

***Черешнев Данила Алексеевич,***

*учащийся 6 класса,*

*МБОУ СОШ № 4,*

***Научный руководитель Черешнева Елена Александровна***

*учитель МБОУ СОШ № 4,*

*Республика Саха (Якутия),*

*п. Нижний Куранах Алданского района*

## **БИОИНДИКАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО СОСТОЯНИЮ СОСНЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЁЛКА НИЖНИЙ КУРАНАХ**

**Аннотация.** Экологические проблемы, проблемы взаимоотношения людей с природой, существовали всегда, на всём протяжении истории человеческого общества.

Среди разнообразных актуальных вопросов по изучению состояния окружающей среды особое место занимает ее оценка методом биоиндикации. Именно живые организмы несут наибольшее количество информации об окружающей их среде обитания. Реакция живого организма позволяет оценить антропогенное воздействие на среду обитания в показателях, имеющих биологический смысл. Видами - биоиндикаторами называют виды по наличию, состоянию или поведению которых судят об изменениях в окружающей среде или ее характерных особенностях.

Одним из перспективных подходов для интегральной биоиндикационной характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности развития (гомеостазу развития). Снижение эффективности данных механизмов приводит к появлению незначительных, ненаправленных отклонений от нормального строе-

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

ния различных морфологических признаков, обусловленных нарушениями развития.

Среди всех биоиндикаторов растения наиболее удобны, т.к. они – основные продуценты, находятся на границе двух сред - почвы и воздуха, ведут прикрепленный образ жизни, доступны и удобны в сборе материала. Для биоиндикационной характеристики больших территорий лучше использовать древесные растения, так как травянистые растения в большей степени отражают микробиотопические условия.

**Тема** моей исследовательской работы: "Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию сосны на территории пос. Нижний Куранах"

**Гипотеза:** главным ограничивающим фактором для нормального развития растений является атмосферное загрязнение.

**Цель работы:** определение уровня загрязнения воздушной среды на территории пос. Нижний Куранах биоиндикационными методами.

### **Задачи:**

1. Провести литературный обзор об использовании методов биоиндикации при изучении загрязнения воздуха.
2. Выявить влияние атмосферного загрязнения на морфологические признаки и состояние генеративных органов сосны обыкновенной.
3. Определить класс загрязнения воздуха на территории посёлка.

**Объект нашего исследования** – сосна обыкновенная.

**Предмет** – простейшие методы биоиндикации, позволяющие установить изменения загрязнения воздушной среды.

Работа выполнялась ученицей 11 класса средней школы №4 пос. Нижний Куранах Алданского района по общепринятой методике и состояла из сбора и обработки результата. В ходе исследования было изучено 4 района посёлка: верхняя – природный ландшафт, средняя –

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

территория школы, нижняя часть – ул. Шахтёрская, а также промышленная зона посёлка.

**Теоретическая значимость работы** определяется тем, что в ней на основе биологического анализа обосновывается преимущество использования данного метода в мониторинге загрязнения воздушной среды.

**Практическая значимость работы** обусловлена возможностью использования полученных результатов для составления экологического паспорта школы и посёлка.

**Используемые методики:** Биоиндикация состояния воздуха по хвое сосны и по состоянию генеративных органов – шишек (Алексеев С.Б. и Беккер А.М).

### **Раздел 1. Литературный обзор**

#### **1.1. Воздушная оболочка Земли**

Роль атмосферы в природных процессах огромна. Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности нашей планеты, защищает ее от вредных космического и ультрафиолетового излучений. Циркуляция атмосферы оказывает влияние на местные климатические условия, а через них- на режим рек, почвенно-растительный покров и на процессы рельефообразования. Чистый воздух необходим для жизни человека, растений и животных. Атмосферные загрязнения оказывают отрицательное влияние на живые организмы, что приводит к сокращению численности, видового разнообразия животных и растений, заболеваемости человека.

Основные составные части атмосферного воздуха подразделяют на три группы: постоянные, переменные и случайные.

