

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Детский эколого - биологический Центр»
города Каменск-Шахтинского
(МБУ ДО «ДЭБЦ»)

Проектно-исследовательская работа:

«Изучение чистоты воздуха лесов Каменского района
Ростовской области методом биоиндикации».

Автор: Пискун Евгений
Руководитель: Пискун Эльвира
Хамитовна, педагог дополнительного
образования

2021

г. Каменск-Шахтинский

Содержание

Введение	4
Глава 1. Теоретические основы изучения чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации	
1.1 Характеристика лесных массивов Ростовской области и лесов Каменского района	6
1.2 Методы биоиндикации и его применение для определения чистоты воздуха.	8
Глава 2. Проведение практического исследования чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации	
2.1. Материалы и методы исследования, опытные участки и пробные площадки и их характеристика.	10
2.2. Проведение исследования и его описание	14
2.3 Сравнительная оценка общего уровня загрязнения воздуха.	17
Заключение	21
Список использованных источников	22

Введение

Актуальность

В связи с работой крупных предприятий, увеличением транспорта в городе, качество воздуха в промышленных районах города значительно ухудшилось. На окраине города Каменск – Шахтинский Ростовской области располагается искусственно высаженный лес, который используется жителями города и Каменского района Ростовской области для прогулок и активного отдыха. Ростовская область бедна лесными насаждениями. Это в основном степная зона и все леса в ней искусственного происхождения. Парковые и пригородные лесные зоны-легкие города неуклонно уменьшаются вследствие застроек. Именно поэтому, состояние воздуха является актуальной проблемой нашего региона.

Существуют различные методики исследования уровня загрязнения воздуха. Есть инструментальные методы определения содержания в воздухе вредных примесей, которые используются государственными природоохранными организациями в целях мониторинга воздушной среды города, особенно вдоль оживленных автомагистралей. Однако такие методы в основном недоступны для школьников. Наиболее доступными являются методы фитоиндикации – оценки состояния окружающей среды по реакции растений, ведь качественный и количественный состав атмосферы влияет на жизнь и развитие этих организмов. В нашей работе мы использовали наиболее значимые с точки зрения индикации организмы – эпифитные лишайники и хвою молодых сосен.

Изучение чистоты воздуха актуально изучать методом биоиндикации, используя особенности развития самих растений. Благодаря биоиндикации можно не только определить чистоту окружающей среды, но и предусмотреть дальнейшие изменения.

Гипотеза: степень загрязненности воздуха на различных опытных участках разная.

Цель: изучить состояние воздушной среды лесов Каменского района методом биоиндикации.

Объект исследования – эпифитные лишайники и хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L) в лесах Каменского района.

Предмет исследования - влияние загрязнения атмосферного воздуха на лишайниковые сообщества и хвою сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L) в лесах Каменского района.

Задачи:

1. Дать общую характеристику лесных массивов Ростовской области и лесов Каменского района.
2. Ознакомиться с методами биоиндикации и их применением для определения чистоты воздуха.
3. Провести практическое исследование чистоты воздуха в лесах Каменского района методом биоиндикации и оценить его результаты.

Методы исследования: полевые исследования, метод проективного покрытия, статистический, сравнительный.

Глава 1. Теоретические основы изучения чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации

1.1 Характеристика лесных массивов Ростовской области и лесов Каменского района

Ростовская область целиком расположена в степной зоне, чем и определяется характер покрывающей ее растительности. В прошлом, до начала активного вмешательства человека в природу, здесь господствовала вековая целинная степь, от которой остались незначительные островки на склонах балок, на опушках лесов, а также в виде небольших участков, принадлежащих конезаводам и лесхозам – в основном в восточных районах. Остальные площади, удобные для обработки, либо распаханы, либо в разной степени выбиты скотом[4].

Донская земля относится к малолесным регионам России. Лесистость территории области всего лишь 2,5%, тогда как по Южному федеральному округу она составляет более 10%. Наибольшие площади лесов сосредоточены в центральной и северной зонах области. Все леса области отнесены к первой группе, основное их назначение – выполнение водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных функций.

