**Научно-технический конкурс учащихся «Открытый мир. Старт в науку»**

Исследовательская работа

**«Ель как индикатор состояния городской среды»**



Выполнила:

Кудряшова Дарья Николаевна

ученица 9 «А» класса,

МБОУ СОШ № 19

Руководитель:

учитель биологии и химии,

МБОУ СОШ № 19

Макарова Е.В.

2021

г. Муром, Владимирская область

**«Ель как индикатор состояния городской среды».**

**Выполнила: Кудряшова Дарья,**

**МБОУ СОШ № 19, 9а класс.**

Цель работы: оценить степень загрязненности пришкольной территории методом биоиндикации.

Гипотеза:воздух в районе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения СОШ № 19 загрязнён, так как, по прилегающим улицам движется значительный транспортный поток.

**Объект исследования:** комплекс признаков Ели европейской.

Методы работы: теоретические - работа с источниками информации, анализ, обобщение результатов и эмпирические - измерение, сравнение, описание.

Для определения степени загрязнения воздушной среды на территории школы № 19 использовалась методика Федоровой и Захаровой «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков Ели европейской.»

В ходе выполнения исследования определялись биометрические показатели побегов, хвои, шишек, семян Ели европейской на двух площадках: 1-рядом со школой, 2- смешанный лес.

В результате исследовательской работы пришли к выводам о негативном влиянии городских условий на состояние окружающей среды.

**Содержание.**

1. Введение 4-6
2. Обзор литературы 7-15
3. Механизмы и этапы исследовательской работы 16-19
4. Результаты исследования 20-26
5. Расчет t-критерии Стьюдента 27
6. Выводы 28-29
7. Источники информации 30-31
8. Приложение 32-38
9. **Введение**

В современных условиях, когда человек ведёт активную хозяйственную деятельность, экологическое состояние городских территорий требует особого внимания.

Активное движение транспорта, работа промышленных объектов, строительство оказывают системное техногенное воздействие на состояние окружающей среды, в том числе на состав атмосферного воздуха.

Токсические вещества, поступающие в атмосферу, негативно влияют, прежде всего, на городские фитоценозы. Растения намного сильнее реагируют даже на малые концентрации вредных веществ, чем животные.

Загрязнение воздуха отрицательно влияет и на здоровье людей, проживающих в районах с активной антропогенной нагрузкой.

Муром – это город с хорошо развитой улично-дорожной сетью. Практически по центральной части города проходит ветка железнодорожных путей Российской железной дороги. Поэтому состояние воздуха города находится под влиянием возрастающей загруженности основных магистралей транспортных средств. Объездная дорога помогла разгрузить город и вывести с его улиц значительное количество легкового и грузового транзитного транспорта.

Однако количество автомобилей, передвигающихся не только по центральным, но и по второстепенным улицам города продолжает ежегодно расти, что приводит к увеличению токсичных выбросов в атмосферу.

Образовательное учреждение – СОШ № 19 находится в районе активного движения автотранспорта. С одной стороны наличие дорог, расположенных в «шаговом» расстоянии от здания создаёт комфортные условия для того, чтобы быстро на автобусе или машине доехать до школы. С другой стороны с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания в воздух поступает около 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны оксиды углерода, азота и углеводороды.

**Цель исследования:** оценить степень загрязненности пришкольной территории МБОУ СОШ № 19 методами биоиндикации.

**Задачи исследования:**

1. Изучить методику «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков Ели европейской»
2. Провести отбор материала и биометрию побегов, почек, хвои и шишек Ели европейской на территории МБОУ СОШ №19 и в лесной зоне.
3. **Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о состояние воздушной среды на пришкольной территории.**

**Гипотеза.** Воздух в районе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения СОШ № 19 загрязнён, так как, по прилегающим улицам движется значительный транспортный поток.

**Предмет исследования:** состояние окружающей среды по комплексу признаков.

**Объект исследования**: комплекс признаков Ели европейской.

**Актуальность** данного исследования заключается в том, что в районе МБОУ СОШ № 19, не проводились исследования по оценке качества воздуха. Степень загрязнения атмосферного воздуха позволит определить биоиндикация с использованием хвойных древесных растений, произрастающих на пришкольной территории.

**Новизна работы** заключается в том, что полученные результаты дают характеристику состояния атмосферного воздуха в районе МБОУ СОШ № 19 и возможность для проведения дальнейшего более обширного исследования.

**Методы работы:**

• Теоретические методы: работа с источниками информации, анализ, обобщение результатов.

• Эмпирические методы: измерение, сравнение, описание.

**Практическая значимость исследования –** материалы работы могут быть использованы при организации и проведении мониторинговых исследований состояния атмосферного воздуха, как в данном районе, так и в городе Муроме в целом.

**Сроки проведения.** Исследование проводилось в июне 2020 года.

**2. Обзор литературы**

**2.1 Основные понятия о мониторинге и его видах.**

В научный оборот термин «мониторинг» вошел из англоязычной литературы и происходит от английского слова (monitoring) – контрольное наблюдение. Современное значение этого слова можно определить как наблюдение, контроль, предупреждение.

**Мониторинг окружающей среды** - это система регулярного наблюдения, оценки и прогноза состояния среды обитания. Он представляет собой комплекс мероприятий по определению состояния окружающей среды и отслеживанию изменений в ее состоянии.

**Целями мониторинга окружающей среды являются:**

- наблюдение за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия;

- наблюдение за воздействием антропогенных источников на окружающую среду;

- обеспечение потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения или уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды;

- оценка и прогнозирование состояния окружающей среды.

