в таких городах области, как Нижний Тагил, Первоуральск, Краснотурьинск и других городах. В индустриальных районах выпадает свыше 1т пылевых частиц на 1 км<sup>2</sup> в сутки. [5]

Помимо пыли, выбрасываемой в атмосферу промышленными предприятиями, на здоровье городских жителей большое влияние оказывает также дорожная пыль. Особо остро эта проблема проявляется в наше время в связи с увеличением числа автомобилей на городской проезжей части.

Дорожная пыль, как и обычная пыль, состоящая из мелкодисперсных частиц влияет на органы дыхания. Дорожная пыль в городах практически всегда содержит в себе токсичные вещества, которые связаны с транспортом. Частично это изношенные покрышки. Материал покрышек может представлять опасность для организма, если он попадает внутрь, т.к. это не какая-то природная резина, это множество химических соединений. Кроме того, есть выхлопы автомобилей, которые содержат не только газообразную часть, но и твердые частицы, которые точно так же оседают на дорогах и тоже являются

частью пыли. Эти выхлопы содержат множество опасных веществ. Размер частиц дорожной пыли не превышает 2.5 – 10 микрон, и именно фракционный состав, измеряемый микронами и десятными долями микрона, является наиболее токсичным и наиболее вредным для здоровья. [8]

**Цель исследования:** изучить пылеулавливающую способность листьев деревьев и кустарников города.

**Задачи исследования:**

1. Определить пылеемкость листьев различных деревьев и кустарников нашего города.
2. Выявить виды деревьев и кустарников, которые являются наилучшими пылеуловителями.
3. Дать рекомендации по озеленению обочин автомобильных дорог г. Краснотурынска.

**Объект исследования:** деревья и кустарники г. Краснотурынска

**Предмет исследования:** способность листьев улавливать пыль из воздуха и удерживать её на своей поверхности.

**Гипотеза:** мы предполагаем, что некоторые виды деревьев и кустарников г. Краснотурынска обладают более высокой пылеулавливающей способностью по сравнению с другими.

**Методы исследования:**

1. Изучение и анализ информационных источников по данной проблеме
2. Измерение
3. Сравнение
4. Эксперимент

## Дорожная пыль, как экологический фактор

### Состав уличной дорожной пыли

Среди веществ и соединений, поступающих в атмосферу из различных источников в виде газопылевых выбросов, основную долю составляют диоксид серы, оксид и диоксид углерода, оксиды азота и пыли различного химического состава.[1]

Черная и цветная металлургия, металлообрабатывающая промышленность занимают одно из первых мест по объему загрязнений, выбрасываемых в окружающую среду.

Основная доля, приходящаяся на передвижные источники, поступает от автомобильного транспорта. В крупных городах он составляет в среднем 60% всех загрязнений городского воздуха. Автомобильные выбросы представляют собой смесь более 200 веществ. Характер и состав выхлопных газов транспорта зависит от многих факторов, в том числе и от состава топлива. Бензиновые двигатели выбрасывают в атмосферу значительное количество несгоревших легких углеводородов (метан, этилен, ацетилен) и продуктов их неполного сгорания (оксид углерода, альдегиды, кетоны), а автомобили с дизельным топливом – канцерогенных веществ (тяжелые углеводороды, сажа, аэрозоли, масла и несгоревшее топливо, сернистый ангидрид и акролеин). Особенно опасными среди выбросов являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в том числе бенз(а)пирен. По усредненным данным, содержание в воздухе этого токсичного соединения близ транспортных магистралей крупных городов иногда в 10-12 раз превышает установленные нормы. Большинство выхлопных газов тяжелее воздуха, поэтому скапливаются в нижних слоях атмосферы. Особенности городской застройки (узкие улицы, высокие здания) также способствуют задерживанию токсических соединений выхлопных газов в зоне дыхания пешеходов. Источники загрязняющих элементов в придорожных полосах представлен в таблице 1.

Таблица 1.

*Источники поступления химических элементов в придорожные полосы (по Fritsche, Becker, 1992)*

Источник	Элемент
Выхлопные газы	Pb, Ni
Износ проезжей части	Si, Ca, Mg, тяжелые металлы
Износ колес	Cd, Zn, Pb, Cr, Cu, Ni
Износ тормозных колодок	Zn, Pb, Cr, Cu, Ni
Горюче – смазочный материал	Pb, Ni, Zn, Cu, V, Cr
Коррозия автомобилей	Cu, Pb, Zn
Антигололедные средства	Na, Ca, Mg

При эксплуатации автомобильных дорог происходит загрязнение придорожной полосы пылью. Эта пыль образуется в результате истирания, измельчения дорожного покрытия, а также заноса на проезжую часть грязи и рыхлого материала с прилегающих территорий и дорог. В ее состав входят продукты истирания автомобильных шин, дорожного покрытия, тормозных накладок, горюче-смазочные материалы, а также твердые выбросы двигателей (сажа). Такая пыль содержит вещества, вредные и опасные для здоровья человека, а также животных и растений. Это соединения тяжелых металлов (например, свинца, цинка, кадмия), асбестовая пыль, бенз(а)пирен и другие. Бенз(а)пирен – опасный канцероген. Он содержится в пыли, образующейся при стирании асфальтобетонных покрытий и автомобильных шин. [8]