К первой группе относятся кислород (21% по объему), азот(около 78%) и благородные газы (около 1%). Ко второй группе относятся ди-

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

оксид углерода (0,02-0,04 %) и водяной пар. К третьей группе относятся случайные компоненты, определенные местными условиями. Так, вблизи металлургических заводов воздух часто содержит диоксид серы, техногенные примеси тяжелых металлов; в местах, где происходит распад органических остатков, аммиак и другие газообразные и жидкие вещества.

Источников антропогенного характера, вызывающих загрязнение атмосферы, а также серьезные нарушения экологического равновесия в биосфере множество. Однако самыми значительными из них являются два: транспорт и индустрия.

При работе двигателей на этилированном бензине в выхлопных газах содержатся оксиды азота, соединения свинца (количество свинца в воздухе находится в прямой зависимости от интенсивности движения и может достигать 4-12 мг/м<sup>3</sup>). При работе на серосодержащем топливе в выхлопах появляется диоксид серы. Тысяча автомобилей с карбюраторным двигателем в день выбрасывает около 3т угарного газа, 100 кг оксидов азота, 500 кг продуктов неполного сгорания бензина.

При сжигании горючих ископаемых (угля, нефти, газа) большая часть содержащейся в них серы превращается в диоксид серы. От индустрии в атмосферу попадают различные загрязнители, прежде всего это диоксид серы, оксиды углерода, аммиак, сероводород, фенол, хлор, углеводороды, сероуглерод, фторсодержащие соединения, серная кислота, аэрозольная пыль, тяжелые металлы, радиоактивные соединения и многие другие вредные вещества. Кислоты вместе с дождем могут выпадать на поверхность земли, воздействуя на почву, растительность и живые организмы. Известно, что в нейтральной среде значение pH=7, а дождевая вода в относительно чистом воздухе имеет pH=5,6 вследствие воздействия углекислоты воздуха.

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

Помимо выбросов химических веществ, серьезными загрязнениями атмосферы являются выбросы большого количества водяного пара, шум, электромагнитное излучение, тепловое загрязнение, в том числе выбросы большого количества нагретого воздуха.

Оценку состояния воздушной среды можно сделать, используя как климатический мониторинг, так и мониторинг загрязнения. К основным параметрам метеорологических исследований относятся температура воздуха (максимальная, минимальная, суточная, среднесуточная); характеристика ветра (скорость и направление); влажность воздуха; атмосферные явления (виды облаков, осадки жидкие и твердые); состояние подстилающей поверхности в радиусе до 100 м от места наблюдения ( трава зеленая или пожелтевшая; почва сухая пылящая, сухая не пылящая, влажная, мокрая; снег и т.д.).

Обычно климатический мониторинг проводится на метеоплощадке школы. Часть параметров определяется визуально, а для некоторых из них требуются специальные приборы: термометры, анемометры для определения скорости ветра, психрометры для определения влажности воздуха.

Оценку состояния воздушной среды можно проводить в условиях школы с использованием биоиндикационных, физических и химических методов исследования. Из биоиндикационных методов программа школьного экомониторинга предусматривает определение степени чистоты воздуха по **сосне обыкновенной** и лишайникам. Кроме того, чистоту воздуха можно определить по химическому анализу снегового покрова, кислотности дождевых осадков, запыленности воздуха и автотранспортной нагрузке, также включенных в программу ШЭМ.

### **1.2. Сосна как биоиндикатор чистоты воздуха**

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

Считается, что наиболее чувствительны к загрязнению воздуха сосновые леса. Информативным признаком определенного уровня загрязнения атмосферы является состояние хвои: изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание хвои и дефолиация, 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

По данным ряда ученых при сильной степени угнетения деревьев выбросами обнаруживается дехромация хвои, уменьшаются, по сравнению с фоновыми объем и поверхность побегов, количество пар хвоинок на этих побегах. Выбор сосны обыкновенной в качестве основного вида-биоиндикатора не случаен, т.к. сосна – одна из самых чувствительных к длительному загрязнению воздуха древесных пород.

