

**Научно-исследовательская работа**  
**Биология**  
«Оценка загрязненности воздуха по комплексу признаков сосны  
обыкновенной»

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУХА ПО КОМПЛЕКСУ  
ПРИЗНАКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*Выполнил:*  
**Герасин Иван Дмитриевич,**  
*учащийся 6 класса*  
*ГООУ ДО ТО «Областной эколого-биологический*  
*центр учащихся», Россия, г. Тула*  
*Руководитель:*  
**Чуфицкая Татьяна Александровна,**  
*методист структурного подразделения*  
*«Детский технопарк*  
*естественнонаучной направленности»*  
*ГООУ ДО ТО «Областной эколого-биологический*  
*центр учащихся»*

Тула, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ:

### ВВЕДЕНИЕ

#### 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРЫ

##### 1.1. МИРОВАЯ ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

##### 1.2. БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

#### 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

##### 2.1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

##### 2.2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3. ПРОВОДИМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

##### 3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

##### 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## ВВЕДЕНИЕ

Тема моей работы – «Оценка загрязненности воздуха по комплексу признаков сосны обыкновенной». На Земле примерно 350 миллионов лет назад появились первые деревья. Огромные территории были покрыты лесом, но затем значительная их часть была уничтожена людьми. Лес – сложное природное образование (биоценоз). В состав его входят не только живые организмы, но и их среда обитания – почвенно-грунтовый слой, атмосфера. Лес в наши дни испытывает на себе сильное влияние со стороны человека. Это влияние очень разнообразно. Тут сплошные рубки, пожары, массовый туризм, выпас скота, загрязнение атмосферы ядовитыми газами... А как реагирует лес на это? Какие изменения в нём происходят? Насколько они опасны для существования леса?

Вмешательство человека в жизнь леса нельзя остановить. Оно неизбежно и будет продолжаться, но всем необходимо стремиться к тому, чтобы причинять лесу наименьший вред.

**Актуальность исследования.** Важную роль в жизни леса играет слой атмосферы, в котором развиваются лесные растения и другие живые организмы, без этого нельзя представить себе леса. Атмосфера служит источником углекислого газа, кислорода и пополняется кислородом, выделяемым растениями, и углекислым газом, образующимся в процессе дыхания. В него поступают вещества, жизненно важные для обитателей леса, и из него эти вещества вновь поглощаются растениями и животными. Эта система называется лесным биогеоценозом.

Загрязнение атмосферы причиняет биогеоценозу большой вред. Главный враг леса – диоксид серы, тривиальное название которому – сернистый газ. Больше всего от него страдают сосновые леса. Сосны – очистители воздуха от пыли, что зависит от хвои, её количества и поверхности.

Я считаю эту тему актуальной на данный момент, так как сохранение качества окружающей среды и здоровья населения находится в числе самых

острых проблем современного мира. Здоровье – это самое главное богатство любого государства. Поэтому сегодня очень важен вопрос сохранения природы. Здоровье человека напрямую зависит от экологического состояния места его проживания. Особенно очень важна экологическая безопасность воздуха, ведь человечество не может обойтись без дыхания. Но чтобы решать данную проблему необходимо умение диагностировать загрязнения. Я выбрал метод биоиндикации - оценка воздействия экологических факторов при помощи биологических систем. В качестве биоиндикатора выбран чувствительный к различным загрязнителям атмосферы вид сосны обыкновенной.

Поэтому, **цель исследования** – изучение качества атмосферы при помощи сосны обыкновенной на различных биотопах г. Тулы.

Согласно цели исследования, были определены **задачи**:

- изучить учебной литературы по теме исследования
- определить участки проведения работ (территория ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ» и ЦПКиО им. П.П. Белоусова);
- исследовать состояние хвои и коры деревьев на отведенных территориях;
- проанализировать и обобщить результаты исследования и предложить практические рекомендации по мерам предупреждения загрязнения атмосферы.

**Место проведения исследования:** территория ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ» и территория ЦПКиО им. П.П. Белоусова.

**Объект исследования:** хвоя сосны.

**Предмет исследования:** сосны, расположенные на выбранной территории.

**Методы исследования:**

1. Анализ литературных источников;
2. Наблюдение, экологический мониторинг;
3. Статистическая обработка полученных данных.

## 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРЫ.

### 1.1 Мировая проблема загрязнения воздуха

Атмосферный воздух занимает особое положение среди других компонентов биосферы. Значение его для всего живого на Земле невозможно переоценить. Человек может находиться без пищи пять недель, без воды – пять дней, а без воздуха всего лишь пять минут. При этом воздух должен иметь определённую чистоту, и любое отклонение от нормы опасно для здоровья. Воздух – смесь газов. Основное назначение воздуха – это обеспечение дыхания живых организмов. Атмосферный воздух выполняет защитную функцию, предохраняя Землю от абсолютно холодного Космоса и потока солнечных излучений. В атмосфере формируются климат и погода, задерживается масса метеоритов. Атмосфера обладает способностью к самоочищению, но в современных условиях возможности природных систем самоочищения подорваны [5].

