

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Новосафоновская средняя общеобразовательная школа»**

**Прокопьевский муниципальный округ**

Проект экологической направленности

**«Сосна обыкновенная,  
как индикатор загрязнения воздуха»**

**Резцов Иван**

учащийся 7 б класса ,  
Россия, Кемеровская область –Кузбасс,  
Прокопьевский муниципальный округ,  
поселок Новосафоновский  
МБОУ «Новосафоновская сош»

Научный руководитель:  
Резцова Е.М., учитель географии  
Россия, Кемеровская область –  
Кузбасс,  
Прокопьевский муниципальный  
округ,  
поселок Новосафоновский

## Содержание

<b>Паспорт проекта</b>	3
<b>Описание проекта</b>	4
<b>Введение</b>	5
<b>1 Теоретическая часть</b>	6
1.1 Биоиндикация и её методы	6
1.2 История развития биоиндикации	8
<b>2 Практическая часть</b>	12
2.1 Результаты исследования	14
<b>Заключение</b>	16
<b>Список литературы</b>	17
<b>Приложение</b>	18

## Паспорт проекта

<b>Название проекта</b>	<b>«Сосна обыкновенная, как индикатор загрязнения воздуха»</b>
<b>Тип проекта</b>	По виду деятельности: исследовательский.
<b>Автор</b>	Резцов Иван Олегович, ученик 7б класса МБОУ «Новосафоновская СОШ»
<b>Руководитель</b>	Учитель географии Резцова Елена Михайловна
<b>Актуальность проекта</b>	Актуальность заключается в том, что использование растения, как индикатора загрязнения воздуха является наиболее простым и дешевым способом.
<b>Проблема проекта</b>	Загрязнение воздуха одна из актуальных проблем человечества, которая влияет на здоровье человека.
<b>Цель</b>	Исследование загрязнения воздуха в окрестностях поселка Новостройка по сосне обыкновенной
<b>Объект</b>	Биоиндикация и ее значение
<b>Предмет</b>	Сосна обыкновенная
<b>Гипотеза</b>	Если применить метод биоиндикации по комплексу признаков сосны обыкновенной, то можно определить загрязнен воздух в окрестностях поселка Новостройка
<b>Задачи</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Выяснить понятие «биоиндикация» и её применение в различные исторические эпохи</li><li>2. Изучит способ определения загрязнения воздуха по сосне обыкновенной</li><li>3. Составить паспорт территории в окрестностях</li></ol>

## поселка Новостройка

<b>Сроки реализации</b>	Сентябрь 2021 – май 2022
<b>Результаты проекта</b>	Паспорт территории
<b>Практическая значимость</b>	Визуальное определение загрязнения воздуха по сосне обыкновенной
<b>Методы</b>	<b>Теоретические:</b> анализ, синтез, обобщение <b>Практические:</b> опыты, составления плана

### Описание проекта

Проект направлен на изучение состояния воздуха в окрестностях поселка Новостройка по морфологическим признакам сосны обыкновенной.

**Таблица 1 - Этапы работы проекта**

<b>Этапы работы</b>	<b>Содержание</b>	<b>Сроки реализации</b>
Предварительный	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Изучение понятия «биоиндикация» и её применения в различные исторические эпохи.</li><li>2. Выбор биоиндикатора для определения состояния воздуха в окрестностях поселка Новостройка.</li><li>3. Изучение морфологических</li></ol>	Сентябрь - ноябрь 2021 год

	признаков сосны обыкновенной для определения загрязнения воздуха.	
Основной	1. Оформление теоретических вопросов	Ноябрь - декабрь
	2. Проведение исследования площадок в окрестностях поселка Новостройка	Сентябрь – 2021, май 2022 год
Заключительный	Составление паспорта местности в окрестностях поселка Новостройка	Сентябрь -2021, май - 2022

### **Введение**

В современном мире существует большое количество экологических проблем. Загрязнение воздуха, одна из наиболее глобальных проблем человечества, так как наличие вредных веществ в воздухе приводит к заболеваниям дыхательных путей, кожных заболеваний, мочекаменной болезни, болезни сердечно – сосудистой системы, является причиной возникновения инсульта. От состояния воздуха зависит не только человек, но и растения.

