

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ФАРМАЦИИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА БИОЛОГИИ

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРОЧИЩА
«СОСНОВКА»**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 06.04.01 Биология
очной формы обучения, группы 11001742
Шириной Марии Сергеевна

Научный руководитель
к.б.н., доцент
Воробьева О. В.

Рецензент
директор
«Государственный заповедник
"Белогорье"» ФГБУ
Шаповалов А. С.

БЕЛГОРОД 2019

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Литературный обзор.....	6
1.1. Факторы загрязнения окружающей среды в пределах природных территориальных комплексов.....	6
1.2. Химические элементы в жизни растений и их роль в жизненном цикле.....	10
1.3. Сосна – индикатор загрязнения окружающей природной среды.....	15
Глава 2. Биоэкологическая характеристика урочища «Сосновка».....	20
Глава 3. Современные методы фитоиндикации природного ландшафта.....	26
3.1. Принципы оценки экологического состояния флоры.....	26
3.2. Методика определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (Алексеева С.Б. и Беккера А.М.).....	28
3.3. Методика оценки жизнеспособности деревьев.....	31
Глава 4. Результаты исследования и их обсуждение.....	34
4.1. Анализ выбросов загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории.....	34
4.2. Анализ рекреационной нагрузки на территорию урочища «Сосновка».....	41
4.3. Оценка состояния сосны обыкновенной, произрастающей в зоне антропогенного загрязнения урочища Сосновка.....	48
4.3. Мероприятия по лесовосстановлению в условиях возросшей антропогенной нагрузки на ООПТ.....	53
Выводы.....	55
Список использованных источников	56
Приложения.....	61

Введение

Актуальность проблемы. Актуальность оценки экологического состояния урочища «Сосновка» Белгородской области связана с чрезмерным увеличением рекреационной и автотранспортной нагрузки на территорию.

За последнее 4 года на территории урочища был построен зоопарк и динопарк, оснащенные современной инфраструктурой в виде пешеходных и автомобильных дорог, автостоянок [2].

Выросшая антропогенная нагрузка в первую очередь пагубно влияет на уникальную флору территории, доминирующим представителем которой, является сосна обыкновенная. Данная растительная формация выполняет санитарно-гигиеническую функцию, заключающуюся в очищении атмосферного воздуха от различных загрязнителей.

Вышеуказанное антропогенное воздействие, влечет за собой усыхание и гибель сосняков, распространению корневой губки, которая является эпидемическим заболеванием хвойных, и способна уничтожить целую формацию за одно десятилетие. Поэтому возникает необходимость разработки мероприятий по лесовосстановлению в условиях возросшей антропогенной нагрузки [46].

Степень изученности темы. Биоиндикации экологического загрязнения по состоянию флоры посвящено большое количество научных трудов. В нашей стране основоположником биоиндикационного использования растений, считают А. П. Карпинского. Так же известны работы У. Д. Мэнинг и У. А. Федер (1985). Данные авторы определяют растение-индикатор как «растение, у которого признаки повреждения появляются при воздействии на него одного загрязняющего вещества или смеси таких веществ» [24]. С 2001 года на территории нашей страны стал проходить международный симпозиум, посвященные проблемам биомониторинга по средствам биоиндикации. Но, несмотря на это, биоиндикационные свойства отдельных видов растений, в условиях формационных сообществ изучены недостаточно.

Цель исследования: оценить экологическое состояние урочища «Сосновка».

Исходя из цели исследования, ставились и решались следующие задачи:

1. проанализировать уровень выбросов загрязняющих веществ в пределах урочища «Сосновка»;
2. проанализировать уровень рекреационной нагрузки на территорию урочища «Сосновка»;
3. оценить состояние хвои сосны обыкновенной, произрастающей в пределах урочища «Сосновка»;
4. оценить зависимость морфологических изменений сосны обыкновенной от степени загрязнения атмосферы.

Научная новизна. Уточнены и дополнены данные о биоиндикационных свойствах сосны обыкновенной, произрастающей в условиях резко возросшей рекреационной и антропогенной нагрузки на территорию урочища «Сосновка» Белгородской области.

Методы исследования. Для проведения полевых исследований были использованы методы биоиндикации. Метод расчета уровня рекреационной нагрузки основан на подсчете экологических троп и количестве посетителей в час. Для расчета уровня загрязнения атмосферного воздуха от автотранспорта проводились натурные обследования структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств. Для определения состояния хвои сосны обыкновенной мы воспользовались методикой С. Б. Алексеева и А. М. Беккера.

Теоретическая значимость и практическая ценность работы. Полученные фактические материалы позволили установить степень антропогенного загрязнения природной территории. Полученные результаты исследования могут использоваться в учебном процессе при изучении экологических дисциплин.

Магистерская диссертация изложена на 74 страницах. Она состоит из оглавления, введения, четырех основных разделов, выводов. Список использованных источников насчитывает 48 наименований. В работе используются 23 таблицы, 23 рисунка и приложения.

Глава 1. Литературный обзор

1.1. Факторы загрязнения окружающей среды в пределах природных территориальных комплексов

В соответствии с федеральным законом «Об охране окружающей среды» под природным территориальным комплексом (ПТК) понимается комплекс тесно взаимосвязанных между собой природных компонентов, имеющих общее физико-географические признаки.

ПТК – это объект природы разного уровня от географической оболочки (самые крупные) до фации (самые мелкие). Выделяют следующие виды ПТК: географическая оболочка – материк – физико-географическая страна – физико-географическая зона – провинция – район – ландшафт – урочище – фация.

Критерии выделения генетико-морфологических ПТК различных ранговых групп основаны на взаимодействии компонентов. На сегодняшний день они достаточно хорошо разработаны. В таблице 1.1 описано ранжирование ПТК по диагностическим признакам, предложенным А. А. Видиной [8].

Таблица 1.1

Единицы ландшафтной дифференциации (по А. А. Видиной)

Ранг ПТК	Морфологическая структура ПТК	Диагностические признаки
1	2	3
Фация	Элементарный ПТК	Положение в пределах одного элемента мезоформы рельефа или ее части, одинаковый литологический состав пород, одинаковый режим тепла и увлажнения, одна почвенная разность и один биоценоз в условиях ненарушенной растительности
Подурочище	ПТК состоит из сопряженных фаций	Положение на одном элементе мезоформы рельефа одинаковой экспозиции с однотипным режимом увлажнения

Урочище	ПТК состоит из подурочищ и фаций	Совмещается с мезоформой рельефа (реже ее частью, состоящей из нескольких элементов)
Местность	ПТК состоит из урочищ и отдельных фаций	Диагностируется изменением соотношения урочищ внутри ландшафта; совмещается с неровностями кровли коренных пород, соответствует одной локальной тектонической структуре
Ландшафт	ПТК состоит из местностей, урочищ и отдельных фаций	Определяется набором и сочетанием видов местностей, урочищ. Соответствует элементу региональной тектонической структуры с одной направленностью тектонических движений

Исходя из таблицы 1.1 видно, что общим для диагностических признаков любой ранговой группы ПТК, является взаимодействие различных факторов среды обитания.

Среда обитания – это часть природной среды, окруженной живыми организмами и с которой они тесно взаимосвязаны, они приспосабливаются к ней по мере ее изменения.

Биогеоценоз – это комплексы взаимосвязанных видов (популяций разных видов), обитающих на определенной территории с более или менее однородными условиями существованиями [8].

На рисунке 1.1 представлена схема взаимодействия компонентов биогеоценоза.

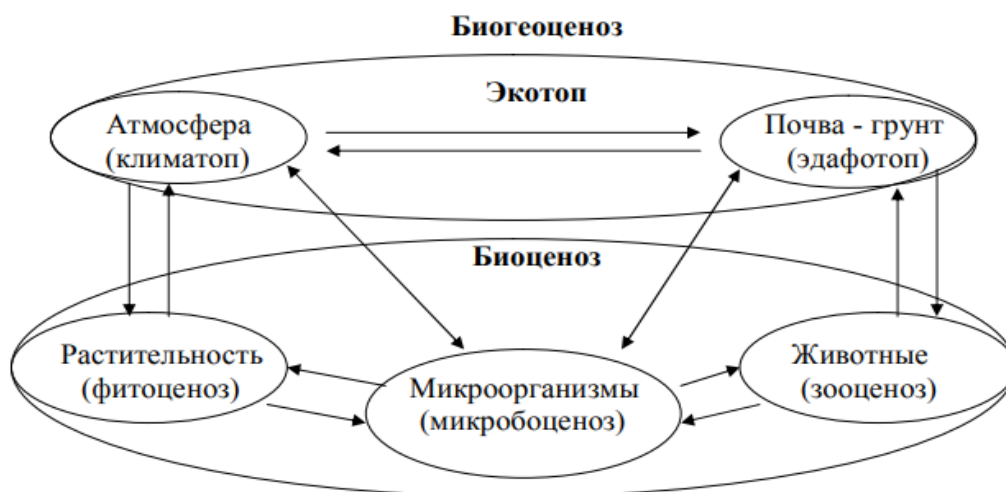


Рис. 1.1. Схема взаимодействия компонентов биогеоценоза [36]

Природная среда состоит из неорганических и органических объектов, и объектов, вносимых человеческой деятельностью. При этом одни объекты могут быть полезны, другие почти или полностью бесполезны, третьи оказывают негативное воздействие.

Выделяют следующие типы сред обитания: наземно-воздушная, водная, почвенная, организменная [1].

Любое условие среды, как положительное, так и отрицательное, на которое живое реагирует приспособительными реакциями, называется экологическим фактором.

Многообразие экологических факторов делят на 3 категории: абиотические факторы, биотические и антропогенные.

В таблице 1.2 представлена общая характеристика экологических факторов среды обитания [36].

Таблица 1.2

Характеристика экологических факторов среды обитания

Экологические факторы	Характеристика
Абиотические	Компоненты не живой природы (свет, энергия, воздух, вода, рельеф, почва), взаимодействующие между собой, и поддерживающее равновесное состояние любой природной среды.
Биотические	Компоненты живой природы, собственной растительный и животный мир. Живые существа поддерживают природную среду в состоянии закона «Оптиума».
Антропогенные	Деятельность людей, негативно сказывающееся на среду обитания.

Антропогенные факторы – это факторы физического изменения среды обитания в следствии неразумной деятельности людей. Способы воздействия на природную среду отличаются своим разнообразием. При этом на сегодняшний день можно выделить формы воздействия людей, в наибольшей степени негативно сказывающихся на природной среде:

- 1) изменение ПТК, путем воздействия на все его компоненты;
- 2) истощение невозобновимых природных ресурсов;

3) Химическое и физическое загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы.

В таблице 1.3 представлена характеристика материально-энергетической природы антропогенного воздействия на природную среду [4].

Таблица 1.3

Характеристика материально-энергетической природы антропогенного воздействия на природную среду

Вид материально-энергетического воздействия	Объекты материально-энергетического воздействия
Механические	Различные частицы, а также ТБО в воде и почве
Химическое	Газообразные, жидкие и твердые химические соединения, а также аэрозоли
Физическое (энергетическое)	Радиационное, магнитное, электрические, ультрафиолетовое излучение, а также звуковые, тепловые, вибрационные колебания
Биологическое	Селекционные виды живых существ, способные нанести вред среде обитания, нарушая энергетические и пищевые цепи.

Антропогенное воздействие бывает прямое и косвенное. Прямое воздействие отличается целенаправленным изменением конкретного компонента среды обитания человеком. А косвенное воздействие происходит при участии всех компонентов. Это доказывает, что факторы загрязнения окружающей среды оказывают воздействие как на абиотические, так и на биотическую среды.

Антропогенные факторы могут быть как положительные, так и отрицательные. Положительное воздействие проявляется в разумном преобразовании природы - высадке саженцев растений, селекции растений и животных, создании национальных парков, заповедников, заказников [1].

Существенную роль играют факторы, оказывающее негативное воздействие на различные компоненты среды обитания. При нарушении абиотических показателей, таких как состав и целостность страдают количественные биотические показатели [48].

В таблице 1.4 рассмотрено влияние антропогенных факторов на живые и не живые компоненты природной среды [36].

Таблица 1.4

Влияние антропогенных факторов на живые и не живые компоненты природной среды

Компонент природной среды	Характеристика негативного антропогенного воздействия
Воздух	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха
Почва	Деградация почв (ухудшении качества почвы в результате снижения плодородия)
Рельеф	Появление антропогенных форм рельефа.
Вода	Изменение химического состава воды. Осушение и чрезмерное потребление воды.
Растительный и животный мир	Уменьшение видового разнообразия, полное истребление. Ухудшение биологического состояния растений и животных.

Исходя из вышеизложенного, можно считать, что общим для диагностических признаков ПТК является взаимодействие различных факторов среды обитания. При чем, антропогенные факторы оказывают материально-энергетическое воздействие на все компоненты природной среды.

1.2. Химические элементы в жизни растений и их роль в жизненном цикле

Роль химических элементов в жизни растений огромна. Данной теме посвящено большое количество научных трудов. Наиболее известные работы Троицкого Е. П., Школьника М. Я., Орлова Д. С., Минеева В. Г [45].

Жизненный цикл растений – это последовательные этапы от зарождения и развития до размножения. Он может быть сложным и простым, в зависимости от вида размножения растений [14].

Примером сложного цикла может послужить жизненный цикл голосеменных растений. Он отличается тем, что пыльца образуются в мужских шишечках, а мегаспоры – в женских (семязачатках). Из микроспор

образуется мужской гаметофит, а из мегаспоры – женский. Оплодотворение происходит при помощи ветра, который доставляет пыльцу к семязачаткам. Следующим этапом становится развитие зародыша, на котором образуется семя на семенных чешуях. Семя даёт новый спорофит, из которого вырастает молодое растение (Рис. 1.2).



Рис. 1.2. Жизненный цикл развития сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) [3].

Для того что бы растение могло закончить жизненный цикл ему необходим набор жизненно важных химических элементов, которые выполняют определенные функции.

На сегодняшний день учеными доказано, что количество жизненно важных для растений химических элементов равно 12. Роль остальных химических элементов в жизненном цикле растений изучена мало.

От 90 до 95 % (сухого веса) растений составляют элементы, участвующее в дыхании и фотосинтезе, к этим элементам относятся: кислород, углерод и водород. Они аккумулируются растениями из различных

природных сред.

От 5 до 10 % составляют минеральные элементы, которые являются своеобразной пищей растений. К ним относятся азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, кремний, железо, натрий, хлор, алюминий, микроэлементы, данные элементы растения получают из почвы [30].

А. П. Виноградовым было рассчитано среднее содержание основным химическим элементов в составе растений (Рис. 1.3).