Из общей площади лесов Ростовской области на долю естественных приходится не более 30%. Они делятся на байрачные (произрастающие в балках); пойменные (произрастающие в поймах рек); аренные (произрастающие на песчаных массивах)[4].

Наша область по праву считается родиной степного лесоразведения в России. Первые лесные массивы были заложены в области в начале 20-го столетия на Верхнем Дону с целью предотвращения движущихся песков; первые защитные лесные насаждения – в Сальской степи, зерносовхозе «Гигант» - с целью защиты земель от пагубных ветров, ветровой эрозии.

Состояние лесных ресурсов Ростовской области, в том числе и воспроизводства лесов характеризуется данными учета лесного фонда, сведениями о воспроизводстве лесов и лесных пожарах, материалами лесного и лесопатологического мониторинга. Безусловно, состояние лесов зависит от ежегодного выполнения работниками леса основных задач лесного хозяйства – охраны, защиты и воспроизводства лесов, исходя из принципов устойчивого управления лесами, повышения экологического и ресурсного потенциала лесов; защиты земель от эрозии и повышения плодородия почв сельскохозяйственного региона России.

Сегодня площадь лесного фонда в области составляет около 360,6 тыс. Га, в том числе покрытая лесом площадь - или сам лес - 236 тыс. Га. Леса крайне неравномерны - в пределах административных округов лесистость

колеблется от 12,5% (Шолоховский) до 0,1% (Заветинский). Наиболее важными породами, образующими леса, являются дуб и сосна[4].

Лесной фонд в регионе в первую очередь находится в ведении органов лесного хозяйства, значительно меньше его площадь – 29 тыс. га в ведении органов сельского хозяйства. Фонд лесо - восстановления или земли. Посадочный фонд или земля, на которой можно посадить молодой лес, составляет более 20 тысяч гектаров. В 2003 году посажены лесные культуры на площади 750 га[4].

Лесные насаждения в области имеют высокую рекреационную нагрузку - всего 55 га.

Информация собрана с использованием материалов справочника «Природные ресурсы Ростовской области». Ростов-на-Дону. 2003 год

На территории Каменского района зелёные насаждения занимают 1354 га. Из них: государственные защитные лесные полосы – 9 га, особо ценные лесные массивы – 531 га, противоэрозионные – 705 га, запретные полосы лесов, защищающие нерестилища – 114 га. Когда едешь по широкой донской степи, и представить сложно, что чуть-чуть в сторонке от трассы М4-Дон виднеется такой большой живописный лес. Леса здесь смешанные. Где-то – лиственные деревья, где-то – хвойные. Местами лес светлый. А местами – густой и тёмный, как на картинах Шишкина. Здесь есть даже настоящий сосновый бор![10]

1.2 Методы биоиндикации и его применение для определения чистоты воздуха

Используя растения, животных и даже микроорганизмы в качестве биоиндикаторов, можно изучить чистоту воздуха, воду и почвы [1].

Биоиндикация - обнаружение и определение экологически значимых природных и техногенных стрессов на основе реакции на них живых организмов непосредственно в среде их обитания. Биологические индикаторы, обладают свойствами, на основе которых можно прогнозировать качественную или количественную оценку изменений, тех или иных веществ в природном окружении.

Биоиндикаторы (от био и лат. Indico - указывает, определяет) – растения указатели, которые определяют наличие, количество или характеристики развития которого являются индикаторами природных процессов, условий или технологических изменений в окружающей среде. [1]

Биологический мониторинг требует наблюдения, оценки и прогнозирования изменений состояния экосистем и их элементов в результате антропогенного воздействия.