В состав пыли техногенного происхождения входят металлы. Одни из них принадлежат к классу тяжелых металлов (имеют плотность более 5), другие являются биогенными элементами, необходимыми для жизнедеятельности растений (Fe, Mn, Cu, Zn). Третьи, такие, как Pb, Hg, не обладают известными метаболическими функциями, и их нередко относят к токсичным элементам. Биогенные микроэлементы при определенных концентрациях могут стать токсичными. [7]

### **Экологическое влияние пыли на почву, водоемы, растительные и животные организмы**

Пыль наряду с пищей и водой является одним из главных источников тяжелых металлов в живых организмах. Дорожная пыль, мигрируя с ливневыми стоками, негативно влияет на городские водные объекты путем увеличения в них концентрации взвешенных частиц, большинства тяжелых металлов и солей.

В виде сухих осадений она поступает в городские почвы, способствуя их загрязнению.

Бенз(а)пирен – устойчивое соединение, оно хорошо растворяется в воде, переносится на большие расстояния, и может накапливаться в водоемах.

Запыленность воздуха оказывает также вредное косвенное воздействие. Снижается прямая солнечная радиация. В центрах городов суммарная солнечная радиация обычно на 20-50 % ниже, чем в пригородах. Также существенно уменьшается поступление ультрафиолетовых лучей. Это приводит к увеличению количества болезнетворных бактерий в воздухе. В запыленном воздухе резко возрастает число ядер конденсации воды. В результате этого количество туманных и облачных дней в городах в несколько раз больше, чем за их пределами. [16]

Пылевидные частицы, оседающие на листьях растений, оказывают на них разнообразные воздействия. В основном их можно подразделить на физические и химические. Физические воздействия связаны с образованием чехла, препятствующего нормальному тепло- и влагообмену листа с атмосферой и уменьшающего доступ света к растению. Нарушается работа устьичного аппарата, ограничивается процесс транспирации, температура листьев повышается на 2-4 °С, а иногда на 8-10 °С, по сравнению с незапыленными листьями; ослабляется процесс фотосинтеза. Химическое влияние обусловлено содержанием в пыли водорастворимых соединений. Эти соединения могут поступать в растения и оказывать влияние на обмен веществ.

Осевшая на листьях пыль экранирует лист, снижая поступление к пигментам фотосинтетически активной радиации (примерно на 5-14%) и, наоборот, резко повышая поглощение теплового излучения (на 25-33%). В результате лист перегревается (на 1-1,5 °С), увеличивается расход воды на транспирацию, сокращается продуктивность фотосинтеза. Химическое действие пыли проявляется после растворения ее в воде и проникновения во внутренние ткани организма. Действие на растения минеральных водорастворимых частиц нередко вызывает локальные ожоги на листьях, а при длительном опылении – ослабление и гибель растений. [9]

Биогеохимическими исследованиями установлена связь степени пораженности растений и накоплением в них относительно фона ряда химических элементов (St, Va, Sr, Ag, Co, Cu, Zn) вблизи производств черной и цветной металлургии, машиностроения, автомобильных дорог. Отмечены признаки усыхания у 87% деревьев, произрастающих вдоль крупных магистралей. [11]

Растения сравнительно устойчивы к повышенному содержанию свинца. Животные (в т. ч., и человек) гораздо более чувствительны к присутствию этого элемента.

### **Воздействие веществ дорожной пыли на здоровье человека**

Безвредных пылей не существует. Экологическая опасность пылей для человека определяется их природой и концентрацией в воздухе. Краткие сообщения о пылевых болезнях легких впервые встречаются в литературе древних и средних веков. В древнегреческой и римской литературе (VI-IV вв. до н.э.) имеются указания на болезнь горнорабочих серебряных и золотых рудников, сопровождающуюся давлением в груди и тяжелой одышкой. В своих трудах Гиппократ указывал на болезнь горнорабочих, протекающую с тяжелой одышкой, болями в груди, бледностью. По-видимому, речь шла о пневмокониозе.

В 1565 г. Парацельс опубликовал работу, где подробно описал «чахотку рудокопов». В русской литературе указания на заболевания легких от вдыхания пыли у рудокопов имеются в произведении М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел» (1763 г.). Впервые патолого-анатомические изменения в легких у каменотесов описал в 1761 г. Дж. Морганьи, обратив внимание на вредные последствия вдыхания пыли. Однако отождествление туберкулеза легких с пневмокониозом сохранялось еще много лет. Термин «пневмокониоз» является собирательным в отношении легочных фиброзов, развивающихся вследствие вдыхания различных видов пыли. Действие пыли зависит от ее физико-химических свойств: химического состава, концентрации в воздухе, дисперсности (размеров частиц), формы пылинок, их твердости и т.д.