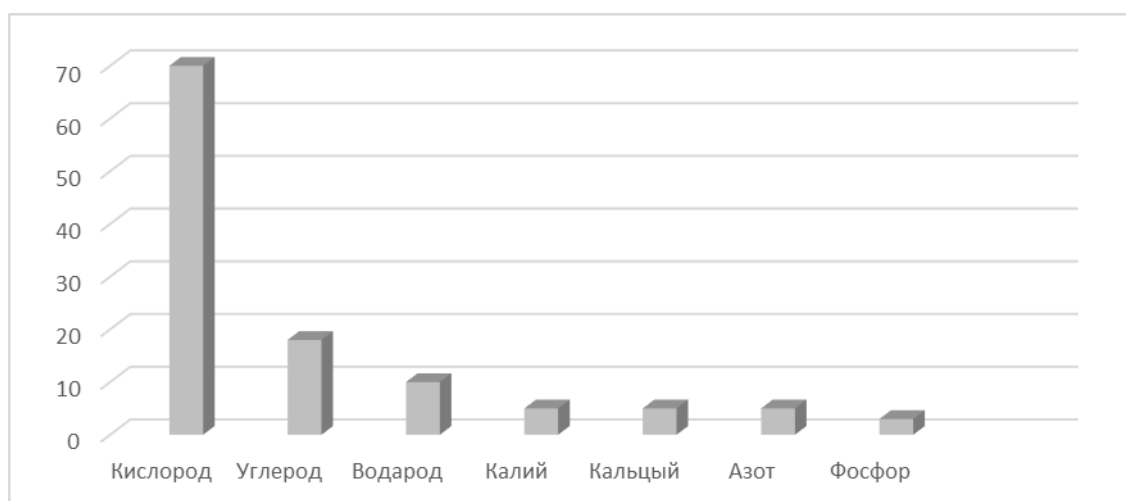


Рис. 1.3. Среднее содержание основных химических макроэлементов в составе растений (%) [15]

Химические элементы, поглощаемые растениями из почвы в разных количествах, играют определенную биохимическую и физиологическую роль и ответственны за синтез тех или иных веществ в растительном организме (Табл. 1.5).

Таблица 1.5

Значение химических элементов для жизненного цикла растения [5]

№ п/п	Химический элемент	Значение для жизненного цикла растения.
1	2	3
1.	Азот	Способствует нормальному росту растения.
2.	Фосфор	Усиливает накопление сахара.
3.	Калий	Обеспечивает беспрепятственное снабжение клеток растений водой.

4	Кальций	Этот элемент принимает участие в структуре хромосом, являясь связующим звеном между ДНК и белком, участвует в обмене веществ клеток и организма в целом.
5	Сера	Функция серы в растительном организме состоит в поддержании определенного уровня окислительно-восстановительного потенциала клетки.
6	Железо	Необходим для образования хлорофилла.
7	Алюминий	Этот элемент играет важную роль в повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: засухе, высоким и низким температурам и засолению почвы.
8	Кремний	Повышает солеустойчивость растений и устойчивость их к поражению грибными заболеваниями.

Троицкий Е. П. посвятил много трудов теме влияния химических элементов на растения. Изучая это процесс, он установил, что не существует вредных веществ, при этом вредные концентрации [45].

В большинстве случаев, неразумная деятельность людей способствует изменению химического состава почвы, путем внесения различных химических элементов. Некоторые почвы ввиду своего положения относительно рельефа, отличаются дефицитом химических элементов, из-за их вымывания грунтовыми и наземными водами.

При нормальных экологических условиях в почвенной среде достаточный для растений баланс макро и микроэлементов. Изменение данного баланса, как в положительную, так и отрицательную сторону, будет негативно сказываться на растениях. Для определения избытка или недостатка химических элементов в почве, проводят визуальную диагностику по морфологическим и физиологическим признакам [17].

В таблице 1.6 представлена характеристика признаков избытка и недостатка химических элементов для правильного развития растений.

Таблица 1.6

Характеристика признаков избытка и недостатка химических элементов для правильного развития растений [30]

Химический элемент	Признаки дефицита	Признаки избытка
Азот	Ослабляется рост боковых побегов. Листки, стебли и плоды уменьшаются в	Снижается содержание сахаров.

	размере, листки становятся бледно-зелеными или желтоватыми.	
Фосфор	Замедляется развитие растений и их созревание, снижается урожай и его качество. Листья красно-фиолетовыми.	Негативно влияет на, доступность железа, цинка и других микроэлементов
Калий	Края листков бурют, приобретая обожженный вид, на пластинках появляются мелкие ржавые точки, листок становится гофрированным или куполоподобно закрученным, на листьях картофеля образуется характерный бронзовый налет	У растений образуются укороченные цветоносы, старые листья быстро желтеют, ухудшается цвет цветков. Ухудшаются усвоение магния и кальция
Магний	Между жилками на листке образуется хлороз, они остаются зелеными, их цвет напоминает елку.	Усиливается дефицит кальция, калия и железа.
Кальций	Замедляется рост молодых листьев, проявляется хлоротичная пятнистость, потом они желтеют и преждевременно отмирают, задерживается рост корней	Связываются соединения железа и становятся недоступными для растений.
Сера	Подавляется фотосинтез и возникает хлороз листьев. Постепенно теряют цвет даже старые листья	Листья постепенно желтеют по краям и заворачиваются внутрь.
Железо	Нарушается образование хлорофилла, в результате чего, на листе проявляется хлороз. У растений задерживается синтез ростовых веществ ауксинов	Снижается обеспеченность растений марганцем, цинком, медью, молибденом, фосфором

Химические элементы в организме растения распределены неравномерно. Наибольшая концентрация микроэлементов аккумулируется листьями или хвоей. Повышенное количество марганца, меди, молибдена, бора часто наблюдается в репродуктивных органах и плодах.

Помимо питания для жизни и развития растений им необходимы углерод, кислород и водород. Эти элементы участвуют в процессе дыхания и фотосинтеза.

Дыхание растений бывает клеточное или осуществляется газообмен растения с внешней средой. Главными органами клетки, отвечающими за процесс дыхания, являются митохондрии. В них происходит окисление органических веществ. При окислении выделяется энергия. Вода остаётся в клетке, а углекислый газ путём диффузии покидает клетку и сразу используется в процессе фотосинтеза [45].

Процессы дыхания и фотосинтеза включают одни и те же вещества.

При дыхании кислород и органические вещества являются исходными, а вода и углекислый газ – конечными продуктами. При фотосинтезе – наоборот [5].

Исходя из вышеизложенного текста можно сделать вывод о том, что химические элементы необходимы для питания, дыхания и фотосинтеза. Эти три процесса являются ключевыми в жизненном цикле растений. При нарушении баланса химических элементов, происходят физиологические и функциональные изменения в органах растения. Нарушению баланса химических элементов способствует промышленная или сельскохозяйственная деятельность людей.

1.3. Сосна – индикатор загрязнения окружающей природной среды

Впервые индикационные свойства растений были обнаружены Д. П. Малюга в 1963 году, при изучении взаимосвязи почвенной среды и флоры. При этом он установил, что представители флоры отображают геохимические условия окружающей среды. Существуют растения, которые обладают ярко выраженными биоиндикационными свойствами, по мнению ученых, к таким растениям относится сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) [18].

Сосна обыкновенная – является самым распространенным видом в России. Площадь ее произрастания равна 114240,8 тыс. га. Данный вид растет как на засушливых песчаных участках, так и на участках с избыточным переувлажнением [23].

Характерной морфологической чертой данного вида, является парное расположение хвои. В поперечном разрезе форма хвоинок плоско-выпуклая. Для шишек характерны утолщенные концы чешуек.

Высота сосны обыкновенной, во взрослом состоянии равна 40-45 метров, диаметр равен 1,5 метров. Кара растения отличается трещиноватостью, имеет от красно-бурого до буро-желтого оттенок. У

молодых ветвей зеленоватый цвет. Почки имеют цветкообразную форму, центральная почка окружена боковыми, собранными в мутовку. Древесина пронизана ходами, заполненными смолой. Корневая система стержневая, с глубоко идущим главным корнем.

Мужские шишки (пыльниковые), имеют размер около 5 мм развиваются в весеннее время у основания молодых побегов, а также в пазухах кроющих листьев, и быстро отмирают. На их месте появляются красноватые женские шишечки, длиной 5–6мм и шириной 4мм, на коротких ножках, В пазухах женских шишечек расположены семенные чешуи с семечками. После оплодотворения женские шишки увеличиваются в размере, изменяют цвет. Срок созревания шишек – 2 года [33].

Хвоя у сосны обыкновенной расположена парно на верхушках укороченных побегов. Форма хвои заостренная полуцилиндрическая. Длина от 5 до 7 см, ширина 2 мм. Цвет хвоинок сизо-зеленый.

Отличительной чертой строения хвои является наличие под эпидермальным смоляным слоем, напоминающего по своему строению ходы.

На рисунке 1.4 представлено внутреннее строение хвои сосны.

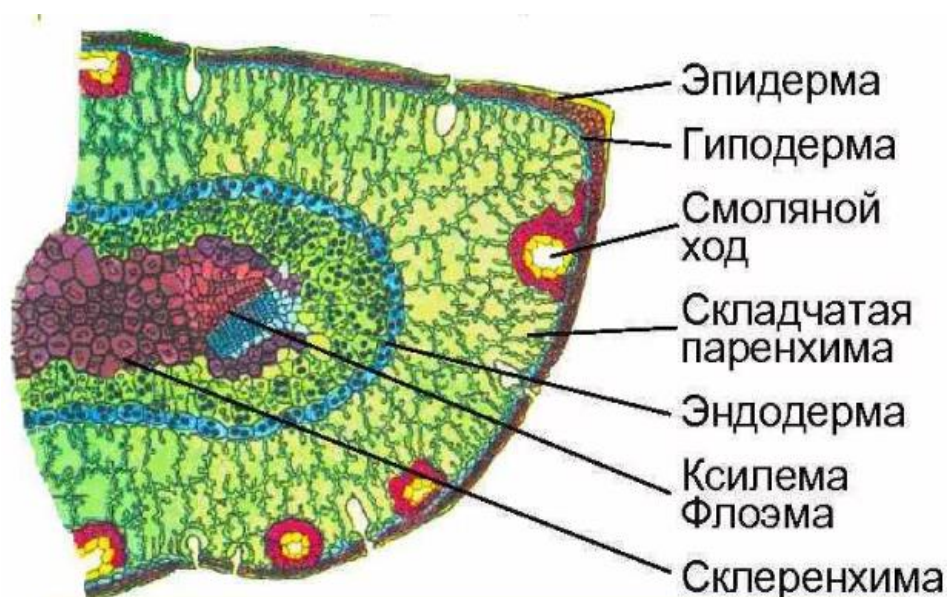


Рис.1.4. Внутреннее строение хвои сосны обыкновенной [38]

Именно хвоя сосны обыкновенной является объектом биоиндикационных методов, при изучении антропогенных загрязнений. Она аккумулирует аэрогенные загрязнители.

Существуют микроскопические, морфометрические и морфологические изменения состояния растения. В таблице 1.7 представлена характеристика микроскопических изменений в клетках растения, вызванных загрязнением атмосферы SO₂ [47]

Таблица 1.7

Характеристика микроскопических изменений в клетках растения, вызванных загрязнением атмосферы SO₂

№п/п	Микроскопическое изменение	Характеристика микроскопического изменения
1.	Изменение размера клетки	При воздействии углекислого газа происходит уменьшение размеров клеток эпидермиса хвои, увеличение клеток смоляных ходов.
2.	Изменение субклеточных структур.	Расширение эндоплазматического ретикулула, разрушение хлоропластов
3.	Плазмолиз	Отслаивание пристеночного слоя цитоплазмы от твердой оболочки растительной клетки. Вогнутый плазмолиз клеток хвои.
4	Изменения степени ксероморфизма хвои	Увеличивается число устьиц, толщина кутикулы
5	Изменение структуры древесины	Выпадение годичных колец

На микроскопические показатели так же большое воздействие оказывает большие концентрации оксиды азота.

В таблице 1.8 представлены морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной в нормальных и антропогенно-измененных условиях природной среды. В зоне техногенного загрязнения отмечается снижение массы хвои на 30-60% [7].

Таблица 1.8

Морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной в нормальных и антропогенно измененных условиях природной среды

Условия среды	Количество ср. хвоинок	Длина хвои, см.	Ширина хвои, мм	Вес, хвои, мг
Экологически благоприятная	93	4,01	0,5	0,017

Экологически не благоприятная	64	1,90	0,8	0,020
-------------------------------	----	------	-----	-------

Стрессовые факторы загрязнения окружающей среды способствуют появлению морфологических изменениям сосны обыкновенной, вызванных различными болезнями. Среди заболеваний растения вследствие загрязнения окружающей среды выделяют, хлорозы, некрозы. Хлороз выражается зеленовато-желтой, бледно-желтой или белой окраской хвои. Некрозы – представляют собой утрату некоторых участков ткани хвои [45].

У хвойных растений выделяются такие хронические повреждения хвои как: легкие, средние, сильные и очень сильные. В таблице 1.9 Дана сопоставительная характеристика хронических изменений хвои в зависимости от объема содержания в воздухе SO₂ [38].

Таблица 1.9

Сопоставительная характеристика степени хронических изменений хвои в зависимости от объема содержания в воздухе SO₂

№п/п	Степень хронического повреждения хвои	Среднегодовое содержание SO ₂ в воздухе, мкг/м. куб.
1	Легкое	10-30
2	Среднее	20-40
3	Сильное	70-100
4	Очень сильное	Более 100-120

Не маловажным важным индикатором загрязнения воздуха являются продолжительность жизни хвои. Сосна нормально развиваются при среднегодовом содержании SO₂ в воздухе около 7–9 мкг/м³. В чистом воздухе у сосны хвоя живет до 5–6 лет. При средних концентрациях SO₂ в воздухе около 50 мкг/м³ продолжительность ее жизни сокращается до 2–3 лет [18].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что сосна обыкновенная, действительно является ключевым биоиндикатором состояния окружающей природной среды. Изменения, вызванные антропогенным загрязнением, влияют на микроскопические,

морфометрические и морфологические характеристики растения. Наибольшее негативное воздействие на сосну обыкновенную оказывает диоксид серы.

Глава 2. Биоэкологическая характеристика урочища «Сосновка»

Урочище «Сосновка» расположено в поселке Разумное Белгородского района Белгородской области. Территория урочища ограничена с западной стороны улицей Волчанская, с восточной стороны – улицей Песчаная (рис. 2.1) [21].

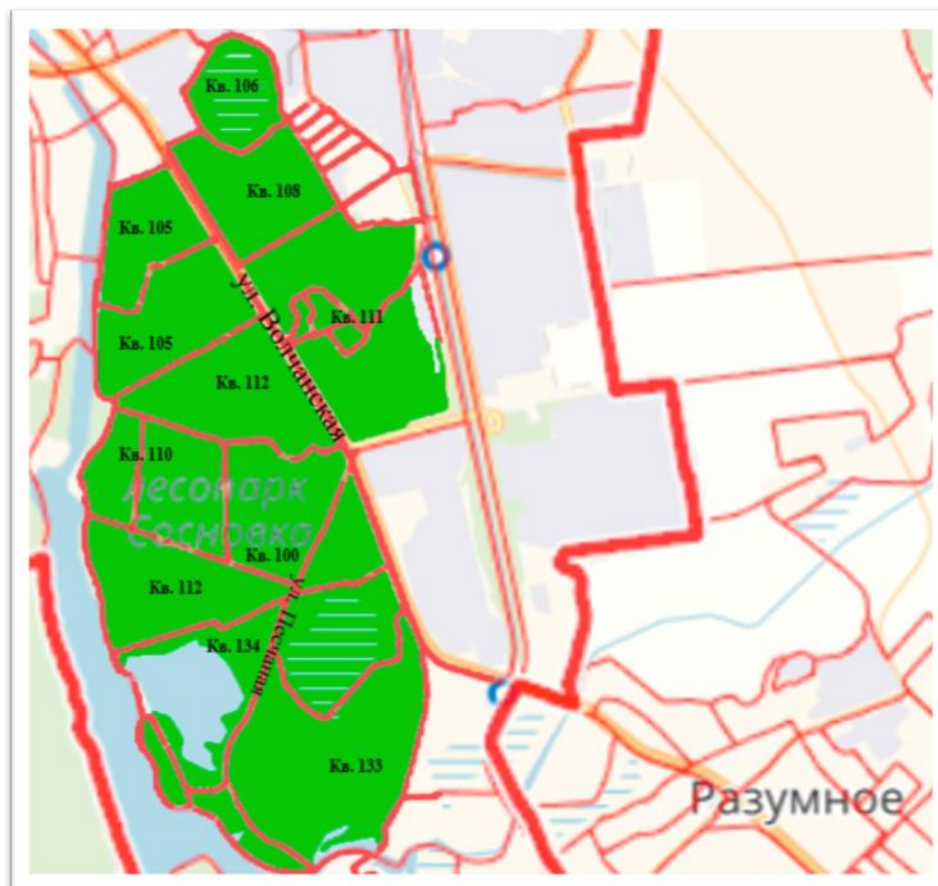


Рис. 2.1 План-схема урочища «Сосновка»

Общая площадь территории более 555,8 га.

