**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение…………………………………………………………………….. | 3 |
| 1.Обзор литературы |  |
| 1.1.Загрязнение и биоиндикация атмосферы……………………………... | 4 |
| 1.2.Биологические особенности сосны обыкновенной (Pinus sylvestris).. | 5 |
| 1.3.Автотранспорт как основной источник загрязнения атмосферного воздуха………………………………………………………………………. | 5 |
| 2.Методика оценки загрязненности воздуха по комплексу признаков сосны обыкновенной……………………………………………………….. | 6 |
| 3.Результаты исследований и их обсуждение…………………………….. | 9 |
| Заключение…………………………………………………………………. | 14 |
| Список использованной литературы……………………………………… | 16 |

**Введение**

Воздух окружает нас со всех сторон. Каждый раз, делая вдох, мы заполняем свои лёгкие новой порцией воздуха. Значит нам очень важно, чтобы воздух вокруг нас был чистым.

Оценка качество воздуха – один из важнейших показателей качества окружающей среды, влияющий на здоровье человека, состояния зелёных насаждений. Негативные процессы, вызванные тоннами загрязняющих вредных веществ, которые выбрасываются в атмосферный воздух, промышленными предприятиями, затрагивая всех существ, живущих на планете.

В последние десятилетия во всём мире большое внимание уделяется проблемам экологии. Основная проблема – это антропогенное воздействие. В результате различных видов человеческой деятельности в воздух выбрасывается более 200 различных компонентов. Если раньше отрицательные последствия человеческой деятельности рассматривались только к некоторым компонентам природы, то на данный момент эти последствия наносят ущерб человеку и его здоровью [1].

Антропогенное воздействие на фитоценозы оказывают загрязняющие вещества, которые находятся в воздухе, такие, как диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и др. Среди них наиболее типичным является диоксид серы, который образуется при сгорании серосодержащего топлива (работа котельных, отопительных печей населения, а также дизельного транспорта). Из растений, имеющих повышенную чувствительность к диоксиду серы, являются хвойные (ель, сосна, кедр). Эти представители отдела Голосеменные являются прекрасными индикаторами загрязнения среды. Особенно чувствительна сосна обыкновенная. В её коре, древесине и хвое могут накапливаться загрязняющие вещества, которые оказывают влияние на рост и жизнедеятельность дерева.

С тех далеких пор, как человек обратил внимание на сосну и ель, и до наших дней они продолжают загадывать ему все новые загадки и служат предметом внимательного изучения, а порой и горячих споров. Одна из таких загадок приобретает особенное значение сейчас, в век научно-технического прогресса, когда так остро стоит задача сохранить для потомков в чистоте окружающую природу – источник жизни [2].

**Актуальность** исследовательской работы обусловлена тем, что проблема загрязненности атмосферы является общемировой. В настоящее время ученые бьют тревогу, призывая нас к сохранению и защите окружающей среды, а также ко всяческой помощи ей. Но не каждый знает, в чем состоит проблема его края, поэтому, как альтернативный вариант, мы предлагаем биоиндикацию.

**Цель:** изучить экологическое состояние атмосферного воздуха, используя в качестве биоиндикатора сосну обыкновенную.

**Задачи:**

1. Сформировать представление о сосне обыкновенной как об индикаторе состояния атмосферного воздуха.
2. Определить участки проведения работы в зонах контрастных по уровню атмосферного загрязнения: вблизи дорог, в зеленой зоне.
3. Определить загрязненность атмосферы по состоянию хвои, генеративных органов и состоянию прироста сосны обыкновенной.
4. Выявить зависимость повреждения хвои сосны обыкновенной от экологического состояния окружающей среды

**Объект исследований:** сосна обыкновенная

1. **Обзор литературы**
   1. **Загрязнение и биоиндикация атмосферы**

Атмосферный воздух – один из важнейших жизнеобеспечивающих природных компонентов на Земле – представляет собой смесь газов и аэрозолей приземной части атмосферы, сложившиеся в ходе эволюции планеты, деятельности человека

Основные составные части воздуха можно подразделить на три группы: постоянные, переменные и случайные. Содержание постоянных веществ, практически не меняется в любой порции сухого воздуха. Вторую группу составляют углекислый газ и водяной пар. Непостоянное содержание углекислого газа обусловлено неравномерностью его поглощения из воздуха растительностью в зависимости от интенсивности этой растительности, времени года, суток и т.д., а также деятельностью человека, ежегодно сжигающего миллиарды тонн углесодержащих веществ. Содержание случайных частей воздуха целиком обусловлено местными причинами. Это и природные явления, например, деятельность вулканов и грозы, и деятельность человека, которая стала главным источником случайных примесей в настоящее время [3].