Признаки повреждения голосеменных растений при остром воздействии пороговых концентраций газов в атмосферном воздухе: двуокись серы – красно-коричневая суховершинность; двуокись азота – красно-коричневый дистальный некроз хвои и веток; озон – дистальный некроз, прекращение роста хвои; пероксиацетилнатрат – хлороз, раннее старение хвои; фториды, редкие металлы, кислотный дождь ( $\text{pH} < 3,0$ ), аммиак – дистальный некроз; этилен – низкорослость, сброс хвои. Этим объясняется выбор сосны обыкновенной как важнейшего индикатора, принимаемого за «эталон биодиагностики». При хроническом загрязнении лесов диоксидом серы наблюдаются повреждения и преждевременное опадение хвои сосны.

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

Ключевые участки для мониторинга загрязнения атмосферы могут иметь большую площадь и выбираются в однородном по видовому составу массиве леса.

В незагрязнённых лесных участках основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зелёные пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянных по всей поверхности. В загрязнённой атмосфере появляются повреждения, и снижается продолжительность жизни хвои сосны.

### **1.3. Физико-географическая характеристика района размещения п. Нижний Куранах.**

Район расположения п. Нижний Куранах относится к области Алданского нагорья, отвечающего древней морфоструктуре Алданского щита. Алданское нагорье представляет собой систему плоскогорий, отделенных друг от друга среднегорными хребтами или межгорными впадинами. Рельеф месторождений горно-таежный со сглаженными формами и абсолютными отметками 500-700м, относительными превышениями водоразделов над поймами рек 150-200м.

В административном отношении п. Нижний Куранах расположен в пределах Алданского золотоносного района в Республике Саха (Якутия), в 28км к северу от г. Алдана – административного центра улуса, в непосредственной близости от пос. Нижний Куранах. В Алданском районе хорошо развита транспортная сеть. Через него проходит автомобильная федеральная трасса круглогодичного действия Амуро - Якутская автомагистраль. Кроме того, сообщение осуществляется по железнодорожной Байкало-Амурской магистрали и авиационным транспортом (аэропорт г.Алдан).

## Раздел 2. Методика биоиндикации состояния воздушной среды по комплексу признаков сосны обыкновенной

### 2.1. Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы

**Методика работы:** При выполнении данной работы мы руководствовались методикой, Алексева С.Б. и Беккера А.М. Для работы подбирают участки сосновых насаждений, располагающиеся как в условиях сильного загрязнения, так и на мало загрязняемой территории (более удаленной от источника выбросов в атмосферу). Для исследования используются молодые сосны высотой 1-3 м. в количестве 3 деревьев на одной рассматриваемой территории, расстояние между ними должно быть от 1,5 до 3м. На каждом дереве осматриваются хвоинки центрального побега, если деревья большие, то исследование провести на боковом побеге на четвертой сверху мутовке. По хвое определяется класс повреждения и класс усыхания. При проведении работы для получения достоверных результатов обычно отбирают 200 хвоинок. Разбор их проводится в лаборатории. Все хвоинки делятся на группы в соответствии с классами усыхания и повреждения. После этого данные нынешнего года сравнивают с предыдущими и находят изменения, либо сравнивают полученные результаты из районов загрязнения и контрольного. При проведении данной работы можно также провести оценку продолжительности жизни хвои. Каждая мутовка сверху – год жизни дерева.

Виды повреждения и усыхания хвои могут быть следующими:

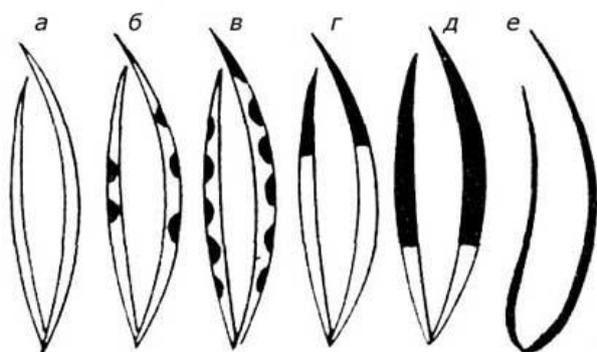


Рис. 1. Виды повреждения и усыхания хвои

*Определение классов повреждения (некрозы):*

1. **0**- если хвоя чистенькая без пятен(а).
2. **1**- если у них небольшое количество пятен(б).
3. **2**- хвоинки с большим количеством желтых и черных пятен(в).