**К основным задачам мониторинга относятся:**

-наблюдение за состоянием биосферы;

-оценка и прогноз состояния природной среды;

-выявление факторов и источников антропогенных воздействий на окружающую среду;

-предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для жизнедеятельности и здоровья людей и других живых организмов.

**Основными объектами экологического мониторинга являются**:

- **компоненты природной среды** – земли, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, уровни радиационного и энергетического загрязнения, а также озоновый слой атмосферы;

- **природные объекты** – естественные экологические системы, природные ландшафты и составляющие их элементы;

- **природно–антропогенные** – природные объекты, преобразованные в процессе хозяйственной деятельности или объекты, созданные человеком и имеющие рекреационное и защитное значение;

- **источники антропогенного воздействия** на природную среду, включая потенциально опасные объекты.

**Выделяют следующие виды экологического мониторинга:**

***Биосферный –*** проведение слежения за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях.

***Импактный*** – слежение за природными процессами и явлениями, а также их изменениями под влиянием антропогенных факторов в особо опасных для состояния природной среды районах и точках.

***Медицинский*** - прогноз состояния здоровья населения в условиях многофакторного воздействия окружающей среды.

***Биологический*** – слежение за биологическими объектами с помощью биоиндикаторов, чаще всего на базе биосферных заповедников.

***Биоиндикация*** – это оценка состояния среды с помощью живых объектов. Живые объекты - это клетки, организмы, популяции, сообщества. Они позволяют провести объективную и качественную оценку как биотических факторов - благополучие организмов, их популяций и сообществ, так и абиотических - влажность, температура, соленость, кислотность.

Используя методы биоиндикации, успешно определяют наличие в окружающей среде одного или целого комплекса антропогенных загрязнителей по состоянию организмов, которые наиболее чувствительны к изменению экологической ситуации.

Главная задача биоиндикации определяется как разработка методов и критериев, позволяющих качественно определять уровень антропогенных воздействий даже при наличии загрязнений комплексного характера, а также проводить диагностику ранних нарушений в наиболее восприимчивых компонентах биотических сообществ.

В настоящее время активно используются экспресс–методы биоиндикации, так как они позволяют на измерении одной или нескольких функций живого объекта давать не только быструю, но и точную оценку состояния окружающей среды. Ещё одно их преимущество - в отличие от классических методов, экспресс–методы менее трудоемки и более перспективны.

Организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых тесно взаимодействуют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки, называются **биоиндикаторами.**

Основными характеристиками биоиндикаторов являются чувствительность и специфичность.

Биоиндикатор, обладающий низкой чувствительностью, способен отвечать только на сильные отклонения фактора от нормы. Биоиндикатор с высокой чувствительностью – на незначительные отклонения.

Биоиндикатор с низкой специфичностью может реагировать на разные факторы, с высокой – только на один.

Биоиндикаторы обладают следующими преимуществами:

-они реагируют на относительно слабые воздействия;

-они обладают способностью отражать состояние окружающей среды в целом, включая не только её загрязнение, и любые другие антропогенные изменения;

-они отражают скоростной режим происходящих изменений;

-демонстрируют пути и места скоплений в экосистемах различного рода ядов и загрязнений, а также возможные пути их проникновения в организм человека;

-дают возможность определить степень вредности для живой природы синтезируемых человеком веществ и для него самого.

Биоиндикаторами могут быть представители всех «царств» живой природы.

Основные требования к биологическим индикаторам:

-быть типичным для данной местности;

-находиться в условиях, удобных для отбора проб;

-иметь высокую численность в изучаемом экотипе;

-обитать в данном месте в течение ряда лет, что дает возможность проследить динамику загрязнения;

-иметь короткий период онтогенеза, чтобы была возможность отслеживания влияния фактора на последующие поколения;

-характеризоваться положительной зависимостью между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования.

**Фитоиндикация** – это качества окружающей среды с помощью растений, осуществляемые по ответной реакции древесных растений на действие антропогенных факторов.

Известно, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения.

Ель колючая (Piceapungens) - один из самых распространенных видов растений-индикаторов, используемый в мониторинге окружающей среды, очень чувствительна, повсеместна, поэтому возможна круглогодичная индикация.

Отечественными авторами накоплено и опубликовано достаточно много фактического материала по изучению антропогенного воздействия на многие процессы жизнедеятельности древесных насаждений.

Оценка жизненного состояния хвойных растений в условиях города, в том числе и ели обыкновенной, проводилась различными исследователями.

Известно, что техногенное воздействие оказывает значительное влияние на комплекс морфометрических и биометрических показателей, в целом происходит снижение охвоенности и продолжительности жизни ели обыкновенной.

* 1. **Характеристика Ели европейской как объекта биоиндикации**

Устойчивость экосистемы определяется по состоянию видов-эдификаторов, от которых зависит дальнейшее существование природного сообщества. К таким объектам, используемым для оценки состояния как городских, так и поселковых экосистем относятся древесные растения. Самые чувствительные к изучаемым факторам биологические системы или организмы используют в качестве биоиндикаторов.

В качестве биоиндикатора была выбрана ель европейская по следующим причинам:

1) Данный вид обладает хорошей чувствительностью к изменению состояния воздуха;

2) Даёт качественную информацию при биоиндикации на малых территориях;

3) Произрастает ель европейская как на пришкольной территории, так и в других районах города.

***Систематическое положение Ели европейской:***

Надцарство: Эукариоты (Eukaryota);

Царство: Растения (Plante);

Тип/Отдел: Сосудистые растения (Tracheophyta);

Тип/Отдел: Голосеменные (Pinophyta);

Класс: Хвойные (Pinopsida);

Отряд/Порядок: Хвойные (Pinales);

Семейство: Сосновые (Pinaceae);

Род: Ель (Picea);

Вид: Ель обыкновенная или европейская (Piceaabies).