Биоиндикация – это оценка состояния окружающей среды по реакции живых организмов – биоиндикаторов. Одним из перспективных методов биоиндикации является флористический, который основан на анализе изменений флористического состава растительных сообществ [3]. Наиболее эффективно этот метод используется в зоне действия крупных промышленных предприятий. В лесных сообществах наиболее показательными и ранними индикаторами загрязнения выступают лишайники. При этом на эти организмы избирательно воздействуют вещества, увеличивающие кислотность окружающей среды прежде всего, SO₂, HCl, HF [1]. При этом сравнительно безвредными являются радиоактивные вещества и тяжелые металлы. Причина кроется в особенностях строения лишайников [1, 3].

Отсутствие кутикулы на поверхности слоевища, а также устьиц для испарения и дыхания способствуют своеобразной незащищенности. Нет у лишайников проводящей системы и корней, поэтому при высокой влажности окружающей среды вредные вещества легко проникают и рассредоточиваются в слоевище. Когда наступает сухая погода, вода испаряется, а токсины остаются [1].

Считается, что наиболее чувствительны к загрязнению воздуха кустистые виды, а наиболее устойчивы – накипные. «...На первых этапах и при низких уровнях загрязнения воздуха вначале погибают и исчезают наиболее чувствительные эпифитные кустистые лишайники (*Usnea*, *Alectjria*, *Vriopogon*), которые выдерживают многолетние предельно допустимые концентрации SO₂, до 3 мкг/ м³, HF-1 мкг/ м³ и пыли – 0, 01 мг/ м³ . Затем

исчезают более устойчивые эпифитные листоватые лишайники родов *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*... [2].

Отсюда следует, что методы б оценки загрязнения атмосферы по встречаемости лишайников основаны на закономерностях: - чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше видов встречается на исследуемой территории; - чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь на стволах деревьев занимают лишайники. Считается, что для лесных сообществ наиболее чувствительными к загрязнению воздуха являются сосновые леса. «...Затем повреждаются и усыхают хвойные породы (сосна, ель), и лишь при высоких среднемноголетних концентрациях загрязнителей повреждаются и гибнут вначале чувствительные, а затем менее чувствительные лиственные породы...» [1].

Морфологические и анатомические изменения, продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной дают информацию о характере загрязнений: «... При хроническом загрязнении лесов диоксидом серы наблюдаются повреждения и преждевременное опадение хвои сосны» [1]. Это происходит из-за способности хвоинок поглощать и задерживать загрязняющие вещества из воздуха. Ввиду того, что поверхность хвои имеет небольшие размеры и покрыта толстым слоем кутикулы, вынос вредных соединений при дыхании и испарении очень мал. Кроме того, соединения некоторых тяжелых металлов поглощаются корнями из почвы. Следовательно, лишайники и хвоя сосны обыкновенной – хорошие биоиндикаторы для изучения состояния воздушной среды.

Глава 2. Проведение практического исследования чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации

2.1. Материалы и методы исследования, опытные участки и пробные площадки и их характеристика.

С целью определения загрязнения воздуха было проведено исследование, суть которого - сравнение площади проективного покрытия стволов деревьев лишайниками и изучение хвои 15-20 летних сосен.

Исследования проводились на территории леса пробные участки были заложены в двух зонах: (см. карту)