Деятельность человека по своим масштабам превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха. Выбросы вредных веществ в атмосферу делятся на несколько групп:

- газообразные (NO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и другие);
- жидкие (кислоты, щёлочи, растворы солей и др.);
- твёрдые (радиоактивные вещества, свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества).

Источники загрязнения:

- тепловые и атомные электростанции;
- продукты сжигания топлива;
- продукты сжигания бытовых отходов (мусор, полиэтилен, пластик);
- выхлопные газы автомобилей.

Большая загазованность отрицательно сказывается на экологической обстановке и влияет на самочувствие людей, флору, фауну [4]

### 1.2. Биоиндикация и биотестирование.

В настоящее время при оценке состояния окружающей среды ведущая роль отводится физическим и химическим методам экологического контроля. Изучение последствий антропогенного воздействия на окружающую среду невозможно без применения приемов биологической индикации, которая дает прямую информацию о реакции организмов на стрессорные факторы [1]

Биоиндикация – это определение биологически значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ [www.ecoindustry.ru]

Основной задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ.

Чем же отличается биотестирование от биоиндикации? Ведь эти понятия очень между собой похожи.

Биотестирование - процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Тест-объекты – организмы, которые используются при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов [6]

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Объект исследования

Среди древесных растений удобным видом является сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.) в связи с её:

1. Большой чувствительностью по сравнению с лиственными породами из-за замедленного процесса листопада и накоплением загрязнителей в теле растения.
2. Относительно простой и удобной для исследования статического анализа анатомической структурой.

3. Широким ареалом в разных природных зонах.

4. Частым использованием в качестве лесопарковой культуры в районах с высоким уровнем промышленного производства и транспортной нагрузки.

Оценка влияния на растительность атмосферных загрязнителей является составной частью биомониторинга, включающего в себя систему процессов взаимодействия источников загрязнения на растительность окружающей территории.

Для оценки состояния атмосферного воздуха нами использовался биоиндикатор сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.). Общеизвестно, что она является видом, реагирующим на загрязнение среды обитания продуктами техногенеза. Этот фитоиндикатор в естественных условиях растет в Тульской области. «Реакции *Pinussylvestris* L. на наличие загрязняющих веществ в воздухе и почве неспецифичны и отражают общий уровень загрязнения среды химическими веществами различной природы. Для оценки химической нагрузки на фитоиндикатор используют разные его признаки (характеристики). Самым распространенным и наиболее простым в исполнении является морфологический подход. В различных литературных источниках в качестве индикационных признаков рекомендуется использовать величину годового прироста соснового побега, длину листовых пластинок, размеры генеративных органов [3].

Информативным признаком определенного уровня загрязнения атмосферы является состояние хвои: изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание хвои, время жизни, наличие некротических пятен. При этом форма и цвет некротического пятна является специфической реакцией на определенный вид загрязнения, а доля пораженной поверхности хвоинки может быть использована для количественной оценки реакции фитоиндикатора. Для индикационных целей могут быть использованы также морфологические и анатомические характеристики хвои сосны.

Хвоя сосны может быть использована и как биоаккумулятор аэрогенных загрязнений. Это связано с тем, что, хвоя сосны обладает способностью эффективно поглощать загрязняющие вещества, в частности, соединения металлов, в виде аэрозолей за счет диффузионного осаждения последних в полостях и воздушных каналах листовой пластинки. Сосна обладает также биоаккумулирующей способностью для ряда металлов, соединения которых поглощаются корневой системой из почвы. Ввиду малой поверхности листа, утолщенной кожицы и малого количества устьиц вынос поглощенных микроэлементов с поверхности листовой пластинки сосны при испарении влаги и газообмене с атмосферой очень мал. За время жизни хвои (4-6 лет в зависимости от условий произрастания дерева) в ее массе накапливаются характерные для данной местности микроэлементы в количествах, достаточных для аналитического определения».

*таблица № 2.*

*«Чувствительность сосны обыкновенной к длительному загрязнению воздуха (по Артамонову В.И.)*

SO <sub>2</sub>	HF	NH <sub>3</sub>	HCl, Cl <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
+++	++	++	+++	++

Обозначения: ++ - чувствительная, +++ - очень чувствительная.

