

БЗ0х1  
М 74

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Наталья Атеевна МОИСЕЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ СОСНОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

06.03.03 -- лесоведение, лесоводство, защит-  
ное лесоразведение, лесные по-  
жары и борьба с ними

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск 1980

Работа выполнена на кафедре лесоводства Белорусского  
технологического института им. С.М.Кирова

Научный руководитель - кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент В.П.ТРИГОРЬЕВ

Официальные оппоненты доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник  
А.В.БОЙКО  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент В.Г.АНТИПОВ

Ведущее предприятие - производственный комбинат  
"Белдорзеленстрой"

Защита состоится "30" апреля 1980 г. в 10 час.  
на заседании специализированного совета К.056.01.01. Бело-  
русского технологического института им. С.М.Кирова по ад-  
ресу: 220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13-а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке инсти-  
тута.

Автореферат разослан "24" марта 1980 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат сельскохозяйствен-  
ных наук, доцент

И.Э.РИХТЕР

## Общая характеристика исследований

Актуальность темы. В решениях XXV съезда КПСС, Конституции СССР, а также других документах партии и государства, особое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды, бережному отношению к природным ресурсам. Интенсивное развитие градостроения в нашей стране, связанное с децентрализацией производства, возникновением городов-спутников, приводит к тому, что в целях экономии средств, создания в кратчайшие сроки благоприятных условий для отдыха населения, в городскую черту включаются участки естественных лесных массивов, на базе которых создаются парки, скверы, элементы внутриквартального озеленения. Сохранение таких насаждений и разработка мер по повышению их устойчивости в условиях промышленной среды является актуальной задачей современного лесоводства.

Цель исследований. Основной целью настоящей работы явилось изучение роста и развития насаждений сосны обыкновенной, сформировавшихся в естественных условиях и включенных в черту городской застройки в процессе роста города; решение на этой основе вопроса о целесообразности сохранения таких насаждений и разработка мер по повышению их устойчивости в условиях промышленной среды.

Научная новизна. Получены новые сведения о динамике усыхания сосновых насаждений в городских условиях, особенностях их таксационного строения. Изучена зависимость скорости деградации сосновых насаждений от возраста древостоя и характера антропогенной нагрузки. Разработана и апробирована методика контроля загрязнения окружающей среды промышленной пылью и тяжелыми металлами с использованием в качестве адсорбента снежного покрова. Получены новые фактические данные о динамике накопления и перераспределения в верхних горизонтах почвы, подстилке и хвое сосны обыкновенной соединений ряда тяжелых металлов в условиях загрязнения окружающей среды отходами промышленного производства.

Установлено, что сосна обыкновенная, произрастающая в сомкнутых насаждениях, обладает довольно высокой устойчивостью в городских условиях и может использоваться для целей озеленения городов и промышленных центров Белоруссии!

5667ар

Практическая ценность. Разработанные на основе проведенных исследований рекомендации по использованию сосны обыкновенной в городском зеленом строительстве и повышению устойчивости основных насаждений в условиях промышленной среды внедрены в практику производственной деятельности Белорусского республиканского управления зеленого строительства "Белзеленстрой". Включение сосны обыкновенной, отличающейся высокими декоративными и санитарно-гигиеническими свойствами, в ассортимент пород, используемых для озеленения городов Белоруссии, позволит обогатить породный состав городских зеленых насаждений.

Апробация работы. Основные положения, изложенные в диссертации, докладывались на 43-й и 44-й конференциях по итогам научно-исследовательских работ в Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова (1977, 1978), Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов по рациональному использованию, воспроизводству лесных ресурсов и охране окружающей среды (Гомель, 1978), Всесоюзной конференции по дендроклиматологии (Архангельск, 1978).