**Ель обыкновенная или европейская** — (РiсеаabiesKarst) — вечнозеленое хвойное дерево из семейства сосновых (Pinaceae), которое достигает высоты 20-40 м, крона густая, ширококоническая, с заостренной вершиной, опускается по стволу сравнительно низко. Кора ветвей красно-бурая, гладкая, на стволах буровато-серая, с неровной поверхностью, отслаивающаяся небольшими участками. Ветви располагаются правильными мутовками, каждый год отмечается новой мутовкой, что позволяет по их числу легко определить возраст дерева.   
Хвоя расположена одиночно, но очень густо. Хвоинки жесткие, игольчатые, длиной до 2-2,5 см и толщиной 1-1,5 мм, темно-зеленые, блестящие, четырехгранные, заостренные на конце.

Каждая хвоинка живет и держится на ветвях 6-7 лет.  
Продолжительность жизни хвои – это один из универсальных показателей, который отражает реакцию хвойных растений на особенности условий места произрастания и воздействие на них техногенное загрязненной среды. Хвоя накапливает такое количество сернистого газа, которое существенно превышает пороговое значение. Под влиянием токсиканта хвоя в зонах сильного загрязнения становится темно-красной, окраска распространяется от основания иглы к ее острию, и, просуществовав всего один год, хвоя отмирает и опадает. ***См. приложение. Рисунок № 1.***

Растения однодомные: на одной особи развиваются и мужские и женские генеративные органы, собранные в колоски. Цветков и настоящих плодов у ели нет. Мужские колоски имеют вид удлиненно-цилиндрических красновато-желтых шишечек длиной 2-2,5 см и располагаются в нижней части побега. Женские колоски красновато-бурого цвета, более крупные по размерам и находятся в верхней части.

Пыльца рассеивается в мае-июне, после чего мужские колоски опадают. Опыление осуществляет ветер.

Шишки висячие, цилиндрические, плавно закругленные на обоих концах, длиной 10-16 см и диаметром 3-4 см. Вначале они красного цвета, потом зеленеют, а когда становятся зрелыми, буреют. В хорошей по размерам шишке может развиться до 200 семян.

Семена темно-бурые, яйцевидной формы, мелкие.  
Созревают семена ели в сентябре-октябре, высыпаются из шишек только зимой и ранней весной. Каждое семя снабжено светло-коричневым крылышком, способствующим разносу семян ветром.   
Семена сохраняют всхожесть до 10 лет.   
Первые шишки (и семена) появляются у молодых елей в 15 лет, если они растут на освещенных местах. В лесу в пору семя ношения ель вступает только в 25-30 лет, а в густых насаждениях еще позже — в 50-70 лет. Семенные годы повторяются через 3-7 лет.

Ее корневая система поверхностная, лежит в основном в слое почвы и грунта до глубины в 0,8-1 м, поэтому ель слабо противостоит ветровалу.

Общая продолжительность жизни еловых деревьев — от 200 до 400 лет.

**2.3. Методика исследования «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков Ели европейской.» (Авторы: Федорова, Никольская)**

Загрязняющие вещества в окружающем воздухе, такие как диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, оказывают сильнейшее воздействие на чувствительные растения фитоценозов. Одним из наиболее типичных поллютантов является диоксид серы, образующийся при сгорании серосодержащего топлива во время работы предприятий теплоэнергетики, котельных, отопительных печей, а также транспорта, особенно дизельного.

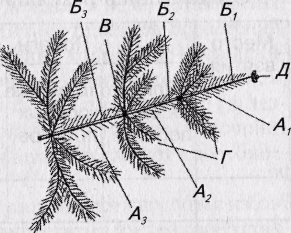
Известно, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размера шишек, сокращение величины и числа заложенных почек). Последнее является предпосылкой уменьшения ветвления. Ввиду меньшего роста побегов и хвои в длину в загрязненной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои, уменьшается продолжительность ее жизни (1–3 года в загрязненной зоне и 6–7 лет – в чистой). Влияние загрязнений вызывает также стерильность семян (уменьшение их всхожести). Все эти признаки не специфичны, однако в совокупности дают довольно объективную картину.

* Для исследования срезают 10 трех-четырехлетних ветвей условно одновозрастных хвойных деревьев, например, ели европейской. Ветви срезают на высоте 2 м с определенной части кроны, обращенной к зонам с загрязненным воздухом (вблизи автодорог, предприятий, особенно с выбросами в воздух сернистого газа, на который хвойные сильно реагируют). Контролем служат ветви с условно одновозрастных деревьев, собранных в чистой зоне заповедника, зеленой зоне города или в посадках лесных культур.
* Изучение хвои

1. Хвою осматривают при помощи лупы, выявляют и зарисовывают хлорозы, некрозы кончиков хвоинок и всей поверхности, их процент и характер (точки, крапчатость, пятнистость, мозаичность). Чаще всего повреждаются самые чувствительные молодые иглы. Цвет повреждений может быть самым разным: красновато-бурым, желто-коричневым, буровато-сизым и эти оттенки являются информативными качественными признаками. Для каждой ветви дают приблизительную оценку процента хвои, имеющей некротические изменения. Результаты записывают в соответствующие строки рабочей *табл. 2.*

2. Измеряют длину 10 хвоинок на осевом побеге прошлого года (*рис. 1*) каждой из десяти ветвей. Данные измерения выполняют вдвоем: один человек измеряет длину хвоинок и диктует второму человеку, фиксирующему результаты в рабочей таблице.