Растения играют важную роль в жизни человека. Они участвуют в пищевых экологических цепочках, являются производителями кислорода воздуха, выполняют светозащитные функции. Растения формируют вокруг себя определенную окружающую среду и сами зависят от среды своего произрастания. Последствия загрязнения окружающей среды отражаются на внешнем виде растений. У растений под влиянием вредных веществ происходит увеличение числа устьиц, толщины кутикулы, густоты опушения, развивается хлороз и некроз листьев, раннее опадание листвы. Некоторые растения наиболее чутко реагируют на характер и степень

загрязнения атмосферы. Это означает, что они могут служить живыми индикаторами состояния среды [5].

Актуальность заключается в том, что использование растения, как индикатора загрязнения воздуха является наиболее простым и дешевым способом.

**Цель:** исследование загрязнения воздуха в окрестностях поселка Новостройка по сосне обыкновенной .

**Объект:** применение биоиндикации в разные исторические эпохи.

**Предмет:** сосне обыкновенной.

**Гипотеза:** если применить метод биоиндикации то, по комплексу признаков сосны обыкновенной можно определить загрязнен воздух или нет

**Задачи:**

1. Выяснить понятие «биоиндикация» и её применение в различные исторические эпохи.
2. Изучит способ определения загрязнения воздуха по сосне обыкновенной.
3. Составить паспорт местности территории в окрестностях поселка Новостройка.

**Методы исследования:**

**Теоретические:** анализ, синтез, обобщение.

**Практические:** наблюдение, моделирование.

## **1. Теоретическая часть**

### **1.1. Биоиндикация и её методы**

**Биоиндикация** —это обнаружение и определение экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов.

Организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых тесно взаимодействуют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки, называются биоиндикаторами [4].

**Методы биоиндикации** подразделяются на два вида - *регистрирующая биоиндикация и биоиндикация по аккумуляции*.

*Регистрирующая биоиндикация* позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида или популяции.

*Биоиндикация по аккумуляции* использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества (например, содержание свинца в печени рыб, находящихся на конце пищевой цепочки, может достигать 100 - 300 ПДК). В соответствии с этими методами различают регистрирующие и накапливающие индикаторы.

*Регистрирующие биоиндикаторы* реагируют на изменения состояния окружающей среды изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями (в том числе уродливостью), изменением скорости роста и другими хорошо заметными признаками. В качестве примера регистрирующих биоиндикаторов можно назвать лишайники, хвою деревьев (хлороз, некроз) и их суховершинность. Однако с помощью регистрирующих биоиндикаторов не всегда возможно установить причины изменений, то есть факторы, определившие численность, распространение, конечный облик или форму биоиндикатора. Это один из основных недостатков биоиндикации, поскольку наблюдаемый эффект может порождаться разными причинами или их комплексом.

*Накапливающие индикаторы* концентрируют загрязняющие вещества в своих тканях, определенных органах и частях тела, которые в последующем используются для выяснения степени загрязнения окружающей среды при помощи химического анализа. Примером подобных индикаторов могут служить хитиновые панцири ракообразных и личинок насекомых, обитающих в воде, мозг, почки, селезенка, печень млекопитающих, раковины моллюсков.

Методы биоиндикации, позволяющие изучать влияние техногенных загрязнителей на растительные и животные организмы, на неживую природу, являются наиболее доступными [2].

## **1.2. История развития биоиндикации**

Биоиндикация прошла немалый путь развития. Первые наблюдения в этой области сделали ещё античные учёные: именно они обратили внимание на связь облика растений с условиями их произрастания. Живший в 327-287 гг. до н.э. Теофраст написал известную работу "Природа растений", в которой содержится немало советов о том, как по характеру растительности судить о свойствах земель.

Аналогичные сведения можно встретить в трудах римлян Катона и Плиния Старшего. Так, в трудах Катона Старшего (234-149 гг. до н. э.) есть указания на то, что густота травостоя до перепашки помогает выбирать участки, пригодные для посева культур бобовых. В высказываниях римского ученого и писателя Плиния Старшего (23 или 24-79 гг.) содержатся предостережения о слишком упрощенном представлении о связи почв и растительности. Он пишет, что не всегда высокие деревья или пышные луга и высокие травы служат признаком плодородия почвы.

