

. Б ОД
- 8 ДЕК 1998

На правах рукописи

ВЕТРОВ
Леонид Степанович

**СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ХОДА РОСТА
ЕЛЬНИКОВ ЧЕРНИЧНЫХ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ
ВОЗДЕЙСТВИИ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

06.03.02.- "Лесоустройство и лесная таксация"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Санкт-Петербург - 1998

Работа выполнена на кафедре лесной таксации и лесоустройства
Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии

Научный руководитель: академик РАЕН, заслуженный
лесовод Российской Федерации
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Мошкалева А.Г.

Научный консультант: кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Вавилов С.В.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Хлюстов В.К.

кандидат сельскохозяйственных наук
Ромашук Б.Д.

Ведущая организация: Северо-Западное государственное
лесостроительное предприятие

Защита состоится "28" ДЕКАБРЯ 1998г. в 11 часов на заседании
диссертационного совета Д 063.50.04 в Санкт-Петербургской государст-
венной лесотехнической академии им. С.М.Кирова (194021 Санкт-
Петербург, Институтский пер., д. 5, главное здание, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан "27" НОЯБРЯ 1998 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор

Полубояринов О. И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Леса зеленой зоны Санкт-Петербурга в летний период ежедневно посещают 1,5-2 млн. жителей. Они являются местом загородного отдыха населения, т.е. выполняют рекреационные функции параллельно с санитарно-гигиеническими и средоохранительными. Многие участки при этом испытывают нагрузки более допустимых. Хозяйство в лесах зеленой зоны должно быть направлено на повышение санитарно-гигиенических, эстетических и других полезных свойств леса, а также на создание благоприятных условий для отдыха. Структура антропогенной нагрузки на участки лесного фонда в последние 5 лет резко изменилась. Для разработки нормативных правовых актов по ведению лесного хозяйства, инвентаризации лесов, нормативов по обоснованию назначаемых лесоустройством мероприятий в соответствии с требованиями Лесного Кодекса Российской Федерации необходимы дополнительные исследования строения и особенностей роста насаждений.

Научная новизна исследования заключается в изучении хода роста ельников черничных, составляющих основную часть ельников зеленой зоны ранее мало изученных. При этом исследована структура древостоев и ее динамика, ход роста насаждений ели в различных условиях антропогенной нагрузки. В результате исследования автором произведено математическое моделирование и составлены таблицы хода роста, разработаны методы определения таксационных показателей и даны рекомендации по проведению ландшафтных рубок в изучаемом типе насаждений.

Личный вклад. Основная часть экспериментального материала собрана лично автором или под его руководством в ходе НИР. Автору принадлежит составление методики исследования, обработка экспериментальных материалов, анализ полученных данных, а также выводы и практические рекомендации.

Практическая ценность работы. Использование разработанных таксационных нормативов при инвентаризации лесного фонда зеленой зоны Санкт-Петербурга позволит более точно определять их запасы и приросты, правильно назначать лесохозяйственные мероприятия, устанавливать размер промежуточного пользования, оценки естественного возобновления.

Обоснованность и достоверность результатов исследования характеризуется большим экспериментальным материалом, собранным в лесном фонде Охтинского и Лисинского учебно-опытных лесхозов СПбГЛТА, Парголово-ского, Курортного, Токсовского и Васкеловского лесхозов Управления садово-паркового и лесного хозяйства СПб, Родинского опытно-

показательного лесхоза Комитета по лесу Ленинградской области и корректно составленным методикам. В исследовании использовано 25 пробных площадей кафедры лесной таксации и лесоустройства СПбЛТА (15 из них заложено автором) и 3249 выделов, выбранных из таксационных описаний.

Обмерено 1536 деревьев, в т.ч. срублено и приведен анализ хода роста у 156.

Апробация и публикация работы. По материалам диссертационной работы на ежегодных семинарах и научно-технических конференциях в СПб Лесотехнической академии (1994-1998 гг.) сделано более 10 докладов. Основные положения диссертации изложены в 3 научных работах. Часть материалов включена в отчеты НИР кафедры по хозяйственным темам в 1996-1998 гг.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы из 163 наименований, в том числе 8 иностранных. Работа изложена на 110 страницах машинописного текста, содержит 22 таблицы, 17 рисунков, приложений 2.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулирована его цель, научная новизна и практическая значимость.

1. Аналитический обзор литературы.