3. Оценивают сближенность хвоинок. В результате ухудшения роста побега в загрязненной зоне пучки хвоинок более сближены, и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне. Отмеряют 10 см побега прошлого года и подсчитывают число хвоинок. Если побег меньше 10 см, подсчет ведется по существующей длине и переводится на 10 см.

**Рис. 1.** Части ветви хвойного дерева, служащие биоиндикаторами: А1, А2, А3 – осевые побеги первого, второго и третьего года; Б1, Б2, Б3 – хвоя первого, второго и третьего года; В – мутовка; Г – боковые побеги; Д – почки.

**Таблица 1**

Результаты биометрии хвои ели европейской

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № Ветви | Длина хвоинок, мм | Число хвоинок на 10 см побега, шт. | Некрозы | |
| % пораженной хвои | Характер некрозов |
| 1 |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| среднее |  |  |  |  |

* Изучение побегов

4. Измеряют длину прироста второго года в сантиметрах для каждой ветви. Результаты вносят в рабочую *табл. 2*.

5. Устанавливают толщину в миллиметрах двухлетнего осевого побега.

6. В точке мутовки перед вегетативным сезоном прошлого года на осевом побеге подсчитывают ветвление, отмечая количество боковых побегов прошлого года в таблице

* Изучение почек

7. Подсчитывают число сформировавшихся почек на побегах прошлого и нынешнего года.

8. Измеряют длину и толщину почек в миллиметрах.

**Таблица 2**

Результаты биометрии побегов и почек ели европейской

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ветви | Побеги | | | Почки | | |
| Длина, см | Толщина, мм | Ветвление, шт | Число | Длина, мм | Толщина, мм |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |  |  |
| среднее |  |  |  |  |  |  |

Под действием загрязнителей происходит также подавление репродуктивной деятельности хвойных деревьев. Число шишек на дереве снижается, уменьшается число нормально развитых семян в шишках, заметно изменяются размеры женских шишек (до 15–20%).

Для проведения исследования в осеннее или зимнее время на исследуемом участке отбирают 100–200 шишек (по 10 шишек с 10–20 деревьев 30–40-летнего возраста) и определяют их линейные размеры штангенциркулем или линейкой. Полученные данные вносят в составленную в произвольной форме рабочую таблицу, рассчитывают средние для территории длину и диаметр шишек.

**3. Механизмы и этапы исследовательской работы.**

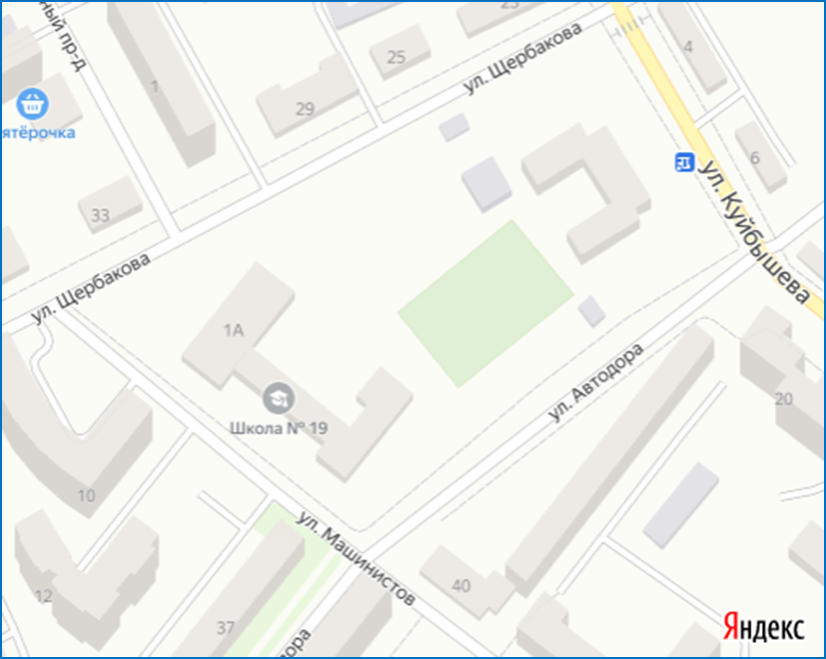
**3.1. Этапы исследования**

**Таблица 1.**

|  |  |
| --- | --- |
| Этапы | Содержание |
| Работа с источниками информации | Определение темы исследования, цели, методики, знакомство с предметом и объектом исследования |
| Практический | Определены 2 площадки исследования, площадка № 1 – южная сторона от корпуса № 2 МБОУ СОШ № 19, площадка № 2 – смешанный лес к юго - востоку от поселка Пановский Меленковского района Владимирской области.  Проведение измерений, подсчет. |
| Анализ и обобщение результатов | Заполнение таблиц, качественная и количественная характеристика результатам измерения. |
| Оформление исследовательской работы | Сформулировали выводы, подготовили презентацию. |

**3.2. Схемы расположения площадок.**

**Схема 1. Площадка исследования №1 МБОУ СОШ № 19, корпус 2**

****

**С**

**Ю**

**З**

**В**

- ель европейская

**Схема 2. Площадка исследования №2, смешанный лес к юго-востоку от**

**пос. Пановский Меленковского района Владимирской области.**

****

**З**

**С**

**Ю**

**В**

Смешанный лес

**3.3. План исследования.**

**Для исследования заложили 2 площадки.**

*Площадка № 1* расположена на территории МБОУ СОШ № 19. Эта зона находится недалеко от железнодорожной магистрали. С 4-х сторон расположены автодороги, на которых наблюдается активное движение автотранспорта. От исследуемой точки до ул. Машинистов, ул. Автодора, ул. Щербакова, ул. Куйбышева

*Площадка №2. Поселок Пановский Меленковского района Владимирской области.* Деревня находится в 45 км от города, еловые насаждения произрастают на окраине, в юго-восточной части.