*Степень усыхания хвои:*

1. Нет сухих участков на хвое.
2. Когда усох кончик хвои(г).
3. Когда треть хвоинки усохла(д).
4. Вся хвоинка желтая или большая половина(е).

*Таблица 1*

**Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (измеряемые показатели – количество хвоинок)**

Определив класс повреждения и продолжительность жизни хвои, можно оценить класс загрязнения воздуха по следующей таблице:

*Таблица 2*

**Экспресс оценка загрязнения воздуха**

Возраст хвои	Класс повреждения хвои		
	0	1	2
4	I	I-II	III
3	I	II	III-IV
2,5	II	III	IV
2	-	IV	IV-V
1,5	-	IV	V-VI

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

<b>1</b>	-	-	VI			
Повреждение и усыхание хвоинок		Номера ключевых участков				
		1	2	...	9	...
Общее число обследованных хвоинок						
Количество хвоинок с пятнами						
Процент хвоинок с пятнами						
Количество хвоинок с усыханием						

*Условные обозначения класса загрязнения воздуха:*

I – идеально чистый,

II – чистый,

III – относительно чистый (“норма”),

IV – загрязнённый (“тревога”),

V – грязный (“опасно”),

VI – очень грязный (“вредно”).

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

Процент хвоинок с усыханием					
Дата отбора проб					

### **2.2. Определение состояния генеративных органов сосны обыкновенной (обследование шишек)**

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 отбирают 100 – 200 шишек (по 10 шишек с 10 – 20 деревьев) и определили их линейные размеры полоской миллиметровой бумаги.

По полученным данным, подсчитывают средние для участков длину и диаметр шишек и заносят данные в таблицу:

*Таблица 3*

Средние значения по 10-20 деревьям (все показатели -средние)	Номера ключевых участков		
	1	2	3
Средняя длина шишки, мм			
Средний диаметр шишки, мм			

### **Раздел 3. Результаты исследований**

**Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы:** анализ хвои проводили в учебном кабинете школы. Вся хвоя делилась на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания) и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе. Данные занесены в рабочую таблицу с указанием даты отбора проб на каждом ключевом участке (1 участок – природный ландшафт, 2 участок – школьная тер-

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

ритория, 3 участок – нижняя часть посёлка, 4 участок – промышленная зона посёлка).

*Таблица 4*

Повреждение и усыхание хвоинок	Номера ключевых участков			
	1	2	3	4
<b>Общее число обследованных хвоинок</b>	200	200	200	200
<b>Количество хвоинок с пятнами</b>	35	55	70	82
<b>Процент хвоинок с пятнами</b>	17,5%	27,5%	35%	41%
<b>Количество хвоинок с усыханием</b>	30	36	44	61
<b>Процент хвоинок с усыханием</b>	15%	18%	22%	30,5%
<b>Дата отбора проб</b>	10.10.16г.	29.09.16г.	06.09.16г.	15.09.16г.

*Таблица 5*

Показатели	Номера участков			
	1	2	3	4
<b>Состояние хвои сосны:</b>				
<b>-количество обследованных деревьев</b>	10	10	10	10
<b>-повреждение хвои, %</b>	32,5%	45,5%	57%	71,5%
<b>Состояние генеративных органов:</b>				
<b>-Количество обследован-</b>	10	10	10	10

**ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ**

<b>ных деревьев</b>				
<b>-Количество измеренных шишек</b>	100	100	100	100
<b>-Средняя длина шишки, мм</b>	43,75	41,4	38,25	35,5
<b>-Средний диаметр шишки, мм</b>	25,35	20,95	18,2	16,8