В I в. до н. э. римский писатель и агроном Ю. Колумелла - по листве деревьев, по травам или по уже поспевшим плодам мог судить о свойствах почвы и знать, что может хорошо на ней расти.

Идею биоиндикации по растениям сформулировал ещё в первом веке до н. э. Колумелла: "Рачительному хозяину подобает по листве деревьев, по травам или уже поспевшим плодам иметь возможность здраво судить о свойствах почвы и знать, что может хорошо на ней расти". Это направление, получившее название ландшафтной биоиндикации, успешно используется в практических целях.

В нашей стране основоположником биоиндикационного использования растений, оценки свойств почв и подстилающих горных пород по особенностям развития растений и составу растительного покрова бесспорно

считают А.П.Карпинского. Его работу, посвящённую приуроченности растений к различным горным породам и опубликованную в 1841 г., до сих пор нередко используют.

Основой биоиндикации является теснейшая взаимосвязь и взаимообусловленность всех явлений природы. Она представляет собой частный случай приложения идей В.В.Докучаева о связи всех элементов условий среды с решением практических задач. В.В.Докучаевым (1883, 1893 г.) было развито представление о почве как об особом естественно-историческом образовании. В.В.Докучаевым (1898) был сформулирован "закон постоянства взаимоотношений между почвой и обитающими на ней растительными организмами как во времени, так и в пространстве". Глубокие связи между почвой, породой и растительностью изложены в трудах П.А.Костычева (1890). Отсюда и возникла возможность устанавливать по растительности компоненты, особенности почвы и ландшафта в целом. Примеры практического использования индикаторов почв приведены Ф.И.Рупрехтом (1866). В связи с этим одним из первых направлений в биоиндикации была *индикационная геоботаника*. Из теоретических, обобщающих работ по биоиндикации первой наиболее фундаментальной и выдающейся была сводка Ф.Клементса (Clement, 1920). Эта работа положена в основу учения о растительных индикаторах.

Значительный интерес представляют работы по использованию растительности как показателя климата; типов леса; уровня залегания грунтовых вод. Идеи В.И.Вернадского (1926,1934), А.П.Виноградова (1952, 1954) дали обоснование возможности использования растений и растительных сообществ в целях индикации полезных ископаемых, направленности геохимических процессов.

Широко используются растительные индикаторы при изучении сельскохозяйственных угодий, оценке богатства, засоления, увлажнения, механического состава почв, стадий пастбищной дигрессии. Последовательный анализ экологических условий земель и их оценка по

растительному покрову содержатся в трудах Л.Г.Раменского (1938, 1941), В.И. Ларина (1953).

Современные сведения о растительных индикаторах обобщены в обзорной статье А.Сэмпсона (Sampson, 1939) "Растительные индикаторы"; Б.В.Виноградова (1964) "Растительные индикаторы..."; С.В.Викторова, Г.Л.Ремезовой (1988) "Индикационная геоботаника". В последней работе особое внимание уделяется применению в биоиндикации дистанционных методов с использованием аэрофото- и космических снимков, послуживших основой для интенсивного развития нового направления - *ландшафтной индикации*.

Почти одновременно с геоботаникой индикационное направление появилось и в гидробиологии (*гидробиологическая индикация*), где в качестве индикатора состояния вод использовался планктон.

Практическим направлением в оформившейся с середины XX в. науки - почвенной зоологии стал зоологический метод диагностики почв (*почвенная индикация*). Он основан на взаимосвязи и взаимообусловленности организмов и среды их обитания, особенно чётко проявляющихся в почве, представляющей не только среду обитания организмов, но и результат их совокупной деятельности. Основоположником этого направления в России является академик М.С.Гиляров. Исследования и идеи в этом направлении были обобщены им в монографии "Зоологический метод диагностики почв" (1965).

Учение В.И.Вернадского о биосфере, ноосфере, явилось основой биогеохимического направления. Изучение химического состава живого вещества и связь его с химизмом окружающей среды положили начало биогеохимическому методу поисков полезных ископаемых и геохимической экологии.

С конца 60-х годов XX в. в Скандинавских странах начали широко использовать мхи, лишайники при оценке загрязнения атмосферного

воздуха. Так, Гриндон отмечал значительное сокращение числа лишайников из-за вырубки старых лесов и притока фабричного дыма [4].