Автотранспорт наряду с промышленными предприятиями представляет существенную угрозу здоровью населения городов в результате эмиссии пыли в атмосферу. При работе двигателей внутреннего сгорания, при сжигании горючих материалов в ТЭЦ и других промышленных и коммунальных предприятиях урбанизированные территории загрязняются тонкой пылью с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм и грубой пылью (диаметром более 10 мкм). Частицы тонкой пыли мигрируют с потоками воздуха на большие расстояния, длительно находятся в воздухе, попадают в организм человека и проникают глубоко в легкие, являясь причиной воспалений, сердечно – сосудистых заболеваний. Они также обладают канцерогенным действием. По данным Всемирной организации здравоохранения содержание в воздухе населенных пунктов тонкой пыли в количестве более 10 мкг/ м<sup>3</sup> может приводить к сокращению продолжительности жизни людей (WHO, 2005).

Если ежедневно дышать воздухом с частицами пыли, то неизбежны заболевания дыхательной системы (хронические заболевания полости носа, глотки, бронхов, легких), воспалительные процессы, головные боли, раздражение слизистых оболочек глаз из-за возникновения аллергии на пыль. Такая пыль вызывает заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы (от греч. *pneumon* - легкое, *konion* - пыль) в различных модификациях.

Пыль оседает на слизистой оболочке дыхательных путей, нарушается микроциркуляция и газообмен воздуха. Не усваивается кислород, потому что нет той свободной поверхности, где бы всасывался кислород. Кроме того, дорожная пыль проникает глубоко в альвеолы, то есть в самые мельчайшие области легких, и там она становится плотной, как цемент. В результате образуется структура, которая ничем потом не растворяется и не выходит из легких. Всё это ведет к таким серьезным заболеваниям, как хронический бронхит, пылевой бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких и астма. [7]

Свинец, входящий в состав дорожной пыли, согласно современным исследованиям, даже в малых количествах воздействует на человека. Он



проникает в организм с водой, воздухом и пищей, поступает в кровь и разносится ею по всему телу, накапливаясь в печени, костях, мышцах, сердце, почках и лимфатических узлах. Свинцовое отравление (сатурнизм) даже на ранних стадиях поражает головной мозг, особенно у детей. В результате снижается интеллект, нарушаются координация движений, слух, память, повышается агрессивность .

По данным медицинских обследований, с запыленностью городской атмосферы связаны многие заболевания прежде всего у детей, организмы которых растут и формируются под постоянным воздействием этого неблагоприятного фактора. Эта зависимость между показателями заболеваемости детей и уровнем запыленности атмосферы начинает проявляться при пылевых выбросах в атмосферу, превышающих 100-150 кг/км<sup>2</sup> в сутки. Предельно допустимые концентрации пыли в воздухе составляют 0,2 – 0,3 мг/ м<sup>3</sup>. Нужно отметить, что содержание большинства токсических элементов (мышьяк, свинец, кадмий, цинк и др.) в промышленных пылях в 3-5 раз и более превышают уровни этих элементов в почвах.

Поскольку пылевая нагрузка на детей превышает таковую для взрослого населения, то именно эта группа показывает наибольшую заболеваемость. В Свердловской области почти 350 тыс. детей страдают заболеванием различных органов и систем или имеют отклонения нервно – психического развития.

Не нужно забывать, что на пылевых частицах могут поселиться вредные микроорганизмы, являющиеся сапрофитами – пылевые клещи. Несмотря на близость к человеку, сам по себе клещ практически безопасен — он не портит продукты и не переносит инфекционные заболевания, как это делают, например, мыши, крысы и мухи. Также клещи не разносят яйца паразитов (в отличие от тараканов и муравьёв), однако мелкие фрагменты клещей (от 10 до 40 микрон) и продукты их жизнедеятельности (особенно фекальные частицы) обладают высокой аллергенностью. Поднявшись в воздух, эти частицы подолгу не оседают, а при вдыхании попадают в дыхательные пути человека, что наиболее опасно для астматиков и аллергиков. На пылевых частицах могут адсорбироваться еще более мелкие частицы вредных веществ (например, тяжелых металлов, органических соединений).

По некоторым оценкам, в Финляндии из-за вредных микрочастиц преждевременно умирает более чем 1 000 человек, и уличная пыль здесь играет одну из основных ролей. Именно поэтому власти и различные здравоохранительные организации Финляндии пытаются найти способы, которые помогут бороться с уличной пылью. [16]

### **Меры борьбы с пылевым загрязнением атмосферы города**

Длительное время локальные загрязнения атмосферы сравнительно быстро разбавлялись массами чистого воздуха. Пыль, дым, газы рассеивались

воздушными потоками и выпадали на землю с дождем и снегом, нейтрализовались, вступая в реакции с природными соединениями.