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.

Деятельность человека по своим масштабам превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

Выбросы вредных веществ в атмосферу делятся на:

* газообразные (оксиды азота, серы, углерода, сероводород и др.);
* 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. **Биологические особенности сосны обыкновенной (Pinus sylvestris)**

Сосна обыкновенная относится к древесным голосеменным вечнозелёным растениям. Является крупным деревом до 25-35 м высоты с диаметром ствола до 1м. В молодом возрасте крона пирамидальная, но со временем нижние побеги засыхают, опадают и растение приобретает шаровидную форму. Кора красновато-бурая, верхний слой которой постоянно шелушится в виде тонких пластинок. Хвоя парная тёмно-зелёного цвета с голубоватым оттенком, покрытая восковым налётом. Сосна споровое растение. Мужские шишки жёлтые, расположены у основания, а женские – красноватые, локализуются на верхушках годичных побегов, которые образуются с апреля по май. Пыльцы образуется очень много, которая покрывает поверхность близлежащей земли, листьев деревьев или водоём. Семена сидят на семенных чешуях и созревают после оплодотворения в течении 1,5 года. Семенные шишки сначала плотные зелёного цвета, но в течении созревания набирают коричневую окраску, чешуи их расходятся и семена обладающие крылатками, разлетаются [5].

* 1. **Автотранспорт как основной источник загрязнения атмосферного воздуха**

К основным токсичным выбросам автомобиля относятся: отработавшие газы, картерные газы и топливные испарения.

Отработавшие газы, выбрасываемые двигателем, содержат окись углерода, углеводороды, окислы азота, бензапирен, альдегиды и сажу. Распределение основных компонентов выбросов у карбюраторного двигателя следующее: отработавшие газы содержат 95% СО, 55% углеводородов и окислов азота, картерные газы по – 5% углеводородов, 2% окислов азота, а топливные испарения – до 40% углеводородов.

Основными токсичными веществами – продуктами неполного сгорания являются сажа, окись углерода, углеводороды, альдегиды.

Вредные токсичные выбросы можно разделить на два вида: регламентированные и нерегламентированные. Они действуют на организм человека по-разному.

| Компоненты выхлопного газа | Содержание по объему, % | | Примечание |
| --- | --- | --- | --- |
| Двигатели | |
| бензиновые | дизели |
| Азот | 74,0 - 77,0 | 76,0 - 78,0 | нетоксичен |
| Кислород | 0,3 - 8,0 | 2,0 - 18,0 | нетоксичен |
| Пары воды | 3,0 - 5,5 | 0,5 - 4,0 | нетоксичны |
| Диоксид углерода | 5,0 - 12,0 | 1,0 - 10,0 | нетоксичен |
| Оксид углерода | 0,1 - 10,0 | 0,01 - 5,0 | токсичен |
| Углеводороды неканцерогенные | 0,2 - 3,0 | 0,009 - 0,5 | токсичны |
| Альдегиды | 0 - 0,2 | 0,001 - 0,009 | токсичны |
| Оксид серы | 0 - 0,002 | 0 - 0,03 | токсичен |
| Сажа, г/м3 | 0 - 0,04 | 0,01 - 1,1 | токсична |
| Бензопирен, мг/м3 | 0,01 - 0,02 | до 0,01 | канцероген |

Длительное вдыхание автомобильных выхлопов ведет к общему снижению иммунитета и нарушению работы сердечно-сосудистой системы, провоцирует развитие болезней дыхательной системы. Исследование, проведенное несколько лет назад учеными, показало, что выхлопные газы также наносят значительный вред головному мозгу, что в дальнейшем может вылиться в развитие болезни Альцгеймера, а у детей даже до года вызывать аутизм [6].

