

Владимирская область, о. Муром
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №19»

Исследовательская работа

«Ель как индикатор состояния городской среды»



Выполнила:
Кудряшова Дарья Николаевна,
ученица 10 «А» класса
Руководитель:
Макарова Елена Валерьевна,
учитель биологии и химии
МБОУ СОШ № 19

2021 г.

Содержание

1. Введение	3
2. Обзор литературы	5
2.1 Основные понятия о мониторинге и его видах	5
2.2 Характеристика ели европейской как объекта биоиндикации	6
2.3 Методика исследования «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков ели европейской»	7
3. Механизмы и этапы исследовательской работы	9
3.1 Этапы исследования	9
3.2 Схема расположения площадок	9
3.3 План исследования	10
4. Результаты исследования	11
5. Расчет t-критерии Стьюдента	16
6. Выводы	17
7. Источники	18
8. Приложение	19

1. Введение

В современных условиях экологическое состояние городских территорий требует особого внимания.

Активное движение транспорта, работа промышленных объектов 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 на концентрации вредных веществ, чем животные.[9] 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 вывести с его улиц значительное количество 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 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 СОШ №19 и в лесной зоне.
3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о состоянии 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 ранее 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 2021 года.

2. Обзор литературы

2.1 Основные понятия о мониторинге и его видах.

Мониторинг окружающей среды - это система регулярного наблюдения, представляющая собой комплекс мероприятий по определению состояния окружающей среды и отслеживанию изменений в ее состоянии.

Целями мониторинга окружающей среды являются:

- получение 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 источников антропогенных воздействий на окружающую среду.¹

Основными объектами экологического мониторинга являются:

- компоненты природной среды** – почвы, воды, воздух, озоновый слой;
- природные объекты** – естественные экосистемы, природные ландшафты;
- природно-антропогенные** – природные объекты, созданные человеком и имеющие рекреационное и защитное значение. [2]

Выделяют следующие виды экологического мониторинга:

Биосферный – проведение слежения за процессами и явлениями в биосфере.

Биологический – слежение за биологическими объектами.

Биоиндикация – это оценка состояния среды с помощью живых объектов. В настоящее время активно используются экспресс-методы биоиндикации. Организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых тесно взаимодействуют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки, называются **биоиндикаторами**. [3]

Основные требования к биологическим индикаторам: быть типичным для данной местности; иметь высокую численность в изучаемом экотипе; обитать в данном месте в течение ряда лет; характеризоваться положительной зависимостью между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования.²

Фитоиндикация – это определение 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 (*Picea pungens*) - один из самых распространенных видов растений-индикаторов, используемый в мониторинге окружающей среды. [5, 6]

2.2 Характеристика Ели европейской как объекта биоиндикации

В качестве биоиндикатора была выбрана Ель европейская по причинам:

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

1 Мониторинг окружающей среды : <https://revolution.allbest.ru/>

2 Биоиндикация, ее уровни. <http://biofile.ru/bio/22458.html>

- 2) Ель даёт качественную информацию при биоиндикации на малых территориях;
- 3) Ель европейская произрастает как на пришкольной территории, так и в других районах города.

Систематическое положение Ели европейской: ³

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 (PiceaabiesKarst) - вечнозеленое хвойное дерево из семейства сосновых, высотой 20-40 м. Ветви располагаются мутовками, каждый год отмечается новой мутовка. Хвоя расположена одиночно. Хвоинки жесткие, длиной до 2,5 см и толщиной 1-1,5 мм, темно-зеленые, заостренные на конце. Хвоя живет 6-7 лет. Продолжительность жизни хвои – это один из показателей, отражающих реакцию хвойных на особенности условий места произрастания. Хвоя накапливает количество сернистого газа, которое существенно превышает пороговое значение. *См. Приложение. Рисунок №1.*

Растения однодомные. Цветков и плодов-нет. Мужские колоски имеют вид красновато-желтых шишечек длиной 2-2,5 см, находятся в нижней части побега. Женские колоски красновато-бурого цвета, крупнее и находятся в верхней части. Пыльца рассеивается в мае-июне. Опыление осуществляет ветер.

Шишки висячие, цилиндрические, длиной 10-16 см и диаметром 3-4 см. В хорошей по размерам шишке может развиваться до 200 семян. Семена темно-бурые, мелкие. Созревают в сентябре-октябре, высыпаются из шишек только зимой и ранней весной. В лесу в пору семя ношения ель вступает в 25-30 лет, а в густых насаждениях-в 50-70 лет.