В данной главе дан подробный анализ литературы, посвященной:

- закономерностям строения древостоев;
- ходу роста древостоев;
- загрязнению окружающей среды и росту древостоев;
- рекреационной дигрессии лесов;
- вопросам устройства насаждений зеленой зоны.

Анализ литературных источников показал, что особенности структуры и роста ельников изучены недостаточно, рекомендации не увязаны со спецификой лесного фонда зеленой зоны Санкт-Петербурга.

2. Программа, методика, объекты исследования.

В главе для исследования ельников зеленой зоны Санкт-Петербурга сформулированы следующие программные вопросы:

- 1) изучить строение ельников по диаметру, высоте, составу и другим показателям в условиях с различной антропогенной нагрузкой;
- 2) разработать математические модели строения ельников;
- 4) изучить особенности хода роста и динамику естественного отпада в ельниках;
- 5) разработать математические модели хода роста ельников зеленой зоны;
- 6) изучить особенности и динамику естественного возобновления ели;
- 6) разработать нормативы для таксации и проведения лесохозяйственных мероприятий.

Экспериментальные материалы для изучения строения ельников зеленой зоны на постоянных пробных площадях дополнялся сплошной выборкой из таксационных описаний. Пробные площадки закладывались в древостоях ели черничничкового типа леса.

На пробных площадях производилась:

- глазомерная и измерительная таксация древостоев и их полога;
- определение ландшафтной характеристики и величины рекреационной нагрузки;
- изучение характера размещения деревьев;
- отбор и обмер модельных деревьев;
- почвенные исследования.

Закладка пробных площадей производилась по общеизвестной методике по ГОСТ 56-69-83. Критерием выбора величины пробной площади служила точность определения среднего таксационного диаметра древостоя элемента леса преобладающей породы ($\pm 2-3\%$).

Методы изучения закономерностей строения древостоев как базы для прогнозирования, а также исследования продуктивности лесных фитоценозов базируются на установлении взаимосвязей статистик рядов распределения с таксационными показателями насаждений, поэтому весь процесс исследования был разделен на три этапа. На первом этапе произведено:

- представление эмпирических частот распределения деревьев по рядам (ступеням) диаметров, высот и другим таксационным показателям;
- расчет статистических показателей рядов распределения: среднего арифметического (\bar{x}), среднеквадратичного отклонения (σ), показателей асимметрии (α) и эксцесса (τ), ошибок определения статистических показателей ($m_x, m_\sigma, m_\alpha, m_\tau$);
- расчет теоретических (выровненных) частот распределений по различным типам кривых с выявлением кривой которая наиболее достоверно описывает эмпирический ряд.

На втором этапе исследования осуществлялось выравнивание статистических показателей рядов распределения от возраста и других таксационных признаков древостоев.

На третьем этапе выполнен расчет теоретических частот распределения на основании статистик, установленных по моделям, разработанным на втором этапе исследования. Полученные в результате расчетов теоретические ряды распределения характеризуют динамику строения древостоев.

Для составления эскизов таблиц хода роста были использованы данные 25 пробных площадей. Пробными площадями охвачены ельники черничники II и III классов бонитета.

Для того, чтобы проследить динамику основных таксационных показателей по классам возраста и классам бонитета использовались дополнительно материалы уточненной глазомерно-измерительной таксации 3249 выделов.

Число наблюдений (выделов) на каждый класс возраста составило не менее 40 за исключением мало представленных классов возраста (10÷15).

Автором разработана программа на базе пакета прикладных программ (ППП) "Петлеспро" выборки выделов ельников черничного типа леса с их таксационной характеристикой (номер квартала, номер выдела, площадь выдела, класс возраста, класс бонитета, полнота, коэффициенты состава, высота яруса, а также характеристика по породам, входящим в ярус: средние диаметры и высоты, запас и товарность). В результате исследований составлена база данных ельников черничных зеленой зоны города.

Возрастная динамика по таксационным показателям ельников одного естественного ряда устанавливалась отдельно по десятилетиям и классам бонитета насаждений путем объединения и сортировки информации из базы данных. Для насаждений вычислялись средневзвешенные значения таксационных показателей: коэффициенты состава, высоты и диаметры составляющих пород, запас на 1 га яруса по возрастным интервалам с использованием ППП "Excel" и программ, разработанных автором и сотрудниками кафедры лесной таксации и лесоустройства. Полученные данные далее выравнивались с помощью программы "Eхрраг", разработанной автором и оформлялись в виде эскизов таблиц хода роста.

