

На правах рукописи

КОХАНСКИЙ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РОЛЬ ПОДРОСТА И ТОНКОМЕРА В ФОРМИРОВАНИИ СОСНОВЫХ
ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ КАРЕЛИИ**

Специальность:

06.03.03 - Лесоведение и лесоводство;

лесные пожары и борьба с ними

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук.

Санкт-Петербург - 2003

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
САКОВЕЦ В. И.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, доцент
СМИРНОВ А. П.

кандидат сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник
КНИЗЕ А. А.

Ведущая организация: Петрозаводский государственный университет

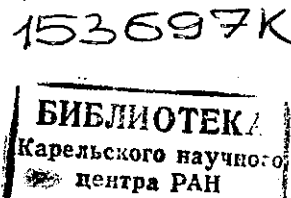
Защита состоится 12 ноября 2003 года в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 212.220.02 в Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии по адресу: 194018, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, главное здание, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан "___" _____ 2003 г.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу: 194018, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, главное здание, зал заседаний.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор



Маркова И. А.

Общая характеристика работы

Более трети площади лесного фонда республики составляют болота и заболоченные леса. Заболоченные леса характеризуются низкой продуктивностью, что делает их с экономической точки зрения непригодными для лесозаготовки. Одним из основных лесохозяйственных мероприятий, способствующих повышению продуктивности заболоченных лесов является гидролесомелиорация.

Актуальность. До настоящего времени нет четкого представления при какой структуре древостоя в разных лесорастительных условиях и при каком хозяйственном воздействии в мелиорированных лесах можно получить максимальную лесоводственную эффективность. В этой связи изучение переформирования породной, возрастной, пространственной структуры древостоев под влиянием гидролесомелиорации, хода роста различных поколений, формирование прироста в результате осушения и различных видов рубок является одной из актуальных проблем.

Цель работы - выявить роль различных поколений деревьев и подроста в формировании древостоев под влиянием осушения и лесохозяйственного воздействия (рубок). Оценить лесоводственную эффективность осушения и рубок в наиболее распространенных типах осушенных лесов Карелии.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Оценка изменения густоты, полноты, породного состава, возрастной структуры и прироста сосняков в разных условиях местопроизрастания под влиянием осушения и рубок.
2. Исследование хода роста и продуктивности различных поколений основного яруса и подроста, оценка их участия в процессах накопления запаса и отпада.
3. Изучение пространственной структуры осушенных насаждений в связи с интенсивностью осушения и рубками.

Научная новизна работы. Проведено исследование процессов переформирования сосновых насаждений Карелии различных условий произрастания в течение 25-30 лет после осушения. Изучены изменения структуры древостоев, хода роста поколений под влиянием гидролесомелиорации, определена эффективность осушения различных по строению насаждений. Показана роль рубок в осушенных насаждениях, направленных на улучшение породного состава, возрастной структуры и дана оценка изменения продуктивности древостоев на осушенных почвах под воздействием лесохозяйственных мероприятий.

Предмет защиты и защищаемые положения:

- 1 - Естественное переформирование структуры заболоченных древостоев под влиянием гидролесомелиорации.
- 2 - Эффективность процесса переформирования осушенных насаждений в различных условиях произрастания.
- 3 - Лесохозяйственные мероприятия (рубки) как основа повышения эффективности гидролесомелиорации и процесса переформирования осушенных насаждений.

Практическая ценность. Установленные связи продуктивности осушенных насаждений в зависимости от их возрастной, породной структуры и условий местопроизрастания позволят правильно наметить лесохозяйственные мероприятия, направленные на достижение максимальной лесоводственной эффективности осушения. Полученные данные могут иметь применение при ведении лесного хозяйства на осушенных землях, в проектировании объектов осушения и реконструкции осушительных систем и позволят исключить неэффективные площади гидролесомелиоративного фонда из дальнейшего лесохозяйственного использования.

Достоверность полученных результатов основывается на анализе большого объема материала, полученного в результате многолетних повторных наблюдений и обработанного в соответствии с правилами таксации и статистическими методами.

Объем выполненных работ. Проведено обследование 13 стационарных участков с определением таксационной характеристики насаждений на площади в 5,9 га. Подрост учтен на территории в 0,44 га. На 7 участках общей площадью в 3,1 га проведено картирование древостоя и возобновления. Отобрано 650 кернов древесины для уточнения возрастной структуры древостоев. Проведена рубка и полный анализ ствола 125 модельных деревьев для изучения влияния осушения на ход роста.

Личный вклад. Автором самостоятельно составлена программа и методика работ, обоснованы задачи исследований. Проанализированы материалы стационарных пробных площадей, заложенных ранее лабораторией лесоведения и лесоводства Института леса КарНЦ РАН, выполнены основные работы по сбору и обработке экспериментального материала. Сформулированы основные выводы и рекомендации.

Апробация и публикация материалов работы. Основные положения были представлены на пяти конференциях, в т. ч. 4-х международных и 3-х совещаниях. Результаты работы докладывались и обсуждались на Всероссийском совещании по гидроресомелиорации (Петрозаводск, 1998) и международной конференции и выездной сессии Отделения общей биологии РАН (Петрозаводск, 1998). Результаты исследований были представлены на конкурс грантов в г. Санкт-Петербурге, где автор становился лауреатом (2000-2002 гг.). По теме исследований опубликовано 12 работ.

Сбор материалов для диссертации осуществлялся в ходе исследований бюджетных тем плана НИР Института леса КарНЦ РАН: тема № 118 (№ гос. регистрации: 01.9.50004008) "Влияние лесохозяйственной деятельности на состояние и динамику лесных экосистем, и биологическое разнообразие в условиях Карелии", срок проработки - 1995-1999 гг. (исполнитель), а также в прорабатываемой в настоящее время бюджетной теме № 126 "Научное обоснование экологической устойчивости лесного хозяйства в условиях Карелии", срок проработки - 2000-2004 гг. (руковод. подраздела).

Структура и объем работы. Диссертация изложена 186 машинописных страницах. В нее включены 48 таблиц и 59 рисунков. Состоит из введения, шести глав и заключения. Список литературы включает 188 источника, в т. ч. семь - зарубежных.

1. Состояние вопроса

Значительное внимание, особенно в более ранних литературных источниках, уделялось лесоводственной эффективности осушения лесных и болотных земель (Елпатьевский, 1936; Сабо, 1957; Рубцов, 1961; Пьявченко, Сабо, 1962; Смоляк, 1963; Писарьков, 1964; Вомперский, 1964; Буш, 1966; Истомин, 1968; Чертовский, Истомин, 1970; Артемьев и др., 1972; Бабинов, 1974; Дружинин, 1976; Чиндяев, 1977; Бабинов, Тимофеев, 1979; Константинов, 1979; Орлов, 1981; Мироненко и др., 1982; Ипатьев и др., 1984; Красильников и др., 1985; Пахучий, 1985; Тимофеев, 1985).