Сейчас объемы и скорость выбросов превосходят возможности природы к их разбавлению и нейтрализации. Поэтому необходимы специальные меры для устранения опасного загрязнения атмосферы городов.

Основные усилия сейчас направлены на предупреждение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На предприятиях устанавливают пылеулавливающее и газоочистное оборудование. Таким образом задерживается  $\frac{3}{4}$  всех выбросов. В настоящее время продолжается поиск более совершенных способов их очистки. [13]

Благодаря современным исследованиям разработаны и внедряются в практику приемы, снижающие и предотвращающие загрязнение воздуха автомобилями. Частично загрязнения снижают, устанавливая в двигателях автомобилей фильтры и дожигающие устройства, исключая содержащие свинец добавки.

На дорогах с грунтовыми, гравийными и щебеночными покрытиями борьба с пылью имеет существенное значение. Пыль образуется в результате износа материала, из которого состоит покрытие. Ветер и завихрения, создаваемые проходящими автомобилями, поднимают пыль в воздух и образуют над дорогой пыльное облако, затрудняющее движение и заставляющее водителей снижать скорость. Кроме того, пыль воздействует на трущиеся части автомобилей, увеличивая их износ.

Для борьбы с пылью на дорогах, помимо подметания покрытий, применяют поливку водой, растворами солей (главным образом раствором хлористого кальция) или органическими вяжущими. Поливку водой и растворами солей производят из поливочных машин. Норма поливки водой 0,5--0,8 л/м<sup>2</sup>. Поливка раствором хлористого кальция производится с таким расчетом, чтобы расход содержащегося в растворе хлористого кальция на 1 м<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности был 0,4-1,2 кг при первом розливе и 0,1-0,5 кг при последующих периодических розливах. При этом преследуется цель не только обеспыливания, но и мытья улиц, что необходимо по гигиеническим соображениям. Поливка водой загородных дорог малоэффективна и экономически не оправдывается.

Для подавления дорожной пыли применяют пылеподаватели. Пылеподаватель - водная дисперсия винилового сополимера, который связывает отдельные частицы в верхнем слое грунта, предотвращая их перемещение. При правильном разбавлении в воде и нанесении на поверхность он высыхает и твердеет. Рекомендуемая дозировка образует прочную корку, которая будет противостоять грузовым шинам и дождю, также будет стабилизировать насыпи и дорожные пути, решая экологические проблемы, связанные с пылью. [12]

Важное значение в борьбе с загрязнением атмосферы имеет озеленение городов и промышленных центров. Растения обогащают воздух кислородом. На деревьях и кустах оседает до 72% взвешенных в воздухе частиц пыли и до 60% диоксида серы. В жаркий летний день над нагретым асфальтом и раскаленными крышами домов образуются восходящие потоки теплого воздуха, поднимающие мельчайшие частицы пыли, которые долго держатся в воздухе. А над старым парком, разбитым в центре города, возникают нисходящие потоки воздуха, потому что поверхность листьев значительно прохладнее асфальта и железа. Пыль, увлекаемая нисходящими токами воздуха, оседает на листьях. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 т пыли, а лиственных – около 100 тонн! Насаждения очищают воздух от промышленных и выхлопных газов. [17]

### **Роль зеленых насаждений в улучшении экологической обстановки в городе**

В настоящее время крайне актуален вопрос оптимизации городской среды. Для этого используются растения, как основной фактор стабилизации экологической обстановки в городе.

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Растения хотя и подвергаются комплексному химическому, физическому, биогенному воздействию вследствие загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, но, тем не менее, остаются основным фактором экологической стабилизации городской среды благодаря своей жизнедеятельности, и, прежде всего, фотосинтезу и способности к аккумуляции загрязняющих веществ. [9]

Общеизвестна роль зеленых насаждений в регуляции температуры воздуха, летом в насаждениях температура воздуха ниже на 4-6 °С. Снижение температуры в значительной степени зависит от полноты насаждений: в густых насаждениях (полнота 0,7) в жаркие дни понижение температуры воздуха на уровне 1,5 м достигает 8-10 °С.

Зеленые насаждения способны увеличивать влажность воздуха.

Например, в скверах и на бульварах относительная влажность воздуха на 2-8% выше, чем на открытых площадях. Повышение влажности связано с испарением воды с поверхности листьев. Листовая поверхность деревьев и кустарников более чем в 20 раз больше площади, занимаемой проекцией крон. Вместе с тем насаждения обладают повышенной отражательной способностью листьев по сравнению с грунтовыми и асфальтовыми покрытиями, что также способствует понижению температуры воздуха в

районе древесных насаждений и созданию комфортной для человека среды.

Городская растительность способствует повышению ионизации воздуха. Свойством улучшать ионный состав воздуха обладает большинство хвойных деревьев, а также виды ивы, робиния, тополя черный и пирамидальный, рябина. Более 500 видов деревьев и кустарников выделяют фитонциды, убивающие или тормозящие развитие болезнетворных микроорганизмов.

