

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №4»  
РФ, Челябинская область, г. Чебаркуль

Всероссийский юниорский лесной конкурс «Подросток»  
Номинация «Экология лесных растений»

Исследовательская работа на тему:  
«Трансформация репродуктивных и морфологических показателей сосны  
обыкновенной под влиянием техногенных факторов на территории города  
Чебаркуля Челябинской области»

**Автор:**  
Морозова Ирина,  
обучающаяся 9А класса МБОУСОШ №4

**Педагог-руководитель :**  
Чернова Ольга Александровна,  
учитель биологии МБОУСОШ №4

Чебаркуль, 2021 год

## Содержание

<b>Введение</b> .....	2
<b>1. Основное содержание</b>	
1.1 Биологические особенности сосны обыкновенной.....	5
1.2 Обоснование выбора сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора атмосферного воздуха.....	6
1.3 Состояние атмосферного воздуха.....	7
1.4 Характеристика района исследований.....	8
1.5 Экологическая характеристика района исследований.....	8
1.7 Методика исследования. Материалы и методы.....	11
<b>2. Результаты исследования</b> .....	13
<b>Заключение</b> .....	17
<b>Список использованной литературы</b> .....	20
<b>Глоссарий</b> .....	21
<b>Приложения</b> .....	23

## Введение

*Актуальность проблемы.* В условиях повышенной плотности промышленных объектов и интенсивного развития автомобильного транспорта техногенное загрязнение становится одной из причин ослабления и усыхания зелёных насаждений городов, пригородных лесов. В связи с этим раннее выявление жизненного состояния растений приобретает важное практическое значение для предотвращения деградации насаждений и сохранения их функций в окружающей среде [1].

В последнее время серьёзной научной проблемой является влияние промышленных, автотранспортных выбросов на состояние лесных насаждений г. Чебаркуля Челябинской области.

Сосна обыкновенная является одной из основных лесообразующих пород в г. Чебаркуле Челябинской области, а ассимиляционный аппарат и репродуктивные органы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L*) отличаются высокой чувствительностью к загрязнениям окружающей среды и могут служить индикатором загрязнённости атмосферы. Все это свидетельствует об актуальности выбранной темы моего проекта и определяет её цель [3].

**Целью** данной работы явилось выявление трансформации репродуктивных и морфологических и показателей сосны обыкновенной под влиянием техногенных факторов на территории г. Чебаркуля Челябинской области.

В соответствии с целью исследований были поставлены следующие **задачи**:

1. проведение анализа литературных источников;
2. выбор методов сбора и обработки данных для оценки репродуктивных и морфологических показателей сосны обыкновенной на территории г. Чебаркуля и его окрестностях;
3. проведение обследования сосновых насаждений в районах воздействия промышленных загрязнений и автотранспорта;
4. выявление характера варьирования репродуктивных и морфологических признаков у деревьев сосны под влиянием загрязнённого воздуха на выделенных пробных площадях;
5. оценка и представление результатов исследования.

**Объектом исследования** послужили деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*).

**Предмет исследования** – репродуктивные и морфологические и показатели сосны в разных зонах техногенного воздействия.

**Гипотеза** – сосна обыкновенная чутко реагирует на состояние окружающей среды, техногенные факторы ведут к негативному изменению ее хвои и шишек.

Работа проводилась по следующим **этапам**:

1. поиск информации по данной теме (01.09 2020г.- 15.10.2020 г.);
2. проведение опытного эксперимента (16.10. 2020г.-20.12. 2020г);

3. анализ полученных результатов (21.12.2020 г-12.01.2021 г);
4. описание опыта, оформление полученных результатов, формулировка выводов (13.01.2021 г.-01.02.2021 г).

**Новизна проекта** заключается в том, что впервые в г. Чебаркуле дана оценка состояния морфологических показателей и репродуктивной способности сосны обыкновенной в условиях техногенного воздействия.

**Практическая значимость проекта**

Результаты данной работы могут дополнить исследования состояния атмосферы г. Чебаркуля и быть использованы в системе мониторинга древесных растений данной территории, в разработке комплекса мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и повышение устойчивости сосновых насаждений, на уроках биологии в школе.