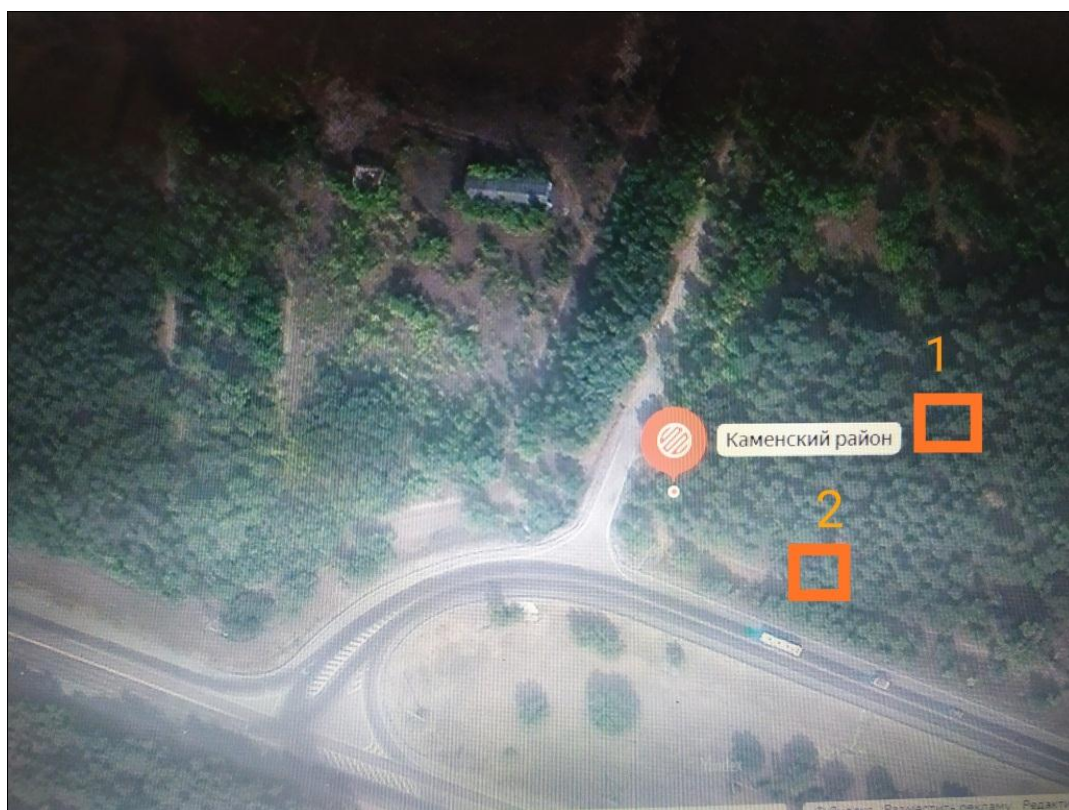


Рисунок 1 . Карта исследования лесов Каменского района

Были отобраны участки для исследования размером 50 м².

Участок №1- середина лесного массива, смешанный лес

Участок №2 – смешанный лес в 20 метрах от дороги

Наше исследование началось, после того как мы свернули с главной дороги М -4 Дон и направились в сторону станицы Калитвенская.

Задачи исследования:

1 .Выбрать опытные участки и пробные площадки.

2. Определить степень проективного покрытия стволов деревьев лишайниками.

3. Собрать хвою

3. Оценить общий уровень загрязнения воздуха.

Методы исследования мы избрали - мониторинг распространения эпифитных лишайников на стволах деревьев методом проективного покрытия и оценки хвои сосны.

Для этого была изготовлена проективная палетка размером 10x10см, включающий 100 квадратиков размером 1x1 см. Исследовали в одиночку неповрежденные деревья (10 деревьев на каждом участке). Растения обследовали на высоте от 30 см до 150 см. Во время сбора материала основное внимание сосредоточили на эпифитных лишайниках, поскольку именно они являются чувствительными к атмосферному загрязнению. Проективное покрытие лишайников на стволах деревьев оценивали с помощью палетки (квадрат - сетки 10x10см).



Фото 1,2 Проективное покрытие лишайников на стволах деревьев оценивали с помощью палетки

Исследовали в одиночку неповрежденные деревья (10 деревьев на каждом участке). Растения обследовали на высоте от 30 см до 150 см. Во время сбора материала основное внимание сосредоточили на эпифитных лишайниках, поскольку именно они являются чувствительными к атмосферному загрязнению. Проективное покрытие лишайников на стволах деревьев оценивали с помощью палетки (квадрат-сетки 10x10см). Полученные результаты обрабатывались по формуле $R = (100a + 50b) / C$. Проанализировав полученные данные, были сделаны соответствующие выводы:

- чем больше загрязненный воздух, тем меньше встречается в нем видов лишайников;
- чем больше загрязненный воздух, тем меньшую площадь покрытия имеют лишайники на стволах деревьев
- применили метод проективного покрытия палетки.