Собирали материал «хвою, шишки и почки» с 3 растений ели европейской на каждой площадке.

Провели биометрию:

- биометрия хвои: измеряли длину хвоинок, определяли число хвоинок на 10 см побега, наличие и характер некрозов.

- биометрия побегов: измеряли длину, толщину и ветвление.

-биометрия почек: определяли число, толщину и длину.

Полученные результаты заносили в таблицы.

**4. Результаты исследования.**

**Таблица 2. Результаты биометрии побегов и почек.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № дерева | № ветви | Побеги второго года | | | Почки | | |
| Длина, см | Толщина,  мм | Ветвление,  шт | Число, шт | Длина, мм | Толщина, мм |
|  | Площадка № 1 | **МБОУ СОШ № 19** | | | | | |
| 1 | 1 | 25,7 | 7,4 | 3 | 36 | 10 | 4 |
| 2 | 15,9 | 5,0 | 2 | 25 | 8 | 3 |
| 3 | 12,6 | 6,0 | 3 | 20 | 6 | 2 |
| 4 | 15.1 | 6,9 | 3 | 22 | 7 | 4 |
| 5 | 23,0 | 7,8 | 2 | 24 | 7 | 3 |
| 2 | 6 | 16,4 | 5,3 | 3 | 32 | 9 | 3 |
| 7 | 16,2 | 5,9 | 3 | 28 | 8 | 4 |
| 8 | 15,2 | 5,4 | 3 | 30 | 6 | 2 |
| 9 | 17,6 | 6,0 | 3 | 24 | 7 | 3 |
| 10 | 16,4 | 5,7 | 2 | 31 | 8 | 3 |
| 3 | 11 | 15,7 | 5,1 | 3 | 27 | 7 | 3 |
| 12 | 15,8 | 5,3 | 3 | 29 | 9 | 2 |
| 13 | 16,7 | 6,2 | 2 | 30 | 9 | 3 |
| 14 | 16,0 | 5,9 | 2 | 30 | 10 | 2 |
| 15 | 16,4 | 5,9 | 2 | 21 | 8 | 3 |
|  | **Среднее** | **17,0** | **6,0** | **2** | **27** | **8** | **3** |
|  | Площадка № 2 | **Лесной массив у пос. Пановский Меленковского района** | | | | | |
| 1 | 1 | 27, 2 | 9,7 | 4 | 113 | 10 | 4 |
| 2 | 19, 0 | 7,7 | 4 | 84 | 9 | 3 |
| 3 | 22,6 | 8,5 | 4 | 95 | 9 | 3 |
| 4 | 18,3 | 6,2 | 3 | 86 | 8 | 5 |
| 5 | 20,8 | 8,8 | 4 | 100 | 12 | 4 |
| 2 | 6 | 25,0 | 9,1 | 5 | 93 | 10 | 3 |
| 7 | 19,5 | 7,9 | 3 | 84 | 8 | 5 |
| 8 | 24,0 | 8,2 | 4 | 102 | 11 | 3 |
| 9 | 26,5 | 8,8 | 5 | 80 | 11 | 4 |
| 10 | 25,3 | 7,5 | 3 | 85 | 9 | 4 |
| 3 | 11 | 22,6 | 7,6 | 4 | 81 | 8 | 4 |
| 12 | 24,3 | 7,7 | 4 | 90 | 11 | 3 |
| 13 | 20,5 | 7,6 | 4 | 84 | 11 | 5 |
| 14 | 23,7 | 8,8 | 5 | 87 | 12 | 5 |
| 15 | 24,7 | 8,0 | 5 | 89 | 10 | 4 |
|  | **Среднее** | **22,0** | **8,0** | **4** | **90** | **10** | **4** |

***См. Приложение. Фото № 1.*** *Измерение побегов и почек хвои европейской.* ***См. Приложение. Диаграмма 1.*** *Биометрические показатели побегов ели европейской площадок №1, № 2 - длина, толщина, ветвление.* ***См. Приложение. Диаграмма 2.*** *Биометрические показатели почек ели европейской площадка № 1, №2*

При оценке показателей побегов установлено, что у ели европейской, произрастающей в районе расположения МБОУ СОШ № 19 г. Мурома в сравнении с контрольными показателями деревьев, произрастающих в лесном массиве у пос. Пановский отмечается уменьшение роста побегов в длину на 5см, в толщину на 2 см, ветвления на 2 шт.

На площадке № 1 в сравнении с площадкой № 2 у ели европейской также наблюдается:

-значительное снижение числа почек в 3,3 раза или на 63шт;

- уменьшение средней длины почек на 2мм (8 мм - площадка №1, 10 мм-площадка № 2);

- уменьшение средней толщины почек на 1 мм (4 мм-площадка № 1, 3 мм-площадка №2).