## Глава 1 Основное содержание

### 1.1 Биологические особенности сосны обыкновенной



Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Отдел Голосемянные – Gymnospermae (Pinophyta). Класс Хвойные (Пинопсиды) - Coniferales (Pinopsida). Семейство Сосновые – Pinaceae. Это вечнозелёное хвойное дерево, достигающее 40 м высоты, с мутовчато-расположенными ветвями. Кора дерева красно-бурая, к вершине буро-жёлтая, пластинчатая. Корневая система с глубоко идущим главным корнем. Листья (хвоя) сизо-зелёные, расположены попарно, жёсткие, 5-7 см длины. Мужские цветки собраны в серо-жёлтые шишки.

Тычинки чешуйчатовидные, несущие с нижней стороны по 2 пыльника. Женские колоски (шишки) красноватые, состоят из кроющих и семенных чешуй. Процесс созревания шишек длится 2 года. Семена крылатые, 3-4 см длины [2].

Сосна обыкновенная цветёт в мае – первой половине июня, опыляется при помощи ветра, светолюбива. Об этом можно судить по анатомическому строению хвои, редкому охвоению кроны и значительной её светопроницаемости, отмиранию и отсутствию сучьев на большей части ствола у деревьев, произрастающий в сомкнутом лесу.

К влаге и почве сосна мало требовательна. Она может довольствоваться малопродуктивными и сухими песчаными почвами, переносить засуху в условиях степного климата. Сосна – быстрорастущая порода, ветроустойчивая, благодаря глубокой корневой системе со стержневым корнем. При ветре, дующем в одном направлении, она принимает изогнутые формы. К климату сосна мало требовательна. Область её распространения очень широка [4].

Сосна обыкновенная – растение, обладающее широкой экологической валентностью благодаря множеству биологических особенностей: растение, малотребовательное к почвенно-грунтовым условиям, занимает часто непригодные для других видов площади (пески, болота), хорошо возобновляется на лесосеках и пожарищах, как основной лесообразователь широко используется в лесокультурной практике в любых климатических зонах. Высокая интенсивность естественного возобновления сосны, область произрастания её характеризуется самым большим диапазоном климатическим условий [1].

## **1.2 Обоснование выбора сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора атмосферного воздуха**

Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной базируется на методе биоиндикации. Биоиндикация – это обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания.

Для оценки состояния атмосферного воздуха многие годы исследователями в качестве биоиндикатора используется сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Этот выбор не случаен. Общеизвестно, что это дерево является видом, реагирующим на загрязнение среды обитания продуктами техногенеза и этот фитоиндикатор широко распространён на всей территории г. Чебаркуля и Челябинской области, произрастает как на сухих песках, так и в условиях избыточной влажности [2].

Реакции *Pinus sylvestris* L. на наличие загрязняющих веществ в воздухе и почве отражают общий уровень загрязнения среды веществами различной природы. Для оценки техногенной нагрузки на фитоиндикатор используют разные его характеристики. Самым распространённым и наиболее простым в исполнении признаком определённого уровня загрязнения атмосферы является состояние хвои: изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание хвои и дефолиация (обесхвоенность крон), время жизни, наличие некротических пятен. Это связано с тем, что хвоя сосны обладает способностью эффективно поглощать загрязняющие вещества.

Сосна обладает также биоаккумулирующей способностью для ряда металлов, соединения которых поглощаются корневой системой из почвы [5].

В связи с этим сосна обыкновенная представляет собой удобный и недорогой объект для биоиндикации уровня загрязнения в любом районе г. Чебаркуля.

## **1.3 Состояние атмосферного воздуха**

Проблема загрязнения атмосферного воздуха – одна из серьёзнейших глобальных проблем, с которыми столкнулось человечество. Опасность загрязнения атмосферы не только в том, что в чистый воздух попадают вредные вещества, губительные для живых организмов, но и в вызываемом загрязнением изменении климата Земли [5].

Загрязнение воздуха (атмосферы) в результате деятельности человека привело к тому, что за последние 200 лет концентрация двуокиси углерода выросла почти на 30%. Тем не менее, человечество продолжает активно сжигать ископаемое топливо и уничтожать леса. Процесс настолько масштабен, что приводит к глобальным экологическим проблемам. Загрязнение воздуха происходит и в результате других видов человеческой

деятельности. Сжигание топлива на тепловых электростанциях сопровождается выбросом двуокиси серы. С выхлопными газами автомобилей в атмосферу поступают оксиды азота. При неполном сгорании топлива образуется угарный газ. Кроме того, не следует забывать и о мелкодисперсных твёрдых загрязнителях, таких, как копоть и пыль [7].