Объем работы. Содержание диссертации изложено на 230 страницах машинописного текста, основной текст на 130 страницах и состоит из введения, семи глав, выводов и рекомендаций производству, приложений. Работа иллюстрирована 21 рисунком и содержит 52 таблицы. Список использованной литературы включает 184 наименования, в т.ч. 42 на иностранных языках. Приложения представлены на 44 страницах.

Публикация. Основные положения диссертации опубликованы в 5 научных работах.

#### Содержание диссертационной работы

I. Во "Введении" приводится обоснование темы диссертационной работы, освещаются цели исследований и научная новизна полученных результатов; приведены основные выводы и положения диссертации, которые выносятся на защиту.

## 2. История вопроса.

В главе рассматриваются вопросы влияния промышленных эмиссий и рекреационной нагрузки на физиологические процессы и рост древесных растений (Красинский Н.П., 1973, 1950; Машинский Л.О., 1951; Кротова Н.Г., 1957, 1958; Илькун Г.М., 1971; Кулагин Ю.З., 1975; Спиридонов В.Н., 1975; и др.) . Проанализированы последствия действия загрязнения и рекреации на отдельные элементы лесного фитоценоза и среду произрастания (Ильшин И.Р., 1953; Рябинин В.М., 1965; Антипов В.Г., 1965, 1975; Гетко Н.В., 1969; Грешта Я., 1970; Казанская Н.С., 1973; Подзоров Н.В., 1973, 1975; Кулагин Ю.З., 1974; Лайранд Н.И., 1974, 1978; Зеленский Н.Н., 1974, 1975; Рожков Л.Н., Романов В.С., 1975; и др.) . Освещена история разработки теоретических основ газоустойчивости растений (Красинский Н.П., 1950; Князева Е.И., 1950; Николаевский В.С., 1972; Кулагин Ю.З., 1975, 1977 и др.) .

Отдельный раздел посвящен обзору научных работ по проблеме "растительность и тяжелые металлы", в котором приводится история применения микроэлементов в качестве удобрений, раскрывается их значение в жизни растений (Вернадский В.И., 1926; Прянишников Д.Н., 1941; Школьник М.Я., 1950, 1975; Виноградов А.П., 1957; Ковальский В.В., 1962; Пейве Я.В., 1963, 1974; Лупинович И.С., Дубиковский Г.П., 1964; Нестерович Н.Д., Рахтвенко Л.И., 1966; Лукашев К.И., 1970 и др.) . В разделе проанализированы и обобщены работы советских и зарубежных авторов о влиянии на растительность загрязнения окружающей среды соединениями свинца, цинка, марганца, меди и других тяжелых металлов (Тарабрин В.П., 1970; *Hutchinson J., 1974; Kell-Sch J., 1974; Mikkelsen J., 1974; Höll W., 1974; Day J., 1975; Jordan M., 1975;* и др.)

Обзор литературных данных показал, что многие вопросы, связанные с влиянием промышленной среды на лесорастительное сообщество в целом, изучены к настоящему времени недостаточно. В частности, это касается особенностей хода роста и таксационного строения сосновых насаждений в условиях промышленной среды, динамики усыхания древостоя под действием комплекса неблагоприятных факторов. Имеются определенные пробелы в знаниях о действии на лесной фитоценоз ряда токсических веществ, особенно соединений тяжелых металлов.

### 3. Методика и объекты исследований

Основными объектами исследований послужили насаждения сосны обыкновенной, включенные в черту г. Минска в процессе его интенсивного послевоенного роста. Уникальность опытных объектов (значительная площадь, компактность, расположение в районе крупных промышленных предприятий, а также тот факт, что точно известно время начала действия антропогенного прес-са) позволила более детально изучить особенности роста и развития сосновых насаждений в резко изменившихся условиях внешней среды.

В главе описано географическое положение объектов исследования, особенности рельефа и климата района; приведена таксационная характеристика опытных насаждений, описание их почвенно-грунтовых условий; обоснован выбор насаждений для контроля. Ввиду того, что подобрать на значительном расстоянии друг от друга абсолютно идентичные насаждения для контроля не представляется возможным, для обеспечения большей объективности в оценке результатов исследований они сравнивались, кроме того, со среднестатистическими данными по БССР, полученными из справочной литературы.