**Таблица 3. Результаты биометрии хвои ели европейской площадок №1, №2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Площадка исследования/  № ветви | Длина хвоинок мм | Количество хвоинок на 10 см побега второго года |
| № дерева |
|  | Площадка № 1 | **МБОУ СОШ № 19** | |
| 1 | 1 | 15 | 133 |
| 2 | 13 | 129 |
| 3 | 13 | 131 |
| 4 | 15 | 132 |
| 5 | 14 | 131 |
| 2 | 6 | 14 | 137 |
| 7 | 15 | 128 |
| 8 | 13 | 131 |
| 9 | 15 | 130 |
| 10 | 15 | 130 |
| 3 | 11 | 13 | 133 |
| 12 | 13 | 135 |
| 13 | 12 | 132 |
| 14 | 13 | 132 |
| 15 | 12 | 134 |
|  | **Среднее** | **14** | **132** |
|  | Площадка № 2 | **Лесной массив у пос. Пановский Меленковского района** | |
| 1 | 1 | 25 | 118 |
| 2 | 22 | 108 |
| 3 | 23 | 107 |
| 4 | 21 | 102 |
| 5 | 22 | 103 |
| 2 | 6 | 22 | 112 |
| 7 | 21 | 116 |
| 8 | 24 | 126 |
| 9 | 24 | 117 |
| 10 | 23 | 114 |
| 3 | 11 | 22 | 108 |
| 12 | 21 | 114 |
| 13 | 21 | 112 |
| 14 | 24 | 112 |
| 15 | 23 | 105 |
|  | **Среднее** | **23** | **112** |

***См. Приложение. Фото №2.*** *Срезание хвои ели европейской.* ***См. Приложение. Диаграмма 3****. Длина хвоинок, охвоенность побега второго года жизни ели европейской на площадках №1, №2.*

В ходе исследования хвои ели европейской выявлено что, на площадке № 1 с наличием источников воздействия на состояние атмосферного воздуха

-длина хвоинок варьирует от 12 до 15 мм (табл. 2), среднее значение длины хвои - 14 мм, что на 9 мм ниже показателей площадки №2, где длина хвои варьирует от 21 до 25мм (табл.2), среднее значение составляет 23мм.

Средний показатель сохранности хвои (число хвоинок на 10 см побега) на площадке № 1 составил 132 шт., что на 20 шт. больше, чем на площадке № 2, где охвоенность побега ели европейской - 112 шт.

Следовательно, снижение значений длины хвои, и увеличение охвоенности побега отмечается у растений, произрастающих на территории МБОУ СОШ № 19- в районе с высокой густотой автодорог.

**Таблица 4. Поврежденность хвои ели европейской, %**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Площадка исследования/  № ветви | Некрозы | |
| дерева | % пораженной хвои | Характер некрозов |
|  | Площадка № 1 | **МБОУ СОШ № 19** | |
| 1 | 1 | 25 | Мелкие желтые пятна |
| 2 | 32 | Много желтых пятен |
| 3 | 18 | Много желтых и черных пятен |
| 4 | 21 | Мелкие желтые пятна |
| 5 | 26 | Много желтых и черных пятен |
| 2 | 6 | 35 | Мелкие желтые пятна |
| 7 | 38 | Мелкие желтые пятна |
| 8 | 30 | Много желтых и черных пятен |
| 9 | 31 | Мелкие желтые пятна |
| 3 | 10 | 34 | Много желтых пятен |
| 11 | 32 | Мелкие желтые пятна |
| 12 | 32 | Мелкие желтые пятна |
| 13 | 27 | Много желтых пятен |
| 14 | 30 | Много желтых пятен |
| 15 | 30 | Много желтых пятен |
|  | **Среднее** | **28** | **33% -точечный некроз** |
|  | Площадка № 2 | **Лесной массив у пос. Пановский Меленковского района** | |
| 1 | 1 | 0 | --- |
| 2 | 5 | Мелкие желтые пятна на ½ хвоинки |
| 3 | 3 | Мелкие желтые пятна на ¼ хвоинки |
| 4 | 2 | Мелкие желтые пятна на ¼ хвоинки |
| 5 | 0 | --- |
| 2 | 6 | 0 | --- |
| 7 | 3 | Мелкие желтые пятна на 3/4 хвоинки |
| 8 | 0 | --- |
| 9 | 3 | Мелкие желтые пятна на ½ хвоинки |
| 3 | 10 | 0 | --- |
| 11 | 0 | --- |
| 12 | 0 | --- |
| 13 | 0 | --- |
| 14 | 0 | --- |
| 15 | 0 | --- |
|  | **Среднее** | **3** | **16% точечный некроз** |

На деревьях ели европейской, произрастающих на площадке № 1 поверхность хвои покрыта пылью, присутствуют некрозы.

Определили классы повреждений по шкале: ***См. Приложение. Шкала классов******повреждения***

\*Повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 – с большим числом черных и желтых пятен, некоторые из них крупные, во всю ширину хвоинки.

Характер некрозов хвои, различен:

-20% хвои покрыто множеством желтых и чёрных пятен, что соответствует 3 классу повреждений игл;

-33% хвои покрыто мелкими желтыми пятнами в виде точек, что соответствует 2 классу повреждений;

-47% игл без пятен, это 1-й класс повреждений хвои (табл.3).

Суммарное количество повреждений хвои по 2 и 3 классам составляет 53%.

На деревьях в лесном массиве ( площадка № 2) выявлен незначительный процент (до 3%) хвои с точечными некротическими пятнами желтого цвета (табл.4).

***См. Приложение. Диаграмма 4.*** *Повреждения хвои ели европейской в районах исследования – площадки №1, №2*

***См. Приложение. Фото №3.*** *Некроз хвои ели европейской на площадке №1–МБОУ СОШ № 19.* ***См. Приложение. Фото № 4.*** *Некроз хвои ели европейской на площадке №2 – Смешанный лес на юго –востоке от пос. Пановский Меленковского района.*

Оценка хвои по классам повреждений показала, что в условиях городской среды при наличии активного источника загрязнения на площадке № 1 суммарное количество хвои 2-го и 3-го класса повреждений составляет 53%.