Продолжительность жизни — от 200 до 400 лет. [8]

2.3. Методика исследования «Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков Ели европейской» (Авторы: Федорова, Никольская) [7]

☒ Для исследования на высоте 2 м с кроны, обращенной к зонам с загрязненным воздухом срезают 10 трех - четырехлетних ветвей условно одновозрастных хвойных деревьев. Контролем служат ветви с условно одновозрастных деревьев, собранных в чистой зоне.

☒ Изучение хвои. 1. Хвою осматривают при помощи лупы, выявляют и зарисовывают хлорозы, некрозы кончиков хвоинок и всей поверхности, их процент и характер. 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.

3. Оценивают сближенность хвоинок.

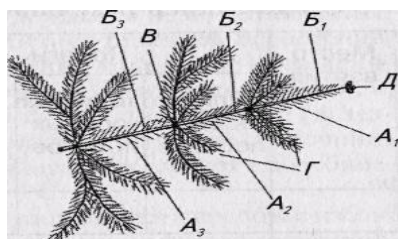


Рис. 1. Части ветви хвойного дерева, служащие биоиндикаторами: А₁, А₂, А₃ – осевые побеги первого, второго и третьего года; В₁, В₂, В₃ – хвоя первого, второго и третьего года; В – мутовка; Г – боковые побеги; Д – почки.

Таблица 1 Результаты биометрии хвои ели европейской

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

☒ 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 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...						

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. Полученные данные вносят в 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

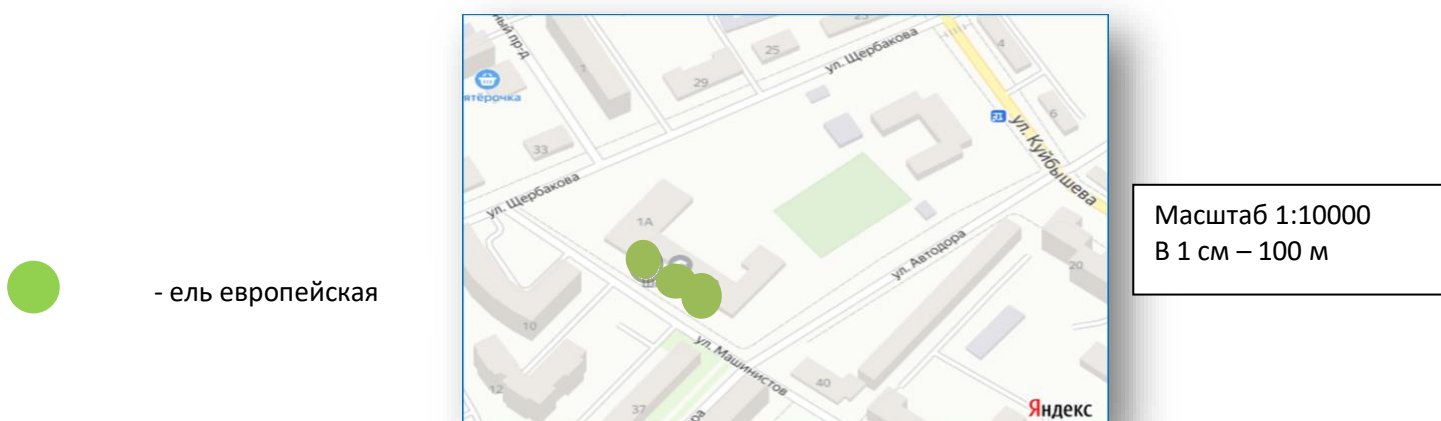
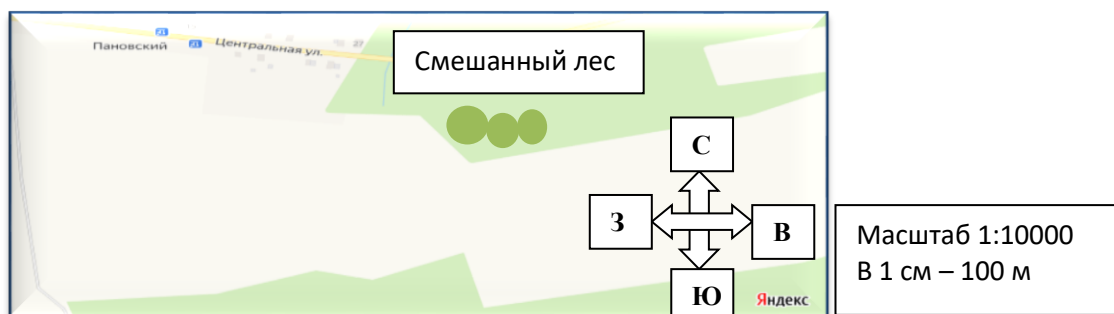


Схема 2. Площадка исследования №2, смешанный лес к юго-востоку от пос. Пановский Меленковского района Владимирской области.