А.С.Боголюбов, Ю.А.Буйволов, М.В.Кравченко предлагают использовать для определения состояния атмосферного воздуха биоиндикатор **сосну обыкновенную**, которая произрастает на правом берегу кара –Чумышского водохранилища Сосна обыкновенная представляет собой удобный объект для биоиндикации уровня загрязнения в окрестностях поселка Новостройка [2].

«Реакции *Pinus sylvestris* 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 листовой пластинки, размеры генеративных органов.

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 [1].

Хвоя сосны может быть использована и как биоаккумулятор аэрогенных загрязнений. Это связано с тем, что хвоя сосны обладает способностью эффективно поглощать загрязняющие вещества за счет 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 [6].

## 2. Практическая часть

В качестве основных параметров выбраны морфологические показатели: степень дефоляции крон, пожелтения хвои, количество шишек, прирост побегов разного возраста, тип дефоляции и формы кроны [3].

Для изучения данных параметров в сентябре 2021 года было проведено детальное обследование сосны обыкновенной. Второй этап изучения сосны обыкновенной запланирован на апрель – май 2022 года.

Сосновый бор располагается на берегу Кара-Чумышского водохранилища, которое располагается в окрестностях посёлка Новостройка.

### Первый этап работы.

Для удобства поиска выбираем дерево, которое находится в центре площадки лесного массива. Помечаем дерево краской, написав на нем номер площадки.

От центральной точки (дерева) на север, запад, юг и восток при помощи компаса и рулетки откладывается по 25 м и вбивается в землю по кольшку. Высота кольшков 20-25 сантиметров от земли. С их помощью отмечаем угловые точки.

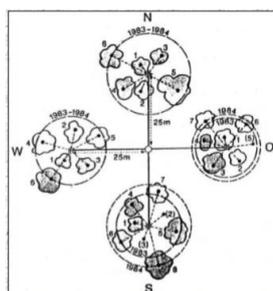


Рис.1 – Схема участка

## **Второй этап работы.**

Около каждой угловой точки выбираем по 6 ближайших деревьев. Деревья пронумеровываются и помечаются цветными кольцами с указанием направления угловой точки и номера дерева. Лучше всего нумеровать деревья буквенноцифровыми индексами, буква в которых обозначает направление по сторонам света от центральной точки площадки (лучше пользоваться латинским алфавитом, т.к. его буквы легче писать на стволах деревьев), а цифра - номер дерева на этой стороне света. Например, индексом N1 помечается дерево №1 находящееся на северной стороне площадки, S6 - дерево №6 на южной стороне (W - запад, E - восток).

## **Третий этап работы «Составление паспорта площадки»**

В паспорте для каждой площадки указываются следующие обязательные данные:

1 - географическое и административное положение с приложением плана местности.

2 - описание площадки по следующему плану:

- а) высота местности над уровнем моря;
- б) равнинный участок или склон, если склон - экспозиция и угол наклона;
- в) подстилающая порода и тип почвы.

3 - основные данные о типе леса на площадке, а именно:

- ✓ породный состав,
- ✓ сомкнутость крон,
- ✓ средний возраст,
- ✓ подрост и подлесок;

4 - основные данные о выбранных деревьях на площадке:

- а) высота и диаметр ствола на уровне груди;
- б) средний возраст;
- в) повреждения деревьев (механические и повреждения от насекомых и грибов).

Возраст деревьев можно узнать двумя способами: по годичным кольцам (найти спиленное дерево или распилить упавшее) или по мутовкам. Второй способ для сосны обыкновенной весьма удобен, доступен и точен (для деревьев не старше 50-60 лет).



*Рис.2 Мутовка на сосне обыкновенной*

Каждая мутовка на стволе дерева соответствует годовому приросту. Чтобы определить возраст сосны с точностью до 2-х лет достаточно тщательно пересчитать количество мутовок на стволе (при необходимости - с помощью бинокля) и прибавить примерно 56 лет

### **Описание хвои сосны обыкновенной**

При ухудшении условий произрастания у сосны (как, впрочем, и у большинства других пород деревьев) наблюдаются следующие реакции:

- 1) дефолиация, то есть опадение листвы (хвои), внешне проявляющееся в снижении обычной густоты кроны.
- 2) потеря естественной окраски (пожелтение) кроны.