3. Стросные ельников черничных зеленой зоны.

Изучение закономерностей распределения древостоев по диаметру производилось для построения моделей этих рядов и последующего анализа влияния антропогенных нагрузок на строение и использоваия выявлеп-

ных закономерностей для обоснования нормативов по санитарно-гигиенической оценке, таксации и лесохозяйственным мероприятиям.

В результате исследования установлено, что в древостоях ели распределение диаметров характеризуется выпуклыми одновершинными кривыми, имеющими положительную асимметрию. Для их математического моделирования могут использоваться обобщенное нормальное распределение (Грамма-Шарлье), кривые распределения Пирсона I и III типа (β - и γ -распределения), в зависимости от значений косости и крутости изучаемых рядов.

Были также подтверждены данные ряда авторов (Третьяков, Горский, Моисеев, Мошкалев, Яновский и др.), что в зависимости от изменения среднего диаметра древостоя основные статистики рядов распределения по толщине изменяются закономерно, хотя взаимосвязи для ельников зеленой зоны имеют ряд отличий. В результате исследования установлены корреляционные уравнения взаимосвязи статистик рядов распределения со средними диаметрами древостоев ели и рассчитаны теоретические модели средних рядов распределения для любого среднего диаметра в насаждениях I-II стадий рекреационной дигрессии.

Для определения влияния условий рекреации на стрессис древостоев сравнивались ряды распределения по ступеням толщины древостоев одного и того же среднего диаметра и различных хозяйственных частей (лесохозяйственной, лесопарковой и парковой). Критерием различия двух рядов распределения со средними значениями \bar{x}_1 и \bar{x}_2 служила величина t , и сопоставлялась со стандартным значением t_{α} критерия Стьюдента для заданного порога вероятности безошибочных прогнозов (0,90; 0,95) в зависимости от числа степеней свободы.

Сравнение рядов распределения деревьев ели по ступеням толщины проведены только по тем средним диаметрам древостоев, по которым были представлены ряды распределения в различных лесозах зеленой зоны.

Полученные значения критерия достоверности разницы рядов распределения позволяют сделать вывод, что при незначительных рекреационных нагрузках (I-II стадия дигрессии) различия между ними не существуют.

В связи с этим нет необходимости выявлять закономерности строения древостоев по толщине отдельно для лесохозяйственной и лесопарковой хозяйств на начальных стадиях дигрессии.

По полученным исходным данным средних диаметров и соответствующих статистик рядов распределения были установлены уравнения взаимосвязи основных статистик с средним диаметром d_m (табл. 1).

Модели взаимосвязи основных статистик с средним диаметром

Статистические показатели	Уравнение	Коэффициент сглаживания
Среднее значение, см	$x = 15,262 \ln(d_m) - 26,0$	$R^2 = 0,960$
Среднеквадратическое отклонение, см	$\sigma = 3,1965 \ln(d_m) - 3,4353$	$R^2 = 0,939$
Коэффициент вариации, %	$v = -12,984 \ln(d_m) + 71,328$	$R^2 = 0,871$
Коэффициент асимметрии	$\alpha = -0,3645 \ln(d_m) + 1,5229$	$R^2 = 0,822$
Коэффициент эксцесса	$\iota = -0,3776 \ln(d_m) + 1,0158$	$R^2 = 0,539$

Для всех рядов распределения критерий χ типа кривой Пирсона оказался заключенным в отрезке от 0 до -1. Это подтверждает их соответствие I типу кривых (β -распределение).

Поэтому число деревьев по ступеням толщины выравнивалось по формуле:

$$n_j = N_0 (1 + (D_j - \check{D}) / m_1 c)^{q_1} (1 - (D_j - \check{D}) / m_2 c)^{q_2}$$

где D_j - средний диаметр j -ой ступени толщины, $j=1, 2, \dots, k$;

c - шаг ступени толщины, см (при $d_m \leq 4$ см $c=0,5$; $d_m \leq 8$ см $c=1,0$;

$d_m \leq 16$ см $c=2,0$; $d_m > 16$ см $c=4,0$;

$N_0, \check{D}, m_1, m_2, q_1, q_2$ - параметры модели.

Установленные нами значения критерия согласия Пирсона наблюдаемых и вычисленных частот указывают на правильность выбора выравнивающих кривых. Уравнение Пирсона I типа оказалось приемлемым для всех средних диаметров древостоев ели черничникового типа леса.