Серьёзность экологических проблем, связанных с загрязнением атмосферы, иллюстрируют следующие статистические данные: в 151 городе России предельно допустимая концентрация загрязнений воздуха превышена в 5 раз, в 87 городах - в 10.

#### 1.4 Характеристика района исследования

Чибаркуль – город в Челябинской области, наделённый статусом городского округа, административный центр Чибаркульского района. Он расположен на восточном склоне Ильменских гор Южного Урала, на берегу озера Чибаркуль, в 79 км к юго-западу от областного центра – города Челябинска. Численность населения 41 310 чел. (2020). Площадь территории – 7 697 га. Климат - умеренно континентальный, отличается небольшой амплитудой колебаний температуры, высокой аэрионизацией воздуха и интенсивностью солнечного излучения, почти полным безветрием. Почвы — серые лесные, подзолистые и чернозёмы. Доминируют сосна обыкновенная и берёза бородавчатая [5]. Встречаются лиственница и осина. В центре произрастает высаженная культура сибирского кедра.

#### 1.5 Экологическая характеристика района исследований

Город Чибаркуль на протяжении многих лет включён в список городов Челябинской области с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Основными источниками загрязнений являются 52 предприятия Чибаркуля, котельные в санаториях и пансионатах курортной зоны, осуществляющие выброс загрязняющих веществ в атмосферу и наносящие существенный урон флоре и фауне местности, а также здоровью человека. Наиболее загрязнена центральная часть города (таблица 1).

*Таблица 1*

##### ***Выбросы промышленных предприятий г. Чибаркуля (фрагмент)***

№ П/ П	Наименование предприятия	Разрешённый выброс	
		Максимально-разовый, г/с	Валовый, т/г
	ОАО «Уральская кузница»	97,345	941,430
2	ЗАО «Чибаркульская птица»	32,6252	181,234
3	ЗАО «Союзтеплострой»	3,1328	7,127

4	ЗАО «Чебаркульская фабрика кондитерских изделий»	1,134	5,9714
5	ОАО «Чебаркульский хлеб»	1,48	7,842
6	ОАО «Чебаркульский молочный завод»	4,582	12,290
7	МУП ККП	14,867	142,714
8	ЗАО «Пеплос»	4,484	9,337
9	ООО «Уральская фанера»	11,485	179,753
10	ЗАО «Чебаркульский рыбозавод»	7,146	2,363
11	Чебаркульская КЭЧ	7,689	242,486
12	АП Санаторий «Кисегач»	1,980	18,588
13	ГУП Пансионат с лечением «Утёс»	0,777	7,941

Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от этих предприятий в 2017 году суммарно составил 1,800 тыс. т (из них твёрдых - 0,450 тыс. т, газообразных и жидких - 1,350 тыс. т.), в 2018 году - 1,560 тыс.т. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются ОАО «Уральская кузница», на долю которого приходится 45,5% от общих выбросов города, Чебаркульская КЭЧ (13%) и другие промышленные предприятия.

На территории городского округа находится свыше 20 газовых и 3 угольных котельных. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются выбросы оксидов азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, взвешенные вещества (зола, пыль).

В связи с увеличением количества автотранспортных средств значительно вырос объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (таблица 2).

*Таблица 2*

***Выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта г.Чебаркуля (тонн/ 10000 км пробега)***

Год	Наличие транспорта	Углерода Оксид CO <sub>2</sub>	Азота Оксид NO	Серы Диоксид SO <sub>2</sub>	Саж а	Свине ц	Углеводород	Всего
2019	9394	1593	243	12,4	23,5	4,7	395	2271,6
2015	9019	1530	233	11,9	22,5	4,51	379	2180,9
2010	7152	1213	185	9,44	17,9	3,58	300	1728,9

Суммарный объём выбросов в атмосферу составляет около 4054 т/год, в том числе от стационарных - 1783 т/год, от передвижных - 2272 т/год.

Таким образом, важнейшими источниками воздушных поллютантов в г. Чебаркуле Челябинской области являются предприятия металлургической



и машиностроительной промышленности, теплоэнергетики и автотранспорт. Загрязнение окружающей среды является острой экологической проблемой для Чебаркуля. Воздействие токсикантов приводит к значительному ухудшению состояния и даже гибели растительности на территории Чебаркуля и Чебаркульского района. Назрела проблема оценки состояния окружающей среды города с целью разработки действенных мер по ее улучшению.