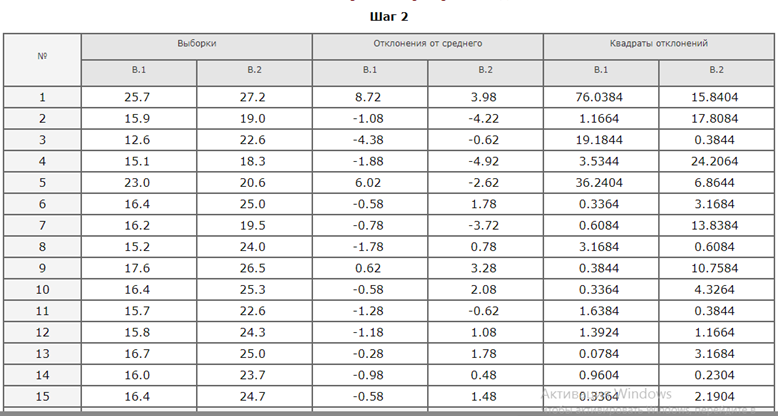
**Таблица 5. Результаты биометрии шишек и количество семян ели европейской площадок №1, №2.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № дерева | Площадка исследования/  Номер шишки | Длина, см | Диаметр,  см | Количество семян, шт. |
|  | Площадка № 1 | **МБОУ СОШ № 19** | | |
|  | 1 | 12,3 | 3,2 | 26 |
| 1 | 2 | 7,8 | 2,3 | 35 |
|  | 3 | 7,8 | 2,3 | 24 |
|  | 4 | 12,5 | 3,0 | 13 |
| 2 | 5 | 7,8 | 2,1 | 14 |
|  | 6 | 8,2 | 2,9 | 23 |
|  | 7 | 7,3 | 2,2 | 15 |
|  | 8 | 8,4 | 2,2 | 13 |
| 3 | 9 | 7,3 | 2,1 | 17 |
|  | 10 | 9,3 | 2,8 | 24 |
|  | **Среднее** | **8,9** | **2,5** | **20** |
|  | Площадка № 2 | **Лесной массив у пос. Пановский Меленковского района** | | |
|  | 1 | 14,3 | 3,6 | 40 |
| 1 | 2 | 12,6 | 3,5 | 31 |
|  | 3 | 12,8 | 3,7 | 25 |
|  | 4 | 14,9 | 3,6 | 39 |
|  | 5 | 15,7 | 3,8 | 44 |
| 2 | 6 | 13,5 | 3,7 | 33 |
|  | 7 | 12,3 | 3,5 | 22 |
|  | 8 | 14,8 | 4,1 | 49 |
| 3 | 9 | 14,9 | 4,0 | 51 |
|  | 10 | 14,9 | 3,9 | 43 |
|  | **Среднее** | **14,0** | **3,7** | **38** |

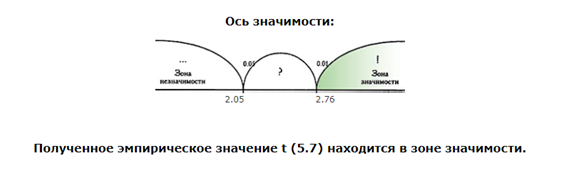
***См. Приложение. Фото № 5.*** *– Измерение шишек ели европейской.* ***См. Приложение. Диаграмма 5.*** *Биометрические показатели шишек и количество семян ели европейской площадок № 1, № 2.*

На площадке № 1 (МБОУ СОШ № 19) в сравнении с площадкой № 2 отмечается снижение размеров шишек – длины на 5,1см и их диаметра на 1,2см, так как под действием неблагоприятных условий среды почки хуже обеспечиваются питательными веществами.

Городские условия оказывают влияние и на репродуктивную функцию ели – выход семян на площадке № 1 составляет 20 шт., что ниже выхода семян в контрольном варианте (площадка № 2) на 18 шт.

**5.Расчет t-критерии Стьюдента**





**6. Выводы.**

1. Провели исследования состояния атмосферного воздуха на 2-х площадках.

Первая расположена в условиях городской среды рядом с МБОУ СОШ №19, вторая в лесном массиве в 45 км от города рядом с пос. Пановский.

1. В районах исследования методом биоиндикации изучили морфометрические показатели ели с использованием методики Федоровой и Никольской «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков ели европейской».
2. Биометрические показатели побегов: длина, толщина ветвление снижены в условиях города - на площадке № 1 по сравнению с показателями деревьев лесного массива.

Результаты анализа биометрических показателей почек демонстрируют значительное снижение их количества на площадке № 1 - МБОУ СОШ № 19.

4. По общей оценке параметров хвои ели европейской уменьшение её длины отмечается на площадке №1 по сравнению с точкой контроля. Увеличение охвоенности побега второго года жизни происходит в условиях города, что взаимосвязано с уменьшением показателя – длина побега. Поражение хвои наблюдается в обеих точках. На площадке № 1 он составляет 28% и представлен большей частью 2-м и 3-м классами повреждений.

5. Параметры длина шишек и количество семян находятся в незначительной зависимости. На площадке №1 на 1см шишки приходится 2,2 семени, на площадке №2 -2,7 семени.

6. Исследование по комплексу параметров ели обыкновенной, произрастающей на территории города Мурома в районе МБОУ СОШ № 19 показало снижение её жизненного состояния, что говорит о влиянии уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта. Наиболее наглядно это подтверждают такие изменения морфометрических показателей, как уменьшение длины хвои, снижение охвоенности побега, снижение числа заложенных почек.

7. Результаты исследования подтверждены автоматическим расчетом t- критерии Стьюдента.

Полученное эмпирическое значение находится в зоне значимости.

8. Следовательно, гипотеза о загрязненности воздушной среды в районе МБОУ СОШ №19 подтвердилась.