Некоторые авторы отмечают, что на Европейском Севере заболоченные леса представлены в основном спелыми и перестойными разновозрастными лесами (Пятецкий, Медведева, 1967; Смоляк, Ивкович, 1987; Лешок, Харитонов, 1982; Ананьев, Матюшкин, 1994; Красильников, 1996). Эти особенности обуславливают после осушения омоложение древостоев за счет интенсивного роста молодых поколений, формирующихся из подроста и тонкомера (Столяров, Книзе, 1980).

Изучением роста и развития подроста и тонкомера в осушенных древостоях занимались ряд авторов Ленинградской области, Северо-западного региона, Белорус-

сий и др. регионов (Кузнецова, Лешок, 1977; Тимофеев, 1982; Чиндяев, 1982; Маковский, Чиндяев, 1988; Столяров и др., 1990; Ивкович, Ивкович, 1996; Матюшкин, 2000; Саковец, 2001). Отмечено, что зависимость реакции деревьев на осушение зависит от их возраста и размеров (Елпатьевский, 1957; Heikurainen, Seppälä, 1966; Heikurainen, 1967; Пятецкий, Медведева, 1968; Юзепчук, 1973; Медведева, 1974а; Воронков, Ахмадеева, 1977; Артемьев, Милейко, 1978; и мн. др.; Дружинин; Юричев, 1985; Медведева, Матюшкин, 1986).

В осушенных насаждениях проводились исследования пространственного размещения деревьев и подроста (Пирогов, 1980; Книзе, Рубцов, 1982; Jari, 1994; Sussan, William, 1995; Гаврилов, 1997). Изучалось изменение возрастной структуры древостоев после осушения (Медведева, 1970; Книзе, Декатов, 1985а; Матюшкин, 1994; Шараг, 1996; Дружинин, 1998; Саковец и др., 1998).

Влияние осушительной мелиорации на динамику породного состава исследовались некоторыми авторами (Смоляк, 1969; Рубцов, 1973; Федюков, 1984; Артемьев, 1984; Рубцов, Федюков, 1986). Изменения в породном составе насаждений под влиянием осушения связаны с изменениями полноты и густоты древостоев, которые в свою очередь зависят от лесорастительных условий (Елпатьевский, 1957; Пьявченко, Сабо, 1962; Буш, 1968; Книзе, Рубцов, 1982; Медведева, Матюшкин, 1984; Иванов, Бунин, 1986; Медведева, 1989; Матюшкин, 1997; Ананьев, 1999).

При преобладании в составе древостоя деревьев спелых и перестойных поколений осушение хвойных лесов становится неэффективным (Книзе и др., 1986; Дружинин и др., 1996). Поэтому в хвойных лесах с разновозрастной структурой древостоев важно наряду с осушением, выполнение лесохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение возрастной структуры и породного состава насаждений.

Вопросы рубок в осушенных лесах также освещались в литературе (Рубцов, Федюков, 1980; Тараканов, 1982, 1997; Худяков, 1990; Ананьев, 1996; Неволин, 1997; Матюшкин, 1998; Матвеева, 1998). В зависимости от условий произрастания и структуры древостоев разные авторы отмечают целесообразность проведения тех или иных видов рубок (Пятецкий, Медведева, 1967; Лешок, 1983; Артемьев, Тараканов, 1986, 1997; Ананьев, Матюшкин, 1994; Чиндяев, Иматова, 1997; Матюшкин, Саковец, 1999).

Обобщая анализ литературных источников, следует отметить, что большинство вопросов исследовалось в первые годы после мелиорации или же на определенном этапе осушения, в то же время не достаточно исследований динамики осушенных насаждений в связи с давностью осушения. Многие проблемы изучались отдельно, нами же предпринята попытка сделать комплексную оценку изменения структуры насаждений и их продуктивности в связи с проведением гидроресомелиорации и лесохозяйственных мероприятий.

2. Природные условия района исследования и лесомелиоративный фонд Карелии

Республика Карелия расположена на северо-западе Европейской части России и простирается от 61°41' до 66°39' с. ш. и от 30° до 35° в. д. Объекты исследований находятся в южной части Среднетаежной подзоны Карелии (Киндасовский стационар).

2.1. Климатические особенности территории

Площадь Карелии составляет 172,4 тыс. км². Несмотря на преобладание равнинного характера поверхности, рельеф территории Карелии отличается значитель-

ным разнообразием. С рельефом местности республики тесно связана её гидрографическая сеть. Отличительной особенностью Карелии является обилие рек и озёр. Вытянутая территория с севера на юг, наличие крупных водоёмов и расчленённость рельефа определили различие климата, почв и растительности отдельных частей Карелии.

Южная климатическая зона находится между 60°41' и 63° с.ш. и отличается от других зон более длинным вегетационным периодом (145-155 дней). Климат южной Карелии характеризуется продолжительной относительно мягкой зимой и коротким прохладным летом, значительной облачностью, высокой влажностью и достаточным количеством осадков (600 мм), которые превышают испарение.

Особенности геоморфологического строения, рельефа и климата обусловили широкое распространение в Карелии заболоченных лесов и болот.

2.2. Характеристика заболоченных и болотных лесов

Общая площадь избыточно-увлажнённых земель в лесном фонде Республики Карелии составляет 5,4 млн. га или 37 % площади лесного фонда (Пьявченко, 1973). Из них 37 % - это заболоченные леса и 63 % - болота.

Заболоченность территории южной Карелии составляет около 30 %. В этой агроклиматической зоне находится половина всех заболоченных лесов Карелии (866 тыс. га). На долю заболоченных лесов и болот в южной Карелии приходится приблизительно равные площади. Заболоченные леса характеризуются значительным преобладанием спелых и перестойных древостоев. До начала массовой гидроресомелиорации заболоченные спелые и перестойные леса составляли в южной Карелии 73%.

В типологическом аспекте заболоченные леса Карелии согласно классификации Н. И. Пьявченко, Е. Д. Сабо (1962) объединены в три группы: травяно-болотная, травяно-сфагновая группа и сфагновая. В южной Карелии преобладает травяно-сфагновая группа типов леса (51%).

По породному составу заболоченные леса Карелии в основном хвойные, при этом сосна является преобладающей породой (66%). Для сосновых лесов характерно преобладание сфагновой группы типов леса: на юге 58%, в общем по Карелии - 70%.

Средний бонитет лесов лесомелиоративного фонда Карелии в сосновых насаждениях - V,3, еловых - V,0, березовых - IV,7, полнота соответственно - 0,48; 0,59; 0,64. Эксплуатация таких лесов экономически не выгодна. Для повышения их продуктивности с 1965 по 1985 гг. в республике проводились широкомасштабная гидроресомелиорация.