- Записали результаты и, используя формулу, обнаружили средний процент покрытия деревьев лишайниками

- $R = (100a + 50b) : C$, где

c - общее число квадратов палетки;

R- общее проективное покрытие %;

a - число квадратов, в которых лишайники занимают более половины покрытия = 100%;

в - число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины покрытия = 50%.

В определении чистоты воздуха мы руководствовались шкалой Браун - Бланке «Зоны чистоты воздуха»(см. табл.1)

Таблица 1

Зоны чистоты воздуха (Шкала Браун - Бланке)

название зоны по степени загрязнения	% покрытия лишайниками
Лишайниковая пустыня	0% покрытия лишайниками
Зона очень сильного загрязнения	менее 10% покрытия
Зона сильного загрязнения	10-25% покрытия
Зона умеренного загрязнения	26-35% покрытия
Зона процветания	более 36% покрытия

Использование биоиндикации по состоянию хвои сосны.

Надо выбрать достаточно молодые сосны на открытой местности.

На высоте своего роста собрать у каждого дерева (5 деревьев в каждой точке) суммарно 100 хвоинок (20 с каждого дерева). Хвоинки должны быть в возрасте 2 или 3 лет, то есть надо брать образцы хвои с побегов второго или третьего года жизни – но для всех точек одинаково. Пробу с каждой точки надо поместить в отдельный пакет (лучше бумажный) и сразу подписать его.

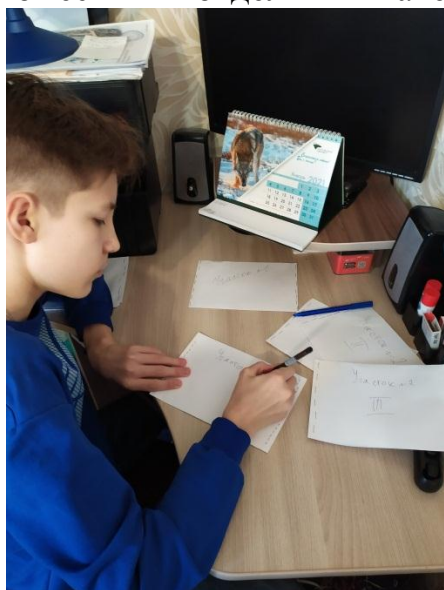


Фото 3 Изготовление бумажных пакетиков для проб

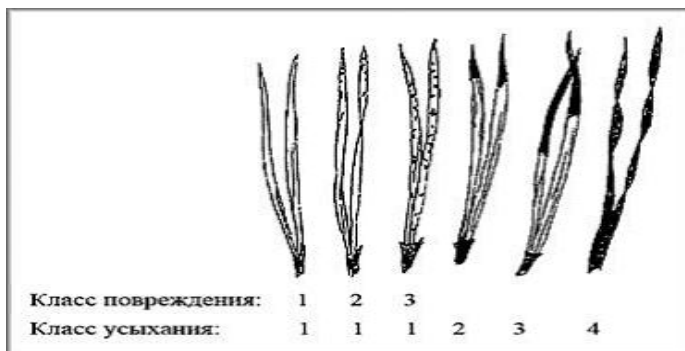
Далее надо разложить по очереди хвоинки из каждой пробы, внимательно рассмотреть каждую и выявить степень повреждения хвои. Необходимо отмечать наличие хлоротичных пятен, некротических точек, некрозов и т.д и по ним устанавливать класс повреждения.



Фото 4,5 Выявление степени повреждения хвои

Классы повреждения и усыхания хвои[2]

Рисунок 2



Повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 – с большим числом черных и желтых пятен, некоторые из них крупные, всю ширину хвоинки.

Усыхание: 1 – нет сухих участков; 2 – усох кончик на 2–5 мм; 3 – усохла треть хвоинки; 4 – вся хвоинка желтая или более половины ее длины сухая.

Хвоинки надо сразу разделять на 3 группы - неповрежденная хвоя, хвоя с частичным усыханием и хвоинки с полным усыханием (пожелтевшие) и подсчитать, сколько их в каждой группе[1].