**7. Источники информации.**

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев// Лесоведение.- 1989.- №4.
2. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие // Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. 95 с.
3. Ашихмина Т.Я. и др. Биоиндикация и биотестирование – метода познания экологического состояния окружающей среды. Киров. Издат. Москва. 2005. 236 с.
4. Мамаев А.В., Махнев А.К. Основные принципы и актуальные проблемы в области охраны генетического фонда древесных пород // Всесоюз. совещ. по лесн. генетике, селекции, семеноводству. – Петрозаводск: Б.и., 1983 – С. 22–23.
5. 9Неверова О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // М.: «Биосфера», Т.1, 2009, № 1. – С. 82-92.
6. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ. Наука. 2005. 370 с.
7. Трескин П.П.19. Анализ структуры ассимиляционного аппарата кроны ели / Факторы регуляции экоси­стем еловых лесов. – Л.: Наука, 1983, с. 97-111.
8. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003. – 288 c.
9. Физиология растений. Под ред. В. Артамонова. – М.: Агропромиздат, 2008. – 334 с.
10. Шихова Н. С. Биохимическая оценка состояния городской среды // Экология. 1997. №2. С. 146 – 149.

***Интернет – источники***

1. Мониторинг окружающей среды : https://revolution.allbest.ru/
2. Ботаническая характеристика ели. [1000listnik.ru›lekarstvennie-travi/06/193-el.html](https://www.1000listnik.ru/lekarstvennie-travi/06/193-el.html)
3. Биоиндикация. <https://uchebnikfree.com/ekologicheskiy-monitoring-teoriya/322-bioindikatsiya-71756.html>
4. Биоиндикация, ее уровни. <http://biofile.ru/bio/22458.html>

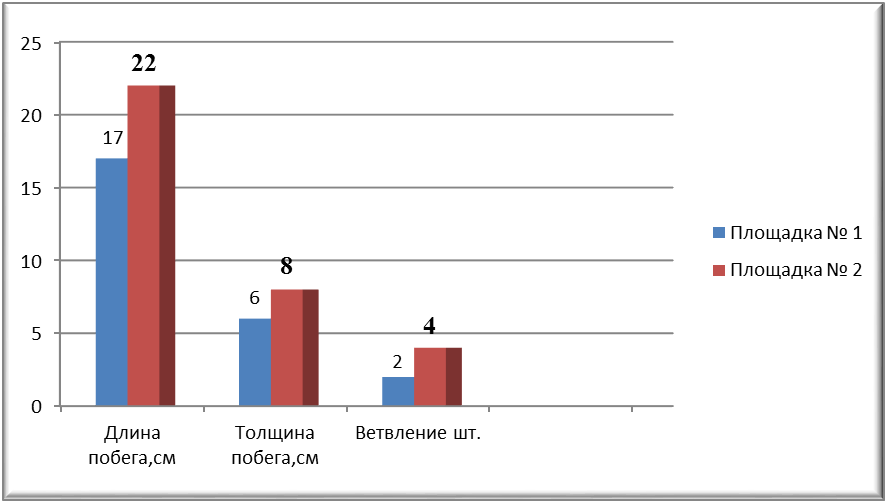
**Приложение**

*Рисунок № 1 Фото №1: Измерение побегов и почек*

*хвои европейской*

***См. Диаграмма 1. Биометрические показатели побегов ели европейской площадок №1, № 2 - длина, толщина, ветвление.***



***Диаграмма 2. Биометрические показатели почек ели европейской площадка № 1, №2***

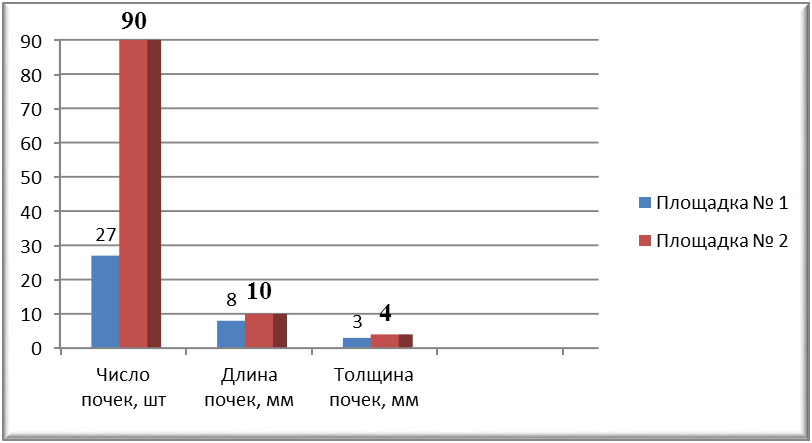
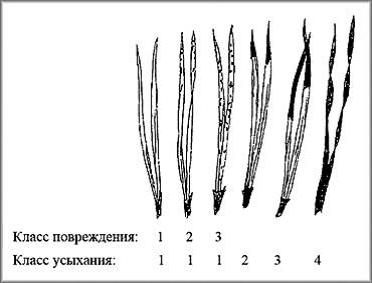


Фото №2. Срезание хвои ели европейской.



**Диаграмма 3. Длина хвоинок, охвоенность побега второго года жизни ели европейской на площадках №1, №2.**

*См. Шкала классов повреждения*

****

\*Повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 – с большим числом черных и желтых пятен, некоторые из них крупные, во всю ширину хвоинки.

Фото № 3. Некроз хвои ели европейской на площадке №1 – МБОУ СОШ № 19.



Фото № 4. Некроз хвои ели европейской на площадке №2 – Смешанный лес на юго –востоке от пос. Пановский Меленковского района.



**Диаграмма 4. Повреждения хвои ели европейской в районах исследования – площадки №1, №2**

Фото № 5.– Измерение шишек ели европейской.

****

**Диаграмма 5. Биометрические показатели шишек и количество семян ели европейской площадок № 1, № 2.**