В основу методики был положен комплексный (фитоценотический) подход. Программой предусматривалось изучение действия комплекса городских условий на основные элементы лесного фитоценоза.

Для определения уровня загрязнения территории опытных объектов промышленной пылью и соединениями тяжелых металлов в качестве адсорбента использовался снежный покров. Определенные содержания соединений тяжелых металлов в образцах промышленной пыли, почвы, подстилки и растительного материала проводилось с помощью полярографического (Лапицкая С.К., 1975, Сияяков С.И., 1968) и эмиссионного спектрального анализов (Зириш Н.П., 1971). Агрохимический и механический анализы почв проводились по общепринятым методикам (Аринюшкина Е.В., 1970; Голубев И.Ф., 1962 и др.). Для определения уровня реакционной нагрузки применялся метод картирования дорожно-тропиночной сети на пробных площадях. Дендрохронологические исследования проводились по методике Битвинскаса Т.Т. (1974) с учетом рекомендаций Лайранд Н.И. (1978). Исследования состояния хвои сосны проводились с применением методики Годнева Т.Н. (1952).

#### 4. Особенности условий местопроизрастания

В крупных промышленных центрах создаются специфические условия для роста и развития насаждений, обусловленные прежде всего действием рекреационной нагрузки и загрязнения среды отходами промышленного производства (промышленная пыль, дымы и газы). Анализ полученных в ходе исследований данных и материалов городской санитарно-эпидемиологической станции показал, что район расположения объектов исследования наряду с газообразными токсическими веществами ( $SO_2$ ;  $NO_2$ ;  $CO$  и др.) в значительной степени загрязнен промышленной пылью. Ввиду того, что действие соединений серы, азота угарного газа на физиологические процессы и рост древесных растений изучено к настоящему времени достаточно полно, в ходе исследований особое внимание было уделено влиянию на рост и развитие лесорастительного сообщества загрязнения окружающей среды промышленной пылью, в состав которой, как показали исследования, входит целый ряд соединений тяжелых металлов (табл. I).

Таблица I

Содержание тяжелых металлов в промышленной пыли, %

Cu	V	Mo	Ti	Mn	Ca	Zn	Pb	Co	Ni
0,95	1,00	0,015	0,41	0,05	0,23	0,90	0,026	0,02	0,003

Поступающие в составе промышленной пыли соединения тяжелых металлов накапливаются в верхних горизонтах почвы в количествах, превышающих контрольные значения для хрома, ванадия, молибдена, титана, марганца, цинка в 2 - 2,5 раза, для свинца и кобальта в 3 - 4,5 раза. Наблюдается нарушение соотношений между содержанием отдельных элементов в почве.

Своеобразным аккумулятором микроэлементов является лесная подстилка. Содержание в ней тяжелых металлов превышает концентрацию этих соединений в верхних горизонтах почвы в 1,5 - 3 раза.

Значительное влияние на свойства почвы оказывает рекреационная нагрузка, которая вызывает иссушение почвы, увеличение плотности ее поверхностного слоя. Под действием рекреации и загрязнения нарушаются процессы образования лесной подстилки вплоть до ее полного уничтожения.

## 5. Влияние промышленной среды на состояние напочвенного покрова, подросток и подрост

Напочвенный покров является одним из компонентов лесного биогеоценоза, отличающимся чрезвычайно низкой антропоустойчивостью. Как показали исследования, в условиях загрязнения и рекреационной нагрузки в напочвенном покрове сосновых насаждений наблюдаются значительные изменения, ведущие к перерождению сосняков зеленомошной серии типов леса в сосняки злаковые или злаково-разнотравные за счет выпадения лесных видов.