Городские зеленые насаждения применяют также в целях предотвращения эрозии почв и для закрепления склонов.

Хорошо известен противошумовой эффект зеленых насаждений, связанный с большой звукоотражательной способностью листвы деревьев, достигающий 75%.

В условиях города важна пылеулавливающая и газопогложительная способность зеленых насаждений. Так, широколиственные виды деревьев в городе осаждают до 30% и хвойные до 42% выпавшей пыли. Количество улавливаемой растениями пыли зависит от многих факторов: высоты и плотности посадок, вида деревьев, морфологии листа и его физиологического состояния, характеристик самой пыли и метеорологических условий. Максимальная аккумуляция пыли наблюдается внутри насаждения и достигает 9-10 – кратного увеличения по сравнению с отложением пыли на открытой поверхности. Такие насаждения характеризуются средней плотностью и вертикальной структурой, а также продуваемостью на уровне 40-60%. Максимальный эффект пылеочистения растительностью достигается при помощи искусственных насаждений шириной 10-30 м. В центре кроны осаждается до 30% всех частиц. В зимнее время на их долю приходится 40% от общего количества пыли. [6]

Древесные и кустарниковые виды растений являются эффективным фильтром, который обладает способностью осажждать находящиеся в воздухе твердые частицы пыли и сажи, а также поглощать из воздуха и частично усваивать газообразные примеси. Учеными доказано, что 1 га зеленых насаждений очищает из воздуха до 60-70 т пыли в год, уменьшая ее концентрацию на 25-45 %. Древесные и кустарниковые растения снижают загазованность, запыленность атмосферы за счет снижения скорости ветра, а именно уменьшают возможность раздувания грунта и подъема пыли в воздух. Пылеудерживающая способность растений зависит от опушенности листовых пластинок, площади поверхности листа, шероховатости, глянцевого блеска листьев, а также размеров кроны, и весьма неодинакова для различных древесных и кустарниковых видов растений. Эффективность пылеулавливающей способности зависит от свойств поверхности листа. Грубые, шероховатые и ворсистые поверхности обладают большей пылеулавливающей способностью по сравнению с гладкими и плотными. Гуттационные и смолистые выделения также способствуют

удержанию пыли. Наиболее интенсивно процесс осаждения частиц происходит на той части листьев, вблизи которой образуется турбулентный пограничный слой (кончики и края листьев) [10]

Лишенные листьев деревья и зимой активно играют роль фитофильтров. Из всей суммы накопления пыли на долю потерявших зеленый покров деревьев в зимнюю пору приходится 40%, а на лето 60%.

Для планирования озеленения в городах необходимо учитывать эколого-биологические характеристики насаждений, устойчивость растений к комплексу негативных факторов, климатические условия региона (климат, городская застройка, роза ветров), специфику промышленности и транспортной сети городов. [11]

## Практическая часть

### Изучение пылеулавливающей способности деревьев и кустарников, произрастающих в г. Краснотурьинске

В нашем исследовании мы решили выяснить, какие виды деревьев и кустарников, произрастающих в нашем городе, обладают наибольшей пылеулавливающей способностью и наиболее подходят для высаживания вдоль проезжих частей города.

Для исследования мы выбрали 7 деревьев и 3 кустарника, наиболее широко распространенных среди зеленых насаждений г. Краснотурьинска:

#### деревья:

Тополь черный (*Populus nigra*)

Береза повислая (бородавчатая) (*Betula verrula* (*Betula pendul*))

Осина обыкновенная (Тополь дрожащий) (*Populus tremula*)

Яблоня сибирская (ягодная) (*Malus baccata*)

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*)

Черемуха обыкновенная (*Prunus padus*)

Липа сердцевидная (мелколистная) (*Tilia cordata*)

#### кустарники:

Боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata*)

Акация желтая (Карагана древовидная) (*Caragana arborescens*),

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*)

Для сбора листьев с целью исследования мы выбрали деревья, растущие вдоль улицы Октябрьская, являющейся одной из наиболее транспортно загруженных улиц нашего города.

Выбранные деревья произрастали на одинаковом расстоянии от проезжей части (2м).

Месяц проведения исследования – август.

Перед сбором листьев в течение нескольких недель не было осадков в виде дождя, которые могли смыть часть пыли и оказать искажающее влияние на результаты исследований.

## Исследование 1

### Оценка уровня запыленности листьев

Для того чтобы выяснить какое количество дорожной пыли задерживают на своих листьях выбранные растения, мы взяли с каждого растения по 10 листьев. Листья собирались с разных участков зеленой кроны.

Каждый лист с обеих сторон промывался губкой, которая тщательно споласкивалась в емкости, наполненной 1 л. чистой воды. Для каждого вида растений бралась отдельная чистая губка и отдельная емкость с водой.