1. **Методика оценки загрязненности воздуха по комплексу признаков сосны обыкновенной**

Биологическая индикация — это оценка состояния окружающей среды по реакциям растений и животных. Для оценки содержания токсических примесей в воздухе наиболее целесообразно использовать растения. Они осуществляют в десятки раз более интенсивный газообмен по сравнению с животными и человеком, обладают более высокой чувствительностью и стабильностью ответной реакции на действие внешних факторов.

Методика биоиндикации чистоты воздуха по хвое сосны состоит в следующем. В работе используется материал, подготовленный учащимися заранее. Это срезанные ветви условно одновозрастных деревьев сосны обыкновенной на высоте 2 м со средней части кроны, обращенной к зонам вблизи предприятий, железной или автомобильной дороги. Контролем служат ветви с условно одновозрастных деревьев, собранных в чистой зоне леса. С нескольких боковых побегов 5-10 деревьев сосны отбирают по 100-\*200 пар хвоинок второго и третьего года жизни. Анализ хвои проводят в лаборатории. Вся хвоя делится на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания) и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе. Затем осуществляется измерение других параметров (длины побегов, числа почек, степени ветвления и др.), данные заносятся в рабочие таблицы.

Работу по биоиндикации состояния воздуха можно разделить на следующие этапы:

1. Определить участки проведения работы. Они должны находиться в зонах, контрастных по уровню загрязнения атмосферного воздуха.

2. Изучить степень повреждения и продолжительность жизни хвои.

2.1. Хвою осмотреть с помощью лупы, выявить хлорозы, некрозы кончиков хвоинок и всей поверхности, определить их процент и характер (точки, крапчатость, пятнистость, мозаичность) (см. рис. 1.1).



2.2. Результаты учетов занести в таблицу 1.

Таблица 1. Повреждение и усыхание хвои

сосны обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Повреждение и усыхание обследованных хвоинок | Номер ключевых участков | | | |
| 1 | 2 | 3 | … |
| Общее число обследованных хвоинок |  |  |  |  |
| Количество хвоинок с пятнами |  |  |  |  |
| Процент хвоинок с пятнами |  |  |  |  |
| Количество хвоинок с усыханием |  |  |  |  |
| Процент хвоинок с усыханием |  |  |  |  |
| Дата отбора проб |  |  |  |  |

2.3. Сделать вывод о состоянии хвои в разных участках города и загородной зоне.

2.4. Определить продолжительность жизни хвои.

Продолжительность жизни хвои устанавливается по мутовкам путем просмотра побегов с хвоей. Количество учетных деревьев — не менее 20.

Рассчитать индекс продолжительности жизни хвои сосны (Q) по формуле:

Q = 3B + 2B + 3B/ В1 + В2 + В3,

где В1, В2, В3 – количество деревьев с продолжительностью жизни хвои соответственно 1,2,3 года.

2.5. Сделать заключение о связи продолжительности жизни хвои и загрязнения воздуха. Чем выше индекс Q, тем больше продолжительность жизни хвои сосны.

2.6. Обработанные данные занести в таблицу экопаспорта.

3. Изучить состояние побегов.

3.1. Измерить длину побега каждого года, начиная от последнего и двигаясь последовательно по междоузлиям от года к году.

3.2. В мутовках определить ветвление путем подсчета количества веточек и местах узлов.

3.3. На побегах установить наличие некрозов (точечное или другой формы отмирание коры).

3.4. Измерить толщину побегов.

3.5. Результаты учетов занести в таблицу 2.

Таблица 2. Характеристика побегов сосны

обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Длина годового прироста, мм | Ширина побега, мм | Ветвление, шт. |
|  |  |  |  |

3.6. Средние значения подсчетов и измерений занести в таблицу экопаспорта.

4. Изучить состояние почек.

4.1. Подсчитать число сформировавшихся почек на ветвях каждого дерева.

4.2. Измерить длину и толщину почек.

4.3. Результаты учетов занести в таблицу 3.

Таблица 3. Состояние почек сосны

обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Количество почек,  шт | Длина почек, мм | Толщина почек,  мм |
|  |  |  |  |

4.4. Средние значения подсчетов и измерений занести в таблицу экопаспорта.

4.5. Сформулировать вывод о взаимосвязи между состоянием почек и условиями произрастания деревьев.