## **2.1. Результаты исследования**

### **Паспорт территории**

№ п/п	Исследуемые параметры	Описание	Примечание
1	Географическое и административное положение с приложением плана местности	Участок находится на правом берегу реки Кара- Чумыш, на юго	Приложение № 1

		– западе от поселка Новостройка.	
2	Высота местности над уровнем моря	200 м	Приложение № 2
3	Равнинный участок или склон, если склон - экспозиция и угол наклона	Участок располагается на склонах Салаирского кряжа, относительная высота 215 м, угол наклона : 30°	
4	Подстилаящая порода и тип почвы	Подстилаящая порода: глина, тип почвы: подзолистая	
5	<b>Основные данные о выбранных деревьях на площадке ( сосна обыкновенная)</b>		
5.1	Высота и диаметр ствола на уровне груди	Высота в среднем от 15-20 м, диаметр – от 50 до 80 см	
5.2	Средний возраст	80 лет	
5.3	Повреждения деревьев (механические и повреждения от насекомых и грибов).	Присуще повреждения от насекомых	
6	<b>Описание хвои</b>		
6.1	Дефолиация, то есть опадение листвы (хвои), внешне проявляющееся в снижении обычной густоты кроны	Крона сосны обыкновенной густая, опадание хвои не наблюдается	
6.2	Потеря естественной окраски	Цвет хвои на кроне темно – зеленый без	

		ЖЕЛТИЗНЫ	
--	--	----------	--

### **Выводы:**

Результаты исследования показали:

1. На стволах деревьев нет повреждений .
2. Хвоя сосны обыкновенной без изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание хвои, наличия некротических пятен.

### **Заключение**

Морфологических отклонений у сосны обыкновенной на участке, который располагается в окрестностях поселка Новостройка, на правом берегу реки Кара - Чумыш, не наблюдается. Это говорит о благоприятной экологической обстановке на данном участке. О том, что воздух чистый. Материалы данной работы рекомендуем использовать на различных уроках (биология, география, химия, экология), а также при проведении внеклассных мероприятий.

Земля у нас одна. Мы должны заботиться о хорошем будущем, о прекрасной Земле, о дружбе человека и природы. Ни лес, ни озеро, ни горы, ни животный и растительный мир не могут сами позаботиться о себе. Вот это желание светлого, доброго, прекрасного будущего должно объединять каждого из нас.

## Список литературы

- 1.Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии: Учебное пособие под ред. С.В. Алексеева. – М.: АО МДС,1996, 192с.
- 2.Боголюбов А.С, Буйволол Ю.А, Кравченко М.В . [Электронный ресурс]// Оценка жизненного состояния леса по сосне //- Режим доступа: [http://studbooks.net/931668/ekologiya/obschie\\_printsipy\\_bioindikatsii](http://studbooks.net/931668/ekologiya/obschie_printsipy_bioindikatsii) (дата обращения 10.09.2021)
- 3.Кузьмин А.В., Жиров В.К., Исаков В.Н. Статистические закономерности морфогенеза листа в условиях неоднородной среды // Экология. – 1989. - № 5. – С. 68-70.
- 4.Методы экологических исследований. [Электронный ресурс] // Сборник методических материалов // - Режим доступа: [https://studopedia.ru/14\\_88887\\_ponyatie-bioindikatora-vidi-bioindikatsii.html](https://studopedia.ru/14_88887_ponyatie-bioindikatora-vidi-bioindikatsii.html) (дата обращения18.09.2021)
- 5.Петров В.В. Растительный мир нашей Родины, 2-е изд., Москва «Просвещение», 1991, с32
- 6.Боголюбов А.С, Буйволол Ю.А, Кравченко М.В . [Электронный ресурс]// Оценка жизненного состояния леса по сосне //- Режим доступа: [http://studbooks.net/931668/ekologiya/obschie\\_printsipy\\_bioindikatsii](http://studbooks.net/931668/ekologiya/obschie_printsipy_bioindikatsii) (дата обращения 18.09.2021)

# Приложение

## Приложение № 1