При рассмотрении основных статистик рядов распределения диаметров оказалось:

- коэффициент изменчивости диаметров деревьев с увеличением возраста от 30 до 140 лет уменьшается от 42,8% до 23,4% ; в древостоях с одинаковым средним диаметром на высоте груди он уменьшается с увеличением рекреационной нагрузки;

- коэффициент асимметрии у всех рядов распределения деревьев по ступеням толщины имеет положительные значения и с увеличением среднего диаметра древостоя уменьшается; при $d_m=8 \div 10$ см значения меры косности равны $0,8 \div 0,6$, при $d_m=16 \div 18$ см - $0,5 \div 0,4$, при $d_m > 16$ см - $0,3$;

значения коэффициента эксцесса рядов распределения в древостоях ельника черничного при $d_m=8\div 10$ см изменяются от $0,3\div 0,2$, при $d_m=16\div 18$ см - $0,1\div -0,1$, при $d_m>16$ см $-0,2\div -0,3$.

Для детального изучения характера распределения деревьев в древостоях различных средних диаметров количество деревьев было представлено по естественным ступеням толщины. Было установлено, что с увеличением среднего диаметра древостоя ряды распределения деревьев по естественным ступеням толщины сужаются. При этом происходит уменьшение количества деревьев в крайних ступенях толщины и накопление в центральных. Поскольку ряды распределения деревьев по естественным ступеням толщины можно легко преобразовать в ступени измеряемые в любых мерах, полученные ряды рекомендованы в качестве практических поддержек при формировании насаждений в зеленой зоне.

Ранг средних деревьев (естественная ступень толщины 1,0) с увеличением среднего диаметра уменьшается от 63,9 до 57,5 %. Редукционные числа при малых средних диаметрах составляют $0,4\div 2,4d_m$ и с увеличением среднего диаметра размах рядов распределения уменьшается, но при этом нижний предел остается неизменным, так при $d_m = 28$ см пределы относительных диаметров составляют $0,4\div 1,8$.

Эти и другие установленные закономерности строения ельника черничного по диаметру на высоте груди были использованы при составлении таблиц хода роста, а также при разработке рекомендаций по таксации ельников зеленой зоны.

Исследование рядов распределения по высоте производилось путем вычисления основных статистик, построением и анализом на их основе вероятных кривых. Определение выравнивающих частот распределения деревьев по ступеням высоты производилось по уравнению обобщенного нормального распределения. При этом для выявления соответствия вычисленных по уравнениям частот в каждом случае определялся критерий согласия Пирсона.

Результаты анализа строения ельников по высоте показали, что в зеленой зоне при умеренных рекреационных нагрузках в целом сохраняются общие закономерности роста и строения древостоев по высоте.

С увеличением средней высоты древостоя коэффициент асимметрии уменьшается, при этом имеет положительные значения и его величины близки к нормальному распределению.

Коэффициент эксцесса рядов распределения имеет отрицательные значения.

Коэффициент вариации высот с увеличением средних высот древостоя уменьшается от 26 до 10%. Следует отметить, что значения коэффициентов изменчивости высот в древостоях зеленой зоны несколько ниже чем в насаждениях не испытывающих антропогенных нагрузок. В соответствии с исследованиями ряда авторов это объясняется не только следствием рекреационной нагрузки, загрязнения воздушной среды и почвы, но и результатом проведения рубок формирования в насаждениях зеленой зоны.

Ранги средних деревьев по высоте находятся в пределах 48-50%. Редукционные числа по высоте уменьшаются с увеличением возраста.

4. Ход роста ельников черничных.

Динамика таксационных показателей с возрастом дана в таблицах хода роста насаждений и представляет собой их изменение во времени (по возрастным интервалам). До настоящего времени в насаждениях Ленинградской области применяются таблицы составленные Пищелиным М.И. (1971). Однако, составлены они для таежных лесов вне интенсивных рекреационных нагрузок, загазованности атмосферы, загрязнения почвы и других антропогенных нагрузок.

В ходе настоящего исследования было составлено четыре эскиза таблиц хода роста ельника черничного в зависимости от типа смешения - ель с сосной и мягколиственный и ель с мягколиственными, как наиболее представленные, в разрезе II и III классов бонитета. Фрагмент эскиза таблиц хода роста приведен в табл. 2. Следует также отметить, что представленность ельников черничных I-II классов возраста в объекте исследования очень низкая и составляет 1-3 выдела. Аналогичная картина наблюдается в насаждениях старше 140 лет. Поэтому таблицы составлены в диапазоне возраста 40 - 140 лет.