Большинство лесолуговых видов отличается высокой устойчивостью к загрязнению и относительной устойчивостью к рекреационной нагрузке. Наибольшее их количество в напочвенном покрове отмечается при достижении коэффициентом рекреационной нагрузки значений  $I_6 - 25\%$ . При дальнейшем увеличении площади дорожек и троп встречаемость и обилие этих видов резко снижается. На наиболее нарушенных участках  $K_p > 25\%$  в напочвенном покрове преобладают луговые и полевые виды.

Наблюдается резкое уменьшение количества подростка и подростка на гектар вплоть до его полного уничтожения.

## 6. Влияние промышленной среды на сосновый древостой

Влияние комплекса городских условий на состояние ассимилирующего аппарата сосны обыкновенной

Состояние хвои является важным показателем степени повреждения сосны обыкновенной. Проведенные исследования показали, что в городских условиях под влиянием загрязнения и рекреационной нагрузки в сосновых насаждениях III - IV классов возраста уменьшаются размеры хвои (на 20-40%), снижается ее вес (на 18 - 30%), падает содержание хлорофилла и каротиноидов в ней (на 10 - 40%). Сокращается срок жизни хвои, увеличивается число хвоинок на единицу длины побега, в 2,5 - 4 раза уменьшается прирост боковых побегов. Хвоя более молодых насаждений сосны повреждается в городских условиях в меньшей степени, что является косвенным свидетельством большей устойчивости сосновых молодняков.

Результаты спектрального и полярографического анализов образцов хвои показали, что в условиях загрязнения природной



среды соединениями тяжелых металлов (*Cu, Zn, Pb, Ti, V, Cu, Mo, Ni, Mn, Co*), они активно поглощаются и накапливаются в тканях сосны в количествах, превышающих контрольные значения для меди, кобальта, ванадия, титана, хрома - в 2 - 3 раза, для свинца - в 3 - 4,5 раза (табл. 2).

Таблица 2  
Среднее содержание тяжелых металлов, в хвое сосны

Место взятия образ-ца	Содержание микроэлементов в хвое									
	n · 10 <sup>-4</sup> % на золу								n · 10 <sup>-5</sup> % на сухой вес	
	Cu	Co	Mo	Ti	Cu	Mn	V	Ni	Pb	Zn
Городские насаждения	472	11	18	292	83	1700	79	136	312	135
Контроль	190	2	8	119	32	2100	59	126	121	30
По литературным дан-ным	200	-	-	300	30	1800	-	-	45	-

Максимальное содержание большинства микроэлементов в хвое отмечалось в конце вегетационного сезона. В тканях сосны нарушается соотношение между содержанием отдельных элементов. Об этом свидетельствуют ряды по содержанию микроэлементов в хвое в порядке убывающего значения, которые имеют вид:

Опыт:  $Zn > Mn > Cu > Ti > Pb > Ni > Cu > V > Mo > Co$

Контроль:  $Mn > Zn > Cu > Ti > Pb > Ni > V > Cu > Mo > Co$

Высокое содержание в тканях сосны соединений тяжелых металлов, особенно высокотоксичного свинца, молибдена и ванадия, изменение соотношения между ними приводит к более резкому проявлению антагонизма ионов, в частности (*Mn-Zn*), нарушению нормального течения физиологических процессов и угнетению жизнедеятельности растений.

Содержащиеся в хвое сосны тяжелые металлы вместе с ежегодным опадом накапливаются в подстилке, возвращаются в почву и вновь вовлекаются в биологический круговорот.

Влияние комплекса городских условий на величину радиального прироста сосны

Прирост дерева по диаметру (ширина годичного кольца) является наиболее объективным показателем его состояния, поэтому для оценки комплексного влияния городских условий на рост

сосновых древостоев был использован метод дендроиндикации.