2.3. Характеристика осушенных земель

Общая площадь осушенных земель лесного фонда Карелии составила к концу 80-х 736,6 тыс. га. Около 2/3 этой площади приходилось на Южную Карелию (426,9 тыс. га), из которой лесная составляла 61%. В связи с ухудшением экономических условий гидроресомелиоративные работы в 90-х годах были прекращены.

С учетом передачи осушенных лесных земель в другие виды пользования по итогам инвентаризации, проведенной Госкомлесом республики Карелии на 01.01.2000 года осушенная площадь была определена в 599,2 тыс. га. Результаты инвентаризации подтвердили положительное влияние лесосушения на повышение продуктивности заболоченных лесов и увеличение лесной площади. Средний бонитет осушенных насаждений повысился на 1-2 класса.

2.4. Техническое состояние осушительных систем

Материалы инвентаризации показали, что продолжительность работы осушительных систем не превышает 15 лет. После отмечается деформация каналов и разрушение сооружений в результате естественного износа. В результате инвентаризации было выявлено, что 30% осушительных каналов имеет неудовлетворительное состояние, хорошее - около 20%. Причинами плохого состояния каналов является заиливание, зарастание травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, разрушение дна и откосов каналов, расселение бобров.

3. Объекты исследования, программа и методика работ

Для изучения строения, хода роста и развития разновозрастных сосновых насаждений после осушения в среднетаежной подзоне Карелии проведён подбор объектов исследования. Это стационарные пробные площади (ПП) Института леса, с давностью осушения 25-30 лет, где в начале 70-х гг. были проведены первые исследования.

3.1. Характеристика объектов исследования

В каждой из групп типов заболоченных лесов Карелии изучались наиболее распространенные типы осушаемых насаждений: травяно-сфагновые, осоково-сфагновые и кустарничково-сфагновые. Исследования проводились в сосняках травяно-сфагновых на торфяных почвах переходного-низинного типа (ПП 6, 9), в сосняках осоково-сфагновых на торфяно (торфянисто)-глеевых почвах на глине (ПП 1, 4) в сосняках кустарничково-сфагновых на торфяно-подзолисто-глеевых почвах (ПП 7, 10). Осушение проведено в 1969-72 годах, первые наблюдения - через 3-8 лет после осушения. Исследуемые пробные площади включали несколько вариантов (участков): а - контрольный, где проведено было только осушение, б, в и г - осушенные участки с проведением различных видов рубок. Таксационная характеристика на начало наблюдений до проведения рубок представлена в таблицах 1-3.

3.2. Программа и методика исследований

В программу исследований были включены следующие вопросы:

1. Анализ пространственного распределения деревьев и возобновления в связи с интенсивностью осушения и лесохозяйственными мероприятиями (рубками).
2. Определение таксационной характеристики исследуемых насаждений.
3. Анализ изменений в структуре исследуемых насаждений, произошедших в течение 25-30-летнего периода осушения по материалам повторных перечетов на стационарных пробных площадях.
4. Изучение влияния осушения на изменение хода роста и формирование прироста деревьев сосны разного возраста в различных условиях произрастания.

Учеты на пробных площадях проводились по методике В. Г. Рубцова, А.А. Книзе (1977; 1981). В первую очередь наличный древостой глазомерно разбивался на поколения. Возрастная структура уточнялась методом взятия кернов у шейки корня 15-25 деревьев для каждой группы возраста на пробе с помощью возрастного бурава. Затем проводилась перечислительная таксация по породам с выделением поколений, определялись таксационные показатели древостоев. Выяснялась доля запаса, текуще-

Таблица 1

Таксационная характеристика контрольных участков
(в числителе - по данным первого учёта после осушения, в знаменателе - последнего учёта, через 20-25 лет)*

№ ПП	Период наблюдений, лет	Тип леса	Породный состав и возрастная структура древостоя	M, м ³ /га	N, тыс. шт./га	G, м ² /га	P	D _м , см	H _м , м	A _м , лет	B
10а	21	КС	$\frac{6C_{130} 4C_{60}}{6C_{40} 2C_{80} 2C_{150} \text{ ед.Б}}$	$\frac{11}{40}$	$\frac{0,67}{2,96}$	$\frac{2,7}{9,5}$	$\frac{0,2}{0,5}$	$\frac{9,9}{7,8}$	$\frac{5,9}{6,8}$	$\frac{100}{70}$	$\frac{V6}{Va}$
7а	22	КС	$\frac{6C_{60} 4C_{120} + B}{5C_{80} 4C_{140} 1B_{50} + C_{30}}$	$\frac{18}{71}$	$\frac{0,75}{1,57}$	$\frac{4,5}{13,7}$	$\frac{0,3}{0,6}$	$\frac{8,8}{11,3}$	$\frac{5,9}{9,5}$	$\frac{85}{100}$	$\frac{V6}{Va}$
1а	25	ОС	$\frac{6C_{120} 4B_{60} \text{ ед.Е}}{3C_{50} 2C_{140} 3B_{70} 2B_{40} \text{ ед.С}_{30}, \text{Е}}$	$\frac{24}{111}$	$\frac{1,05}{3,02}$	$\frac{5,6}{19,5}$	$\frac{0,3}{1,0}$	$\frac{8,6}{10,7}$	$\frac{7,4}{10,6}$	$\frac{95}{70}$	$\frac{Va}{V}$
4а	25	ОС	$\frac{4C_{60} 2C_{160} 4B_{50}}{4C_{80} 1C_{120} 4B_{80} 1B_{50} + C_{190} \text{ ед.Е}}$	$\frac{40}{170}$	$\frac{1,99}{1,27}$	$\frac{10,1}{22,2}$	$\frac{0,6}{0,9}$	$\frac{9,3}{16,2}$	$\frac{7,2}{15,3}$	$\frac{75}{80}$	$\frac{Va}{IV}$
6а	23	ТС	$\frac{2C_{80} 2C_{130} 6B_{60}}{2C_{90} 1C_{140} 1C_{180} 3B_{90} 3B_{60} \text{ ед.Е}}$	$\frac{103}{172}$	$\frac{1,63}{1,19}$	$\frac{18,8}{27,9}$	$\frac{0,9}{1,1}$	$\frac{14,0}{19,7}$	$\frac{11,2}{16,1}$	$\frac{80}{95}$	$\frac{V}{IV}$
9а	21	ТС	$\frac{8B_{60} 2C_{80}}{9B_{80} 1C_{160} \text{ ед.Е}}$	$\frac{31}{147}$	$\frac{1,58}{1,38}$	$\frac{7,5}{21,8}$	$\frac{0,6}{1,1}$	$\frac{7,7}{14,3}$	$\frac{7,0}{14,0}$	$\frac{65}{80}$	$\frac{Va}{IV}$

*где, M – растущий запас; N – густота деревьев; A_м – средний возраст; H_м – средняя высота; B – общий бонитет древостоя; G – абсолютная полнота; P – относительная полнота; КС – кустарничково-сфагновый; ОС – осоково-сфагновый; ТС – травяно-сфагновый.