## 1.6 Методика исследования. Материалы и методы

В основу работы положены материалы, собранные в период с сентября 2019 г. по январь 2020 г. Исследование проводилось на территории г. Чебаркуля Челябинской области. Объектом исследования послужили деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L), широко произрастающие в лесах г. Чебаркуля и его окрестностях. Были изучены растения в зонах с различной техногенной нагрузкой. Исследования проводили на трёх пробных площадях, а именно:

- ПП 1 (контроль) - район на значительном расстоянии от техногенных источников загрязнения (территория, прилегающая к ДОСу (ДОС-дома офицерского состава, ул. Каширина) со стороны леса);

- ПП 2 – средне загрязнённый район (территория у ДОСа с интенсивным автомобильным движением);

- ПП 3 – район с высоким уровнем загрязнения (промышленный район, завод ПАО «Уральская кузница»).

Материалы исследования - генеративные органы (шишки) и хвоя сосны, собранные с деревьев, произрастающих в выбранных зонах.

Для определения влияния загрязнения окружающей среды на жизнедеятельность хвойных был использован метод морфометрического анализа, проводимый по следующим показателям: количество хвои на побеге, длина и ширина хвои, вес хвои, некрозы и усыхание.

*Методика показателей ассимиляционного аппарата (хвои) сосны обыкновенной в условиях г. Чебаркуля* состояла в следующем: с нескольких боковых побегов разных лет в средней части кроны 5-10 деревьев сосны, возраст которых 15 - 20 лет, отобрали хвоинок второго и третьего года жизни, отдельно как с контрольных, так и с опытных деревьев. Анализ хвои провели в кабинете биологии школы. Хвою классифицировали по степени повреждения, определяя визуально (наличие хлорозов и некрозов). Данные занесли в рабочую таблицу с указанием даты отбора проб на каждом ключевом участке, а затем обработанные данные внесли в итоговую таблицу 5.

Определяли длину и массу хвои, замерив штангенциркулем длину свежей хвои - 10 пар с каждого дерева. Единица измерения – 1 см. После высушивания на воздухе в смешанном образце определяли массу хвои в

несколько повторах. Вес хвои определяли наиболее простым, весовым, методом. Для его осуществления использовали точные аналитические весы.

Статистическая обработка материала проводилась по общепринятой методике, которая включает в себя расчёт средней арифметической.

*Определение состояния генеративных органов сосны обыкновенной (обследование шишек сосны).* Под действием загрязнителей происходит подавление репродуктивной деятельности сосны. 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 ключевом участке отобрали шишки из нижней части кроны свободностоящих или опушечных (в зелёной зоне) деревьев без видимых признаков ослабления, сформировали смешанный образец из 25–60 шишек, а затем в лабораторных условиях школы определили средние показатели семеношения деревьев и качество семенного материала. Оценку качества семян проводили по обычной методике (Е.П. Заборовский)

*Определение качества семенного материала.* Проростили семена (продолжительность проращивания семян сосны - 15 дней). Семена взрезали скальпелем вдоль зародыша и отнесли к категориям (здоровые, загнившие, нежизнеспособные, пустые). Определили техническую всхожесть (отношение числа проросших семян к общему числу семян, взятых для проращивания, выраженное в процентах):  $V = n / N \cdot 100 \%$  (в целых процентах), где  $n$  – число проросших семян, шт.;  $N$  - число семян, взятых для проращивания, шт. для установления достоверности анализа всхожести семян вычисляли как среднее арифметическое из результатов проращивания взятых.

## 2. Результаты исследования

Результаты нашего исследования показали, что деревья сосны обыкновенной, произрастающие в разных экологических условиях, имелись существенные различия не только по морфометрическим параметрам, но и по семенной продуктивности.

### Санитарное состояние деревьев сосны обыкновенной

Данные по состоянию хвои особей сосны обыкновенной для оценки загрязнённости атмосферы по мере уменьшения техногенной нагрузки в г. Чебаркуле и его окрестностях представлены в таблице 5.