*Таблица 6*

<b>№</b>	<b>Место нахождения</b>	<b>Высота дерева (м)</b>	<b>Возраст хвои</b>	<b>Класс повреждения</b>	<b>Степень усыхания</b>	<b>Степень загрязнения воздуха</b>
1	<b>Верхняя часть</b>	1,5	3	1	2	II
		2	4	1	2	II-III
		1	2,5	0	1	II
2	<b>Средняя часть</b>	2	3	1	2	II
		1,8	2,5	1	2	III
		1,5	2,5	1	2	III
3	<b>Нижняя часть</b>	2,5	4	2	3	III
		1,5	1,5	1	2	IV
		2	3	2	3	III-IV
4	<b>Промышленная зона посёлка</b>	2,5	3	2	3	III-IV
		2	2	2	3	IV-V
		3	4	2	4	III

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

**Вывод:** По данным таблиц видно, что состояние сосны обыкновенной на территории нижней части и промышленной зоны поселка значительно отличается от других рассматриваемых территорий. Это связано с тем, что на данной территории находятся основные загрязнители воздуха: автотранспорт, автотранспортный цех, котельная, золотоизвлекающая фабрика.

**Определение состояния генеративных органов сосны обыкновенной (обследование шишек):** Для проведения исследования в осеннее время на каждом ключевом участке отбирали 100 шишек (по 10 шишек с 10 деревьев) и определяли их линейные размеры штангенциркулем, мерной лентой или полоской миллиметровой бумаги.

Полученные данные внесли в рабочую таблицу, подсчитали средние для ключевого участка длину и диаметр шишек и занесли данные в таблицу.

Таблица 7

Средние значения по 10 деревьям (все показатели - средние)	Номера ключевых участков			
	1	2	3	4
Средняя длина шишки, мм	43,75	41,4	38,25	35,5
Средний диаметр шишки, мм	25,35	20,95	18,2	16,8

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

*Вывод:* по данной таблице видно, что длина и диаметр шишек сосны обыкновенной уменьшается в зависимости от загрязнения воздушной среды. Таким образом, можно сказать, что на территории промышленной зоны значения - минимальные, что свидетельствует о большем загрязнении.

### **Выводы:**

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

➤ Проведя литературный обзор по данной теме, я пришла к выводу, что измерение физических и химических параметров загрязненности природной среды более трудоемко по сравнению с методами биологического мониторинга и его использование позволяет повысить точность прогнозов в экологической обстановке, сложившейся в результате деятельности человека;

➤ В результате проведенной биоиндикации состояния воздушной среды по комплексу признаков сосны обыкновенной был определен класс загрязненности воздуха на территории посёлка Нижний Куранах - III класс (воздух относительно чистый), но в промышленной зоне посёлка класс загрязненности воздуха составил – IV(загрязненный), т.к. на данной территории сосредоточены основные загрязнители воздушной среды.

➤ Проведенные мною исследования показали, что растения можно использовать как тест-объект для мониторинга воздушной среды. По их характеристикам оценивают состояние окружающей среды и отслеживают изменения в течение ряда лет. Выявляя изменения характеристик у растительных объектов, можно говорить о загрязнении воздуха и прогнозировать степень экологической опасности для человека.

## ИДЕИ И ПРОЕКТЫ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашихмина Т.Я. *Экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие для ВУЗов.* – Киров: Константа, 2005.
2. Булохов А.Д. *Экологическая оценка среды методами фитоиндикации.* – Брянск, 1996. – 104 с.
3. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова А.Т., Чубинишвили А.Т. *Здоровье среды: методы оценки.* – М., 2000.
4. Кузнецова М. А, Ибрагимов А.К., Неручев В.В., Юлова Г.А. *Полевой практикум по экологии.* – М.: Наука, 1994. – 73 с.
5. *Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / под ред. В.М. Захарова.* – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 125 с.
6. Неронов В.В. *Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: методическое пособие.* – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.
7. Плечова З.Н., Репина Р.К. *Экологический практикум. Пособие для учителей общеобразовательных школ, педагогов учреждений дополнительного образования.* – Чебоксары: Издательство «КЛИО», 1998.
8. Шкиль Ф.Н., Захаров В.М. *Применение методики раннего выявления нарушений состояния зеленых насаждений. Экология большого города. Альманах. Вып. 8. Проблемы содержания зеленых насаждений и городских лесов в условиях Москвы.* – М.: Прима-М, 2003. – С. 50-54.