Таблица 2

Таксационная характеристика участков, пройденных выборочными и проходными рубками
(в числителе - по данным первого учёта после осушения до рубки, в знаменателе - последнего учёта, через 20-25 лет)*

№ ПП	Период наблюдений, лет	Тип леса	Породный состав и возрастная структура древостоя	M, м ³ /га	N, тыс. шт./га	G, м ² /га	P	D _м , см	H _м , м	A _м , лет	B
76	22	КС	$\frac{6C_{120} 4C_{60} \text{ ед.Б}}{6C_{80} 2C_{120} 2C_{40} + B}$	$\frac{26}{54}$	$\frac{0,79}{1,38}$	$\frac{6,0}{11,3}$	$\frac{0,3}{0,5}$	$\frac{12,6}{10,7}$	$\frac{7,7}{8,8}$	$\frac{95}{80}$	$\frac{V6}{Va}$
46	25	ОС	$\frac{5C_{60} 1C_{160} 4B_{50}}{7C_{70} 1C_{110} 2B_{60} + B_{40}, \text{ ед.С}_{30}, \text{Е}}$	$\frac{43}{182}$	$\frac{2,19}{1,48}$	$\frac{11,1}{23,6}$	$\frac{0,7}{0,9}$	$\frac{9,5}{15,4}$	$\frac{7,0}{15,3}$	$\frac{65}{70}$	$\frac{Va}{IV}$
66	23	ТС	$\frac{3C_{80} 2C_{130} 5B_{60}}{3C_{120} 2C_{80} 1C_{170} 2B_{80} 2B_{50} \text{ ед.С}_{50}, \text{Е}}$	$\frac{110}{148}$	$\frac{1,73}{1,10}$	$\frac{19,6}{24,3}$	$\frac{0,9}{1,0}$	$\frac{14,3}{20,0}$	$\frac{11,2}{15,1}$	$\frac{80}{95}$	$\frac{V}{IV}$

*где, M – растущий запас; N – густота деревьев; A_м – средний возраст; H_м – средняя высота; B – общий бонитет древостоя; G – абсолютная полнота; P – относительная полнота; КС – кустарничково-сфагновый; ОС – осоково-сфагновый; ТС – травяно-сфагновый.

Таблица 3

Таксационная характеристика участков, пройденных сплошными рубками с уходами и без них

(в числителе - по данным первого учёта после осушения до рубки, в знаменателе - последнего учёта, через 20-25 лет)*

№ ПП	Период наблюдений, лет	Тип леса	Породный состав и возрастная структура древостоя	M, м ² /га	N, тыс. шт./га	G, м ² /га	P	D _м , см	H _м , м	A _м , лет	B
1в	25	ОС	$\frac{4C_{120} 6B_{60} + Ив, ед.Е}{8C_{50} 1B_{40} 1B_{20} ед. C_{20}, C_{90}, E}$	$\frac{19}{120}$	$\frac{0,98}{2,79}$	$\frac{4,5}{20,5}$	$\frac{0,3}{0,9}$	$\frac{7,9}{10,9}$	$\frac{7,2}{11,2}$	$\frac{85}{45}$	$\frac{Va}{III}$
6в	24	ТС	$\frac{3C_{80} 1C_{130} 6B_{60}}{2C_{80} 1C_{40} 1C_{20} 6B_{30} + E}$	$\frac{92}{91}$	$\frac{1,65}{4,04}$	$\frac{17,2}{17,7}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{12,7}{8,5}$	$\frac{10,8}{8,8}$	$\frac{75}{40}$	$\frac{V}{IV}$
6г	24	ТС	$\frac{3C_{80} 1C_{130} 6B_{60}}{4C_{40} 3C_{20} 1C_{80} 1E_{40} 1B_{30}}$	$\frac{92}{78}$	$\frac{1,65}{4,05}$	$\frac{17,2}{16,1}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{12,7}{8,4}$	$\frac{10,8}{8,3}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{V}{IV}$
96	21	ТС	$\frac{7B_{60} 3C_{80}}{9C_{50} 1E_{30} ед.Б}$	$\frac{41}{69}$	$\frac{1,73}{4,35}$	$\frac{9,8}{15,0}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{8,6}{7,5}$	$\frac{7,6}{6,9}$	$\frac{65}{30}$	$\frac{Va}{IV}$

*где, M - растущий запас; N - густота деревьев; A_м - средний возраст; H_м - средняя высота; B - общий бонитет древостоя; G - абсолютная полнота; P - относительная полнота; ОС - осокново-сфагновый, ТС - травяно-сфагновый.

го прироста и отпада деревьев разных поколений. Одновременно по категориям высот учитывался подрост и самосев на площади не менее 5% от площади пробы.

По вычисленным средним таксационным данным проводился отбор 10-15 модельных деревьев для каждого поколения на пробной площади, производилось их спиливание и полный анализ ствола по методике принятой в таксации (Анучин, 1971). Устанавливался ход роста деревьев разных поколений.

Для определения сомкнутости древостоев, выявления закономерностей их пространственного строения и размещения подроста проводилось картирование на площади не менее 10% от пробы с использованием методики В. С. Моисеева (1971).

4. Пространственное распределение деревьев и возобновления в связи с интенсивностью осушения и рубками.

Изучение пространственной структуры древостоев на осушенных землях выявило положительное влияние рубок на равномерность размещения деревьев. Различия в густоте деревьев в интенсивно и экстенсивно осушенных зонах на вариантах (участках) с проведением рубок меньше (от 3 до 11%), тогда как на контроле разница составляет 25-39%. На участках пройденных рубками более высокий удельный вес хвойных отмечен в интенсивно осушенных зонах, на контрольных вариантах - в экстенсивных зонах осушения. Заметно выше (26-39%) на контроле количество сосновых деревьев с закрытой вершиной. На вариантах пройденных рубками их доля составляет 11-23%. На всех вариантах в приканавных зонах количество деревьев хвойных пород, испытывающих в той или иной степени угнетение от 30 до 55%, тогда как в экстенсивной зоне осушения 8-29%. Как правило, угнетение испытывают молодые поколения, сформировавшиеся из подроста. Отмечено, что и в кустарничково-сфагновых сосняках, несмотря на невысокую сомкнутость (0,5) около 40% деревьев имеют частично или полностью закрытую крону, что связано с неравномерностью появления естественного возобновления, приуроченного к микровышениям (коэффициент встречаемости меньше 0,7).