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.

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

Собирали материал: хвою, шишки и почки с 3-х 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 р-на					
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 Ели 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. Муром в сравнении с контрольными показателями деревьев, произрастающих в лесном массиве, отмечается уменьшение роста побегов в длину на 5 см, 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 63 шт;
- уменьшение средней длины почек на 2 мм.
- уменьшение средней толщины почек на 1 мм.

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

№ дерева	Площадка исследования/ № ветви	Длина хвоинок, мм	Количество хвоинок на 10 см побега второго года
	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 25 мм (табл.2), среднее значение составляет 23 мм.

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 плотностью автодорог.

Таблица 4. Поврежденность хвои Ели европейской, %

№ деревя	Площадка исследования/ № ветви	Некрозы	
		% 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 $\frac{3}{4}$ хвоинки
	8	0	---
	9	3	Мелкие желтые пятна на $\frac{1}{2}$ 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* [1]

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).

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			
	1	12,3	3,2	26

1	2	7,8	2,3	35
	3	7,8	2,3	24
2	4	12,5	3,0	13
	5	7,8	2,1	14
	6	8,2	2,9	23
3	7	7,3	2,2	15
	8	8,4	2,2	13
	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	1	14,3	3,6	40
	2	12,6	3,5	31
	3	12,8	3,7	25
2	4	14,9	3,6	39
	5	15,7	3,8	44
	6	13,5	3,7	33
	7	12,3	3,5	22
3	8	14,8	4,1	49
	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 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

Шаг 2

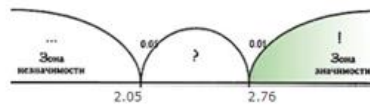
№	Выборки		Отклонения от среднего		Квадраты отклонений	
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1	25.7	27.2	8.72	3.98	76.0384	15.8404
2	15.9	19.0	-1.08	-4.22	1.1664	17.8084
3	12.6	22.6	-4.38	-0.62	19.1844	0.3844
4	15.1	18.3	-1.88	-4.92	3.5344	24.2064
5	23.0	20.6	6.02	-2.62	36.2404	6.8644
6	16.4	25.0	-0.58	1.78	0.3364	3.1684
7	16.2	19.5	-0.78	-3.72	0.6084	13.8384
8	15.2	24.0	-1.78	0.78	3.1684	0.6084
9	17.6	26.5	0.62	3.28	0.3844	10.7584
Суммы:	254.7	348.3	-0	0	145.404	104.944
Среднее:	16.98	23.22				

Результат: $t_{\text{Эмп}} = 5.7$

Критические значения

$t_{\text{кр}}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2.05	2.76

Ось значимости:



Полученное эмпирическое значение t (5.7) находится в зоне значимости.

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.
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.
3. 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.
4. Параметры длина шишек и количество семян находятся в незначительной зависимости.
5. Исследование по комплексу параметров Ели европейской, произрастающей на территории 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.
6. Результаты исследования подтверждены автоматическим расчетом t - критерии Стьюдента. Полученное эмпирическое значение находится в зоне значимости.
7. 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 – методы 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. Неверова О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // М.: «Биосфера», Т.1, 2009, № 1. – С. 82-92.
6. Трескин П.П.19. Анализ структуры ассимиляционного аппарата кроны ели / Факторы регуляции экосистем еловых лесов. – Л.: Наука, 1983, с. 97-111.
7. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
8. Физиология растений. Под ред. В. Артамонова. – М.: Агропромиздат, 2008. – 334 с.
9. 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
3. Биоиндикация, ее уровни. <http://biofile.ru/bio/22458.html>