Изучение связи величин индексов годичного радиального прироста, рассчитанных по методике Битвинскаса Т.Т. (1974), с климатическими факторами (данные по Минской обсерватории) показало, что отрицательное действие рекреации и загрязнения проявляется в увеличении продолжительности естественных периодов депрессии прироста, вызванных неблагоприятными климатическими условиями. Наиболее затяжные периоды депрессии наблюдались у деревьев крайних классов роста (I, IV и V), произрастающих в зоне максимального загрязнения отходами промышленного производства. Более стабильным приростом отличались деревья II - III классов роста, составляющие основной полог насаждения.

Определенную роль в ослаблении древостоев сыграло совпадение начала действия антропогенных факторов (1945 - 1950 гг. с отрицательным экстремумом внутривековых колебаний, которое усугубило их угнетающее значение.

Результатирующее действие антропогенных факторов проявляется в значительном (на 27 - 54%) падении радиального прироста. Анализ данных дендрохронологии, метеоданных и материалов об истории строительства крупнейших промышленных предприятий в районе расположения опытных объектов (Минского тракторного завода, теплоэлектростанции и др.) позволил установить, что решающее значение в ослаблении древостоев имело совпадение начала действия загрязнения отходами промышленного производства (ввод в строй заводов и ТЭЦ - 1951 и 1961 годы) с засухами 1951, 1953 и 1963 годов.

#### Рост и формирование сосновых насаждений в городских условиях

Изучение таксационных материалов позволило установить, что суммарное действие загрязнения и рекреации приводит к падению бонитета сосновых насаждений в экстремальных условиях на I,5 - 2 класса вследствие резкого снижения прироста в высоту. Под действием комплекса неблагоприятных факторов уменьшается средний диаметр насаждения (до 20%), снижается его полнота; причем загрязнение отходами промышленного производства является более мощным отрицательным фактором, чем рекреационная нагрузка.

Длительное действие рекреации и загрязнения вызывает в

насаждениях ряд изменений морфологического характера. Одной из отличительных черт городских древостоев является непропорциональное развитие деревьев, несоответствие между их высотой и диаметром, увеличение сбежистости стволов.

Продолжительное влияние загрязнения отходами промышленного производства и рекреационной нагрузки ведет к преждевременному усыханию деревьев в насаждении, которое в ряде случаев принимает массовый характер. Анализ данных перечета с учетом степени повреждения каждого дерева показал, что различные по крупности и степени господства в насаждении деревья отличаются различной антропоотолерантностью. Установлено, что в приспевающих и спелых древостоях наибольшей устойчивостью отличаются деревья II и III классов роста. Среди наиболее крупных сосен, как и среди тонкомера, доля сухостоя возрастает. Отмирание в насаждении деревьев крайних классов роста приводит к нивелированию высот и диаметров древостоя.

В молодых насаждениях сосны изреживание идет преимущественно за счет отмирания угнетенных деревьев IV и V классов роста (табл. 3).

Таблица 3

Величина относительных диаметров и высот усыхающих деревьев и сухостоя в насаждениях сосны разного возраста (в долях от соответствующих средних показателей древостоев)

Возраст насаждения	d относительный		h относительная	
	: сухостой	: усыхающие	: сухостой	: усыхающие
25-30	0,63	0,69	0,66	0,72
40-45	0,83	0,78	0,87	0,80
55-60	0,88	1,06	0,95	1,00
65-70	0,97	1,04	1,02	1,01
80-85	1,04	1,16	1,00	1,00
90	1,00	-	1,00	-
120	1,01	0,98	1,00	0,96

## Скорость деградации сосновых насаждений в в условиях промышленной среды

Скорость усыхания древостоя, потери им санитарно-гигиенических и декоративных свойств под действием рекреационной нагрузки и промышленных эмиссий имеет решающее значение для оценки устойчивости сосновых насаждений в городских условиях.

При использовании в городском зеленом строительстве сосновых насаждений, их рост в условиях промышленной среды можно условно разбить на 4 основных этапа.