Ход роста ельников черничных зеленой зоны Санкт-Петербурга имеет ряд особенностей:

- коэффициент состава основного элемента леса с возрастом увеличивается от 4,7 до 7,8 единиц и незначительно отличается по типам смешения;

- коэффициент состава сосны уменьшается от 2 до 0,9 единиц, имеется тенденция его уменьшения с увеличением возраста;

- общая доля хвойных в составе с возрастом увеличивается.

- доля березы уменьшается от 3,0 до 1,0 единицы. Коэффициент осины уменьшается с возрастом; ольхи серой - от 0,2 до 0,1 единицы и полностью выпадает после 90 лет.

Таблица 2

Фрагмент эскиза таблиц хода роста смешанных древостоев ельника черничного

Возраст преоб. породы, лет	№ ярусов	Ярус			Порода			Элементы леса			Прирост			
		состав	средняя высота, м	площадь сечения, м ²	полнота, ед.	запас, м ³	порода	средняя высота, м	средний диаметр, см	площадь сечения, м ²	запас на 1 га, м ³	число стволов, шт./га	средний прирост	средний периодический
40	I	5,3 Е	14,0	21,2	0,72	147	Е	13,4	13,0	11,4	77,9	858	3,68	
		2,0 С					14,7	16,3	4,1	29,4	195			
		2,3 Б					14,6	13,2	4,9	33,8	362			
60	I	5,8 Е	18,5	27,1	0,71	237	Е	18,5	19,6	15,4	137,5	510	3,95	3,6
		2,0 С					18,9	20,9	5,4	47,4	157			
		1,8 Б					17,7	16,6	5,3	42,7	247			
80	I	6,3 Е	21,7	27,7	0,70	276	Е	22,0	24,5	16,7	173,9	354	3,45	1,6
		2,0 С					22,0	25,3	5,6	55,2	111			
		1,4 Б					20,2	19,7	4,6	38,6	141			
100	I	6,7 Е	24,0	26,5	0,67	294	Е	24,3	28,0	17,2	197,0	280	2,94	0,7
		1,9 С					24,2	29,6	5,2	55,9	76			
		1,2 Б					22,3	22,6	3,6	35,2	90			
120	I	7,1 Е	25,6	25,7	0,63	302	Е	25,8	30,6	17,7	214,4	241	2,52	0,3
		1,6 С					25,9	33,8	4,2	48,4	47			
		1,2 Б					24,0	25,3	3,5	36,3	69			
140	I	7,5 Е	26,7	25,1	0,55	306	Е	26,9	32,5	18,3	229,5	220	2,19	0,2
		0,9 С					27,1	37,9	2,3	27,5	21			
		1,5 Б					25,4	27,7	4,2	45,9	69			
							Ос	25,4	27,4	0,3	3,1	5		

В целом доля лиственных пород в составе уменьшается с увеличением возраста. Общий характер в динамике - постепенное и незначительное изменение состава по классовым интервалам.

Изменение запасов элементов леса имеет следующие особенности: запас ели в возрасте 40 лет практически равный во всех группах смешения и классах бонитета. Запас сосны во втором классе бонитета увеличивается до возраста 100 лет, а затем к возрасту 140 лет уменьшается на 40 %. Запас березы увеличивается к 80 годам, а к возрасту 140 - уменьшается вдвое. Максимального запаса осина достигает в возрасте 60 лет, а затем наблюдается постепенное снижение. В возрасте до 110 лет общие запасы в посадениях III класса бонитета ниже чем в посадениях второго класса, но к возрасту 140 лет - становятся практически равными во всех классах бонитета. Динамика общего запаса посадения характеризуется резким увеличением запаса в возрасте до 60 лет и постепенным изменением в возрасте более 100 лет.

Относительная полнота уменьшается с возрастом независимо от типа смешения постепенно от 0,78 до 0,55. В старших возрастах относительные полноты в посадениях III класса бонитета выше чем в посадениях второго класса бонитета.