Исследования показали, что густота и породный состав древостоев после осушения существенно зависит от интенсивности осушения. Различными видами рубок обеспечивается вертикальная сомкнутость полога и равномерность распределения деревьев на осушенной площади, формируется оптимальная для роста оставшейся части древостоя пространственная структура насаждения.

5. Изменение структуры насаждений под влиянием осушения и рубок

Для познания закономерностей переформирования насаждений и изменения их роста в результате гидrolесомелиорации и рубок, направленных на улучшение породного состава и продуктивности исследовались древостои различных условий произрастания.

5.1. Сосняки и березняки травяно-сфагновые (с. т-сф., б. т-сф.)

Исследование осушенного спелого с. т-сф. (уч. ба) в связи с давностью мелиорации показало изменение структуры данного насаждения, однако в результате значительного участия в составе древостоя спелых поколений, его высокой полноты и сомкнутости, существенного поступления в основной полог молодых деревьев из подроста после осушения не происходит. В составе древостоя появляется ель, как бо-

лее теневыносливая порода. Продуктивность древостоя в начале растет, но через 20-26 лет после осушения лесоводственная эффективность мелиорации начинает снижаться. Это указывает на то, что в спелых и перестойных высокополнотных с. т.-сф. помимо осушения необходимо одновременное проведение рубок реконструкции.

Осушенный с. т.-сф., пройденный выборочной рубкой (уч. 6б). Осушение было проведено как и на контроле в 1972 г., рубка — в 1975 г. До рубки участок имел таксационную характеристику сходную с участком ба. После проведения рубки в 1975 г. с интенсивностью 50% по запасу и густоте, относительная полнота древостоя понизилась более чем в 2 раза, 2/3 запаса березы было вырублено. Из основной части удалены наиболее старые экземпляры, отставшие в росте и усыхающие деревья.

Сравнение динамики таксационных показателей древостоев на контроле и участке с проведением выборочной рубки показало, что выборка части березы способствовала более энергичному росту сосны. В первом случае практически не наблюдалось поступления в основной полог древостоя деревьев сосны из подроста, в то же время резкое снижение полноты и сомкнутости древостоя после разреживания способствовало этому процессу. Выборочные рубки обеспечивают условия более интенсивного роста тонкомерных деревьев и пополнения основной части древостоев за счет подроста.

В целом продуктивность насаждения после выборочной рубки существенно повысилась. По сравнению с контрольным вариантом ежегодно дополнительно был получен 1 м³ древесины. При этом необходимо отметить, что если на контроле хвойные в общем приросте занимали только 1/3, то на варианте с выборочной рубкой их доля достигла 62%. Таким образом, сравнение результатов исследований на контрольных и изреженных участках показало, что проведение разреживания древостоя с удалением 65% запаса березы позволяет сохранить преобладание в составе хвойных пород. Следовательно, целесообразность проведения выборочных рубок и их эффективность в спелых и перестойных смешанных разновозрастных с. т.-сф. типа леса подтверждается. В то же время в последние годы прирост сосны по запасу стабильно снижается, прекращается поступление деревьев сосны из подроста в основной полог древостоя, его густота падает, происходит массовое усыхание крупного подроста сосны и тонкомерных деревьев. Эти явления обусловлены сильно возросшей сомкнутостью насаждения в связи с резким ростом полноты, которая за 10 лет после рубки увеличилась с 0,5 до 0,9. Вновь появляющаяся березовая поросль конкурирует с подростом и последующим возобновлением сосны, а высота оставленной при рубке березы начинает превышать высоту средневозрастных и приспевающих сосен. Поэтому для повышения эффективности мелиорации следует в первый прием рубки более интенсивно удалять березу или же проводить второй прием через 15-20 лет.

Осушенный с. т.-сф., сформированный после сплошной рубки (уч. 6в). Таксационная характеристика древостоя до рубки была аналогичной вариантам ба и 6б. Как и на участке 6б рубку провели в 1975 г., т. е. через три года после осушения. В процессе рубки был сохранена часть тонкомера и подрост в количестве 8,4 тыс. шт./га, 57% которого было представлено сосной и 43% — березой.

В результате проведения осушения, сплошной рубки с сохранением подроста и тонкомера в течение 24-летнего периода произошло формирование молодняка. Бонитет древостоя достиг IV-го класса общего бонитета и III-его текущего. За 24 года после рубки древостой полностью восстановил запас, который был на момент рубки. Прирост по запасу в течение последних 9 лет остается высоким и стабильным, в последние пять лет в его формировании повышается доля участия хвойных (до 48%), значительно возрастает прирост по диаметру и высоте, что вероятно обусловлено как

увеличением интенсивности роста, так и усилением отпада тонкомерных деревьев. Из возобновления, возникшего после осушения и рубки, часть входит в основной ярус древостоя, однако основа древостоя формируется из подроста, имевшегося на момент осушения. Береза по высоте уже приблизилась к тонкомеру сосны и обогнала в росте подрост и последующее после рубки возобновление сосны, вошедшие в состав древостоя. Через 24 года после рубки доля березы в составе древостоя достигла 6 единиц. Для формирования более ценного состава древостоя с большим участием возобновления хвойных после проведения сплошной рубки в мезоэвтрофных условиях требуется уход за молодняком.

Осушенный с. т.-сф., сформированный после сплошной рубки и 2-кратного ухода (уч. 6г). Через 7 лет после рубки в 1982 г. на половине пробной площади Институтом леса был проведен уход (осветление), поскольку более быстрорастущая береза начала заглушать сосну и ее густота достигла 102,8 тыс. шт./га.

Через три года после ухода общая численность березы увеличилась до 119,6 тыс. шт./га, что было на 35% больше, чем на варианте, где осветление не проводилось. Однако следует отметить, что, не смотря на более высокую численность березы, густота основной части древостоя и соснового подроста была значительно выше чем, на участке без осветления — соответственно в 2,1 и 1,4 раза. Высокая численность березы и ее быстрый рост требовал повторного ухода, который был проведен в 1987 г.

В результате проведения сплошной рубки после осушения и двукратного ухода, через 24 года сформировался чистый хвойный молодой древостой, в составе которого заметное место занимает ель и поколение сосны, возникшее из последующего возобновления. Запас древостоя в отличие от варианта 6в (без ухода) пока еще не достиг величины, имевшейся до рубки, однако продолжается увеличение прироста, который практически полностью представлен хвойными породами. Пополнение основного полога прекращается через 20-25 лет после рубки в связи с возрастанием полноты и сомкнутости древостоя. Таким образом, проведение ухода способствует росту густоты и прироста основной части древостоя, обеспечивая формирование хозяйственно ценных насаждений.