1. Нормальный рост и развитие древостоя (признаков повреждения вет).
2. Период угнетения, снижения интенсивности роста деревьев при сохранении эстетических и санитарно-гигиенических свойств насаждения.
3. Период сушевершинности и отмирания деревьев в насаждении. +
4. Период окончательного расстройтва древостоя.

Такое деление условно, и четких границ между выделяемыми периодами нет. Длительность периодов зависит от целого ряда причин, основными из которых являются уровень и характер антропогенной нагрузки, возраст древостоя, его форма и размеры.

Материалы исследований позволяют заключить, что скорость распада соснового насаждения в условиях промышленной среды прежде всего зависит от уровня загрязнения территории отходами промышленного производства (в частности промышленной пылью) и в меньшей степени от уровня рекреационной нагрузки. В значительной степени устойчивость сосновых насаждений в городских условиях зависит от возраста древостоя (рис. I). Обследованные насаждения I - III классов возраста, несмотря на действие комплекса отрицательных факторов, находятся в удовлетворительном состоянии. Влияние на них загрязнения и рекреационной нагрузки проявляется в незначительном повреждении хвой, снижении энергии роста и усыхании некоторого количества деревьев в основном IV - V классов роста.

В насаждениях сосны старшего возраста (IV - V класс) действие отрицательных факторов проявляется более резко. Ухудшается состояние и уменьшается продолжительность жизни хвой, подавляется рост, наблюдается массовое усыхание деревьев, при-

чем в отпад, наряду с угнетенными деревьями, попадает осина господствующего полога. Однако даже в случае включения в городскую черту спелых сосняков, процесс деградации древостоя от начала антропогенного влияния до периода его окончательного расстройтва длится 35 – 50 лет и более и протекает постепенно, что позволяет за это время создать под пологом древостоя новое насаждение, которое сменит сосну по мере ее усыхания.

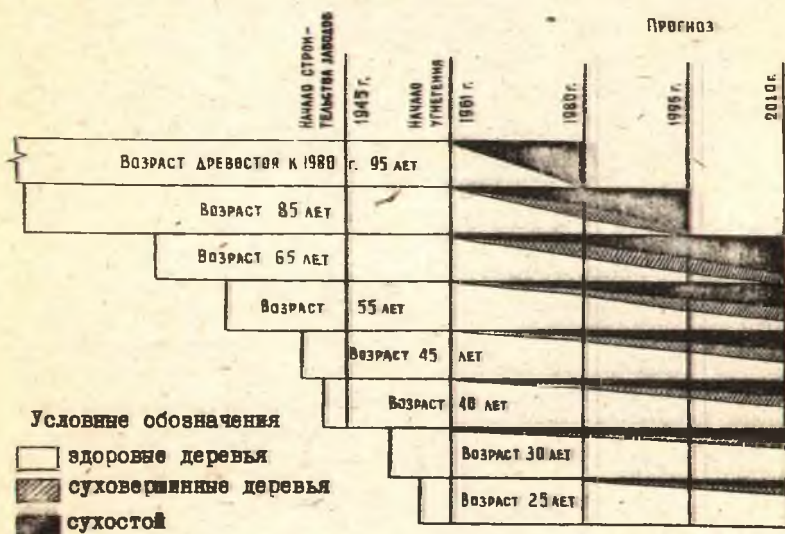


Рис. I. Схематическая зависимость скорости деградации насаждения от возраста древостоя.

Материалы дендрондикации и данные перечетов свидетельствуют в пользу предположения, что скорость процесса деградации сосновых насаждений в городских условиях зависит от характера антропогенной нагрузки. Анализ радиального прироста 120–130-летних деревьев показал, что ударная (резко возросшая) нагрузка для взрослого, сформировавшегося в естественных условиях насаждения сосны опасна в меньшей степени, чем нарастающая постепенно. Постепенный характер нарастания антропогенной на-

грузки позволяет насаждению в определенной степени адаптироваться к неблагоприятным факторам, расти и развиваться в соответствии с ними, достигая возраста спелости.