В таблице 2.1 представлены кластерных участков урочища Сосновка.

Таблица 2.1

Кластерные участки урочища Сосновка [16]

№ кластерного участка	Название	Общая площадь, га
1	Квартал 100	61

2	В границах квартала 106	48,2
3	В границах квартала 108	62,1
4	Квартал 110	67,0
5	Квартал 111	10,0
6	В границах квартала 112	60,6
7	Квартал 122	76,0
8	В границах квартала 133	79,0
9	В границах квартала 134	11,8
10	В границах квартала 105	80,0

Макрорельеф, в пределах которого расположен лесопарк «Сосновка» представляет собой приподнятую равнину, расчлененную многочисленными речными долинами и густой овражно-балочной сетью [48].

Мезорельеф территории представлен боровой низменной террасой (отметки абсолютных высот от 113 м, относительных – до 20 м) [29].

На территории урочища почвенный покров представлен дерново-слабоподзолистыми песчаными почвами. Данный вид почв отличается слабощным гумусовым горизонтом (рис 2.2).

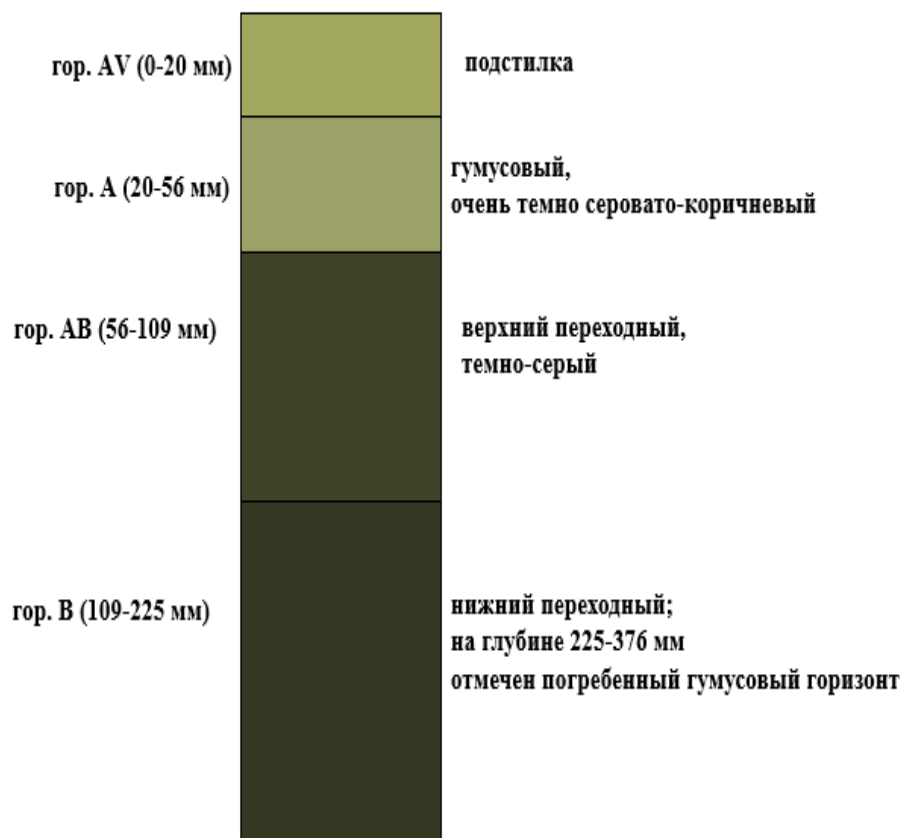


Рис. 2.2. Почвенный профиль дерново-слабоподзолистой песчаной почвы

Гумусовый горизонт имеет следующие свойства: плотность сложения – $1,13 \text{ г/см}^3$, пористость – 56 %, содержание глинистых частиц менее 0,005 мм, содержание гумуса – 1,56 %, , содержание валового азота – 0,134 %, рН водный вытяжки – 6,3, рН солевой вытяжки – 5,4, сумма поглощенных оснований – $6,5 \text{ ммоль/дм}^3$ в 100 г почвы [21].

Климат района исследования умеренно-континентальный и характеризуется жарким летом и сравнительно-холодной зимой.

Среднее количество осадков (по данным метеостанции г. Белгорода) составляет 480-550 мм в год [10].

Годовой ход осадков представлен на рисунке 2.3.

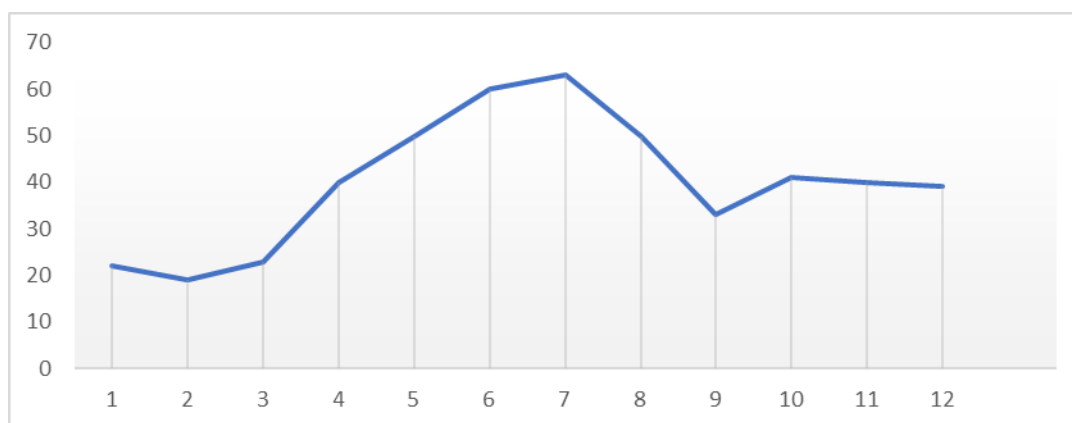


Рис. 2.3. Годовой ход осадков (мм) (данные мс. «Белгород»)

Наибольшее количество осадков выпадает в июле. Осадки в летнее время выпадают преимущественно в виде ливней. Зимой осадки выпадают в виде снега, самые заснеженные месяцы декабрь–январь [31].

Среднее количество дней с суховеями – 46, наибольшее число дней с атмосферной засухой и суховеями было зарегистрировано в 1964 году. Средняя относительная влажность воздуха – 76 %. Средняя годовая температура 6,3 градусов. Среднегодовой ход температур представлен на рисунке 2.4 [48].

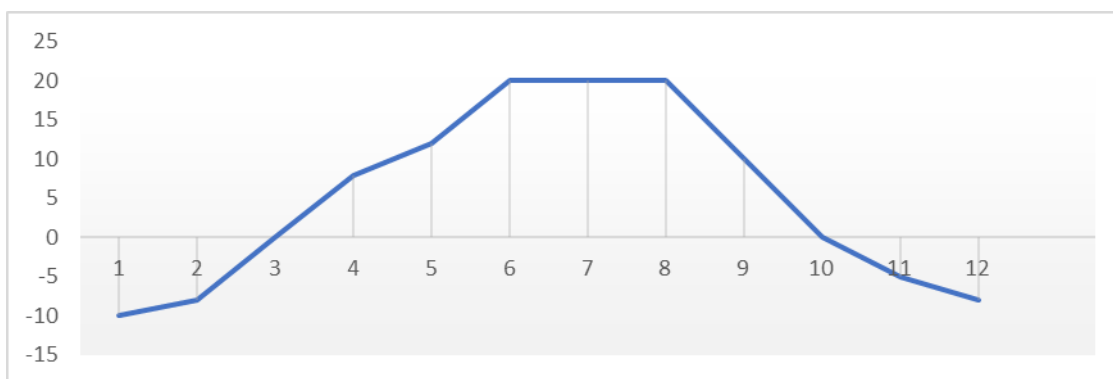


Рис. 2.4. Среднегодовой ход температур (данные мс. «Белгород»)

Ветровой режим Белгородского района характеризуется преобладанием юго-западных и южных ветров в зимний период, западных и северо-восточных – в летний период (рис. 2.5) [10].

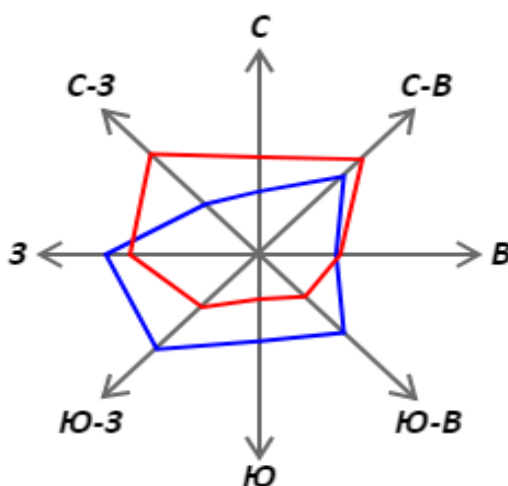


Рис. 2.5. Среднегодовая роза ветров (данные мс. «Белгород»)

Средняя годовая скорость ветра в области составляет 2,1–4,1 м/сек.

Гидрология территории представлена бассейном реки Северский Донец. Река является естественной границей рекреационной зоны. Близость к реке позволило организовать в пределах урочища искусственные водоёмы. Еще одним уникальным водным объектом является болото, которое в настоящее время почти пересохло.

На песках развитой надпойменной террасы реки Севрский Донец произрастают сосняки искусственного происхождения. Первые посадки были

совершены в 1948 году [32].

По классификации Сукачева Н. В. исследуемый фитоценоз представлен сосняком – разнотравным [44].

Флора урочища представлена тремя основными жизненными формами растений (древесные, полудревесные и травянистые растения) [31].

В таблице 2.2 представлена количественная характеристика видового разнообразия жизненных форм растений исследуемой территории.

Таблица 2.2

Жизненные формы растений урочища «Сосновка» [40]

Жизненные формы	Количество видов
I Древесные растения	
Деревья	27
Кустарник	17
II Полудревесные растения	3
III Травянистые растения:	172
Многолетники	151
Стержнекорневые	63
Корневищные	77
Клубнеобразующие	8
Луковичные	3
Однолетники	21

Из таблицы 2.2 видно, что в пределах исследуемой территории доминируют травянистые жизненные формы растений. Большая часть травянистых растений представлена гемикриптофитами и геофитами. Из общего числа травянистых растений более 70 % составляют двулетние и многолетние растения. Фанерофиты – это деревья и кустарники занимают так же ключевую роль в фитоценозе урочища, они представлены 27 видами. Из них 80 % – хвойные растения [39].

В нижнем ярусе представлены следующие семейства: Астровые (Asteraceae, Fabaceae), Бобовые (Poaceae), Мятликовые (Rosaceae), Яснотковые (Lamiaceae). Данные семейства растений представлены 91 видом. Вокруг болота произрастают ирис ложноаировый (*Iris Pseudacorus*),

вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), таволга обыкновенная, (*Filipendula vulgaris*). Так же на территории встречаются синантропные виды, например, амарант запрокинутый (*Amaranthus retroflexus*), марь белая (*Chenopodium album*) и др. [34].

Средний ярус представлен кустарниками и полукустарниками. Из полукустарников здесь встречаются дрок красильный (*Genista tinctoria*) семейства Бобовые (*Fabaceae*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*) семейства Розовые (*Rosaceae*), Ежевика сизая (*Rubus caesius*) семейства Розовые (*Rosaceae*). Среди кустарников можно выделить следующие виды: волчегонник (*Daphne mezereum*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*) [19].

В таблице 2.3 представлено видовое разнообразие древесных растений урочища «Сосновка»

Таблица 2.3

Основные виды древесных растений урочища «Сосновка» [39]

Название растения	Семейство	Процент занимаемой территории
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	Сосновые (<i>Pinaceae</i>).	80%
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>)	Буковые (<i>Fagaceae</i>)	10%
Берёза (<i>Betula</i>)	Берёзовые (<i>Betulaceae</i>).	5 %

Помимо представленные в таблице 2.3 видов на территории урочища так же произрастают тополь (лат. *Populus*), осина (лат. *Populus tremula*), липа (*Tilia*), ива (лат. *Salix*) в виде отдельно стоящих деревьев [20].

Таким образом, физико-географические показатели исследуемой территории благоприятные для произрастания сосны обыкновенной. Флора урочища представлена тремя основными жизненными формами растений (древесные, полудревесные и травянистые растения). По классификации Сукачева Н. В. исследуемый фитоценоз имеет признаки сосняка-разнотравного.

Глава 3. Современные методы фитоиндикации природного ландшафта

3.1. Принципы оценки экологического состояния флоры

Биоиндикация является одним из методов определения уровня антропогенной нагрузки на биогеоценозы. Основанный на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем это достаточно эффективный метод мониторинга окружающей среды [7].

Оценка экологического состояния флоры предполагает использование различных качественных и количественных показателей. Анализ характеристик индикаторных особенностей растений позволяет производить оценку степени угрозы деградации и выявить факторы техногенной трансформации [18].

Сравнение производится на основании геоботанических описаний пробных площадок в зоне непосредственного антропогенного воздействия, с аналогичными сообществами вне зоны воздействия антропогенных факторов.

В связи с тем, что на сегодняшний день не существует законодательных нормативов допустимых концентраций загрязняющих веществ для растительности, оценка воздействия источников загрязнения проводится в ходе сравнения измеренных показателей с их фоновыми величинами.

Пробные площадки для исследования закладываются с учетом видового разнообразия растений и градиента фактора воздействия [25].

Объекты наблюдения – отдельные фитоценозы, отдельные виды растений-индикаторов, растительные сообщества на пробных площадках. Выбор объектов-индикаторов основывается на анализе структурных и функциональных признаков. Выбор объектов антропогенного воздействия проводят с учетом возможных типов воздействия (максимально разовые, среднесуточные концентрации) и типов реакции биологических систем на

эти воздействия (деградация древостоя, процесс лесовозобновления приостановлен, снижение бонитета, уменьшение сомкнутости полога, уплотнение почвы.) [47].

Геоботаническое описание пробной площади проводится при помощи метода основанного на оценки состава, структуры, продуктивности, фенологического развития, обилия и жизненности видов, проективного покрытия, состояния индикаторных показателей, фитопатологических особенностей – наличия аномалий развития, берутся пробы для выявления биохимической аккумуляции токсикантов.

Большая часть наблюдаемых параметров фитоценозов зависит от погодных условий, поэтому очень важно, чтобы сравниваемые параметры были определены в одни и те же сроки и фенофазу.

Структуру и состав растительного покрова лучше всего описывать в фазу цветения основных доминантов, а продуктивность – в августе. Кроме традиционных геоботанических описаний на пробных (учетных) площадях производится определение таких индикаторных критериев состояния растительного сообщества, как нарушение естественного хода сукцессии. Отбор проб растительности. Для веществ, которые попадают в растения из почвы, необходимо учитывать тот факт, что определяемые соединения могут прочно связываться с внутренними тканями растения. Для их определения следует применять специальные методы [4].