Осушенный перестойный б. т.-сф. (уч. 9а). После осушения в течение периода наблюдений (26 лет) произошел ряд изменений в б. т.-сф. В составе древостоя сосна теряет свою представленность, ее доля участия снижается с двух до одной единицы состава, т. е. древостой становится чистым березовым с примесью сосны. В составе также появляется в единичном количестве ель. Относительная, абсолютная полнота и запас древостоя увеличились соответственно в 1,9, 2,9 и 4,8 раза. Береза имеет существенно большую среднюю высоту, чем сосна, поэтому большая часть последней находится в угнетении.

Таким образом, наблюдения в б. т.-сф. показали недостаточность проведения только одного осушения, поскольку происходит формирование лиственных насаждений с незначительной примесью хвойных (1-2 ед. в составе). Несмотря на то, что в первые 15 лет после осушения из соснового подроста происходит некоторое поступление деревьев в древостой, в последствии большая часть соснового тонкомера гибнет, не выдерживая конкуренции с березой. Следовательно, для формирования ценных насаждений со значительным участием деревьев хвойных пород необходимо помимо осушения дополнительно проводить лесоводственные мероприятия. В данных условиях наиболее оптимальным вариантом может быть сплошная рубка с сохранением хвойного подроста и дальнейшими уходами за составом формирующегося молодняка.

Осушенный с. т-сф., сформировавшийся после сплошной рубки перестойного березняка (уч. 96). Рубка была проведена в 1977 г. Насаждение представляло собой березняк с примесью сосны. В процессе рубки был сохранен подрост и тонкомер в количестве 6,85 тыс. шт./га; 50% которого было хвойным. Около 2,4 тыс. шт./га подроста сосны возникло до осушения, 0,8 тыс. шт./га – после. Средний возраст подроста, возникшего до осушения, – 15 лет, высота – 1,1 м.

Через 3 года после рубки из сохранившегося подроста формируется смешанный березовый молодняк, в составе которого хвойные занимали 3 единицы. Общая густота молодняка составила 5,3 тыс. шт./га. В состав молодняка вошло более 1,6 тыс. шт./га сосны из имевшегося до рубки подроста. В 1987 г. было проведено осветление сосновой части древостоя. В результате проведенного мероприятия смешанный березовый древостой был переформирован в сосново-березовое насаждение. В целях предотвращения роста доли участка березы в составе древостоя в 1993 г. был проведен повторный уход, при котором полностью была удалена береза; относительная полнота была снижена в два раза.

В результате, посредством сплошной рубки с сохранением подроста и двукратного лесоводственного ухода через 26 лет после осушения сформировался хозяйственно-ценный сосновый молодняк с небольшой примесью ели и березы, имеющий хорошие темпы роста (2-3 текущий бонитет) и перспективы дальнейшего развития. Уходы, направленные большей частью на регулирование густоты березы, обеспечило значительный прирост хвойных.

5.2. Сосняки осоково-сфагновые (с. ос-сф.)

Мониторинг с. ос-сф. проводился в средневозрастном насаждении в следующих вариантах: 1 - контрольный (уч. 4а), где кроме осушения не велось никаких лесохозяйственных мероприятий, 2 - вариант с проведением проходной рубки после осушения (уч. 4б); в спелом насаждении: 1 - контрольный (уч. 1а) - осушение, 2 - сплошная рубка после осушения с последующим 2-кратным уходом за сформировавшимся молодняком.

Осушенный средневозрастный с. ос-сф. (уч. 4а). В результате осушения произошли кардинальные изменения в структуре контрольного древостоя. Влияние осушения проявляется в первое же десятилетие. За 25 лет наблюдений значительно выросла продуктивность насаждения, общий класс бонитета повысился до IV, текущий бонитет – до II. Абсолютная полнота увеличилась в 2,2 раза, запас – в 4,3 раза. Средний периодический прирост по запасу за период наблюдений составил 5,16 м³/га в год, 54% которого формируют хвойные (в основном сосна). В то же время следует отметить, что в последнее пятилетие значительно усилился отпад. Это может быть обусловлено ухудшением работы осушительной сети.

Осушенный средневозрастный с. ос-сф. с проходной рубкой (уч. 4б). Для повышения продуктивности древостоев был предусмотрен вариант осушения с проведением проходной рубки в средневозрастном насаждении (уч. 4б). Уход провели в 1974 г., т. е. через 4 года после мелиорации. Интенсивность рубки составила по запасу 37%, по густоте – 15%. В процессе рубки были удалены старые единичные деревья сосны и большая часть березы. В результате относительная полнота древостоя была снижена с 0,7 до 0,5, а доля участка средневозрастного поколения сосны в составе древостоя возросла с 50 до 80%.

Дальнейшие наблюдения в средневозрастном с. ос-сф. показали очень хорошие результаты осушения и проходной рубки. Продуктивность насаждения повыси-

лась с Va до III класса бонитета, через 25 лет после рубки древостой растет по I классу текущего бонитета. Это обусловлено по нашему мнению следующими факторами: во-первых, близость минерального горизонта позволило корневой системе деревьев после осушения получать дополнительные элементы питания, во-вторых, древостой на момент осушения был средневозрастным, с высокой долей участка хвойных и, таким образом, имел высокий потенциал роста. В дополнение к осушению в процессе проходной рубки были удалены единичные перестойные деревья сосны и более 2/3 березы. Это обеспечило хорошие условия для роста сосны и предотвратило ее угнетение со стороны березы.

В течение первого же пятилетия после ухода насаждение восстанавливает свой запас, имевшийся до рубки. Массового перехода сосны из подроста в древостой не наблюдается, а вошедшие в верхний полог экземпляры быстро усыхают.

Целесообразность проведения проходной рубки показывает сравнение результатов, полученных на контрольном участке и на варианте с уходом. Общий и текущий бонитеты через 25 лет наблюдений в первом случае на класс ниже, чем во втором, отпад в 1,9 раза больше. На контроле прирост по запасу формируется до 2/3 за счет березы. На варианте с проведением ухода средний периодический прирост сосны по запасу в течение всего периода наблюдений заметно превышал данный показатель на контроле.

Таким образом, даже в относительно богатых условиях местопроизрастания можно получить достаточно хорошие результаты, проводя осушение средневозрастных сосновых древостоев, имеющих высокий потенциал роста. За весь период наблюдений средняя высота деревьев сосны в каждой ступени толщины выросла в 1,4-2,4 раза (на 5,2-6,8 м). В результате этого разряд высот сосновой части повысился с X-IX до VI-V. При проведении дополнительно к осушению рубок ухода с удалением части березы возможно получение более продуктивных и хозяйственно ценных насаждений.