5.1. Полученные данные всех проведенных исследований занести в таблицу экопаспорта (таблица 4).

Таблица 4. Биодиагностика качества воздуха

по состоянию сосны обыкновенной

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Категория и номер участка | | | |
| участок контроля (природный ландшафт) | | опытный участок  (с антропогенной нагрузкой) | |
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| Состояние хвои сосны:  • количество обследованных деревьев, шт.  • повреждение хвои, %  • усыхание хвои, % |  |  |  |  |
| Состояние почек сосны:  • количество обследованных деревьев, шт.  • количество измеренных почек, шт.  • средняя длина почки, мм  • средняя ширина почки, мм |  |  |  |  |
| Прирост сосны:  • количество обследованных деревьев, шт.  • средняя длина побега, см |  |  |  |  |
| Индекс продолжительности жизни хвои |  |  |  |  |

5.2. Полученные данные сравнить с результатами, прошлых лет, сделать вывод об изменении состояния воздуха [7].

1. **Результаты исследований и их обсуждение**

Наши исследования по установлению относительной чистоты воздуха проводились на трех участках территории города Солигорска и Солигорского района (рисунок 2).

Участок №1 - ул. Козлова, вблизи дороги (5м) (приложение).

Участок №2 - Тропа здоровья, г. Солигорск (приложение)..

Участок №3 – смешанный лес, д.Мазурщина. Контроль (приложение)..

С ветвей сосны отбирали побеги одинаковой величины. С побегов собирали всю хвою и визуально при помощи лупы анализировали ее состояние. Отобранная нами хвоя исследовалась в школьной лаборатории. Для вычисления процента пораженной хвои - ее делили на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания). Далее производили подсчет количества хвоинок в каждой группе (приложение). Повреждения оценивали по шкале, приведенной для сосны на рисунке 1. Эти данные занесены в таблицу 5.



Рисунок 2 – Исследуемые участки

Таблица 5. Повреждение и усыхание хвои

сосны обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Повреждение и усыхание обследованных хвоинок | Номер ключевых участков | | |
| Участок №1 | Участок №2 | Участок №3 |
| Общее число обследованных хвоинок | 510 | 519 | 513 |
| Количество хвоинок с пятнами | 258 | 163 | 44 |
| Процент хвоинок с пятнами | 51% | 31% | 9% |
| Количество хвоинок с усыханием | 142 | 97 | 31 |
| Процент хвоинок с усыханием | 28% | 19% | 6% |
| Дата отбора проб | 08.06.2021 | 08.06.2021 | 12.06.2021 |

Как видно из таблицы 5, степень повреждения хвоинок на участке 1,2,3 составила 51%, 31% и 9% соответственно. Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, наибольшее повреждение хвои и отмечается на участке №1, вблизи дороги, где постоянное движение автомобилей и рядом находится промышленное предприятие (ЗАО «СИПРсОП)

Анализ данных о степени усыхания позволяет нам сделать следующий вывод: процент хвоинок с усыханием на контрольном участке составил всего лишь 6%, что свидетельствует о благоприятной экологической обстановки данной территории. На 1 и 2 участках эти показатели незначительно, но выше.

Стоит отметить, что хвоинки, собранные с ветвей деревьев сосны обыкновенной природной экосистемы, мало повреждены, они ярко зеленые, чистые, пятен мало, усохших участков у них практически нет.

Сосна очень чувствительна к ядовитым газам, которые выбрасывают автомобили. На побегах сосны, произрастающей вблизи автодороги (участок 1), живой, здоровой хвои мало. 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 вдоль дороги, с большим числом черных и желтых пятен.

Также мы обратили внимание на то, что у деревьев, растущих вблизи автомобильной дороги, нижние ветки почти полностью имели желтую хвою, и она опадала при легком прикосновении (приложение).

Продолжительность жизни хвои сосны устанавливали путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам. Анализируя таблицу 6 видно, что средняя продолжительности жизни хвои сосны составила на участке №1 – 2,07 года, на участке №2 – 2,21г., на участке №3 – 2,36г. Представленные цифры дают нам возможность говорить о том, что наиболее загрязненный воздух на участке 1, так как чем выше показатель Q, тем чище воздух.Показатели Q отражены на рисунке 3.