В настоящее время большинство исследователей предлагает выделять 4 уровня природно-антропогенных экологических нарушений: нормы (Н), риска (Р), кризиса (К) и бедствия (Б).

Уровень экологической нормы – это территории без заметного снижения продуктивности и устойчивости экосистем. Значение прямых критериев оценки ниже ПДК или фоновых. Деградация земель менее 5 % площади.

Уровень риска – зона экологического риска, территория с заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, их нестабильным

состоянием, но еще обратимыми нарушениями. Необходимо планирование мероприятий по их улучшению. Значения прямых критериев оценки незначительно превышают ПДК или фон. Деграция земель от 5 до 20 % площади.

Уровень кризиса – зона неудовлетворительного состояния среды, территория с сильным снижением продуктивности, потерей устойчивости и трудно обратимыми нарушениями. Здесь необходимо выборочное хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения. Значения прямых критериев оценки значительно превышают ПДК или фон. Деграция земель от 20 до 50 % площади.

Уровень бедствия – зона экологического бедствия, территория с полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, исключаящими их из хозяйственного использования. Значения прямых критериев оценки в десятки раз превышают ПДК или фон. Деграция земель более 50 % площади [1].

Кроме статических критериев, при оценке нарушений используются динамические – скорость нарастания неблагоприятных изменений среды. Например, выделяются сильно динамичные территории с большой скоростью изменений, когда полная смена растительного покрова происходит менее чем за 25 лет.

3.2. Методика определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (Алексеева С. Б. и Беккера А. М.)

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны стоит в следующем. С нескольких боковых побегов в средней части кроны 10 деревьев сосны в 15–20-летнем возрасте необходимо отобрать 100 пар хвоинок первого, второго и третьего года жизни.

Определив класс повреждения и продолжительность жизни хвои,

можно оценить класс загрязнения воздуха по следующей таблице 3.1 [25].

Таблица 3.1

Зависимость класса загрязнения воздуха от повреждения хвои

Максимальный возраст хвои	Класс повреждения хвои на побегах 2-го года жизни		
	1	2	3
4	I	I - II	III
3	I	II	III - IV
2	II	III	IV
1	-	IV	V - VI

Условные обозначения класса загрязнения воздуха:

I–идеально чистый;

II–чистый;

III –относительно чистый («норма»),

IV– загрязнённый («тревога»),

V– грязный («опасно»),

VI – очень грязный («вредно»).

На 3.1 показаны виды повреждения и усыхания хвои.

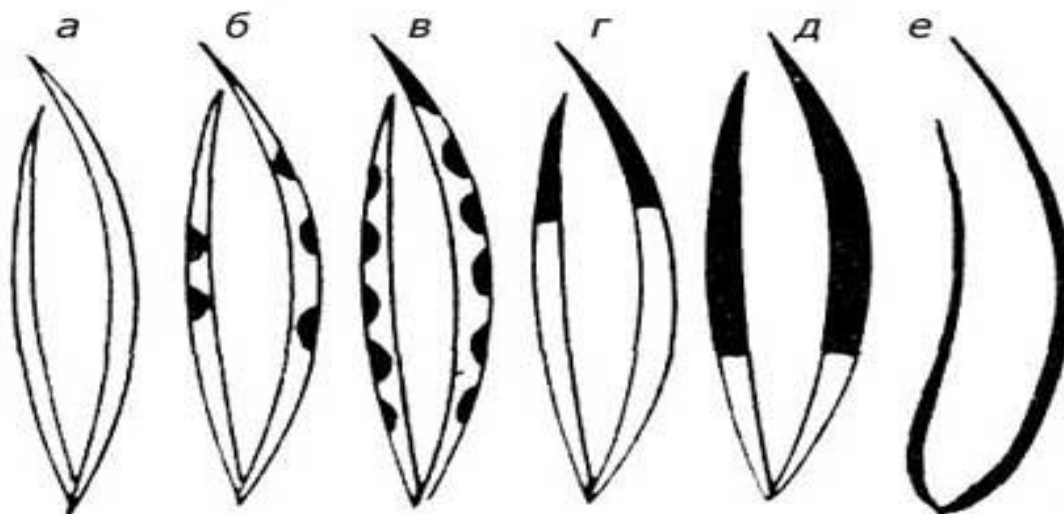


Рис. 3.1.

Виды повреждения и усыхания хвои [24]:

а – хвоя без пятен (КП1), нет сухих участков (КУ1);

б – хвоя с небольшим числом мелких пятен (КП2), нет сухих участков (КУ1);

в – хвоя с большим числом черных и желтых пятен (КПЗ), усох кончик 2–5 мм (КУ2);

г – усохла треть хвои (КУЗ);

д – усохло более половины длины хвои (КУ4);

е – вся хвоя желтая и сухая (КУ4);

КП – класс повреждения (некрозы);

КУ – класс усыхания хвои

По результатам исследований заполняется итоговая таблица (таблица 1, приложение).

Информативным для определения уровня техногенного загрязнения является продолжительность жизни хвои сосны (от 1 до 4–5 лет).

С целью определения продолжительности жизни хвои на каждом участке необходимо осмотреть не менее 10 деревьев. Для определения возраста деревьев необходимо обследовать среднюю часть ствола: каждая мутовка, считая сверху – это год жизни. На рисунке 3.2 показаны части ветки хвойного дерева, служащие биоиндикаторами.



Рис. 3.2. Части ветки хвойного дерева, служащие биоиндикаторами

Примечания:

А – хвоя первого года жизни осевого побега

Б – хвоя второго года жизни осевого побега

В – хвоя третьего года жизни осевого побега

На рисунке 3.3 показана шкала продолжительности жизни хвои.

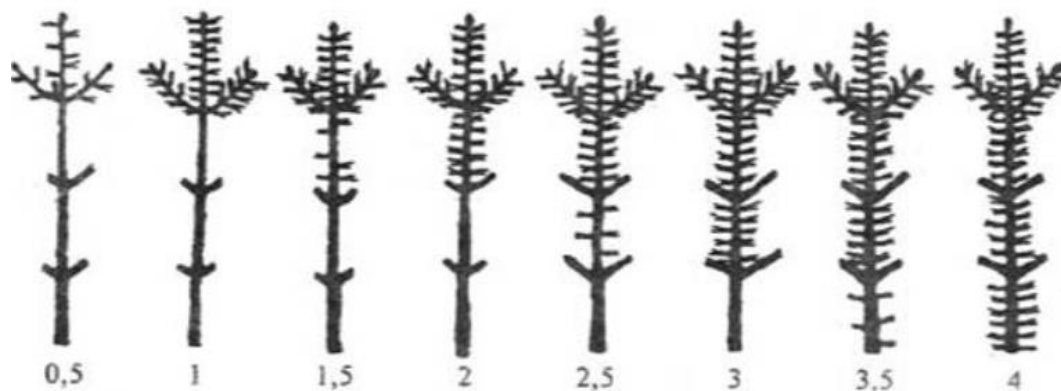


Рис. 3.3. Шкала продолжительности жизни хвой

Для дальнейшего расчета заполняют сводную таблицу (таблица 2, приложение).

По данным таблицы рассчитывают индекс продолжительности жизни хвой Q сосны по формуле (3.1) [46]:

$$\frac{3B_1 + 2B_2 + 1B_3}{B_1 + B_2 + B_3} \quad (3.1)$$

Чем выше индекс Q , тем больше продолжительность жизни хвой сосны, а значит – и чище воздух.

Где B_1, B_2, B_3 – количество деревьев с данной продолжительностью жизни хвой.

Находим Q по формулам (3.2), (3.3) [6]:

$$Q_1 = 3 \times 13 + 2 \times 8 + 7 \div 13 + 8 + 7 = 2,21 \quad (3.2)$$

$$Q_2 = 3 \times 9 + 2 \times 10 + 6 \div 9 + 10 + 6 = 2,12 \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{ср}} = 2,17$$

Таким образом, полный возраст хвой определяется числом участков ствола с полностью сохраненной хвоей плюс доля сохраненной хвой на следующем за ним участке.

3.3. Методика оценки жизнеспособности деревьев

Методика изучения, мониторинга и оценки жизненного состояния

фитоценозов основывается на методе биоиндикации. Суть данного метода заключается в исследовании различных признаков развития и функционирования органов хвойного дерева, для оценки состояния среды обитания [7].

Данная методика предусматривает следующий план исследования:

1. Выбор участков и отбор деревьев для проведения измерений.
2. Описание общего жизненного состояния (ОЖС) деревьев.
3. Оценка и интерпретация данных.

Исследуемый участок должен находиться в достаточно обширном массиве леса. При выборе деревьев важно обеспечить случайную выборку.

Исследователь самостоятельно выбирает только центральную точку площадки. Для удобства поиска лучше выбрать дерево, которое находится в центре выбранного для площадки лесного массива и которое потом будет легко найти. Это дерево нужно пометить краской [14]. От центральной точки в зависимости от сторон света откладывается по 25 метров и вбивается в землю по колышку, помеченному краской. Таким образом, на площадке будут отмечены угловые точки (рис. 3.4).

На следующем этапе разбиения площадки около каждой угловой точки нужно выбрать по 6 ближайших деревьев. Эти деревья пронумеровываются и помечаются краской. Для наблюдения выбираются и помечаются деревья верхних (1 и 2) ярусов. Подрост и подлесок в описание не включается [18].

Описание жизненного состояния деревьев на площадке заключается в заполнении бланка (Приложение 2).

Оценка данных заключается в выведении величины, позволяющей сравнивать и интерпретировать данные описаний. Оценку можно проводить двумя способами - по сумме баллов и по классу ОЖС. Определение простой суммы баллов является видом самой простейшей обработки материала. При определении суммы баллов суммируются все значения (см. приложение 2).

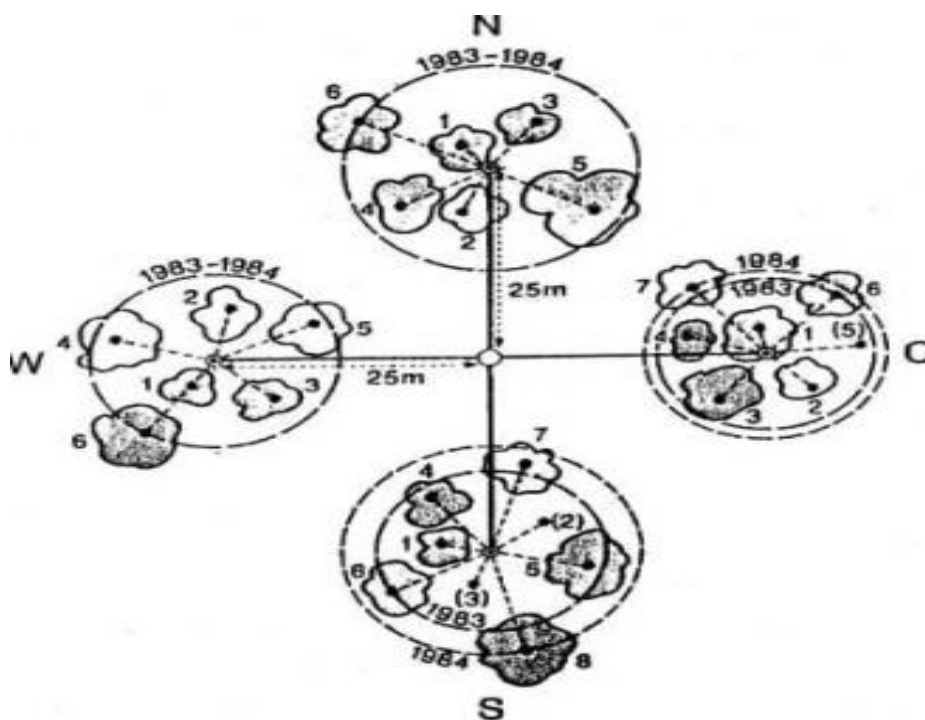


Рис. 3.4. Схема распределения точек исследования жизненного состояния деревьев [8]

ЖСД определяется на основе шкалы В. А. Алексеева, в соответствии с которой древостои с индексом состояния 5 относятся к категории «здоровых», 6–7 – «здоровых с признаками ослабления», 7–10 – «ослабленных», 10–13 – «поврежденных», 13–15 – «сильно поврежденных», более 15 – «разрушенных» [14].

Глава 4. Результаты исследования и их обсуждение

4.1. Анализ выбросов загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории

Урочище «Сосновка» территориально расположена в зоне повышенного антропогенного воздействия. На рисунке 4.1. показана схема расположения основных промышленных предприятий относительно границы урочища.



Рис. 4.1. Карта-схема расположения промышленных предприятий относительно границы лесопарка «Сосновка» [16]

В соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» промышленные предприятия, соседствующие с ООПТ, имеют различную категорию опасности [43]. В Таблице 4.1 приведена санитарная классификация предприятий, расположенных в непосредственной близости к границе урочища «Сосновка».

Таблица 4.1

Санитарная классификация предприятий, расположенных в
непосредственной близости к границе урочища «Сосновка»

Промышленное предприятие	Класс опасности	Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ)
1. Производственный цех консервного завода	III	300 метров
2. Производственная перерабатывающая компания «Гофротара»	V	50 метров
3. Завод ЖБК 1	III	300 метров
4. Белгородский витаминный комбинат	II	500 метров
5. Белгородский завод металлоконструкций	III	300 метров
6. ООО «Белэнергомаш – БЗЭМ»	III	300 метров

Проанализировав данные, представленные в таблице и снимки со спутника, мы пришли к выводу, что исследуемая территория не попадает в пределы санитарно-защитных зон промышленных предприятий. Между тем ежегодно неуклонно растет автотранспортная нагрузка на территорию.

Территорию урочища пересекают автомобильные дороги различного класса. Главную автомобильную магистраль, проходящую по территории лесопарковой зоны можно отнести ко II классу автомобильных дорог с автопотоком равным 6000 единиц автотехники в сутки. Помимо её к поселковому пляжу ведет дорога, относящаяся к V классу, где автопоток не превышает 200 автомобилей в сутки [4].

Исходя из территориального расположения автодороги II класса, для исследования антропогенного воздействия на фитоценоз урочища «Сосновка», мы проводили измерения концентрации выхлопных газов от автомобилей в 105 квартале, в 10 точках, расположенных через интервал 10 метров (рис.4.2).

Измерение уровня эмиссионного загрязнения атмосферного воздуха в районе урочища «Сосновка» вдоль ул. Волчанская проводилось с 10.09.2018 по 20.09.2018 года, ежедневно в течение дня в часы пик.