2.2. Проведение исследования и его описание



Фото 6 . Двух - летний побег сосны

Используя методику индикации чистоты атмосферы по хвое сосны, визуально определили класс повреждения, класс усыхания хвои на участке.

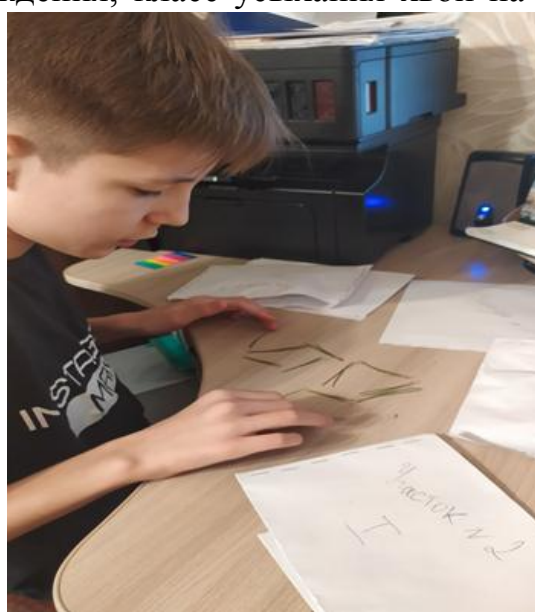
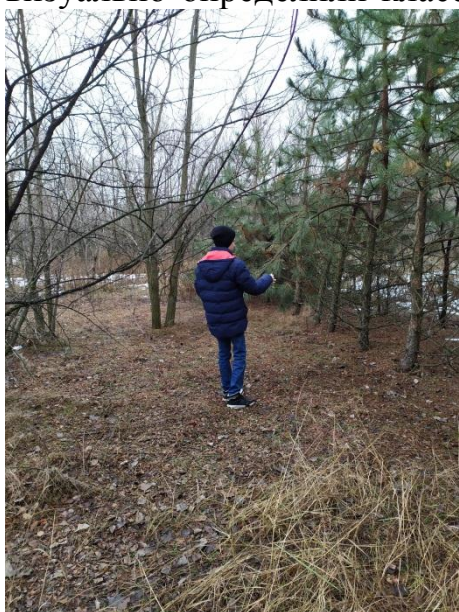


Фото 7,8. Изучение хвоинок участка №1



Фото 9,10 Изучение хвоинок участка №2

Таблица.2

Изучение состояния хвои сосны.

№ пробы	Состояние хвои	Количество хвоинок	Доля(%) поврежденных хвоинок от общего количества
Участок №1	Обследовано	20	100%
	Повреждение хвои:		
	1-й класс	2	10%
	2-й класс	1	5%
	3-й класс	2	10%
	Усыхание хвои:		
	1-й класс	2	10%
	2-й класс	1	5%
	3-й класс	2	10%
	4-й класс	-	-

Участок №2	Обследовано	20	100%
	Повреждение хвои:		
	1-й класс	2	10%
	2-й класс	3	15%
	3-й класс	5	25%
	Усыхание хвои:		
	1-й класс	2	10%
	2-й класс	2	10%
	3-й класс	3	15%
	4-й класс	-	-

Выводы о степени загрязнения воздуха по классам повреждения и усыхания хвои.

По состоянию хвои сосны обыкновенной на обследованных участках, можно сделать вывод, что в лесу из обследованных участков самым благоприятным является участок № 1: класс загрязнения III - воздух относительно чистый («норма»). Такие же показатели и на участке № 2, но хотя это и норма – по состоянию хвои чистота участка на втором участке ниже. Возможно, это связано с близостью дороги.

2.3 Сравнительная оценка общего уровня загрязнения воздуха

После проведения и сбора данных в полевой части исследования, полученные данные были нами обработаны и занесены в сравнительные таблицы, на основании которых, мы построили графики - диаграммы.