После промывания листьев, они были тщательно высушены для следующего эксперимента.

Из емкостей с водой в чистые стаканы были отлиты пробы по 100 мл. Стаканы с пробами мы расположили в порядке возрастания мутности воды. Для контроля был взят стакан с чистой водой. Уровень увеличения мутности проб определялся визуально. (Приложение 1)

В результате самая мутная вода получилась при промывании листьев тополя и рябины. Средний уровень мутности воды оказался после промывания березы, боярышника, сирени, яблони, липы, акации, черемухи. Менее всего пыли оказалось на листьях осины.

#### **Вывод:**

1. Листья тополя и рябины показали наибольшую пылеулавливающую способность в естественных условиях.
2. Наименьшая способность улавливать и задерживать пыль оказалась у осины. Предполагаем, что такой результат связан с тем, что у листьев осины длинные, тонкие и сплюснутые черенки, имеющие очень малую изгибную жесткость, поэтому листья осины чувствительны к любым незначительным потокам воздуха. Даже в безветренную погоду, особенно в жару, над землей имеются вертикальные конвекционные потоки. В связи с этим листья осины находятся в постоянном движении, «дрожат», и сбрасывают со своей поверхности улавливаемую пыль.

## Исследование 2

### Выявление максимальной пылеудерживающей способности листьев

Для определения максимального количества пыли, которую способны удержать на своих листьях исследуемые растения (удельной пылеёмкости листьев) мы использовали методику "пылевая буря". О данной методике мы узнали из исследовательской работы «Деревья – пылеуловители, их значение в оздоровлении окружающей среды» (автор Мелашич Е.А., научный руководитель Чубайкина Т.П.)

Высушенные после промывания листья мы взвесили (Масса 1), связали за черешки ниткой и поместили в банку, наполненную на 50% дорожной пылью. Пыль для эксперимента была собрана вдоль проезжей части ул. Парковая при помощи пластикового совка и щетки. Банку закрывали крышкой и начинали трясти в течение 30 сек. После этого листья вновь взвешивались (Масса 2). Разница между массой 1 и массой 2 и составляла массу пыли, которую были способны удержать на своей поверхности листья. Так как в эксперименте участвовали все 10 листьев того или иного растения, то массу удержанной пыли мы делили на 10, чтобы определить массу пыли, которую способен удержать 1 лист. Результаты эксперимента показаны в таблице 2.

Таблица 2

*Удельная пылеёмкость листьев исследуемых растений.*

№	Название растения	Масса чистых листьев(мг)	Масса листьев после запыления(мг)	Масса удержанной пыли (мг)	Средняя масса пыли, удержанной одним листом (мг)
1	Тополь	15560	16310	750	75
2	Береза	3200	3350	150	15
3	Осина	3540	3560	20	2
4	Яблоня	4350	4600	250	25
5	Рябина	11900	12200	300	30
6	Черемуха	2690	2840	150	15
7	Липа	4140	4370	120	12
8	Боярышник	4180	4500	320	32
9	Акация	2740	2900	160	16
10	Сирень	4074	4690	616	62

**Вывод:** наибольшую массу пыли удерживают на своей поверхности листья тополя и сирени; средние показатели у листьев боярышника, рябины, яблони; показатели ниже среднего у березы, черемухи, акации, липы; самые низкие показатели способности удерживать пыль вновь оказались у осины.



### Исследование 3

#### Расчет пылеёмкости листьев на 1 см<sup>2</sup> поверхности листа

Конечно, крупные листья (например, тополя) удерживают на себе больше пыли, чем мелкие (например, яблони). Но самих листьев в кроне дерева неодинаковое число: крупных листьев может быть меньше по количеству, чем мелких. Поэтому необходимо выяснить, какова удельная пылеёмкость листьев на каждый 1 см<sup>2</sup> листовой пластинки.

Для того, чтобы выяснить это мы рассчитали среднюю площадь одного листа каждого изучаемого вида растений. Для этого при помощи палетки определили площадь каждого из 10 листьев исследуемых видов, после чего нашли среднее значение площади листовой пластинки. Далее, зная среднюю площадь одного листа каждого вида и массу пыли, удерживаемую одним листом, мы определили удельную пылеёмкость листьев на 1 см<sup>2</sup>. по формуле:

$$Уп = m/s$$

где Уп – удельная пылеёмкость

m- масса пыли, удерживаемая одним листом

s- средняя площадь одного листа

Результаты измерений занесены в Таблицу 3.

Таблица 3.

Удельная пылеёмкость на 1 см<sup>2</sup> листовой пластинки

№	Название растения	Средняя площадь 1 листа (см <sup>2</sup> )	Удельная пылеёмкость на 1 см <sup>2</sup> (мг)
1	Тополь	85,85	0,8
2	Береза	21	0,7
3	Осина	22	0,1
4	Яблоня	29,38	0,9
5	Рябина	66,28	0,5
6	Черемуха	18,95	0,8
7	Липа	33,5	0,4
8	Боярышник	32,5	<b>1</b>
9	Акация	25,15	0,6
10	Сирень	22,33	<b>2,8</b>

**Вывод:** максимальная пылеёмкость 1 см<sup>2</sup> листа наблюдается у сирени и боярышника, близкая к максимальной – у тополя, яблони и черемухи, самая низкая - у осины.