Таблица 5

#### *Повреждение хвои сосны обыкновенной в зонах антропогенной нагрузки*

Варианты	Степень повреждения и усыхания хвои, %		
	без повреждений	с усыханием	с пятнами
Территория, прилегающая к ДОСу со стороны леса	60	26	14
Дорога у ДОСа	50	30	20
Завод ПАО «Уральская кузница»	35	42	23

**Выводы:** 1. по мере увеличения техногенной нагрузки увеличивается процент хвои с признаками усыхания и пятнами повреждённых тканей, происходит уменьшение процента неповреждённой хвои. Так, в зоне контроля наблюдается незначительное опадение хвои сосны (количество хвоинок с усыханием - 26 %), небольшое количество хвои с пятнами (симптомы поражения – 14 %). В промышленной зоне возрастает процент опадания хвои с усыханием и хвои с пятнами - 42 % и 23 % соответственно, это, на наш взгляд, отражает особенности реакции деревьев на неблагоприятные воздействия;

2. сравнение степени повреждения хвои сосны обыкновенной в зоне воздействия транспорта и зоне промышленного воздействия свидетельствует о более значительном отрицательном воздействии на состояние хвои промышленной нагрузки, чем транспортной.

### Исследование морфометрических параметров

Результаты изменений показателей морфологии хвои и побегов по мере уменьшения степени техногенной нагрузки приведены в таблице 6.

Таблица 6

#### *Морфометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в условиях г Чебаркуля*

Исследуемые районы	Степень нагрузки	Количество хвоинок	Длина хвои, см	Сухой вес 50 хвоинок (г)
ПП 1	низкая	93	4,01	1,310

ПП 2	средняя	64	3,90	1,00
ПП 3	высокая	58	2,93	0,825

**Вывод:** выявлено, что с увеличением степени техногенной нагрузки происходит уменьшение количества хвоинок на побеге при уменьшении их длины и веса; масса хвои отражает накопление органических веществ, поэтому её сокращение в зоне поражения свидетельствует о снижении активности фотосинтеза.

### **Исследование репродуктивных органов сосны и семенной продуктивности**

Результаты исследования репродуктивных органов и семенной продуктивности сосны обыкновенной показали, что между популяциями сосны обыкновенной, произрастающими в разных экологических условиях, имелись существенные различия не только по морфометрическим показателям, но и семенной продуктивности (таблица 7).

Таблица 7

#### **Сравнительные показатели семеношения *Pinus sylvestris L.*, произрастающих в экологически благоприятной (контроль), транспортной (опыт) и промышленной (опыт) зонах**

Показатели	Зоны		
	Окраина Чебаркуля	Дорога ДОС	Завод ОАО «Уральская кузница»
Длина шишки, см	4,82	3,65	3,01
Диаметр шишки, см	1,92	1,73	1,24
Масса одной шишки, г	5,3	4,57	3,42
Число семян в шишке, г	11,15	9,11	7,15
Доля полных семян, %	77,68	65,0	43,63

**Вывод:** из таблицы видно, что размеры и масса шишек, а также масса семян сосны в различных зонах влияния города имеют отличия, проявляется тенденция к увеличению показателей в направлении от завода к центру, а затем к окраине города. Также происходит увеличение числа нормально развитых семян в шишках.

Качество семенного материала сосны обыкновенной наглядно демонстрирует влияние техногенных условий на репродуктивную функцию сосны обыкновенной, поэтому мы провели ее оценку (таблица 8).

Таблица 8

#### **Показатели качества семенного материала, отражающие влияние городских условий**

Исследуемые площади	Показатель
---------------------	------------

	Всхожесть, %
Окраина г. Чебаркуля	81,9
Дорога ДОС	69,9
Завод	59,9

**Выводы:** полученные данные отражают закономерность в повышении качества семян сосны обыкновенной в направлении от завода к окраине города.

### Выводы

1. Результатами исследования установлена возможность определения состояния древесных растений (на примере сосны обыкновенной) в условиях промышленного г. Чебаркуля и его окрестностей по изменению морфологических и репродуктивных показателей, а именно:

- у сосны обыкновенной в условиях города визуально наблюдаются признаки повреждений ассимиляционных органов, развитие хлорозов и некрозов, преждевременная дефолиация (опадение), снижается сухой вес хвоинок, что указывает на их реакцию к воздействию поллютантов;

- у популяций, произрастающих в местности с высокой интенсивностью движения и в промышленной зоне, формируются мелкие шишки, снижается их семенная продуктивность и формируются семена низкого качества, что свидетельствует о влиянии техногенного загрязнения на жизнеспособность репродуктивных органов и качество семян сосны обыкновенной.