Таблица 6 – Продолжительность жизни хвои сосны

обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние хвои | Участок № 1 | | Участок № 2 | | Участок № 3 | |
| Кол-во деревьев | % от общего числа | Кол-во деревьев | % от общего числа | Кол-во деревьев | % от общего числа |
| Обследовано деревьев: | 20 | 100% | 20 | 100% | 20 | 100% |
| С возрастом хвои 4 года | 6 | 30% | 6 | 30% | 6 | 30% |
| С возрастом хвои 3 года | 6 | 30% | 7 | 35% | 7 | 35% |
| С возрастом хвои 2 года | 3 | 15% | 3 | 15% | 5 | 25% |
| хвоя текущего года | 5 | 25% | 4 | 20% | 2 | 10% |
| индекс продолжительности жизни хвои сосны | 2,07 |  | 2,21 |  | 2,36 |  |

Рисунок 3 - Индекс продолжительности хвои сосны

Для определения интенсивности годового прироста было обследовано по 20 деревьев на каждом участке. Полученные результаты представлены в таблице 7 и таблицах 1,2 приложения. Средние значения длины прироста и толщины побегов выше у растений лесной зоны, чем деревьев, произрастающих в городской среде, что говорит об относительной чистоте воздуха лесного массива.

Таблица 7 - Характеристика побегов сосны обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № участка | Длина годового прироста, мм | Ширина побега, мм |
| Участок №1 | 33,45 | 2,4 |
| Участок №2 | 41,1 | 2,8 |
| Участок №3 | 56,4 | 3,05 |

Таблица 8 - Состояние почек сосны обыкновенной в разных зонах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Количество  почек, шт | Длина почек,  мм | Толщина почек,  мм |
| Участок №1 | 30 | 5,4 | 2,7 |
| Участок №2 | 30 | 6,2 | 3,6 |
| Участок №3 | 30 | 7,1 | 4,2 |

При исследовании почек сосны (приложение) было выявлено, что длина и толщина почек, находящихся вдали от города больше, что говорит, о минимальной загрязнённости воздуха, а на 1 и 2 участке длина и толщина почек меньше – это говорит о большей загрязнённости атмосферы.

Таким образом, все результаты наших исследований проведенных в 2021 году по изучению относительной чистоты воздуха в г.Солигорске и Солигорском районе приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Биодиагностика качества воздуха

по состоянию сосны обыкновенной

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Категория и номер участка | | |
| участок контроля (природный ландшафт) | опытный участок  (с антропогенной нагрузкой) | |
| Участок №3 | Участок №1 | Участок №2 |
| Состояние хвои сосны: | | | |
| • количество обследованных деревьев, шт | 30 | 30 | 30 |
| • повреждение хвои, % | 9% | 51% | 31% |
| • усыхание хвои, % | 6% | 28% | 19% |
| Состояние почек сосны: | | | |
| • количество обследованных деревьев | 30 | 30 | 30 |
| • количество измеренных почек, шт. | 30 | 30 | 30 |
| • средняя длина почки, мм | 7,1 | 5,4 | 6,2 |
| • средняя ширина почки, мм | 4,2 | 2,7 | 3,6 |
| Прирост сосны: | | | |
| • количество обследованных деревьев, шт. | 20 | 20 | 20 |
| • средняя длина побега, см | 56,4 | 33,45 | 41,1 |
| Индекс продолжительности жизни хвои | 2,36 | 2,07 | 2,21 |

**Заключение**

Сосна - один из самых распространенных видов биоиндикаторов окружающей среды, хвоя сосны способна реагировать на антропогенные влияния, а также она отражает заболевания дерева. Дерево средней величины за 24 часа выделяет кислород, нужный для дыхания трех человек. Хвоя содержит витамина «С» больше, чем лимон и выделяет полезные фитонциды, убивающие микробов.

Источников антропогенного характера, вызывающих загрязнение атмосферы, а также нарушения экологического равновесия в биосфере, множество. Однако самыми значительными из них являются два: транспорт и промышленность. Наиболее губительно действуют на хвойные такие компоненты воздуха, выделяемые автотранспортом, как угарный газ, оксиды азота, углеводороды, альдегиды, кетоны, канцерогенные соединения.