В осушенном низкополнотном спелом с. ос-сф. (уч. 1а) в течение первых 5-10 лет не отмечалось существенных изменений, которые появились только в третьем пятилетии осушения. Имевшийся под пологом крупный подрост сосны и березы (возраст 20-25 лет, густота - 4,7 тыс. шт./га, состав - 5С5Б) достиг переломных размеров и вошел в основной ярус древостоя. В результате этого резко возрастает густота (с 1 тыс. шт./га до 4,9 тыс. шт./га.) и полнота насаждения.

При последнем повторном перечете в 1998 г., т. е. через 26 лет после осушения запас древостой достиг 111 м³/га, относительная полнота - 1,0. В составе древостой молодые поколения сосны и березы, сформировавшиеся из подроста, преимущественно предварительной генерации представляли 57% запаса. Доля участка соснового подроста, возникшего после осушения, в формировании древостой незначительна. В последнее пятилетие резко увеличивается отпад деревьев сосны.

Таким образом, за 26-летний период осушения абсолютная полнота и запас древостой увеличились – в 3,5 и 4,6 раза соответственно, относительная – в 2,8 раза. Характерно, что и в последние годы не наблюдается снижения интенсивности накопления запаса, в отличие от других контрольных участков осушенных травяно- и осоково-сфагновых насаждений. Почти в 3 раза выросла и густота древостой. Максимальные значения густоты отмечены в 3-4 пятилетиях осушения, в это же время происходит интенсивный рост и полноты древостой. Общий класс бонитета повысился до IV-ого, молодое же поколение сосны, сформировавшиеся из подроста, растет по III-ему классу текущего бонитета. В породной структуре изменения небольшие, однако все же доля сосны снижается с 60 до 48% и возрастает участие березы. В результате вхождения в основной ярус древостой значительного количества деревьев, сформиро-

вавшихся из подроста, изменились не только количественные показатели насаждения, но и его возрастная структура. Насаждение перешло из категории "спелое" в категорию "средневозрастное".

Осушенный с. ос.-сф., сформировавшийся после сплошной рубки и 2-кратного ухода (уч. 16). Участок до рубки характеризовался большим по сравнению с контролем участием в составе лиственных пород (57%), низкой полнотой и продуктивностью. Под пологом древостоя до рубки имелся смешанный крупный сосново-березовый подрост ($H=2,0$ м) в возрасте 20-25 лет, густотой в 5,6 тыс. шт./га. В процессе рубки, имевшийся подрост был сохранен.

В итоге, анализ динамики древостоя в течение 25 лет показал, что проведение сплошной рубки с дальнейшим уходом за составом молодняка обеспечивает формирование древостоя средней продуктивности. После сплошной рубки и двукратного ухода в течение 20-ти лет формируется чистый средневозрастный сосняк с небольшой примесью березы и единичным участием ели. Древостой, сформировавшийся из сохраненного в процессе рубки подроста, достиг III-го общего и II-го текущего класса бонитета. Общий запас вырос в результате проведенных мероприятий с 19 до 120 м³/га. Через 28 лет после осушения запас древостоя на варианте со сплошной рубкой превысил контрольный, его продуктивность древостоя на 1-1,5 класса выше.

В общем, следует отметить, что в формировании древостоя основную роль сыграл подрост предварительной генерации и особенно это касается сосны. Из возобновления сосны, появившегося после рубки лишь единичные экземпляры вошли в основную полог древостоя и незначительная часть березы.

5.3. Сосняки кустарничково-сфагновые (с. к.-сф.)

В олиготрофных условиях произрастания влияние осушения на рост и формирование с. к.-сф. исследовалось на ПП 7 и 10. На седьмой пробной площади через 6 лет после осушения была проведена выборочная рубка, целью которой являлось улучшение возрастной структуры древостоя осушаемого насаждения. Древостой характеризовался низкой продуктивностью и полнотой.

Осушенный с. к.-сф. (уч. 10а). В составе древостоя спелые и перестойные поколения занимали 6 ед. В течение 29 лет осушения произошло омоложение насаждения. Появилось молодое поколение сосны, сформировавшееся из подроста, доля которого составила 60%. Густота древостоя продолжает расти в течение всего периода наблюдений и через 29 лет после осушения достигает 3 тыс. шт./га. Наиболее интенсивный рост густоты древостоя отмечен в 3-4 пятилетиях после осушения. Именно в этот период основная часть подроста достигает перечетных размеров и входит в состав древостоя, однако в отличие от травяно- и осоково-сфагновых типов леса, этот процесс продолжается и в последние 10 лет, поскольку полнота остается невысокой. В последнее десятилетие наблюдений (1988-98 гг.) отмечалось увеличение среднего периодического прироста по запасу, который повысился почти в 3 раза и составил 2,03 м³/га в год, 86% прироста приходилось на поколение, сформировавшееся из подроста.

За период осушения (29 лет) относительная полнота выросла с 0,2 до 0,5, а запас с 11 до 40 м³/га. Продуктивность насаждения за счет значительного участия молодых поколений достигла Va класса общего бонитета. Средний периодический прирост по запасу остается небольшим – 1,38 м³/га в год, хотя в последние 10 лет отмечается некоторое повышение интенсивности накопления запаса. В этих условиях древостой является мелкотоварным (средние: диаметр – 8 см, высота – 7 м).

Исследования в осушенном с. к.-сф. (уч. 7а) показали, что продуктивность насаждения за 28 лет осушения повысилась только на один класс бонитета с Vb до Va, текущий бонитет оставался низким на протяжении всего периода наблюдений. В отличие от участка 10а здесь не произошло снижения среднего возраста древостоя, поскольку на момент осушения древостой был представлен в основном средневозрастным поколением. Поступление деревьев из подроста происходило менее интенсивно, густота древостоя за период наблюдений возросла только в 2,1 раза.

Несмотря на значительный период осушения в данных условиях в распределении деревьев по ступеням толщины сохраняется левая асимметрия.

Осушенный с. к.-сф., пройденный выборочной рубкой (уч. 7б). На участке, отведенном под рубку, в отличие от контроля в составе преобладало спелое поколение. В целом же до рубки участок 7б, как и контрольный, характеризовался низкими густотой, полнотой и продуктивностью древостоя, что является особенностью кустарничково-сфагновых сосняков.

С целью омоложения древостоя и увеличения прироста были вырублены высковозрастные деревья. В процессе рубки в 1976 году был удален также сухой и часть бесперспективных деревьев средневозрастного поколения (114 шт./га). Интенсивность рубки составила по густоте – 36%, по запасу – 69%. На момент рубки под пологом имелся сосновый с примесью березы (12%) подрост в количестве 4,7 тыс. шт./га. В основном это был средний и крупный подрост в возрасте более 20 лет, средняя высота его составляла 1,2 м. После осушения появилось и некоторое количество возобновления последующей генерации, однако его густота незначительна.