Таким образом, по результатам трёх исследований, бесспорным лидером по способности улавливать пыль является сирень. Также хорошие результаты у листьев тополя, боярышника. Средние – у яблони и черемухи. Самые низкие показатели пылеулавливающей способности по результатам всех исследований оказались у осины.

#### Исследование 4

##### Оценка лучших растений – пылеуловителей с точки зрения практичности их использования для озеленения городских автомобильных дорог

По результатам наших исследований самыми высокими показателями в улавливании пыли листьями обладают сирень обыкновенная, тополь черный, боярышник обыкновенный. Но достаточно ли газоустойчивы эти растения, чтобы произрастать вдоль загазованных проезжих частей? Сложно ли они приживаются при посадке? Требовательны ли к условиям произрастания (составу и влажности почвы, температурному режиму)?

Прежде чем рекомендовать для высаживания вдоль проезжей части городских улиц эти растения, мы оценили их по следующим параметрам: газоустойчивость, приживаемость саженцев при посадке, требовательность в плодородию почвы, декоративность. Так же отметили дополнительные особенности, имеющиеся у данных растений, которые могут оказывать положительное или отрицательное влияние на жителей города. Необходимую информацию мы взяли из литературных источников и статей интернета. Результаты показаны в Таблице 4.

Таблица 4

Оценка растений – пылеуловителей

Растение	Газоустойчивость	Декоративность	Приживаемость саженцев	Требовательность к плодородию почвы	Примечание
Сирень	Очень устойчива	Высокая	Средняя	Средняя, чувствительна к переувлажнению почвы	Ветви, цветки и листья выделяют фитонциды, оказывающие бактерицидное влияние на воздух[14]

Тополь	Устойчив	Средняя	Высокая	Низкая	Женские растения образуют пух, старые тополя имеют хрупкую древесину и слабые корни, могут упасть при сильных порывах ветра[15]
Боярышник	Очень устойчив	Высокая	Высокая	Низкая	

### Вывод:

1. По результатам оценочного анализа мы не рекомендуем высаживать в городах тополь черный. Не смотря на то, что он является хорошим пылеуловителем, взрослые деревья в силу слабости корней и прогнивания древесины ствола легко ломаются при сильных порывах ветра, что может привести к несчастным случаям.

Кроме того, женские деревья тополя распространяют тополиный пух – семена, у основания которых имеется пучок многочисленных тонких шелковистых волосков. Такой пух может вызывать аллергическую реакцию у некоторых людей. Также пух является очень горючим материалом, вспыхивание пучка пуха может привести к пожару.

Еще одним отрицательным свойством тополя является его быстрое распространение по всему свободному пространству, требующее регулярной вырубki молодой поросли.

2. Рекомендуем высаживание сирени обыкновенной, которая быстро разрастается, образуя пылезащитный барьер, оказывает фитонцидное воздействие на воздух а также имеет высокую декоративность.
3. Так же рекомендуем в качестве пылеуловителя высаживание боярышника обыкновенного, который кроме высокой пылеулавливающей способности очень устойчив к неблагоприятным условиям города, выносит затенение, прекрасно переносит стрижку и формовку. Растения боярышника декоративны в течение всего периода вегетации благодаря изящным листьям, окрашивающимся осенью в оранжево-красные тона, многочисленным белым цветкам в щитковидных соцветиях, плодам яркой окраски, украшающим крону в течение двух месяцев.

## Заключение

В ходе проведенного нами исследования мы пришли к следующим выводам:

1. Наша гипотеза подтвердилась: разные виды деревьев и кустарников обладают не одинаковой пылеулавливающей способностью листьев.
2. В результате проведенных исследований мы установили, что наибольшей способностью улавливать на своих листьях дорожную пыль обладают сирень обыкновенная, тополь черный и боярышник обыкновенный. Эти растения, за исключением тополя черного, можно порекомендовать для высаживания вдоль обочин автомобильных дорог с целью уменьшения пылевого загрязнения атмосферного воздуха.
3. Причины, побуждающие отказаться от высаживания тополя черного не смотря на его высокую пылепоглотельную способность: пониженная прочность древесины ствола, приводящая к сломам при порывах ветра; пух, способствующий распространению семян, являющийся аллергеном и фактором возникновения пожаров; быстрое распространение поросли по всей свободной территории, требующее контроля и систематической вырубки.
4. Не лучшей, но хорошей пылеулавливающей способностью обладают также такие растения, как рябина, яблоня, черемуха. Эти растения не целесообразно высаживать вдоль проезжей части, но они хорошо справятся с улавливанием пыли в менее запыленных участках города – во дворах, на бульварах и площадях.
5. Самые низкие показатели пылеулавливающей способности по результатам всех исследований оказались у осины. Высаживание этого дерева с целью защиты атмосферного воздуха от дорожной пыли не целесообразно.