Фото 11 Определение степени покрытия лишайниками на участке №1

Таблица 3

Степень покрытия лишайниками на участке №1

Деревья	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
степень покрытия лишайниками	13,5	42,5	54,5	68,5	58,5	82,5	79	35	25,5	94,5
Количество видов лишайников	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2



Рисунок 3 . Диаграмма степени покрытия лишайниками деревьев на участке №1

Рассчитываем средний уровень покрытия по формуле: сумма % покрытия 10 деревьев: 10= средний уровень покрытия 48,55% на участке №1

Оценка степени покрытия деревьев лишайниками (по 5-ти бальной шкале)

(По Т.Я.Ашихминой) оценка 4 (40-60%)

Расчетные данные показали, что степень покрытия деревьев на участке № 1 - 48,55% что говорит о том, что чистота воздуха высокая- 4

По шкале Браун-бланке - зона процветания лишайников



Фото 12 Определение степени покрытия лишайниками на участке №2

Степень покрытия лишайниками на участке №2

Деревья	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
степень покрытия лишайниками	49	50	53	54	18	22	23	35	38	73
Количество видов лишайников	2	1	2	2	1	1	2	3	1	2

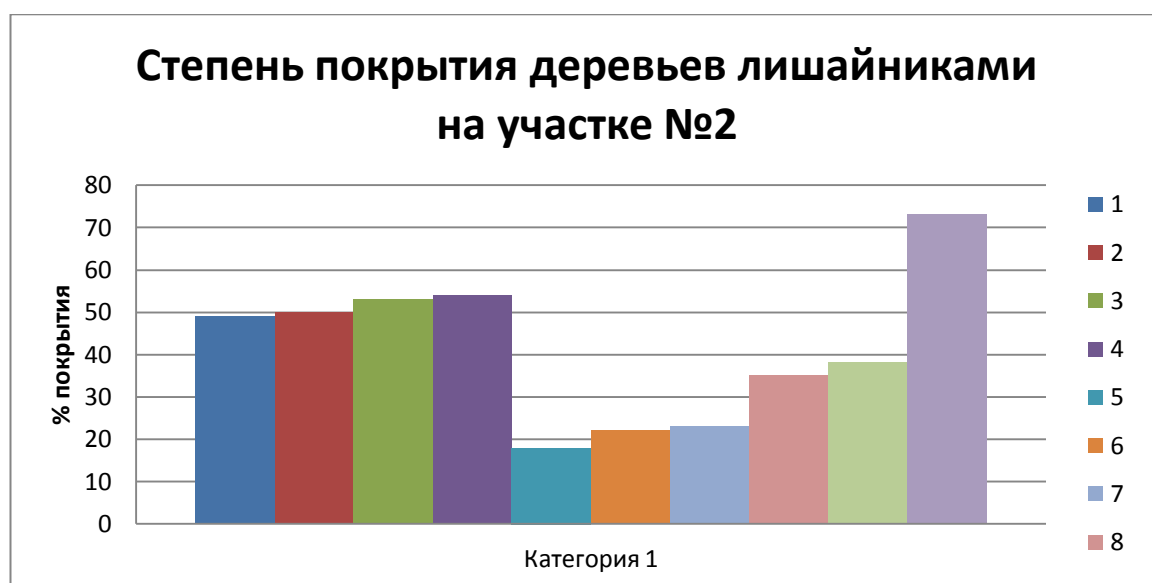


Рисунок 4 . Диаграмма степени покрытия лишайниками деревьев на участке №2

Рассчитываем средний уровень покрытия по формуле: сумма % покрытия 10 деревьев : 10= средний уровень покрытия 41,5% .

Оценка степени покрытия деревьев лишайниками (по 5-ти бальной шкале) (по Т.Я.Ашихминой)

Расчетные данные показали, что степень покрытия деревьев на участке №2 высокий - балл 4, но по показателям немного ниже, чем на участке №1

По шкале Браун-бланке - зона процветания лишайников

Сравнительный анализ средних уровней покрытия на участках №1 и №2 , показан на рисунке 4.