Средний диаметр ели в возрасте до 40 лет во всех типах смешения и классах бонитета меньше среднего диаметра остальных элементов леса. Средний диаметр сосны выше средних диаметров других элементов леса на протяжении всей истории развития посадения. Средний диаметр березы во всех возрастах меньше диаметров остальных составляющих пород. Средние диаметры всех элементов леса во II классе бонитета больше чем в III классе бонитета.

В сylvиях смешанных с мягколиственными породами средний диаметр осины во всех возрастах больше средних диаметров составляющих пород, затем в порядке уменьшения идут ель, береза и ольха.

Ход роста по высоте изучался также аналитическим методом на основании средних высот.

Средние высоты ели в возрасте до 50 лет во всех группах смешения и классах бонитета меньше средних высот составляющих пород. Изменение средних высот с возрастом происходит равномерно.

Изменение прироста сохраняет общезвестные закономерности и вместе с тем имеет свои особенности. Так средний прирост достигает максимума в возрасте 50 лет во всех группах смешения и классах бонитета и его величина составляет 4,02-4,12 м³/год во вторых классах бонитета и 3,28 м³/год в третьем классе бонитета.

В старших возрастах он постепенно уменьшается и к возрасту 140 лет его величина составляет 2,0-2,1 м³/год. Средний периодический прирост уменьшается с увеличением возраста от 7,5 м³/год в 50 лет до 0,1 м³/год в возрасте 140 лет. Наиболее резкое его падение наблюдается в период 50 - 100 лет.

Средний периодический прирост во втором классе бонитета в возрасте старше 100 лет почти вдвое меньше чем в третьем классе бонитета.

По результатам исследования был установлен возраст количественной спелости. Для ельников он равен 58 - 60 лет.

Ход роста ельников черничных зеленой зоны Санкт-Петербурга сопоставлен с ходом роста чистых нормальных насаждений (по Варгасу де Бедемару) и с ходом роста модальных еловых насаждений Ленинградской области по Пищелину М.И. (1971).

При этом было установлено, что средняя высота смешанных ельников черничных II класса бонитета, по полученным данным, в возрасте 40 лет на 5% больше чем по данным Пищелина М.И. и на 23% больше чем в нормальных еловых насаждениях, а в возрасте 130 лет на 3% меньше аналогичных древостоев Ленинградской области. Средний диаметр ели в возрасте 40 лет практически одинаковый, а в старших возрастах полученный результат на 11-15% выше аналогичных древостоев. В III классе бонитета средние высоты на 4% больше чем по данным Пищелина М.И. Средний диаметр ели в возрасте 40 лет на 4% меньше, в возрасте 90 лет практически равный, а в 130 лет на 10% больше чем в аналогичных древостоях области.

Анализ полученных результатов по запасу и приростам и сравнение с данными Пищелина М.И. показал, что запасы в насаждениях II класса бонитета зеленой зоны в молодом возрасте выше чем в древостоях не подверженных антропогенному воздействию, а в возрасте более 100 лет запас становится ниже. Аналогичная тенденция наблюдается и со средним приростом. Существенно ниже средний периодический прирост, особенно в насаждениях старших возрастов. В насаждениях III класса бонитета запасы древостоев зеленой зоны несколько выше обычных древостоев, а средний периодический прирост оказался равным. Это объясняется положительным влиянием рубок формирования, проводимых в молодняках и средневозрастных древостоях, а в более старших возрастах это влияние уже не сказывается.

Густота ельников зеленой зоны в возрасте 50 лет выше у ели на 20%, а по другим породам - на 17% чем в аналогичных древостоях области, но к возрасту 130 лет число стволов ели становится практически одинаковым, а общее число стволов ниже на 9%. Процент отпада по числу стволов у ели в

возрасте более 90 лет выше в древостоях зеленой зоны. Эта же тенденция характерна и для других пород спутников ели, т.е. в данном случае можно вести речь о негативном влиянии антропогенных нагрузок на древостой зеленой зоны города.

Поскольку изучение динамики таксационных показателей древостоев т.е. выявление закономерностей их изменения с возрастом, чаще всего проводится для целей прогнозирования, а также исследования продуктивности лесных фитоценозов, оно должно воплощаться в таблицах хода роста или в виде эмпирической математической модели. Предпочтение, как правило, отдается простым формулам.