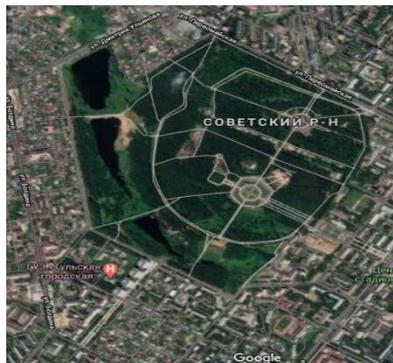
## 2.2. Методика исследования

В незагрязненных лесных экосистемах основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. В загрязненной атмосфере появляются повреждения, и снижается продолжительность жизни хвои сосны.

Предметом биоиндикации служили выбранные деревья на территории нашего учебного центра (участок 1) и лесная посадка в парке (участок 2).

*рисунок 1. Космоснимок*

Участок 1 города  
жилыми домами и  
несколько сосен, высаженные работниками организации.



*ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ»*

Тулы находится между  
дрогой. Здесь растут

*рисунок 2.*

*им. П.П. Белоусова*

Участок 2 города  
центре города и  
города за счет

представленного 86 видами древесно-кустарниковых пород (береза, дуб, ясень, клен и вяз). К сожалению, хвойные деревья составляют всего лишь 7,4% от всех насаждений [7].



*Космоснимок ЦПКиО*

Тулы находится в  
является «легкими»  
древостоя парка,

## 2.2. Методика исследования



Изучение  
лупы.

1. На  
участках  
деревьев

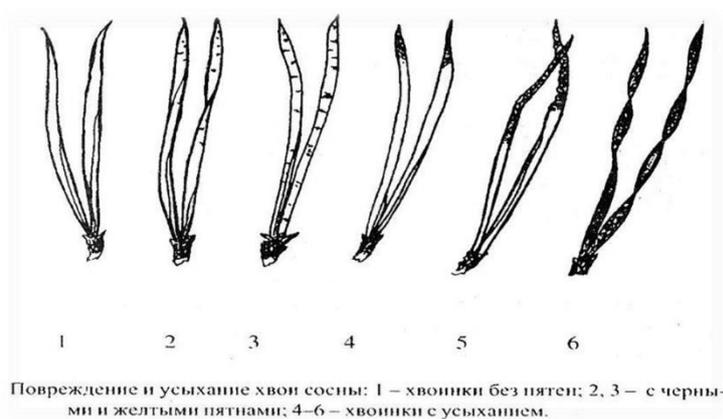


рисунок 3.  
хвои при помощи

выбранных  
отобрать с 5  
побеги с  
хвоинками.

Определить методом наблюдения наличия сухих участков на хвоинках сосны обыкновенной.

2. Определение при помощи лупы и линейки наличия хлоротических пятен, некрозов на хвоинках сосны обыкновенной.

### 3. ПРОВОДИМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Определение состояния хвои обыкновенной

Выявили степень повреждения хвои. С ветвей 5 деревьев на каждом участке отбирали побеги одинаковой длины. С них собирали всю хвою и визуально анализировали ее состояние. Степень повреждения хвои определяли по наличию хлоротических пятен, некротических точек, некрозов. Все хвоинки тщательно рассматривали для определения класса повреждения и усыхания. Результаты учетов занесли в таблицу.

Таблица 2.

## Повреждение и усыхание хвои сосны обыкновенной в разных зонах.

Состояние хвои	Участок 1		Участок 2	
	Количество хвоинок	% хвоинок от общего количества	Количество хвоинок	% хвоинок от общего количества
<i>Обследовано хвоинок</i>	500	100	500	100
<i>Повреждения хвои:</i>				
<i>Класса 1</i>	163	32,6	346	69,6
<i>Класса 2</i>	94	18,6	96	19,2
<i>Класса 3</i>	243	48,6	58	11,6
<i>Усыхание хвои:</i>				
<i>Класса 1</i>	75	15	365	73
<i>Класса 2</i>	250	50	75	15
<i>Класса 3</i>	85	17	48	9,6
<i>Класса 4</i>	90	18	12	2,4

Вывод: на участке 1, на территории учебного центра, хвоинки, собранные с ветвей деревьев сосны обыкновенной мало здоровой, живой хвои. Выхлопной газ с вредными веществами, проникая внутрь через устьица, вызывает отравление живых тканей. В результате хвоя повреждается и усыхает. Большинство хвои, собранной с ветвей деревьев с участка с большим числом черных и желтых пятен. Хвоинки из центрального парка мало повреждены, они ярко зеленые, чистые, пятен мало, усохших участков у них практически нет. Таким образом, исходя из полученных данных, мы можем сделать вывод о том, что степень повреждения и усыхания хвои сосны обыкновенной на участке № 1 (территория учебного

центра) больше, чем на участке № 2 (парк), а значит и степень загрязнения атмосферного воздуха в данной местности больше.

### 3.2. Определение загрязненности атмосферы по продолжительности жизни хвои

Чувствительной к техногенному загрязнению воздуха является продолжительность жизни хвои сосны (от 1 до 4-5 и более лет). С целью определения продолжительности жизни я осмотрел 15 деревьев на исследуемых участках.