Рисунок 5. Сравнительный анализ средних уровней покрытия на участках №1 и №2

Выводы: Из диаграммы мы видим, что распространенность лишайников на участке №1 выше, чем №2 из этого, можно сделать вывод, что чистота воздуха в середине леса выше, чем на его окраине у дороги. Схожие результаты показало и исследование хвои сосны на этих участках.

Для повышения чистоты воздуха необходима посадка защитных рядов кустарника у дороги и запрет на проезд большегрузных автомобилей, которые наиболее засоряют воздух выхлопными газами.

Заключение

Исследование посвящено актуальной проблеме изучения чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации. В результате проведенного исследования мы:

1. Дали общую характеристику лесных массивов Ростовской области и лесов Каменского района.

2. Ознакомились с разнообразием методов биоиндикации чистоты воздуха.

3. Спланировали, провели и описали результаты практического исследования чистоты воздуха лесов Каменского района методом биоиндикации и оценили его результаты.

Апробировали метод лишеноиндикации, и выявление чистоты воздуха по состоянию хвои сосны, выбрали опытные участки и пробные площадки леса, определили степень проективного покрытия стволов деревьев лишайниками, оценили общий уровень загрязнения воздуха.

В результате исследования: выявлено, что распространенность лишайников в середине лесного массива (на участке №1) выше, чем на его краю, из этого, можно сделать вывод, что чистота воздуха вдалеке от дорог выше.

- Чем больше загрязненный воздух, тем меньше встречается в нем видов лишайников.

- Чем больше загрязненный воздух, тем меньше площадь покрытия стволов деревьев лишайниками.

Расчетные данные показали, что степень покрытия деревьев на участке близ дороги показала высокий - балл 4, но по показателям немного ниже, чем в середине лесного массива, что обусловлено удаленностью от дороги.

По шкале Браун-Бланке - зона процветания лишайников.

Результаты изучения хвои сосны обыкновенной, на этих участках также показали, что у дороги хвоя подвержена большим повреждениям, что мы также связываем с влиянием выхлопных газов автомобилей.

Таким образом, менее благоприятными районами с загрязненным воздухом являются края леса, приближенные к дороге, но показатели чистоты воздуха являются достаточно высокими в двух исследуемых участках. Таким образом, цель исследования достигнута, задачи решены, гипотеза нашла свое подтверждение. На разных участках лесов Каменского района разная степень загрязнения воздуха. Но исследования надо продолжать и оценить состояние воздуха в других лесных массивах.

Для повышения чистоты воздуха на участке №2 необходима посадка защитных кустов вдоль дороги и запрет на проезд большегрузных автомобилей, которые наиболее засоряют воздух выхлопными газами.

Список использованных источников

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. – Экологический практикум школьника: Справочное пособие. – Самара: Корпорация «Федоров», Издательство «Учебная литература», 2005. – 80 с
2. Биоиндикация качества атмосферного воздуха. Как проводить наблюдения за сосной обыкновенной и лишайниками <http://www.naturekeepers.ru/>
3. Боголюбов, А.С. .Кравченко М.В Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации <http://mgou-detyam.ucoz.ru/dokum/ecol/10.pdf>
4. Леса Ростовской области : <https://yadi.sk/d/AJoRrNNkd3Ez0A>
5. Лишайники – удивительные организмы. <http://www.naturekeepers.ru/>
6. Методики измерения относительной численности лишайников <http://www.naturekeepers.ru/>
7. Оценка состояния окружающей среды по лишайникам <http://www.naturekeepers.ru/>
8. Растения и животные – индикаторы загрязнения окружающей среды: <http://2balla.net/Ekologiya/Rasteniya-i-zhivotnye-indikatory-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy.html>
9. Строение и размножение лишайников <http://botanika.su/botanika-kak-nauka/botanika-kak-nauka/lishainiki-klassifikatsiya-i-stroenie-lishainikov.html>
10. <http://zakon.kadastr61.ru/mainmenu/stati/ekologiya/2018/07/15/lesnoj-plan-rostovskoj-oblasti/>