При выполнении настоящего исследования было исследовано ряд уравнений из которых выбрано уравнение экспоненциальной параболы: $y = a_0 + a_1 e^{a_2 A}$, где y - таксационный показатель, A - возраст древостоя. По программе "Ехрраг", составленной автором, были рассчитаны параметры моделей, отражающие динамику таксационных показателей ельника черничного (табл. 3)

Таблица 3

Параметры моделей динамики таксационных показателей
елово-сосново-мягколиственных древостоев

Показатели	По- ро да	Коэффициенты модели $y = a_0 + a_1 e^{a_2 A}$			Ошибка модели, %
		a_0	a_1	a_2	
1	2	3	4	5	6
		2 класс бонитета			
Коэффициент состава по породам	Е	10,149	-6,14832	-0,00576	0,352
	С	2,042	-0,00187	0,04569	0,105
	Б	0,684	5,20221	-0,02731	0,517
	Ос	0,531	-0,05685	0,01865	0,075
Средняя высота по породам	Е	29,058	-34,55615	-0,01979	0,198
	С	30,580	-29,15733	-0,01523	0,609
	Б	31,784	-25,54833	-0,0099	0,858
	Ос	26,475	-28,77814	-0,02329	0,522
Средний диаметр элементам леса	Е	37,721	-46,30557	-0,01564	0,709
	С	203,152	-169,25469	-0,00123	1,261
	Б	57,349	-51,77363	-0,00399	0,831
	Ос	28,873	-35,01024	-0,02258	0,854
Полнота	ярус	0,733	-0,00385	0,02763	0,028
Запас общий	ярус	308,414	-806,65039	-0,04029	20,623

Оказалось, что ошибки аппроксимации незначительны (от 0,07 до 1,2%), следовательно полученные модели динамики таксационных показателей могут быть рекомендованы для прогнозирования их величины в диапазоне возраста 40 - 140 лет.

Одним из компонентов насаждения является подрост. Наличие или его отсутствие определяет стратегию возобновления леса и attractiveness насаждения для рекреационных целей. Поскольку в зеленой зоне ориентируются в основном на естественное возобновление которое можно своевременно регулировать и ускорять путем правильного применения комплекса лесоводственных мероприятий в диссертации нами проведен анализ возобновления ели в зависимости от типа леса, преобладающей породы и полноты основного яруса. Оказалось в зеленой зоне подрост ели лучше чем подрост других пород чувствует под пологом насаждений.

Изучение хода естественного возобновления ели в зависимости от типа леса показало, что наиболее благоприятные условия для роста елового подроста создаются в черничниковой серии типов леса. Так максимальный процент числа выделов от общего числа участков с наличием подроста ели 35,5% наблюдается в черничнике свежем, менее выражен процент подроста ели в черничнике влажном (32%) и наименьший процент подроста ели (3%) прослеживается в черничнике влажном осушенном. Хорошей возобновительной способностью отличаются брусничники и кисличники, соответственно составляют 11,1% и 5,8%. В сильной мере затруднены процессы естественного возобновления в долгомошнике, осокосфагновом и сфагновом типах леса (менее 3%), из-за избыточного и застойного увлажнения, недостатка почвенного воздуха и наличия сплошного мохового покрова.

Анализ численности елового подроста в зависимости от преобладающей породы показал, что максимальное количество подроста ели приходится на древостой с преобладанием ели. Это объясняется наличием достаточного количества деревьев ели, являющихся источником семян. В самих еловых насаждениях наблюдается сильная задержка в росте елового подроста или его отмирание в раннем возрасте из-за недостаточной освещенности под пологом елового древостоя и конкуренции с поверхностной корневой системой взрослых деревьев.

Под пологом березняков еловый подрост имеет наименьшую численность, но здесь у него выше текущий прирост по высоте, степень развития кроны, чем под пологом ельников в 1,8 - 3 раза, лучше показатели характеризующие состояние хвои и подроста в целом.

На количество подроста ели влияет полнота основного полога. Максимальное количество подроста наблюдается как в черничниковой серии так и в других типах леса при полнотах 0,3-0,5 (под пологом всех пород) т.е. еловый подрост находит благоприятные условия для своего развития в низкополнотных насаждениях.

5. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выявлено, что ельники черничники зеленой зоны Саякт-Петербурга находятся на 1-2 стадиях рекреационной дигрессии.

2. Установлено, что несмотря на рекреационные нагрузки умеренной интенсивности в ельниках черничных зеленой зоны сохранились все характерные для обычных лесных массивов закономерности строения древостоев. Однако, ряды распределения основных таксационных показателей древостоев зеленой зоны несколько сужены за счет того, что большинство древостоев пройдены рубками формирования и подвержены влиянию мегаполиса.