2. Более существенные изменения признаков характерны для деревьев, произрастающих у ДОСовской дороги и в районе ПАО«Уральская кузница» г. Чебаркуля, на основании чего мы делаем заключение об их значительном загрязнении.

3. Выявлена сильная зависимость изменения морфометрических показателей *Pinus sylvestris* L. от уровня загрязнения районов, что позволяет сделать вывод о возможности использования этих показателей для индикации загрязнения атмосферного воздуха городской среды Чебаркуля.

4. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L) отличается повышенной чувствительностью к загрязнению воздуха, что дает возможность рекомендовать её в качестве объективного биоиндикатора окружающей среды.

## Заключение

Для того чтобы дать правильную оценку и прогноз существования древостоев в зоне влияния техногенного воздействия г. Чебаркуля, необходимо знать механизмы воздействия поллютантов на органы сосны. Сосна обыкновенная является одной из основных лесообразующих пород на Южном Урале, она широко представлена в озеленении г. Чебаркуля и его окрестностях.

Проведенные нами исследования показали, что популяция *Pinus sylvestris* L в Чебаркуле подвергается воздействию целого комплекса негативных факторов техногенного характера, основными из которых являются автомобильный транспорт и промышленное производство в районе произрастания породы.

Негативные изменения условий, необходимые для нормальной жизнедеятельности растений, приводят к ухудшению их физиологического состояния, отражаются на репродуктивном процессе, влияют на генеративные структуры, ослабляя жизненный потенциал древесных растений. Так, при приближении к зонам влияния автотранспорта и промышленных предприятий в Чебаркуле происходят изменения морфологических показателей и репродукции деревьев сосны обыкновенной. Мы выявили основные морфологические признаки ослабления деревьев, вызванные техногенным воздействием, это: снижение массы хвои, ее преждевременное пожелтение и опадание в районе дороги у ДОСа и завода ПАО «Уральская кузница». Выбросы завода и автотранспортных средств в г. Чебаркуле оказывают неблагоприятное воздействие на генеративные органы *Pinus sylvestris* L. Установлено, что у популяций, произрастающих вдоль завода и дороги ДОСа с высокой интенсивностью движения, формируются мелкие шишки и формируются семена низкого качества

Появление глазомерно фиксируемых признаков повреждения характерно для высоких концентраций выбросов. Следовательно, наличие большего количества деревьев с выявленными признаками соответствует большей доли их повреждений.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют существенное влияние городской среды г. Чебаркуля на показатели деревьев сосны обыкновенной, особенно отчётливо проявляющиеся в центральных и промышленных районах города.

Предложенную нами методику можно использовать для оценки экологического состояния хвойных насаждений в условиях городских и промышленных загрязнений с целью разработки таких мер, которые позволили бы уменьшить антропогенную нагрузку: проектирование озеленительных мероприятий, зонирование территорий (зоны слабого, среднего, сильного загрязнений), планирование санитарно-оздоровительных мероприятий в лесных насаждениях.

Результаты исследования позволили дать рекомендации по сохранению и усилению природных свойств растительности, произрастающей в условиях техногенеза (приложение 1) населению, муниципальным органам власти, городскому ЖКХ (цеху озеленения), специалистам завода ПАО «Уральская кузница», занимающимся озеленением территории предприятия.

### Список использованной литературы

1. Алексеев, В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение [Текст] / В.А Алексеев. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1990. – 197 с.
2. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев [Текст] / В.А. Алексеев // Лесоведение. -1989. - № 4. — С. 51-57.
3. Буйволов, Ю.А. Методика оценки жизненного состояния леса по сосне [Текст] / Ю.А. Буйволов, М.В. Кравченко, А.С. Боголюбов – М.: Экосистема, 1998. – 25 с.
4. Заборовский, Е. П. Плоды и семена древесных и кустарниковых пород [Текст] /Е.П. Заборовский. / М.: Гослесбумиздат, 1962. -303 с.
5. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников [Текст] / В.М. Захаров и др. М., 2000. — 130 с.
6. Ибрагимова, Э. Э. Влияние техногенного загрязнения на жизнеспособность женских генеративных органов и качество семян *pinus sylvestris* L. [Текст] / Э.Э. Ибрагимова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 2. – С. 89-95.
7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях [Текст] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир.,1989. – 439 с.