Некоторое влияние на скорость деградации соснового насаждения оказывает его форма и размеры. Ввиду того, что опушечная часть древостоя в большей степени страдает от загрязнения, скорость усыхания в центре крупного участка насаждения (свыше 2 – 5 гектаров) несколько ниже, чем по его периметру. Вследствие этого наибольшей устойчивостью в условиях промышленной среды отличаются крупные, компактные сосновые массивы с плотной опушкой.

Определенное влияние на скорость деградации сосновых насаждений оказывает рельеф местности. Состояние сосняков, произрастающих в пониженных элементах рельефа, оказалось несколько лучше, чем на возвышенностях, что может быть объяснено их более благоприятным гидрологическим режимом.

Все вышеизложенное позволяет заключить, что сосна обыкновенная, произрастающая в сомкнутых насаждениях, обладает определенной антропоотолерантностью и вполне пригодна для озеленения промышленных центров с развитой тяжелой индустрией машиностроительного профиля при условии умеренного и среднего загрязнения отходами промышленного производства (среднесуточная концентрация двуоксида серы до 2 ПДК, загрязнение промышленной пылью до 25 – 50 гр/м<sup>2</sup> в год).

#### Основные выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

I. В крупных промышленных центрах создаются специфические условия для роста и развития лесорастительного сообщества, обусловленные действием загрязнения территории отходами промышленного производства и рекреационной нагрузкой. Наряду с газообразными токсическими веществами, среда произрастания здесь в значительной степени загрязнена соединениями тяжелых металлов, которые поступают в атмосферу в составе промышленной пыли и выхлопных газов автотранспорта. Тяжелые металлы накапливаются в верхних горизонтах почвы в количествах, превышающих контрольные значения в 2 – 4,5 раза; происходит их аккумуляция в подстилке, где содержание этих элементов в 1,5

- 2 раза выше, чем в верхних горизонтах почвы. Имеет место нарушения соотношений между содержанием отдельных элементов в почве.

2. В лесопарковых насаждениях под влиянием рекреации увеличивается плотность поверхностного слоя почвы (в I,2 - I,8 раза и более) изменяются ее водно-физические свойства. Под действием рекреационной нагрузки и загрязнения нарушаются процессы образования лесной подстилки, что находит отражение в значительном снижении мощности ее слоя или полном уничтожении.

3. В условиях загрязнения территории насаждения отходами промышленного производства и под действием рекреационной нагрузки происходят значительные изменения в напочвенном покрове сосняков, ведущие к перерождению сосняков зеленомошной серии типов леса в сосняки злаковые или злаково-разнотравные. Наблюдается резкое снижение количества подлеска и подроста в насаждении вплоть до его полного уничтожения.

4. В городских условиях происходят значительные нарушения процессов роста хвои, изменения ее химического состава. Уменьшаются размеры хвои, снижается содержание хлорофилла и каротиноидов в ней, сокращается срок жизни хвои, уменьшается прирост боковых побегов.

В условиях загрязнения территории соснового насаждения соединениями тяжелых металлов происходит их накопление в хвое сосны в количествах, превышающих контрольные значения в 2 - 4,5 раза.

5. Систематическое повреждение ассимилирующего аппарата находит свое отражение в значительном падении прироста по диаметру, причем отрицательное действие антропогенных факторов проявляется в усилении естественных депрессий прироста, вызванных неблагоприятными метеорологическими условиями.

Дендрондикация является одним из немногих методов, позволяющих с максимальной объективностью оценить степень влияния отрицательных антропогенных факторов на лесной фитоденос.

6. Результирующее действие антропогенных факторов проявляется в падении бонитета насаждений в экстремальных условиях на I,5 - 2 класса. Длительное влияние рекреации и загрязнения вызывает в насаждении ряд изменений морфологического характера: увеличение сбежистости стволов, непропорциональное разви-

тие деревьев. В сосновых насаждениях, произрастающих в условиях промышленной среды, протекает процесс нивелирования высот и диаметров за счет преимущественного отмирания деревьев крайних классов роста. В процессе деградации соснового насаждения в условиях промышленной среды сохраняются закономерности, свойственные распаду насаждения в ходе его естественного старения.