Наша школа также находится на улице с интенсивным автомобильным движением. Не на всей протяженности дороги вдоль школы «зеленый щит» из растений был плотным и надежно закрывающим школу от вредных автомобильных выбросов. Поэтому учениками нашей школы ежегодно проводится высадка кустов сирени и других кустарниковых растений по периметру школьной территории. Когда высаженные растения разрастутся, они будут надежной защитой от пыли и вредных автомобильных выбросов.

В дальнейшем мы планируем изучить пылеулавливающие свойства листьев комнатных растений, чтобы выяснить какие из них могут быть надежными защитниками человека от вредного воздействия бытовой пыли.

## Литература

1. Большаков В.Н., Безель В.С.,Таршис Г.И.,Таршис Л.Г. Региональная экология. – Екатеринбург : Сократ, 1998.
2. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде : монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е.Ведерников. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007.
3. Основы экологии. /Н.М.Чернова, В.М.Галушин, В.М.Константинов. – М.: Просвещение, 1995.
4. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений. // Лесной вестник. – 2012. - №3. С. 7-10.
5. Экология России. Хрестоматия./Сост. В.Н. Кузнецов. – М.:АО «МДС», 1995.  
Интернет – источники:
6. Агеева Е.А., Казанцева М.Н. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждениях г. Тюмени.  
[http://science-bsea.bgita.ru/2012/les\\_2012/ageeva\\_ocenka.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2012/les_2012/ageeva_ocenka.htm)
7. Борьба с пылью на дорогах.  
[http://studopedia.su/10\\_77856\\_borba-s-pilyu-na-dorogah.html](http://studopedia.su/10_77856_borba-s-pilyu-na-dorogah.html)
8. Власов Д.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Геохимия дорожной пыли.  
[https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fistina.msu.ru%2Fmedia%2Fpublications%2Farticle%2Fc59%2F005%2F11675684%2F2015\\_Geohimiya\\_dorozhnoj\\_pyili.pdf&name=2015\\_Geohimiya\\_dorozhnoj\\_pyili.pdf&lang=ru&c=58773](https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fistina.msu.ru%2Fmedia%2Fpublications%2Farticle%2Fc59%2F005%2F11675684%2F2015_Geohimiya_dorozhnoj_pyili.pdf&name=2015_Geohimiya_dorozhnoj_pyili.pdf&lang=ru&c=58773)
9. Влияние качества воздуха на древесные растения.  
<http://vseobiology.ru/tsvetovodstvo/123-21-vliyanie-kachestva-vozdukha-na-drevesnye-rasteniya-gazoustojchivost-rastenij-vidy-gazoustojchivosti>
10. Деревья – пылеуловители, их значение в оздоровлении окружающей среды.  
<http://bio31.ru/index.php/sample-sites-2>
11. Жумадилова А.Ж. Пылеудерживающая способность древесных и кустарниковых растений.  
<http://www.vestnik.nauka.kz/selskoe-i-lesnoe-xozyajstvo/pyleuderzhivayushhaya-sposobnost-drevesnyx-i-kustarnikovyx-rastenij.php>
12. Пылеподавление на различных поверхностях и дорогах.  
<http://www.kntp-project.ru/reagenty/pylepodavitel-serii-floset.html>
13. Симакова Н. Откуда берется дорожная пыль, почему её так много и чем она опасна.  
<http://www.kolesa.ru/article/otkuda-beretsja-dorozhnaja-pyl-pochemu-ee-tak-mnogo-i-chem-ona-opasna-2015-04-22>
14. Сирень.  
[http://www.tdecologica.ru/s/info/porody\\_derevev/siren/](http://www.tdecologica.ru/s/info/porody_derevev/siren/)
15. Тополь – вред или польза?

- <http://gardenstar.ru/sad/1833-topol-%E2%80%93-vred-ili-polza.html>
16. Уличная пыль – причина многих болезней.  
<http://terve.su/ulichnaya-pyl-prichina-mnogih-bol>
17. Экология города.  
[http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/df5a0beb-109c-475b-8ed3-cb0fce13c4e0/Metod\\_mat/help/urbo\\_eco/str4.htm](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/df5a0beb-109c-475b-8ed3-cb0fce13c4e0/Metod_mat/help/urbo_eco/str4.htm)

Оценка уровня запыленности листьев по мутности смыва



Номер пробы	Название растения
1	Берёза повислая
2	Сирень обыкновенная
3	Рябина обыкновенная
4	Осина обыкновенная
5	Тополь черный
6	Боярышник обыкновенный
7	Липа сердцевидная
8	Черемуха обыкновенная
9	Яблоня сибирская
10	Акация желтая