## Глоссарий

**Антропогенное воздействие** (от греч. *anthropos* - человек и *genes* - рождающий) влияние на природную среду деятельности человека, прямо или косвенно вызывающее ее изменение.

**Ассимиляция** — совокупность процессов синтеза в живом организме.

**Ассимиляционные органы, ткани растения** – это органы и ткани, в которых в основном протекает процесс фотосинтеза.

**Биомониторинг** является составной частью экологического мониторинга – слежение за состоянием окружающей среды по физическим и биологическим показателям. В задачи биомониторинга входит регулярно проводимая оценка качества окружающей среды с помощью специально выбранных для этой цели живых объектов.

**Биоиндикация** — оценка качества природной среды по состоянию её биоты. Биоиндикация основана на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов.

**Генеративные органы** (репродуктивные) (от лат. *genere* - рождаю - произвожу), органы полового размножения растений (напр., антеридий, архегоний у высших споровых и голосеменных, цветков у покрытосеменных).

**Деградация леса** (от лат. *degradatio* – букв. снижение) - утрата жизнеспособности и гибель лесных насаждений под влиянием антропогенных факторов или природных факторов

**Дефолиация** - изреживание кроны вследствие частичной или полной потери листвы (хвои), как правило, в зеленом состоянии.

**Индикатор** (лат. *Indicator* — указатель) — вещество, объект, отображающий изменения какого-либо параметра контролируемого процесса или состояния объекта в форме, наиболее удобной для непосредственного восприятия человеком визуально, акустически, тактильно или другим, легко интерпретируемым, способом.

**Морфология** (в биологии) - изучает как внешнее строение (форму, структуру, цвет, образцы) организма, таксона или его составных частей, так и внутреннее строение живого организма (например, морфология растения). Подразделяется на наружную морфологию (или эйдономию) и внутреннюю морфологию (или анатомию).

**Некроз** - омертвление участка тканей растений, чаще всего это отмирание листьев (хвои) под влиянием загрязняющих веществ.

**Поллютанты** - вещества антропогенного происхождения, загрязняющие среду обитания живых существ. Различают П. пром. (напр., выбросы газов CO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>), сельскохозяйственные (стоки животноводческих комплексов и т. п.), бытовые (стоки, содержащие моющие средства и др.).

**Популяция** (от лат. *Populatio* — население) — это совокупность организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории.

**Семенная продуктивность** – это плодовитость отдельной особи или даже генеративного побега . Семенная продуктивность – один из важнейших показателей адаптации вида в конкретных условиях обитания

**Техногенные воздействия** - это воздействия промышленных и сельскохозяйственных технологий, транспорта и коммуникаций, а также объектов военного назначения, способные вызвать нарушения жизнедеятельности населения, функционирования объектов экономики, систем государственного управления, окружающей среды.

**Хлороз** - раннее старение хвои под воздействием фторидов, тяжелых металлов и кислотных осадков.

### **Рекомендации по сохранению и усилению природных свойств растительности населенных пунктов**

Целью предлагаемых рекомендаций является сохранение и усиление природных свойств растительности, произрастающей в условиях техногенеза, улучшение биологического разнообразия и качества древесных культур, повышение продуктивности на основе многоцелевого природопользования.

Устойчивое управление состоянием насаждений в условиях техногенеза подразумевает следующий комплекс последовательных действий:

1. сокращение объемов промышленных и автотранспортных выбросов в городской среде;
2. акцент основного внимания в промышленном производстве на разработки новых малоотходных и безотходных технологий;
3. установление причин и уровня повреждения, ослабления и гибели древесных, прогноз развития патологических явлений и процессов, сбор информации об их состоянии, её хранение, обработка и своевременное доведение её до участников лесных отношений для своевременного обнаружения изменений в состоянии растительности на территориях, подверженных промышленному и транспортному загрязнению;
4. зонирование территории с выделением зон с различной степенью указанного воздействия;
5. оценка санитарного состояния древостоев и качественное проведение санитарно-оздоровительных мероприятий (СОМ) (вырубка поврежденных, усыхающих деревьев, их замена);
6. использование показателей морфологии и репродукции как индикатора степени хронического промышленного и автотранспортного воздействия.