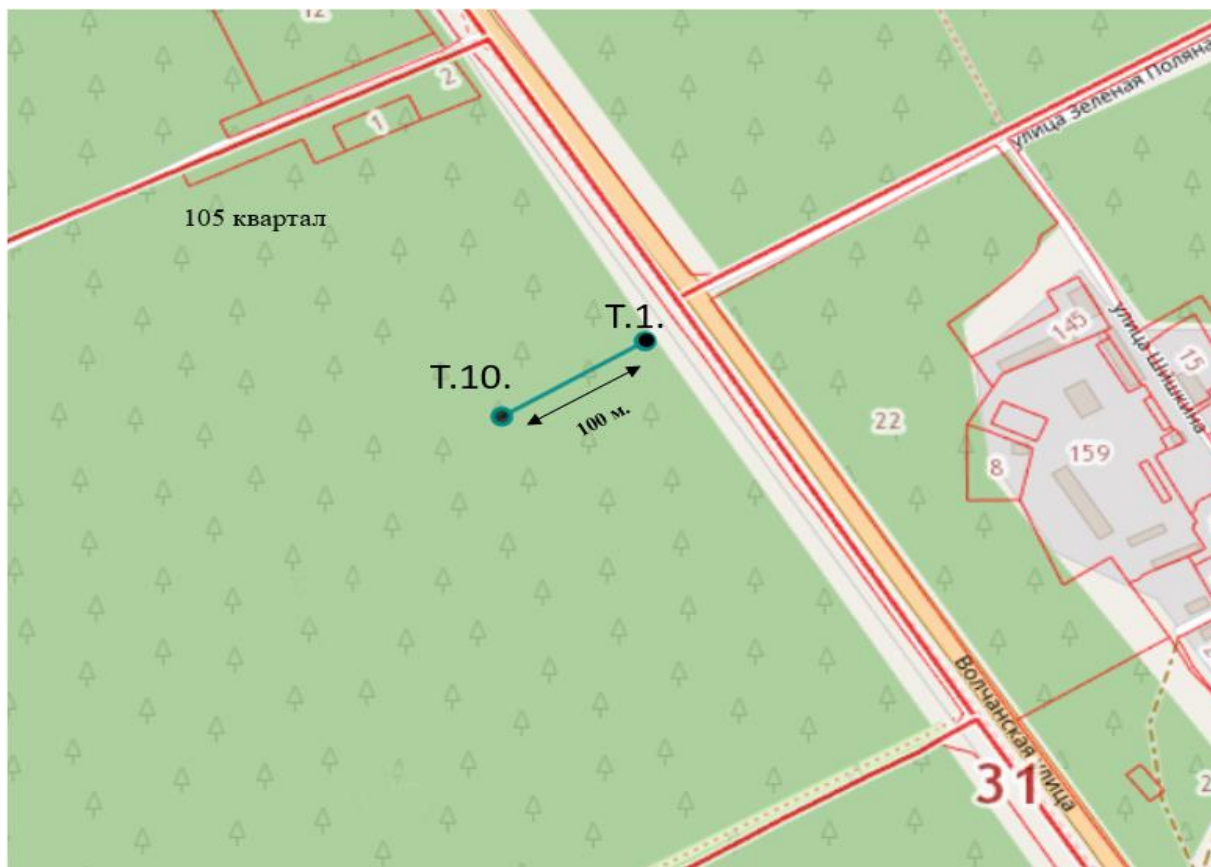


Рис. 4.2. Точки измерения уровня эмиссионного загрязнения от автотранспорта в 105 квартале урочища «Сосновка»

Пробы атмосферного воздуха брались при помощи универсального газоанализатора – «ГАНК – 4» (рис.4.3)

Работа газоанализатора осуществляется в автоматическом режиме. встроенный насос засасывает анализируемый воздух через входной штуцер газоанализатора и пропускает его через датчик. При измерении с помощью электрохимического датчика измеряется величина тока, пропорциональная концентрации определяемого вещества [9].

При помощи него мы исследовали концентрацию следующих токсичных компонентов, входящих в состав отработавших газов двигателей автомобилей: окись углерода CO , углеводороды C_nH_m , окислы азота NO_x .

В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1338-03 для выше указанных веществ определены максимально разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) (Табл. 4.2)



Рис.4.3. Фото универсального газоанализатора «ГАНК – 4» [9]

Таблица 4.2

Максимально разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ [26]

Загрязняющее вещество	Класс опасности	Максимально разовая предельно допустимая концентрация, мг/м ³	Среднесуточная предельно допустимая концентрация, мг/м ³
Окись углерода CO	4	5	3
Углеводороды C _n H _m	3	1	1,5
Окислы азота NO _x .	2	0,4	0,04

В приложении 3 представлен дневник полевых измерений эмиссионного загрязнения атмосферного воздуха в пределах 105 квартала урочища «Сосновка». Значение максимально разовой концентрации загрязняющих веществ в исследуемых точках представлено в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Среднее значение максимально разовой концентрации загрязняющих веществ в исследуемых точках

Дата	Точка измерения	Среднее значение максимально разовой концентрация, мг/м ³		
		CO	C _n H _m	NO _x
10.09.	1	10	2,5	0,9
11.09	2	7	2,1	0,7

12.09	3	5,5	1,5	0,4
13.09	4	5,3	1,3	0,4
14.09	5	4,9	0,9	0,4
15.09	6	4,6	0,9	0,3
16.09	7	4,6	0,8	0,3
17.09	8	4,5	0,8	0,3
18.09	9	4,4	0,7	0,3
19.09	10	4,4	0,7	0,3

Из таблицы видно, что при схожих климатических показателях, концентрация загрязняющих веществ различна в зависимости от удаления от дороги.

На рисунке 4.4 показана предельно допустимая и максимально разовая концентрация загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории.

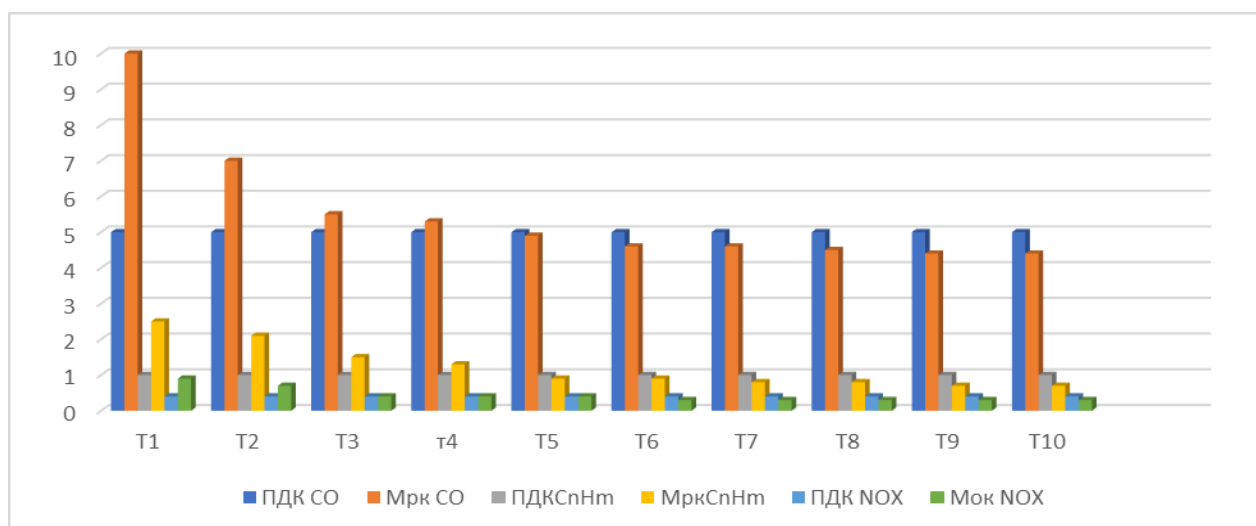


Рис. 4.4. Предельно допустимая и максимально разовая концентрация загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории ($\text{мг}/\text{м}^3$)

Исходя из рисунка видно, что в точках 1, 2, 3, 4 (40 метров от дороги в глубь лесопарка) максимально разовая концентрация исследуемых веществ значительно превышена. В точке 1 максимально разовая концентрация всех веществ превышена в 2 раза. Уровень превышения максимально разовой концентрации снижается в зависимости от удаления от дороги и начиная с точек 5 не превышает предельно допустимых показателей.

Для оценки среднесуточной концентрации загрязняющих веществ в

атмосферном воздухе от передвижных источников мы воспользовались методикой, изложенной в приказе министерства природных ресурсов и экологии российской федерации № 6 от 06.06.2017 года «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» [27].

Расчёт был произведён по формуле 4.1:

$$C_{\text{сут}} = \sum M_p \div i_n \quad (4.1)$$

где $\sum M_p$ – сумма среднего значения максимально разовой концентрации i -го вещества; i_n – количество измерений.

Значение среднесуточной концентрации загрязняющих веществ в исследуемых точках представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4.

Значение среднесуточной концентрации загрязняющих веществ в исследуемых точках

Дата	Точка измерения	Средние значение максимально разовой концентрация, мг/м ³		
		СО	СnHm	NO _x
1	2	3	4	5
10.09.	1	7,4	1,8	0,4
11.09	2	6,5	2,0	0,6
12.09	3	4,9	1,3	0,3
13.09	4	4,7	1,2	0,5
14.09	5	4,7	0,8	0,3
15.09	6	4,4	0,8	0,2
16.09	7	4,4	0,6	0,2
17.09	8	4,2	0,5	0,2
18.09	9	4,2	0,5	0,1
19.09	10	4,2	0,5	0,1

На рисунке 4.5 показана предельно допустимая и среднесуточная концентрация загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории.

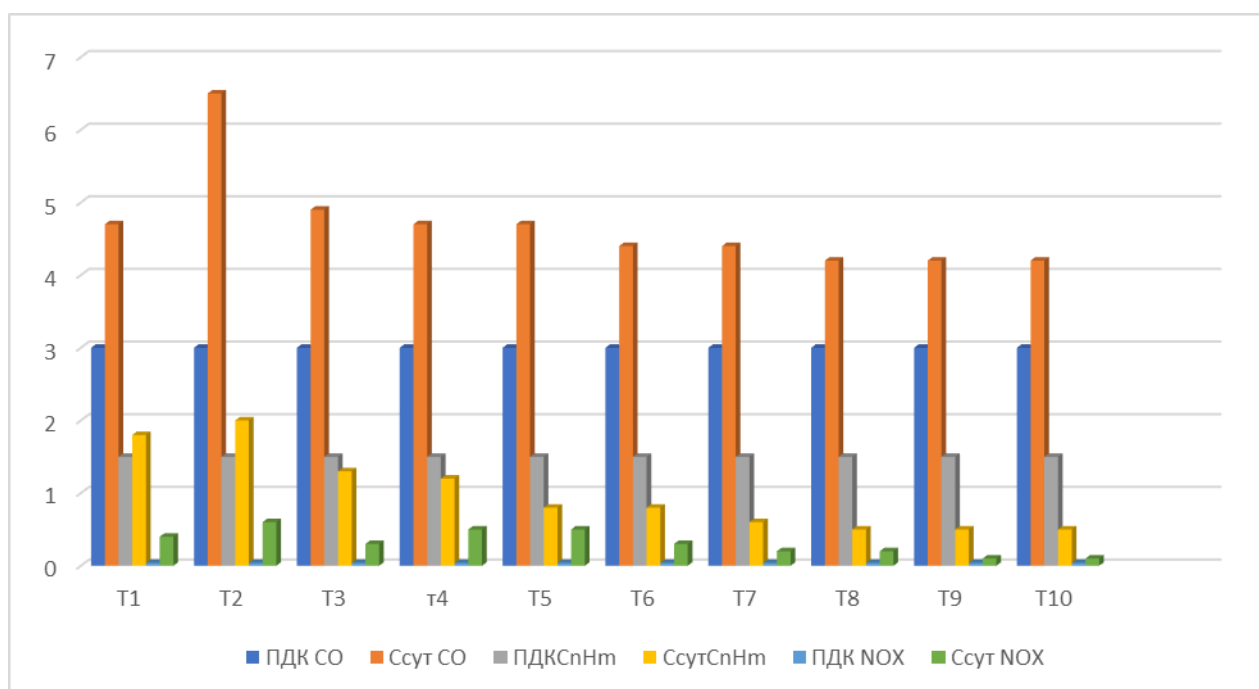


Рис. 4.5. Предельно допустимая и среднесуточная концентрация загрязняющих веществ в пределах исследуемой территории ($\text{мг}/\text{м}^3$)

Исходя из рисунка, можно сделать вывод, что во всех исследуемых точках среднесуточная концентрация CO превышает уровень предельно допустимой концентрации. Особенно ощутимо это для фитоценоза, расположенного в непосредственной близости к дороге. Среднесуточная концентрация NO_x также значительно превышена во всех точках исследования. Среднесуточная концентрация CnHm превышена в первых 2 точках, что составляет 20 метров от края лесопарковой зоны.

Для сравнения, мы так же брали пробы воздуха в 110 и 122 квартале, максимально удалённых от автомобильной дороги. В пределах выше указанных территорий превышения исследуемых веществ не наблюдалось.

Исходя из вышеизложенного текста, можно сделать вывод, что воздействие автомобильного транспорта на загрязнение атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории очень существенное. Превышение максимально разовых концентраций CO, NO_x , CnHm, наблюдается на протяжении первых 40 метров от края границы ООПТ. Превышение среднесуточной концентраций CO, NO_x , наблюдается на

протяжении 100 метров от края границы ООПТ. Среднесуточная концентрация $C_{пНм}$ превышена в первых 2 точках, что составляет 20 метров от края лесопарковой зоны.

4.2. Анализ рекреационной нагрузки на территорию урочища «Сосновка»

Для измерения уровня рекреационной нагрузки мы воспользовались методикой, изложенной в стандарте отрасли ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы» (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. N 114) [42]

Основным показателем измерения рекреационной нагрузки является уровень рекреационной дигрессии территории.

Теория рекреационной дигрессии была создана Н. Казанской и В. Ланиной, развита в работах Г. Поляковой, Э. Репшаса и других специалистов [6].

Интенсивность характеризует посещаемость леса, коэффициент экологического воздействия – агрессивность посетителей. Произведение этих величин дает рекреационное давление (нагрузку), которой противопоставляется устойчивость леса. Устойчивость леса – это способность лесных фитоценозов сохранять структуру, продуктивность и функциональные качества в условиях неблагоприятных (разрушающих или нарушающих) внешних воздействий, в результате которых лес претерпевает некоторые изменения – происходит его дигрессия [13].

Методика определения стадий рекреационной дигрессии связана с изучением процесса изменения фитоценоза и основана на определении «порога» устойчивости природного комплекса [22].

В таблице 4.5 описаны признаки дигрессии леса в зависимости от стадии.

Таблица 4.5

Классификация стадий рекреационной дигрессии фитоценозов [37]

Стадия рекреационной дигрессии	Признаки дигрессии
1	Характеризуется ненарушенной, упругой под ногами подстилкой, полным набором видов травянистых растений, свойственных данному типу леса
2	Намечаются тропинки, которые занимают 2–15% площади. Начинается вытаптывание подстилки и проникновение опушечных видов под полог леса.
3	Значительно снижается мощность подстилки. Начинается изреживание древостоя (до 10%), повреждение подроста и подлеска достигает 50–95%.
4	Лес приобретает своеобразную структуру – чередование куртин ненадежного подроста и подлеска среди полей и тропинок. На полянах полностью разрушена подстилка, разрастаются луговые травы, происходит задернение почвы.
5	Значительная часть площади лишена растительности, сохранились только пятна сорняков и однолетников. Подрост и подлесок занимают менее 5%.

В соответствии с постановлением правительства Белгородской области № 135 от 02 февраля 2008 года территории урочища Сосновка был присвоен статус зоны рекреационного назначения регионального значения [16]. Начиная с 2014 года в 100 квартале лесопарка (см. рис. 2.1) началось строительство зоопарка, а в 2016 году – строительство динопарка [2]. В связи с этим данный участок стал объектом исследования уровня дигрессии лесорастительных условий.

В своем исследовании мы провели анализ изменения фитоценоза территории, сохранившей естественные лесорастительные условия и территории, подвергшейся антропогенным изменениям.

Для этого территорию 100-го квартала урочища «Сосновка» мы разбили на участки (Рис. 4.6).