Рисунок № 1

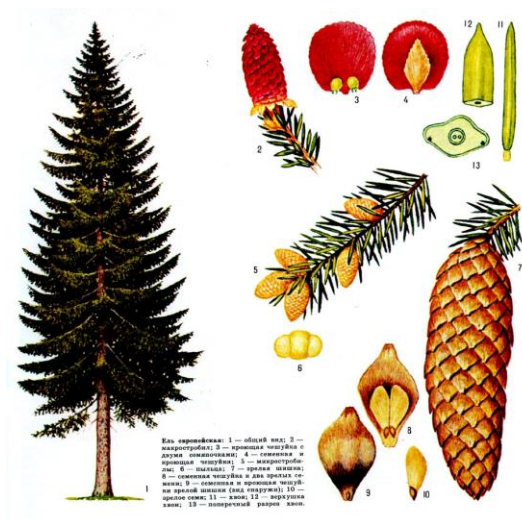


Фото №1: Измерение побегов и почек хвои Ели европейской



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

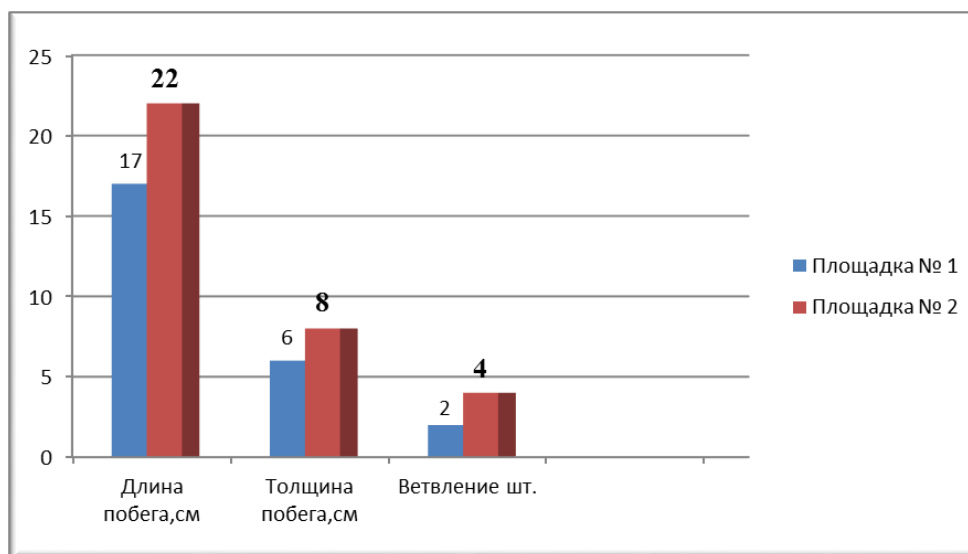


Диаграмма 2. Биометрические показатели почек Ели европейской площадка № 1, №2

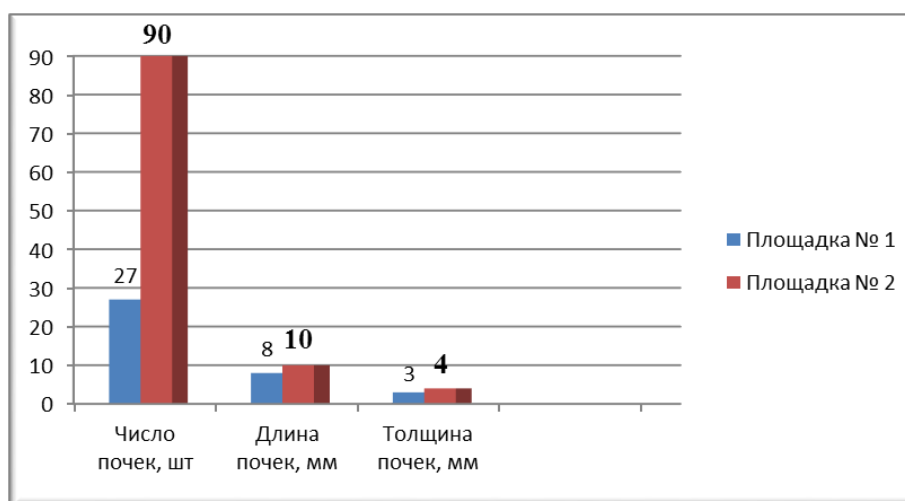
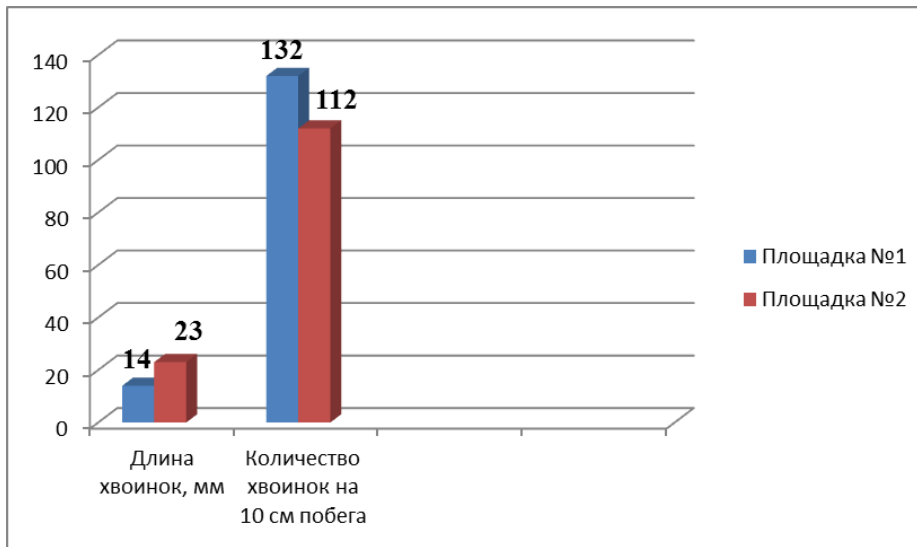


Фото №2. Срезание хвои Ели европейской.