7. Скорость распада соснового насаждения в условиях загрязнения и рекреационной нагрузки определяется комплексом причин, важнейшими из которых являются уровень загрязнения территории отходами промышленного производства и возраст древостоя. Наибольшей устойчивостью в условиях промышленной среды отличаются молодые насаждения сосны, обладающие большей пластичностью и способные в некоторой степени адаптироваться к действию комплекса неблагоприятных факторов. Максимальная скорость деградации наблюдается в насаждениях сосны, включенных в городскую черту в возрасте спелости, но даже в этом случае процесс распада длится 35 - 50 лет и более и протекает постепенно.

8. Сосна обыкновенная, произрастающая в сомкнутых насаждениях, особенно в молодом возрасте, обладает определенной антропоустойчивостью и вполне пригодна для озеленения промышленных центров БССР в условиях загрязнения двуокисью серы до 2 ПДК, промышленной пылью - до 25 - 50 гр/м<sup>2</sup> в год.

#### Рекомендации производству

1. Включить сосну обыкновенную в ассортимент пород, используемых для озеленения городов Белоруссии, при условии загрязнения двуокисью серы до 2 ПДК, промышленной пылью до 25 - 50 гр/м<sup>2</sup> в год.

2. Учитывая исключительно высокие декоративные, санитарно-гигиенические и фитонцидные свойства сосны обыкновенной, а также ее относительную антропоустойчивость в молодом возрасте, для более быстрого увеличения площади зеленых насаждений городов и повышения их ценности создавать сосновые насаждения массивами не менее 1 - 2 гектаров с обработкой опушек посадками из быстрорастущих, устойчивых в городских условиях пород с густым облиствением (виды тополя, ясеня, липы, клен остролистный и др.) особенно в жилых районах,



расположенных в достаточном удалении от промышленных предприятий.

3. В случае значительного повреждения, суховершинности и отмирания деревьев в насаждениях, может быть произведена постепенная замена сосны обыкновенной более устойчивыми в городских условиях хвойными и лиственными породами (клен остролистный, липа мелколистная, рябина обыкновенная, ясень зеленый и обыкновенный, ель колючая и сизая и др.) .

Основное содержание диссертации изложено в следующих научных работах:

1. Моисеева Н.А. Влияние промышленных выбросов на состояние соснового насаждения парка им. 50-летия Октября г. Минска. Сб. Лесоведение и лесное хозяйство. Мн., 1978, вып. 13, с. III - II5.

2. Моисеева Н.А. О некоторых особенностях роста соснового насаждения в условиях промышленной среды. Сб. Рациональное использование, воспроизводство лесных ресурсов и охрана окружающей среды. Мн., 1978, с. 32 - 33.

3. Григорьев В.П., Моисеева Н.А. Влияние климатических факторов на динамику радиального прироста сосны в условиях промышленной среды. Сб. Дендроклиматические исследования в СССР. Архангельск, 1978, с. 160-161.

4. Григорьев В.П., Моисеева Н.А. Влияние комплекса городских условий на рост сосновых насаждений. Лесоведение, М., 1979, № 1, с. 40 - 44

5. Григорьев В.П., Моисеева Н.А. Некоторые закономерности процесса распада соснового насаждения в условиях промышленной среды. Сб. Лесоведение и лесное хозяйство. Мн., 1979, вып. 14, с. II8 - I22

Наталья Атеевна Моисеева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИИ  
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Подписано в печать 18.03.80. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать  
офсетная. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 1. Тираж 100 экз.

Заказ 204. Бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере БТИ им.С.М.Кирова  
220630, Минск, Свердлова, 13.