Вычисляем индекс продолжительности жизни хвои сосны по формуле:

$$Q = \frac{3B1 + 2B2 + B3}{B1 + B2 + B3}$$

Где B1, B2, B3 – количество деревьев с данной продолжительностью жизни хвои. Находим Q:

$$Q1 = 3*7 + 2*7 + 9 = 1.91$$

Продолжительность жизни хвои зависит от уровня загрязненности воздуха. Чем выше индекс Q, тем больше продолжительность жизни хвои сосны. Длинные узкие хвоинки сосны располагаются на ветвях парами. После отмирания они также остаются соединенными и опадают вместе. Массовое опадение сухой сосновой хвои происходит осенью. А незадолго до этого в кронах сосен

заметна

пестрота: часть хвои

желтая.

Если нетрудно заметить,

хвоинки

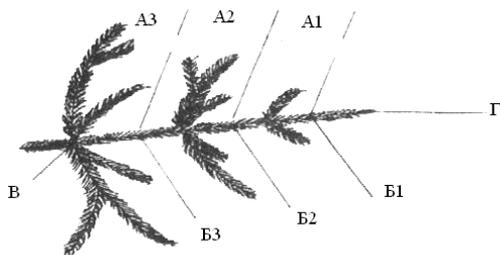


Рис.2. Компоненты ветви хвойного дерева, служащие биоиндикатором. А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub> – побеги первого, второго и третьего года жизни; В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> – хвоя первого, второго и третьего года жизни; В – мутовка; Г – почки

бывает хорошо

своеобразная

зеленая, а часть –

присмотреться,

что зеленые

располагаются на

побегах данного года и прошлогодних, а желтые – на более старых побегах, которым уже три года. «В средней полосе страны хвоинки сосны живут обычно не более двух-трех лет. На Крайнем Севере и в других районах с суровым климатом «век» хвоинок гораздо дольше». [2]

Стоит заметить, что на территории ГОУ ДО ТО «ОЭБЦУ» большинство хвоинок желтые, это напрямую означает, что данная территория подвержена загрязнению, т.к. рядом проходят автомобильные дороги. На территории ЦПКиО им. П.П. Белоусова хвоинки на деревьях зеленые, и мало хвоинок, которые опали и имели бы желтый цвет, что подтверждает фразу о том, что «Центральный парк – легкие г. Тулы».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав литературные источники о сосне обыкновенной, я узнал о ее биоиндикационных способностях. На загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Использование хвойных в качестве биоиндикаторов дает возможность оценить состояние окружающей среды. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды, и особенно газового состава атмосферы, является появление разного рода некрозов, уменьшение размеров многих органов (хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщина, размеры шишек, размеры и числа почек).

Наши исследования были проведены на территории учебного центра и в центре города, в парке. Растения были оценены по качественным признакам. Внешне действие загрязнителей проявляется в некрозах – пятнах на хвое, в изменениях окраски листьев (бледно-зеленый цвет, пожелтение), в низкорослости, опадении хвои, ее усыхании.

При осмотре хвои при помощи лупы выявлено, что кончики большинства хвоинок на участке вблизи автотрассы имеют желто-коричневый цвет, большинство хвоинок с пятнышками, что свидетельствует о загрязнении воздуха. В результате своего исследования я могу сделать выводы о том, что:

- участок № 1 подвержен среднему антропогенному загрязнению из-за выхлопных газов автомобилей;

- участок № 2 мало подвержен антропогенному воздействию, т.к. рядом нет автомобильных дорог и нет промышленных предприятий.

С течением времени будет происходить увеличение числа автотранспорта, то это приведет к нежелательным последствиям – сосна обыкновенная не сможет обитать в таких условиях. Поэтому я составил такие рекомендации, чтобы сберечь нашу природу:

- регулярно проводить мониторинг окружающей среды;
- использовать более экологичное топливо в автомобилях, следить за исправностью двигателей в машинах;

- озеленять те участки, которые являются загрязненными.

### **Список литературных источников:**

1. Ломаева С.Н. «Биоиндикация загрязнений окружающей среды», Тюмень, 1998. С.25.
2. Петров В.В. Растительный мир нашей Родины, М. «Просвещение» 1991, с.33
3. Приступа Г.К. Анатомо-морфологические изменения хвои сосны в техногенных условиях // Лесоведение. №1, 1997
4. Степановских А.С. Экология. Учебник для вузов М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.— 703 с
5. [www.ecosystema.ru](http://www.ecosystema.ru)
6. [www.bioassay.narod.ru](http://www.bioassay.narod.ru)
7. <https://tulskieparki.ru/czentralnyij-park/o-nas>