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



См. Шкала классов повреждения



Класс повреждения: 1 2 3

*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

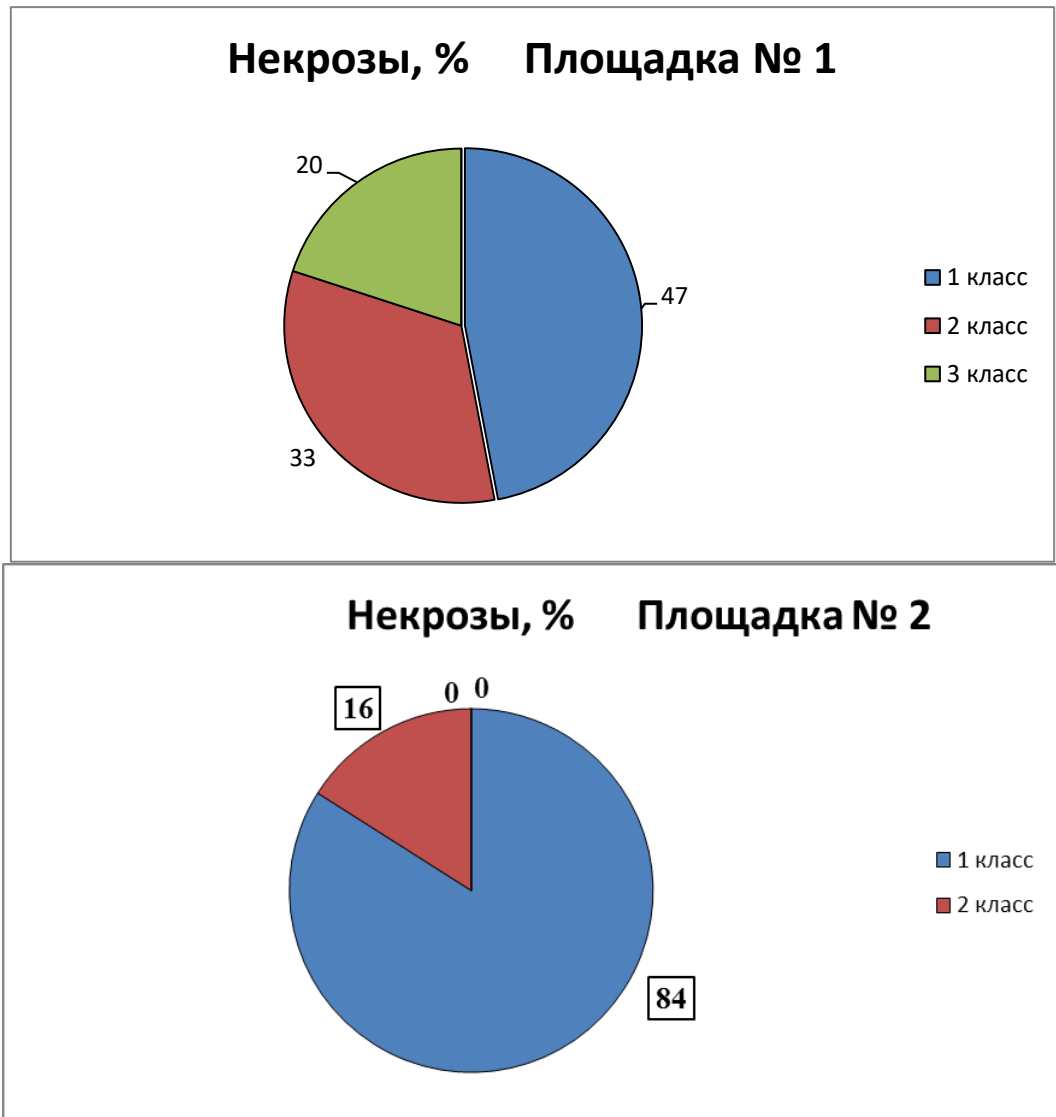


Фото № 5. – Измерение шишек Ели европейской.



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