Рис. 4.6. Карата-схема расположения площадных участков для исследования рекреационной дигрессии на территории 100-го квартала урочища «Сосновка»

В таблице 4.6 представлена емкость территории 100-го квартала урочища Сосновка по категориям земель.

Таблица 4.6

Емкость территории 100-го квартала урочища Сосновка по категориям земель

Номер участка исследования	Категория земель	Категория земель рекреационной зоны	Площадь
1	2	3	4
1.	Зона рекреации «Белгородский зоопарк»	Загоны, постройки для зимовки животных, заведения общественного питания, административный корпус, кассы.	6 га.
		Водоёмы	4 га.
		Сеть туристических дорожек и тропинок	6 га.

		Естественные лесные насаждения	9 га.
2.	Зона рекреации «Белгородский Динопарк»	Естественные лесные насаждения	7 га
		Автомобильная парковка	2 га
		Болото	0,5 га
		Сеть тропинок	4,5 га.
		Постройки	2 га.
		Естественные лесные насаждения	8 га.
3.	Естественные лесные насаждения	Естественные лесные насаждения	8 га.
4.	Естественные лесные насаждения	Естественные лесные насаждения	11 га.
		Постройки	1 га.
		Дорога	1 га.

Первым этапом исследования рекреационной нагрузки на фитоценоз стало сравнение картографических данных исследуемой территории до строительства и после открытия в 2016 году Белгородского зоопарка и в 2017 году динопарка.

На рисунке 4.7 видно, как преобразился участок №1 и №2 на территории 100-го квартала урочища «Сосновка»

Общая площадь зоопарка равняется 25 га, динопарка 15 га, что составляет 50 % от общей площади квартала. Визуальный анализ спутниковых снимков исследуемой территории в разные периоды показал, что значительным изменением подверглась ООПТ после принятия статуса зона особой рекреации. В центре квартала появился искусственный водоем площадью 4 га. Загоны, постройки для зимовки животных, заведения общественного питания, административный корпус, кассы. Общая площадь построек составляет 8 га. Помимо этого на территории 100 квартала появилась сеть туристических дорожек и тропинок общей площадью 8 га. Под естественными лесными насаждениями занято 16 га [16].

Более 50 % от общей территории зоопарка и Динопарка является антропогенно-преобразованными территориями. При этом в ходе строительства средневозрастные деревья не были подвержены вырубке. Главной задачей строителей было сохранение естественных лесорастительных условий, поэтому всего 2 % деревьев было вырублено [2].



А

Б

Рис.4.7. Карта-схема 100-го квартала урочища «Сосновка» [2]

(примечание: А – карта-схема 100-го квартала урочища «Сосновка» по состоянию на 10.08.2014 года, Б – по состоянию на 16.08.2017 года)

Исследуемая территория подвержена рекреационной нагрузке, связанной с высоким уровнем посещаемости зоопарка и динопарка (рис.4.8).

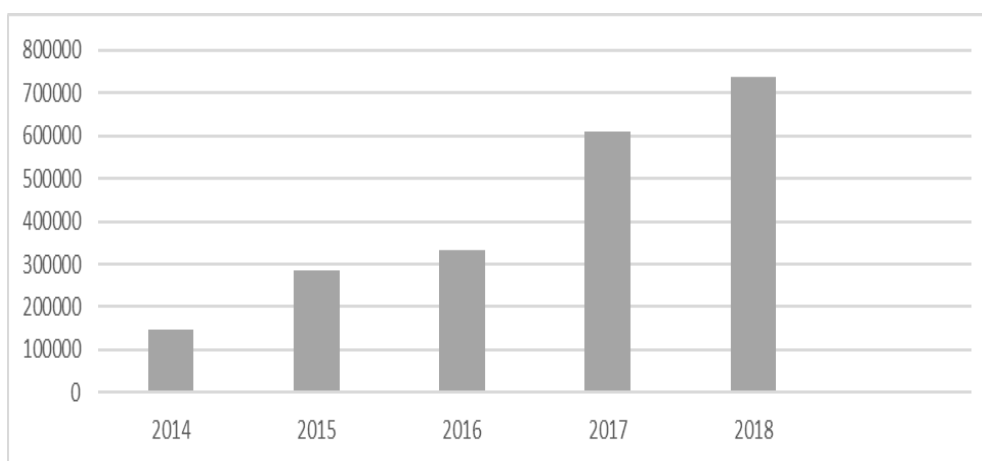


Рис. 4.8. Посещаемость Белгородского зоопарка и динопарка в период с 2014 по 2018 год [2]

Средний показатель ежедневного посещения равняется 2500 тыс. посетителей в сутки. Плотность посещения равняется 0,01 чел/м. кв.

В таблице 4.7 представлена интенсивность посещения 100-го квартала лесопарка «Сосновка» в зависимости от участка исследования.

Таблица 4.7

Интенсивность посещения 100-го квартала лесопарка «Сосновка» по участкам исследования

№ кв./ выд.	Интенсивность посещения
100/1	500-800 чел. час/га.
100/2	200-500 чел. час/га.
100/3	20-200 чел. час/га.
100/4	0-20 чел. час/га.

В выбранных участках в соответствии с ОСТ 56-69-83 мы произвели закладку пробных площадей в типичных по таксационной характеристике и видам лесной рекреации таксационных выделах для каждой площади были заведены карточки таксационной характеристики, которые дополняются сведениями о виде лесной рекреации и номере стадии рекреационной дигрессии [42]. Результаты обработки представлены в форме протокола (приложение).

В таблице 4.8 представлены сводные данные распределения площадей по стадиям рекреационной дигрессии.

Таблица 4.8

Сводные данные распределения площадей по стадиям рекреационной дигрессии

№ кв./ выд.	Площадь выдела, га	Стадия рек-й дигрессии	Характерные признаки антропогенного преобразования территории
100/1	25	IV	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка равняется 0,01 чел/га. За время работы зоопарка, лесорастительные условия были существенно преобразованы. Здоровых деревьев осталось менее 50%. Деградацией охвачен весь древостой, процесс лесовозобновления приостановлен. Снижен бонитет, уменьшилась сомкнутость полога. Наблюдается сильное

			уплотнение почвы. В живом напочвенном покрове преобладают злаки, лесные и луговые синантропы, это свидетельствует о чрезмерных нагрузках.
100/2	14	III	Ухудшилось санитарное состояние древостоя. Древостой стал среднеполнотным, началось усыхание деревьев с вершин. Типичная лесная растительность сохранилась на площади не менее 50%. Живой напочвенный покров вытоптан на 10-30% площади частично. Лесные и луговые синантропы, такие как одуванчик обыкновенный, подорожник большой, клевер ползучий и кипрей узколистный начинают разрастаться.
100/3	8	II	Деградация лесной среды незначительная. Вблизи мест вытаптывания появились признаки изреживания крон, но в целом деревья здоровые. Наблюдается появление в живом напочвенном покрове лесолуговых видов, таких как вейник лесной, герань лесная, подмаренник северный. Тропиночная сеть мало выражена.
100/4	13	I	Наблюдается целостность естественного фитоценоза. Древостой здоровый. Живой напочвенный покров состоит из типичных лесных видов растений. Сорных и луговых видов нет. Тропиночная сеть не выражена.

Таким образом, интенсивность рекреационного воздействия на насаждения 100-го квартала лесопрака «Сосновка» варьирует в значительных пределах и зависит от удаленности участка от рекреационной зоны «Белгородский зоопарк и Динопарк». Так на участке № 1 (территория зоопарка) уровень рекреационной дигрессии равен IV стадии, а на удалённом от дорог, тройничной сети и построек участке № 4 уровень рекреационной дигрессии равен I стадии. На участке № 1 за четыре годы работы зоопарка, лесорастительные условия были существенно преобразованы. Здоровых деревьев осталось менее 50%. Деградацией охвачен весь древостой, процесс лесовозобновления приостановлен. Снижен бонитет, уменьшилась сомкнутость полога. Наблюдается сильное уплотнение почвы. В живом напочвенном покрове преобладают злаки, лесные и луговые синантропы (подорожник ланцетолистный, тмин обыкновенный, осот огородный, горец птичий), это свидетельствует о чрезмерных нагрузках.

4.3. Оценка состояния сосны обыкновенной, произрастающей в зоне антропогенного загрязнения, урочища Сосновка

Проанализировав факторы антропогенного воздействия на территорию урочища «Сосновка» и рассчитав уровень загрязнения атмосферного воздуха и рекреационную нагрузку, мы пришли к выводу, что максимальное антропогенное воздействие испытывает район урочища, который пересекает автотрасса. В пределах его расположены следующие кварталы: 100, 105, 108, 111, 133 (см. рис. 1.1). В общей сложности, учитывая схожие природные и антропогенные условия, загрязнению территории выхлопами автомобилей подвержено свыше 200 га.

На данной территории произрастают различные виды древесных и кустарниковых растений. Доминирует в фитоценозе сосна обыкновенная различного возраста.

Для определения зависимости состояния сосны обыкновенной от уровня загрязнения атмосферного воздуха мы определяли продолжительность жизни хвои, а также качественные показатели ее состояния в пределах 100-го квартала исследуемой территории.

В ходе исследования было выявлено, что во всех точках исследования, в пределах 100-го квартала хвоя повреждена, наибольшая степень повреждения хвои (третья) выделана в первых 4 точках (Приложение 5).

На рисунке 4.9 показано распределение классов повреждения хвои сосны обыкновенной в зависимости от точки исследования.

Следующим этапом исследования стало выявления продолжительности жизни хвои сосны обыкновенной. С целью определения продолжительности жизни хвои вдоль точек исследования уровня атмосферного загрязнения выхлопами от автотранспорта (см. рис. 4.2) мы осмотрели по 10 деревьев. Для удобства проведения исследования методом визуального осмотра выбирали среднерослые деревья (в возрасте 15–20 лет, затем спилили ветви в средней части кроны сосны обыкновенной до 5-летнего возраста хвои.

Посчитали по возрастным мутовкам процентное соотношение хвоинок всех возвратов, по доминирующему проценту определили средний индекс продолжительности жизни хвои (см. приложение 5; таблица 2).

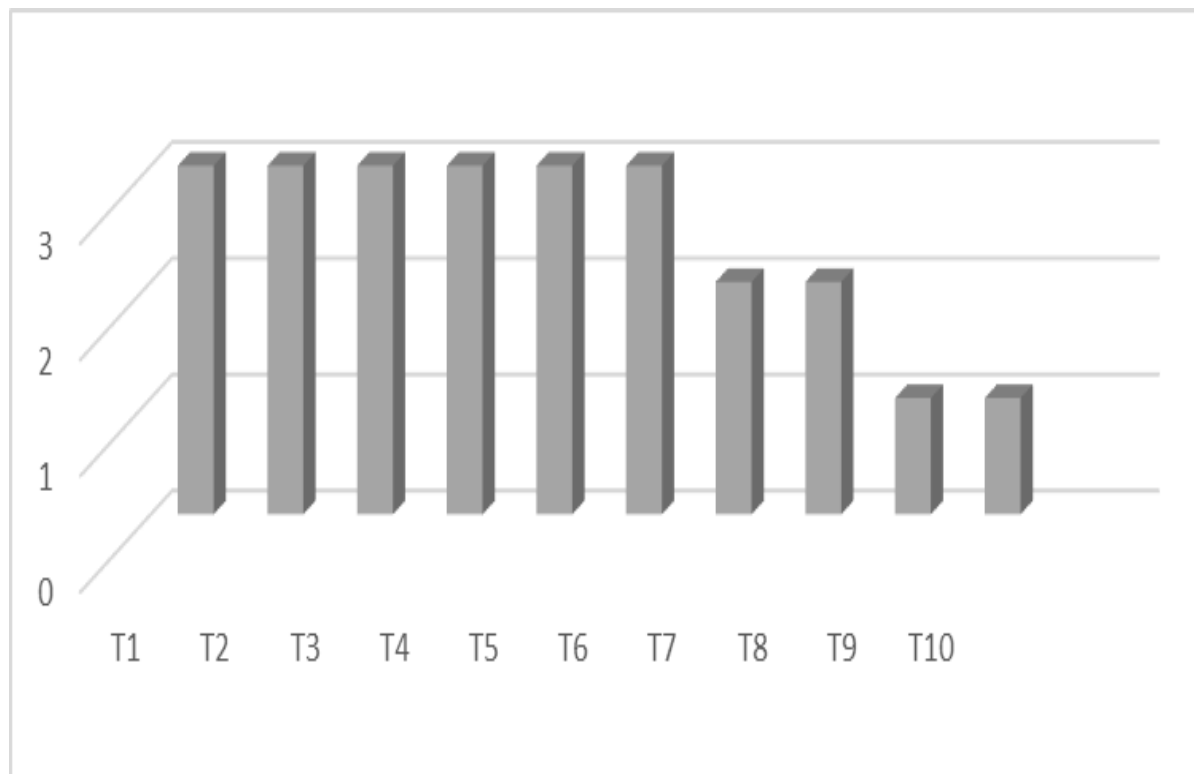


Рис. 4.9 Распределение классов повреждения хвои сосны обыкновенной в зависимости от точки исследования

По итогам исследования была выявлена закономерность, при увеличении расстояния от дороги возраст хвои сосны обыкновенной увеличивается (рис. 4.10).

Полученные качественные и количественные данные позволили выявить обратно-пропорциональную зависимость качества атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории от состояния хвои сосны обыкновенной (Табл. 4.9).

Для подтверждения гипотезы о том, что подобный уровень загрязнения распространён на все участки территории, расположенные вдоль дороги, мы в 111 квартале провели исследование жизненного состояния деревьев.

Дневник исследования жизненного состояния деревьев в приложении 6.

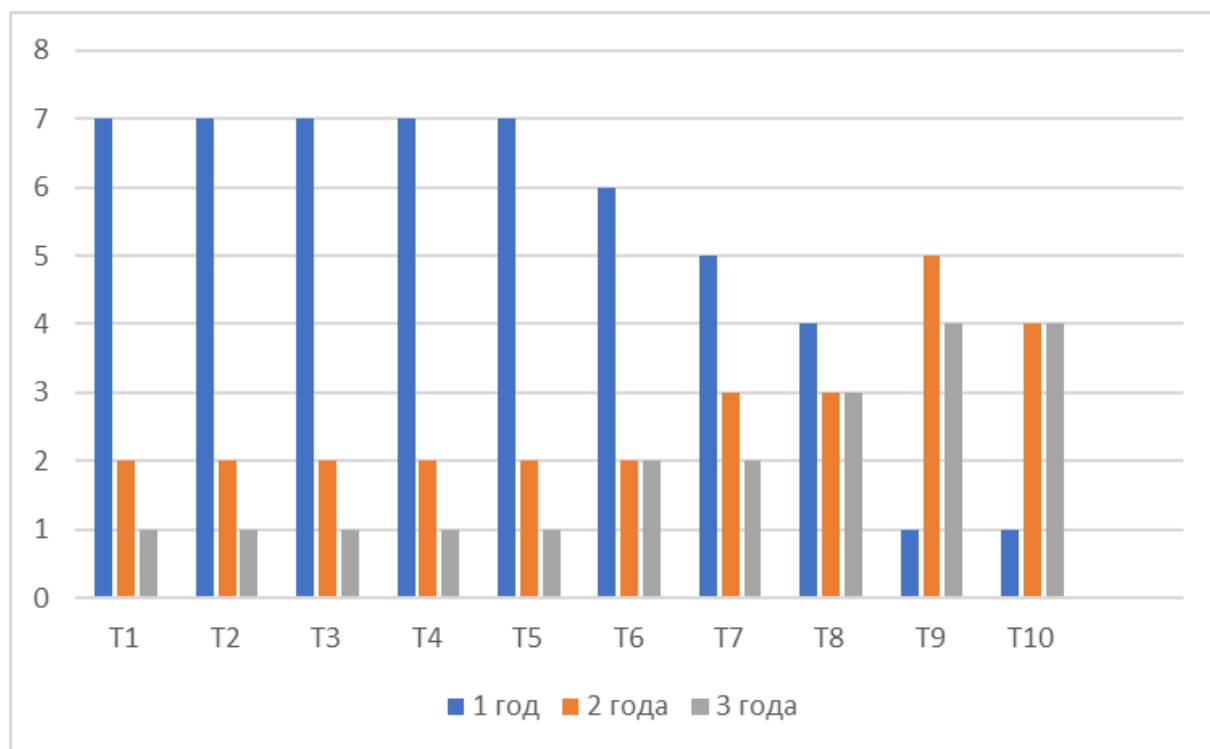


Рис. 4.10 Распределение индекса продолжительности жизни хвои в зависимости от точки исследования (% деревьев с данным возвратом хвои)

Таблица 4.9.