Строение ельника черничного зеленой зоны по диаметру и высоте существенно отличается от аналогичных показателей, древостоев области. Установленные закономерности строения таксационных показателей использованы для совершенствования методик пересчислительной и глазомерной таксации.

3. Распределения стволов по диаметру и высоте одновершинны и для математического выравнивания рядов распределения по диаметру следует использовать уравнения Пирсона I и III типа, а для аппроксимации рядов распределения по высоте - уравнение обобщенного нормального распределения, тип А. Выявленные закономерности строения древостоев по толщине позволили построить модель поверхности распределения деревьев.

Получены модели взаимосвязи основных статистик распределения деревьев по толщине со средним диаметром древостоя, которые были использованы для составления таксационных таблиц.

4. Выявлено несколько типов смешения основных лесобразующих пород в ельниках черничных и для двух наиболее представленных типов смешения - ель с мягколиственными и ель с сосной и мягколиственными в пределах II и III классов бонитета изучены особенности хода роста.

Методами статистического анализа подтверждено, что ход роста ельников черничных зеленой зоны не зависит от типа смешения. Имеется общая тенденция увеличения доли хвойных с возрастом, причем за счет увеличения коэффициента ели в составе.

5. Возраст количественной спелости равняется 58-60 лет и не отличается от обычных древостоев.

6. Имеются различия в ходе роста по сравнению с древостоями которые не подвержены антропогенному воздействию:

- доля сосны в составе уменьшится с увеличением возраста во всех типах смешения и классах бонитета;

- средний периодический прирост по запасу во II классе бонитета в возрасте старше 90 лет в 3-9 раз меньше чем в древостоях области;

- общие запасы на 3-12% выше, за исключением древостоев II класса бонитета, которые испытывают более высокие рекреационные нагрузки.

7. Рекомендуемые модели для прогнозирования динамики таксационных показателей модальных древостоев ельника черничного достоверны в возрасте от 40 до 140 лет.

8. Установлено, что максимальное количество жизнеспособного подроста наблюдается в черничниковых типах леса при полноте верхнего полога 0,4-0,5, что подразумевает формирования полуоткрытых ландшафтов для насаждений естественного происхождения.

9. В диссертации даны рекомендации по совершенствованию лесонивентаризационных работ:

- совершенствованию методики глазомерной и перечислительной таксации в древостоях зеленой зоны;

- выровненные ряды распределения как основа для составления таблиц объемов и сортиментных таблиц;

- таблицы хода роста как инструмент для прогнозирования и оценки производительности еловых древостоев

При ведении лесного хозяйства в лесопарках, в лесопарковой и лесохозяйственной частях зеленой зоны рекомендуются предложения по:

- принципам отбора деревьев при проведении рубок формирования;

- методам формирования лесопарковых ландшафтов в сьяниках для повышения пейзажно-архитектурных качеств древостоев;

- по принципам формирования елового подроста.

Автор надеется, что результаты решения поставленных в диссертации вопросов позволяют на научной основе проводить таксацию, решать вопросы лесоуправительного проектирования, организации и ведения хозяйства в сьяниках черничниках зеленой зоны Санкт-Петербурга, что несомненно будет способствовать их использованию по целевому назначению.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

1. Ветров Л.С. Математическое представление бонитетной шкалы М.М.Орлова и пути его использования // Труды СПбНИИЛХ.- 1997. - с. 49-50.

2. Разработка проекта нормативов по уходу за пригородными и внутригородскими насаждениями: Отчет о НИР: Руководитель Вавилов С.В. X/д 1.5.42. СПб ЛТА, 1996 -1997

3. Яновский Л.Н., Мошкатев А.Г., Никифорчин И.В., Ветров Л.С., Минаев В. Н. Лесная таксация. - Учебное пособие по лабораторным работам для студентов дневного отделения (специальности 2604000, 260100).- СПб, СПбЛТА, 1998.- 96с.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим присылать по адресу: 194018, г.Санкт-Петербург, Институтский пер., 5. Лесотехническая академия. Ученый совет

Лицензия ЛР № 020578 от 04.07.97.

Подписано в печать с оригинал-макета 24.11.98.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Уч. -изд. л. 1,0. Печ. л. 1,25. Тираж 100 экз. Заказ № 277. С 31а.

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия
Издательско-полиграфический отдел СПбЛТА
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 3