Сосновые леса наиболее чувствительны к загрязнению воздуха.

Из изученных нами признаков сосны в наибольшей степени чувствительной к загрязнению воздуха оказалась хвоя. Это свидетельствует о том, что выхлопные газы автомобилей, дым от работающий котельных, бытовые отходы наносят значительный ущерб зеленым насаждениям. В результате воздействия загрязняющих веществ, находящихся в окружающей среде, в растениях происходит разрушение хлорофилла, что приводит к снижению фотосинтеза. Нарушения в фотосинтезе приводят к некрозу. При этом устанавливается следующая последовательность его проявления в исследуемой экосистеме: хлороз (бледная или светлая окраска хвои); некроз (потемнение и отмирание частей хвои); дефолиация (опадание хвои). Нарушается рост деревьев, происходит ослабление всего дерева. Угнетающее действие атмосферных загрязнений на генеративные органы растений чревато сокращением численности популяции, что в конечном итоге может привести к гибели всей популяции.

Проанализировав данные полученные на участках исследования можно сказать, что степень загрязнения атмосферного воздуха в городе отличается от пригородной зоны.

Проведя качественный анализ и оценив класс усыхания и степень повреждения, по состоянию хвои были сделаны выводы, показавшие на каких территория воздух достаточно чистый. Территории с чистым воздухом - это смешанный лес на расстоянии 30 км от города. В лесной зоне, вдали от автомобильных магистралей степень повреждения хвоинок незначительная, но наблюдаются повреждения с небольшим числом мелких пятнышек. В посадке растений, вблизи автодороги (участок №1) прослеживается повреждение хвоинок и усыхание их прогрессирует.

Средняя продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной в лесной зоне составляет 2,4 года, в зоне автодорог – 2,1 года. Значит, чем больше загрязненность воздуха, тем меньше продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной.

Средние значения длины прироста, толщины побегов выше у растений природного ландшафта. Больший процент обесхвоенности деревьев наблюдается в зоне улицы Козлова, что связано с близостью автодороги и промышленного предприятия.

В лесу, где загрязненность воздуха минимальная, количество почек сосны обыкновенной больше, почки длиннее и толще, чем в городской среде.

К сожалению, такие биоиндикаторы как сосна обыкновенная не дают количественной оценки загрязненности воздуха, но могут служить сигналом о наличии неблагоприятных экологических условий.

Поставленная проблема в данном случае не может быть исправлена одним человеком. Над этой проблемой думают многие и стараются сделать все для того, чтобы минимально загрязнять атмосферный воздух.

В нашем удивительном крае представлена самая разнообразная природа, которая не встречается больше нигде и её стоит оберегать.

Коль суждено дышать нам воздухом одним,

Давайте же мы все на век объединимся,

Давайте наши души сохраним,

Тогда мы на Земле и сами сохранимся.

*Н.Старшинов*

Предлагаем рекомендации по мерам охраны окружающей среды:

1. Проводить экологическое просвещение населения: каждый водитель должен знать, что причина дымления автомобиля – неисправность двигателя, неисправность системы питания или зажигания. Только за счет правильной регулировки автодвигателей выброс вредных веществ в атмосферу можно уменьшить до 5 раз.
2. Использовать более безвредное топливо.
3. Регулярно проводить мониторинг состояния леса и участков вдоль трассы.
4. Продолжить работу по озеленению придорожной зоны.

**Список использованной литературы:**

* 1. Ашихмина, Т.Я. Школьный экологический мониторинг/ Т.Я. Ашихмина. - М.: Академический проект, 2005 г - 416 с
  2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Изд-во Мир. – М., 1998.
  3. Дядюн Т.В. Практикум “Мир воздуха”. Ж. “Биология в школе”, № 1, 2001.
  4. Биологическая экология. Теория и практика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 791с.
  5. Биология в школе. Научно-методический журнал.№1-2, 2007.
  6. Шустов С.Б. Химия и экология / С.Б. Шустов, Л.В. Шустова. – Н.Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 1995.
  7. Научно-исследовательская работа школьников по биологии: пособие для учителей общеобразовательных учреждений с рус.яз.обучения/ С.С.Маглыш, А.Е.Каревский. – Минск: Сэр-Вит, 2012.с.10.