Зависимость качества атмосферного воздуха от состояния сосны обыкновенной в пределах исследуемой территории

Точка исследования	Класс повреждения хвои	Средний возврат хвои	Уровень превышения ПДК загрязняющих веществ			Класс загрязнения воздуха
			СО	СnHm	NO	
Точка 1	3	1 год	в 2 раза	в 1,5 раза	в 3 раза	V - воздух грязный
Точка 2	3	1 год	в 2 раза	в 1,5 раза	в 3 раза	V - воздух грязный
Точка 3	3	1 год	в 2 раза	в 1,5 раза	в 3 раза	V - воздух грязный
Точка 4	3	1 год	в 2 раза	в 1,5 раза	в 3 раза	V - воздух грязный
Точка 5	3	1 год	в 2 раза	в 1,5 раза	в 3 раза	V - воздух грязный
Точка 6	3	2 года	в 1,5 раза	в 1,5 раза	в 2 раза	IV-загрязненный
Точка 7	2	2 года	1,2 раза	незначительно	незначительно	III - относительно

						чистый
Точка 8	2	2 года	1,2 раза	незначительно	незначительно	III - относительно чистый
Точка 9	1	3 года	Порог. значение	Порог. значение	Порог. значение	II-чистый
Точка 10	1	3 года	Не превышено	Не превышено	Не превышено	II-чистый

В ходе исследования было установлено, что древостой, расположенный в 10 метрах от дороги, имеет индекс жизненного состояния 15, что обозначает сильное повреждение. Удаляясь от дороги данный индекс начинает резко снижаться, начиная от отметки в 60 метров. Таким образом мы подтверждаем гипотезу о том, что в пределах всех кварталов, расположенных вдоль дороги, уровень загрязнения атмосферного воздуха и состояние сосны обыкновенной будет одинаковым.

На основании полученных данных была составлена таблица зависимости индекса жизненного состояния деревьев от класса загрязнения атмосферного воздуха (Таблица 4.10).

Таблица 4.10

Зависимость индекса жизненного состояния деревьев от класса загрязнения атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории

Расстояние от источника загрязнения	Индекс жизненного состояния деревьев	Класс загрязнения атмосферного воздуха
10-50 метров	14 (сильно поврежденные)	V (грязный)
60 метров	12 (поврежденные)	IV (загрязнённый)
70-80 метров	8 (ослабленные)	III (относительно чистый)
90-100 метров	6 (здоровые с признаками ослабления)	II (чистый)

По итогу исследования мы смоделировали картографическое изображение экологических условий в пределах урочища «Сосновка» по фактору загрязнения атмосферного воздуха и состояния сосны обыкновенной (приложение).

Таким образом, максимальное антропогенное воздействие испытывает район урочища, который пересекает автотрасса. В пределах его расположены следующие кварталы: 100, 105, 108, 111, 133. В общей сложности, учитывая схожие природные и антропогенные условия, загрязнению территории выхлопами автомобилей подвержено свыше 200 га. Во всех точках исследования, в пределах 100-го квартала хвоя повреждена, наибольшая степень повреждения хвои (третья) выделана в первых 4 точках. При увеличении расстояния от дороги возраст хвои сосны обыкновенной увеличивается. Полученные качественные и количественные данные позволили выявить обратно-пропорциональную зависимость качества атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории от состояния хвои сосны обыкновенной. Так, на расстоянии в 50 метров от дороги воздух грязный, класс повреждения хвои 3 (Хвоя сильно повреждена, большей частью сухая, возраст хвоинок 1 год). На расстоянии в 60 метров воздух загрязненный, класс повреждения хвои 3 (Хвоя с большим числом черных и желтых пятен, возраст хвоинок 2 года). На расстоянии в 80 метров от дороги воздух относительно чистый, класс повреждения хвои 2 (хвоя с небольшим числом мелких пятен. На расстоянии в 100 метров от дороги воздух чистый класс повреждения хвои 1 (хвоя без пятен, не большой процент пожелтения). Анализ жизненного состояния деревьев в пределах 111 квартала так же показал обратно-пропорциональную зависимость состояния сосны обыкновенной от качества атмосферного воздуха. Так, на расстоянии 10-50 метров индекс ЖСД равен 14 (деревья сильно повреждены) класс загрязнения воздуха V (воздух грязный). На расстоянии 60 метров от дороги индекс ЖСД равен 12 (деревья повреждены) класс загрязнения воздуха IV (воздух загрязненный). На расстоянии 70–80 метров от дороги индекс ЖСД равен 8 (деревья ослаблены) класс загрязнения воздуха III (воздух относительно чистый). На расстоянии 90–100 метров от дороги индекс ЖСД равен 6 (деревья здоровые с признаками ослабления) класс загрязнения воздуха II (воздух чистый).

4.4. Мероприятия по лесовосстановлению в условиях возросшей антропогенной нагрузки на ООПТ

Возобновление леса может осуществляться естественным, искусственным и комбинированным методами. Естественное возобновление – процесс не стихийный. В любом случае, он управляется активными (различными мерами содействия естественному возобновлению, что будет рассмотрено несколько ниже) и пассивными мерами (применением определенных способов рубок, их параметров, соответствующих технологий лесоразработок и т.п.). Искусственное возобновление леса – формирование нового поколения леса путем создания лесных культур посадкой или посевом на площадях, ранее занятых лесом [11]. Поскольку при искусственном возобновлении культивируется целенаправленно ценная древесная порода, то этот процесс следует рассматривать в любом случае как лесовосстановление. Если лесные культуры создаются на землях, не бывших ранее под лесом, то это мероприятие называется лесоразведением. Однако в Лесном кодексе (2007) лесоразведение, как хозяйственное мероприятие, предусматривает более широкое применение лесных культур: «для предотвращения водной, ветровой и иной эрозии почв, создания защитных лесов и иных целей, связанных с повышением потенциала лесов». Комбинированный метод сочетает в себе оба предыдущих основных метода.

Известно, что в лесном биогеоценозе все лесорастительные процессы взаимосвязаны, и нарушение или уничтожение одного из компонентов биогеоценоза изменяет исходную структуру и влечет за собой изменения других компонентов [33].

Предотвращение смены хвойных пород лиственными возможно разными путями и в том числе созданием лесных культур, сохранением подроста, проведением необходимых мер содействия естественному лесовозобновлению.

Содействие естественному возобновлению предусматривает создание

на не покрытых лесом землях и под пологом древостоев условий, благоприятных для появления и сохранения нового поколения леса ценных лесообразующих пород [41].

В данном случае необходимо снизить уровень антропогенной нагрузки на территорию.

Главным источником загрязнения урочища Сосновка является автодорога, пересекающая практически по центру данную территорию. Для снижения выбросов загрязняющих веществ, максимального количество которых наблюдается в часы пик необходимо провести организационно-планировочные мероприятия по разгрузке автомобильной дороге в это время путем объезда по улицам, расположенным на большем удалении от территории лесопарка параллельно ему.

В отношении рекреационной нагрузки на территорию необходимо так же провести организационно-планировочные мероприятия направленные на увеличение количества экологических троп, и режимные мероприятия, направленные на соблюдения экологического законодательства в отношении территории имеющих статус «Особо охраняемые».

Выводы

1. Максимальное антропогенное воздействие испытывает район урочища «Сосновка», пересекаемый автотрассой. В его пределах расположены следующие кварталы: 100, 105, 108, 111, 133. В общей сложности, учитывая схожие природные и антропогенные условия, загрязнению территории выхлопами автомобилей подвержено свыше 200 га.

2. Максимальная рекреационная нагрузка наблюдается в пределах 100-го квартала, интенсивность которой варьирует в значительных пределах и зависит от удаленности участка от рекреационной зоны «Белгородский зоопарк и Динопарк». На участке № 1 (территория зоопарка) уровень рекреационной дигрессии достигает IV стадии, а на удалённом от дорог и построек участке № 4 уровень рекреационной дигрессии равен I стадии.

3. Во всех точках исследования, в пределах 100-го квартала хвоя повреждена, наибольшая степень повреждения хвои (третья) выделена в первых 4 точках. При увеличении расстояния от дороги возраст хвои сосны обыкновенной увеличивается.

4. Полученные качественные и количественные данные позволили выявить обратно-пропорциональную зависимость качества атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории от состояния хвои сосны обыкновенной. На расстоянии в 50 и 60 метров от дороги воздух загрязнённый, класс повреждения хвои 3, на расстоянии в 80 метров – воздух относительно чистый, класс повреждения хвои 2, на расстоянии в 100 метров – воздух чистый, класс повреждения хвои 1.

5. Анализ жизненного состояния деревьев показал обратно-пропорциональную зависимость состояния сосны обыкновенной от качества атмосферного воздуха (на расстоянии 10–50 м индекс ЖСД равен 14, класс загрязнения воздуха V; 60 м – индекс ЖСД 12, класс загрязнения воздуха IV; 70–80 м – индекс ЖСД 8, класс загрязнения воздуха III; 90–100 м – индекс ЖСД равен 6, класс загрязнения воздуха II).

Список используемых источников

1. Алексеев В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 2014. 197 с.
2. Архивные данные с сайта: belzooпарк.ru
3. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus Sylvestris L.*). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 369 с.
4. Бондаренко Е. В. Комплексная оценка источников выбросов в атмосферный воздух: Методические указания к практическим занятиям. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2018. 34 с.
5. Брей С. Азотный обмен в растениях. М.: Агропромиздат, 2015. 200 с.
6. Бузмаков С. А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения»// Географический вестник. Экология и природопользование. 2015. № 2 (17). С. 49–59.
7. Буйволов Ю. А., Кравченко Ю. А., Буйволов М. В., Боголюбов А.С. Методика оценки жизненного состояния леса по сосне. М.: Экосистема, 2014. 30 с.
8. Видина А. А. Практические занятия по ландшафтоведению. М.: Экзамен, 2017. 33 с.
9. Газоанализатор универсальный «ГАНК – 4»: руководство по эксплуатации РЭ 413322002. М.: 2009.
10. Дегтярь А. В., Григорьева О. И., Татаринцев Р. Ю. Экология Белогорья в цифрах: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 122 с.
11. Желдак В. И. О совершенствовании правил ухода за лесами // Лесохозяйств. информ. 2015. № 1. С. 22–32.
12. Закамский В. А., Конюхова Т. А., Сахбиева Л. А. Основные этапы лесоводственно-рекреационной оценки лесной территории на

- экологических маршрутах Марийского Заволжья // Лесной вестник. 2014. № 1. С. 48–52.
13. Закамский В. А., Мусин Х. Г. Оценка лесных территорий для массового отдыха по стадиям рекреационной дигрессии // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 2. С. 20–29.
14. Заморский А. Д. Жизненные циклы растений. М.: Константа, 2017. 211 с.
15. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 2016. 151 с.
16. Кадастровый отчет по ООПТ территория рекреационного назначения регионального значения «Урочище Сосновка». Составлен ИАС «ООПТ России» (oopt.aari.ru) 12.02.2019.
17. Ковалевский А. Л. Основные закономерности формирования химического состава растений. / Биогеохимия растений. Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 2014. С. 6–28.
18. Ковылина О. П., Зарубина И. А., Ковылин А. Н. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения / Хвойные бореальной зоны, 2018. №3. С. 284–289.
19. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. Присный А. В. Белгород: Бел. обл. типография, 2004. 532 с.
20. Красная книга почв Белгородской области / Соловиченко В. Д., Лукин С. В., Лисецкий Ф. Н., Голеусов П. В. Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. 139 с.
21. Лисецкий Ф. Н. Почвообразовательный потенциал лесных насаждений при облесении песков в условиях лесостепи и степи. / Лесной журнал, 2008. № 4. С. 10–14.
22. Мозолевская Е. Г. Практикум по лесной энтомологии. Учебное пособие для вузов. М.: изд. АСА-ДЕМА, 2016. 260 с.

23. Михайлова Т. А., Бережная Н. С. Динамика состояния сосновых лесов при изменениях эмиссионной нагрузки. Сиб. экол. журн, 2018. IX.- 1. С. 113-120.
24. Мэнниг У. Д., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. М.: Наука, 2014. 156 с.
25. «О Методических рекомендациях по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке»: постановление Правительства Москвы от 30 сентября 2003 г. N 822-ПП // Собр. Законодательства Москвы, 2003. № 46 (нояб.). Ст. 5585.
26. «Об охране окружающей среды». Федер. закон от 10 января 2002 года. № 7-ФЗ // Собрание законодательства РФ, 2003. № 27, ч. I. Ст. 4159.
27. «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 06 июня 2017 г. № 273 // Собрание законодательства РФ, 2017. № 28. Ст. 118.
28. «Об утверждении Правил лесовосстановления». Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 июня 2016 г. № 375 // Собрание законодательства РФ, 2016. № 25. Ст. 349.
29. Петин А. Н., Петина М. А., Новикова Ю. И. Северский Донец: гидрологический режим и экологическое состояние вод: монография. Белгород: ИД «Белгород», 2014. 184 с.
30. Протасова Н. А. Беляев А. Б. Химические элементы в жизни растений. /Соросовский образовательный журнал, 2017. том 7 № 3. С 25–32.
31. Растительный мир Белгородской области / В. И Чернявских, О. В. Дегтярь, А. В. Дегтярь, Е. В. Думачева. Белгород. Белгородская областная типография, 2010. 471 с.
32. Реки и водные объекты Белогорья / Ф. Н. Лисецкий, А. В. Дегтярь, Ж. А. Буряк, Я. В. Павлюк, А. Г. Нарожняя, А. В. Землякова, О. А. Маринина. ВОО «Рус. геогр. о-во, НИУ «БелГУ», 2015. 362 с.

- 33.Рогозин М. В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания: монография. Пермь. Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2017. 200 с.
- 34.Рыжикова М. Н., Скобач В. В. Анализ флоры урочища Сосновка (г. Белгород). Актуальные проблемы развития науки и современного образования. Белгород, 2017. С. 5–13.
- 35.Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74)
- 36.Салтыков А. В. Биоэкология. УлГту, 2016. 88 с.
- 37.Семёнов М. А., Писарева С. В. Математические модели хода роста лесных культур при различных способах лесовосстановления. Современные проблемы науки и образования, 2014. № 1.
- 38.Синадский Ю. В. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука, 2014. 344 с.
- 39.Скобач В. В., Голотов В. Н. Состояние популяции *Eriactis Palustris* L. В урочище «Сосновка» Белгородского района Белгородской области. / Флора и растительность Центрального Черноземья. Курск, 2015. С 88-90.
- 40.Скобач В. В., Третьяков М. Ю., Оспищева Н. В., Андреев Ф. А. Флористический состав болот в урочище «Сосновка» Белгородского района Белгородской области. / Флора и растительность Центрального Черноземья. Курск, 2008. С 77–80.
- 41.Соколов В. А. Основы организации устойчивого лесопользования / Сиб. лесн. журн., 2014. № 1. С. 14–24.
- 42.Стандарт отрасли. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы / под общ. ред. Ханбекова Р. И. М., 1995. – 12 с.

43. Строительные нормы и правила СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» (утв. постановлением Госстроя СССР от 17 декабря 1985 г. N 233).
44. Сукачев В. Н., Зонн С. В., Мотовилов Г. Н. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
45. Троицкий Е. П. Основные проблемы учения о микроэлементах в системе почва–растение. М.: Наука, 2014. 38 с.
46. Феклистов П. А. Состояние сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения атмосферы. Архангельск: изд-во АГТУ, 2017. 132 с.
47. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем. М.: Мир, 2014. 388 с.
48. Экология Белгородской области: Учебное пособие / Петин А. Н., Новых Л. Л., Петина В. И., Глазунов Е. Г. М.: Изд-во МГУ (с грифом УМО), 2002. 228 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 1

Бланк описания состояния хвои

Точка	Расстояние до источника загрязнения (автотрасса)	Вид повреждение хвои		Количество хвоинок, имеющих данный вид повреждения (%)	Количество деревьев на участке с данным видом повреждения хвои (%)	Класс повреждения хвои
		Класс повреждения	Класс усыхания			

Таблица 2

Бланк подсчета возраста хвои в пределах исследуемой территории

Участок	Расстояние до источника загрязнения	Кол-во деревьев с продолжительностью жизни хвои 3 года %	Кол-во деревьев с продолжительностью жизни хвои 2 года %	Кол-во деревьев с продолжительностью жизни хвои 1 год %

Приложение 2

Таблица 3

Бланк описания жизненного состояния деревьев

Участок исследования _____

№ дерева	Класс дефолиации (0-3)	Класс пожелтения (0-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (0-3)	Прирост побегов (0-3)	Сумма баллов (0-15)

Примечание:

I. Класс дефолиации:

0-(опало более 10% хвои, имеется 4-х летняя хвоя).

1- слабая (10-25%, 3-х летняя хвоя)

2-средняя (25-60%, 2-х летняя хвоя)

3-сильное (более 60 % хвои, 1-летняя хвоя).

II Класс пожелтения хвои

0- норма (0-10%)

1-слабое (10-25%)

2-среденне (25-60%)

3-сильное (более 60 %).

III. Количество шишек

0-очень много

1-много

2-несколько

3- нет

IV. Прирост побегов:

0 -очень большой более 15 см.

1-большой 10-15 см.

2-средний 5-10 см.

3-малый, менее 5 см

Приложение 3

Таблица 4

Дневник полевых измерений эмиссионного загрязнения атмосферного воздуха в пределах 105 квартала урочища «Сосновка»

Дата	Точка измерения	Время измерения	Средние значение максимально разовой концентрация, мг/м ³			Среднесуточная концентрация загрязняющего вещества, мг/м ³		
			CO	CnHm	NOX	CO	CnHm	NOX
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.09.	1	08.00	10	2,5	0,9	7,4	1,8	0,4
		13.00	8	2	0,5			
		17.00	10	2,4	0,10			
		20.00	5	1,1	0,4			
		22.00	4	1,3	0,4			
11.09	2	08.00	7	2,1	0,7	6,5	2,0	0,6
		13.00	6	2,0	0,6			
		17.00	7,5	2,2	0,8			
		20.00	4	1,9	0,5			
		22.00	4	1,9	0,5			
12.09	3	08.00	5,5	1,5	0,4	4,9	1,3	0,3
		13.00	5,6	1,5	0,4			
		17.00	5,4	1,4	0,4			
		20.00	4,3	1,3	0,2			
		22.00	4,0	1,2	0,2			
13.09	4	08.00	5,3	1,3	0,4	4,7	1,2	0,5
		13.00	5,3	1,3	0,4			
		17.00	5,2	1,3	0,3			
		20.00	4,0	1,2	0,2			

		22.00	3,9	1,1	0,2			
14.09	5	08.00	4,9	0,9	0,4	4,7	0,8	0,3
		13.00	4,9	0,9	0,4			
		17.00	4,8	0,8	0,3			
		20.00	4,6	0,8	0,2			
		22.00	4,5	0,6	0,2			
15.09		08.00	4,6	0,9	0,3	4,4	0,8	0,2
		13.00	4,6	0,8	0,3			
		17.00	4,5	0,8	0,3			
		20.00	4,2	0,8	0,2			
		22.00	4,2	0,7	0,1			
16.09		08.00	4,6	0,8	0,3	4,4	0,6	0,2
		13.00	4,6	0,7	0,3			
		17.00	4,5	0,6	0,3			
		20.00	4,2	0,6	0,1			
		22.00	4,1	0,3	0,1			
17.09		08.00	4,5	0,8	0,3	4,2	0,5	0,2
		13.00	4,5	0,7	0,3			
		17.00	4,3	0,6	0,2			
		20.00	4,1	0,6	0,1			
		22.00	4,0	0,2	0,1			
18.09		08.00	4,4	0,7	0,3	4,2	0,5	0,1
		13.00	4,3	0,7	0,2			
		17.00	4,3	0,6	0,1			
		20.00	4,0	0,5	0,2			
		22.00	4,0	0,3	0,1			
19.09		08.00	4,4	0,7	0,3	4,2	0,5	0,1
		13.00	4,3	0,7	0,2			
		17.00	4,2	0,7	0,2			
		20.00	4,1	0,5	0,1			
		22.00	4,1	0,3	0,1			

Приложение 4.

Таблица 5

Протокол измерения рекреационной нагрузки на участке № 1 (рекреационная зона лесопарка «Сосновка»).

Наименование показателя	Характеристика показателя
Местоположение	Кв. 100, выдел 1
Тип леса	Березняк и осинник со старой сосной
Тип лесорастительных условий	А 4
Состав древостоя	6БЗС1О
Возраст древостоя, лет	75 лет
Класс бонитета	II
Полнота	0,7
Запас, м ³	220
Состав, густота подлеска	Ед. дрока обыкновенного, волчегодника
Фоновые виды и проективное покрытие живым напочвенным покровом	Мятликовые, бобовые, дрок красильный, лишайники и мн. др
Номер стадии рекреационной дигрессии	IV
Размер пробной площади, га	25 га.
Вид лесной рекреации	Зоопарк

Таблица 6

Протокол измерения рекреационной нагрузки на участке № 2 (рекреационная зона лесопарка «Сосновка»).

Наименование показателя	Характеристика показателя
Местоположение	Кв. 100, выдел 2
Тип леса	Дубняк со старой сосной
Тип лесорастительных условий	А 3
Состав древостоя	6ДЗС1О
Возраст древостоя, лет	75 лет
Класс бонитета	II
Полнота	0,7
Запас, м ³	240
Состав, густота подлеска	Ед. дрока обыкновенного, волчегодника
Фоновые виды и проективное покрытие живым напочвенным покровом	Ирис ложноаировый, вербейник обыкновенный, таволга обыкновенная, лишайники и др.
Номер стадии рекреационной дигрессии	III
Размер пробной площади, га	14 га.
Вид лесной рекреации	Лесная рекреация

Таблица 7

Протокол измерения рекреационной нагрузки на участке № 3
(рекреационная зона лесопарка «Сосновка»).

Наименование показателя	Характеристика показателя
Местоположение	Кв. 100, выдел 3
Тип леса	Березняк и осинник со старой сосной
Тип лесорастительных условий	А 3
Состав древостоя	6С3Б1О
Возраст древостоя, лет	75 лет
Класс бонитета	II
Полнота	0,7
Запас, м ³	230
Состав, густота подлеска	Ед. дрока обыкновенного, волчегонника
Фоновые виды и проективное покрытие живым напочвенным покровом	Мятликовые, бобовые, дрок красильный, лишайники и мн. др
Номер стадии рекреационной дигрессии	II
Размер пробной площади, га	8 га.
Вид лесной рекреации	Лесная рекреация

Таблица 8

Протокол измерения рекреационной нагрузки на участке № 4
(рекреационная зона лесопарка «Сосновка»).

Наименование показателя	Характеристика показателя
Местоположение	Кв. 100, выдел 4
Тип леса	Сосняк разнотравный
Тип лесорастительных условий	А 1
Состав древостоя	8С1Б1О
Возраст древостоя, лет	75 лет
Класс бонитета	II
Полнота	0,7
Запас, м ³	250
Состав, густота подлеска	Ед. дрока обыкновенного, волчегонника
Фоновые виды и проективное покрытие живым напочвенным покровом	Мятликовые, бобовые, дрок красильный, лишайники и др.
Номер стадии рекреационной дигрессии	I
Размер пробной площади, га	13 га.
Вид лесной рекреации	Лесная рекреация

Приложение 5

Таблица 9

Описания состояния хвои в пределах 100-го квартала урочища «Сосновка»

Точка	Расстояние до источника загрязнения (автодорога)	Вид повреждение хвои		Количество хвоинок, имеющих данный вид повреждения (%)	Количество деревьев на участке с данным видом повреждения хвои (%)	Класс повреждающая хвои
		Класс повреждения	Класс усыхания			
1	2	3	4	5	6	7
Т. 1	10 метров	КП1	КУ 1	5%	5%	3
		КП2	КУ2	30%	30%	
		КП 3	КУ3	50%	50%	
			КУ4	15%	15%	
Т. 2	20 метров	КП1	КУ 1	5%	5%	3
		КП2	КУ2	30%	30%	
		КП 3	КУ3	50%	50%	
			КУ4	15%	15%	
Т. 3	30 метров	КП1	КУ 1	10%	10%	3
		КП2	КУ2	30%	30%	
		КП 3	КУ3	50%	50%	
			КУ4	10%	10%	
Т. 4	40 метров	КП1	КУ 1	17%	17%	3
		КП2	КУ2	33%	33%	
		КП 3	КУ3	45%	45%	
			КУ4	5%	5%	
Т. 5	50 метров	КП1	КУ 1	20%	20%	3
		КП2	КУ2	35%	35%	
		КП 3	КУ3	40%	40%	
			КУ4	5%	5%	
Т. 6	60 метров	КП1	КУ 1	20%	20%	3
		КП2	КУ2	35%	35%	
		КП 3	КУ3	40%	40%	
			КУ4	5%	5%	
Т. 7	70 метров	КП1	КУ 1	33%	33%	2
		КП2	КУ2	35%	35%	
		КП 3	КУ3	30%	30%	
			КУ4	2%	2%	
Т. 8	80 метров	КП1	КУ 1	34%	34%	2
		КП2	КУ2	35%	35%	
		КП 3	КУ3	30%	30%	
			КУ4	1%	1%	
Т. 9	90 метров	КП1	КУ 1	49%	49%	1
		КП2	КУ2	30%	30%	
		КП 3	КУ3	20%	20%	
			КУ4	1%	1%	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
Т. 10	100 метров	КП1	КУ 1	49%	49 %	1
		КП2	КУ2	30%	30%	
		КП 3	КУ3	20 %	20 %	
			КУ4	1%	1%	

Таблица 10

Возраста хвои сосны обыкновенной в пределах 100-го квартала

урочища «Сосновка»

Участок	Расстояние до источника загрязнения	Кол-во деревьев с прод-тью жизни хвои 3 года %	Кол-во деревьев с продо-тью жизни хвои 2 года %	Кол-во деревьев с прод-стью жизни хвои 1 год %
Точка 1	10 метров	1%	2%	7%
Точка 2	20 метров	1%	2%	7%
Точка 3	30 метров	1%	2%	7%
Точка 4	40 метров	1%	2%	7%
Точка 5	50 метров	1%	2%	7%
Точка 6	60 метров	2%	2%	6%
Точка 7	70 метров	2%	3%	5%
Точка 8	80 метров	3%	3%	4%
Точка 9	90 метров	4%	5%	1%
Точка 10	100 метров	4%	5%	1%

Приложение 6

Таблица 11

Бланки описания жизненного состояния деревьев в пределах 111 кварта

урочила Сосновка

Участок исследования № 1 (расстояние от дороги 10 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	3	3	2	3	3	14	15
2	3	3	3	3	3	15	
3	3	3	3	3	3	15	
4	3	2	3	3	3	14	
5	3	3	3	3	3	15	

Таблица 12

Участок исследования № 2 (расстояние от дороги 20 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	3	3	2	3	3	14	14
2	3	3	3	3	3	15	
3	2	3	3	3	3	14	
4	3	2	3	3	3	14	
5	3	3	3	3	3	15	

Таблица 13

Участок исследования № 3 (расстояние от дороги 30 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	3	3	2	3	3	14	14
2	3	3	3	3	3	15	
3	2	3	3	3	3	14	
4	3	2	3	3	3	14	
5	2	2	3	3	3	13	

Таблица 14

Участок исследования № 4 (расстояние от дороги 40 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	3	3	2	3	3	14	14
2	3	3	3	3	3	15	
3	2	2	3	3	3	13	
4	3	2	3	3	3	14	
5	3	3	3	3	3	15	

Таблица 15

Участок исследования № 5 (расстояние от дороги 50 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	2	2	2	2	3	11	13
2	3	3	3	3	3	15	
3	2	2	3	3	3	13	
4	3	2	3	3	3	14	
5	3	3	3	3	3	15	

Таблица 16

Участок исследования № 6 (расстояние от дороги 60 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	2	2	2	2	3	11	13
2	3	3	3	3	3	15	
3	2	2	3	3	3	13	
4	2	2	2	2	1	9	
5	2	3	3	3	3	14	

Таблица 17

Участок исследования № 7 (расстояние от дороги 70 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	2	2	2	2	2	10	12

2	2	2	3	3	3	13	
3	2	2	3	3	3	13	
4	2	2	2	2	1	9	
5	2	3	3	3	3	14	

Таблица 18

Участок исследования № 8 (расстояние от дороги 80 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	2	2	2	2	2	10	9
2	2	2	2	2	2	8	
3	1	1	2	2	2	8	
4	2	2	2	2	1	9	
5	2	1	2	2	2	9	

Таблица 19

Участок исследования № 9 (расстояние от дороги 90 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	1	1	2	1	2	7	8
2	2	2	2	2	2	8	
3	1	1	2	2	2	8	
4	2	2	2	2	1	8	
5	1	1	1	1	1	5	

Таблица 20

Участок исследования № 10 (расстояние от дороги 100 метров)

№ дерева	Класс дефолиации (о-3)	Класс пожелтения (о-3)	Новые шишки (0-3)	Старые шишки (о-3)	Прирост побегов (о-3)	Сумма баллов (0-15)	Ср. балл
1	1	1	1	1	1	5	6
2	2	2	2	2	2	8	
3	1	1	1	1	1	5	
4	2	2	2	2	1	8	
5	1	1	1	1	1	5	

Приложение 7



Условные обозначения:

	Воздух грязный	Деревья сильно повреждены
	Воздух загрязненный	Деревья повреждены
	Воздух относительно чистый	Деревья ослабленные
	Воздух чистый	Деревья здоровые с признаками ослабления

Выпускная квалификационная работа выполнена мной самостоятельно.
Все использованные материалы опубликованной научной литературы и
других источников имеют ссылки на них.

«_____» _____ 2019г.

(подпись)

Ширина М.С.