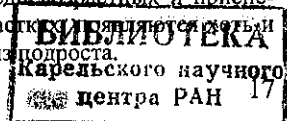
В результате, наблюдения за динамикой роста древостоя после осушения и рубки показали, что запас через 22 года не достигает контрольного. Рубка не оказала заметного влияния на повышение продуктивности древостоя, поскольку потенциал молодых поколений лимитируется бедностью условий произрастания. Поэтому и проведение лесохозяйственных мероприятий в сфагновых типах леса, как правило, нецелесообразно. Возможно, лесоводственную эффективность можно повысить путем внесения минеральных удобрений.

5.4. Анализ результатов гидролесомелиорации и рубок в насаждениях различных условий произрастания

Под влиянием осушения и рубок происходит изменение возрастной, породной структуры насаждений, повышается их продуктивность и средние таксационные показатели. Как правило, старые поколения деревьев на контрольных участках сохраняют свое присутствие в составе древостоя, хотя их доля существенно сокращается за период наблюдений (см. табл. 1). При наличии под пологом низкополнотных древостоев достаточного количества жизнеспособного подроста, из него формируются молодые поколения сосны и березы, возрастная структура усложняется, происходит процесс естественного омоложения. Спелые и перестойные насаждения через 25-30 лет осушения трансформируются в средневозрастные и приспевающие. На контрольных участках за период наблюдений доля березы в составе древостоя несколько возрастает, в более богатых условиях появляется ель.

При проведении выборочных рубок в спелых древостоях или проходных – в средневозрастных повышается удельный вес сосны в осоково- и травяно-сфагновых сосняках (см. табл. 2). В сосновой части доля участия средневозрастных и приспевающих поколений заметно выше, чем на контрольных участках. Незначительно по количеству сосны и ели, сформировавшихся из подроста

153697К



В результате проведения сплошных рубок с сохранением подроста и тонкомера в насаждениях осоково- и травяно-сфагновых типов леса (см. табл. 3) и последующих уходов за хвойной частью в сформировавшихся молодняках через 25 лет после рубки на месте малозффективных для гидролесомелиорации спелых и перестойных насаждений формируются хвойные древостои с незначительным участием лиственных, но существенным (до 3 ед. в составе) поколения сосны, сформировавшегося из возобновления возникшего после осушения. В формировании древостоев в богатых условиях участвует и ель (до 1 ед. состава). В том случае если уходы не проводятся, береза занимает в составе молодого древостоя лидирующее место по запасу и в дальнейшем вероятно возможно переформирование хвойного насаждения в лиственное.

Для всех изученных древостоев даже олиготрофных условий произрастания в течение периода осушения отмечено повышение продуктивности. Однако если текущий бонитет осоково- и травяно-сфагновых насаждений достигает 1-2, то в кустарничково-сфагновых изменения незначительны. Проведение выборочных, проходных и сплошных рубок (с уходами) в мезотрофных и мезоевтрофных условиях способствует формированию древостоев лучшей хозяйственной ценности и большей продуктивности. В кустарничково-сфагновых сосняках выборка деревьев перестойного возраста не оказывает заметного изменения продуктивности.

Как показали исследования, динамика густоты древостоев на осушенных землях связана с полнотой до осушения. Наиболее активно процесс поступления соснового и березового подроста отмечается в низкополотных сосняках, в результате чего через 25-30 лет осушения их густота значительно возросла - в 1,7-4,4 раза. В средне- и высокополотных насаждениях характерных для более богатых условий произрастания данный процесс менее выражен, изреживание происходит более интенсивно, в особенности по сосне. В связи с этим густота древостоев снижается на 13-36%.

В осоково- и травяно-сфагновых типах леса распределение деревьев по ступеням толщины в течение 25 лет осушения приближается к нормальному, что более характерно для сосны. В кустарничково-сфагновых сосняках сохраняется преобладание тонкомерных деревьев, через 25-30 лет после осушения левая асимметрия в распределении деревьев по ступеням толщины остается, хотя и несколько снижается.

Выборочные и проходные рубки замедляют процесс снижения после осушения асимметрии в распределении деревьев и влияют на характер изменения густоты древостоя. В течение 10-15 лет после проведения выборочных рубки из подроста в древостой входит значительное количество экземпляров сосны и березы. Однако уже в следующие годы большая часть из вошедших деревьев отпадает, в особенности это касается сосновой части древостоя. В итоге участие деревьев сосны, сформировавшихся из подроста, в запасе насаждения через 25 лет после рубки незначительно.

Следует отметить, что уход в сосновых молодняках травяно-сфагнового типа леса, сформировавшихся после осушения и сплошных рубок спелых насаждений, обеспечивает не только более высокую густоту хвойной части молодых древостоев, но увеличение периода максимальной густоты. Изреживание деревьев сосны начинается на 5 лет позже, чем на вариантах, где уходов не проводилось.

Динамика густоты и породного состава подроста после осушения зависит от условий произрастания и полноты древостоя. Если в высокополотных травяно-сфагновых сосняках через 15-20 лет подрост сосны предварительной генерации исчезает, его место занимает возобновление березы и ели, то в кустарничково-сфагновых сосняках вследствие невысокой полноты древостоя и незначительной интенсивности роста сохраняется порядка 1-2 тыс. шт./га подроста, возникшего до осушения.

Как показали наблюдения в исследуемых древостоях, роль хвойного тонкомера и естественного возобновления (предварительного и последующего) в формировании запаса осушенных древостоев различна и зависит от многих факторов (табл. 4). Основное значение имеют условия произрастания, состав и полнота древостоя, количество, размеры, возраст тонкомера и подроста, и лесохозяйственные мероприятия.

Анализируя данные таблицы 4 можно отметить, что наибольшее значение в накопление запаса для всех условий произрастания имеют средневозрастные поколения сосны (60-80 лет) представленные на момент осушения тонкомером. Особенно высока доля его участия (76%) в средневозрастном среднеполотном осоково-сфагновом сосняке (уч. 4б) после проведения проходной рубки с удалением перестойной сосны и части березы. В кустарничково-сфагновых сосняках, а также в относительно небогатых низкополотных осоково-сфагновых древостоях помимо средневозрастных поколений присутствует и тонкомер сосны в возрасте спелости (120 лет). Его участие в формировании запаса древостоя незначительно, либо равно нулю. В особенности это наблюдается в мезотрофных условиях произрастания (уч. 1а), где при резком возрастании полноты и сомкнутости древостоев после осушения за счет вхождения в основной ярус и интенсивного роста деревьев из подроста отпад старого тонкомера приближается к его приросту, а в некоторые периоды и превышает его.

Если в высоко- и среднеполотных травяно- и осоково-сфагновых сосняках (уч. 6а, 6б, 4а, 4б) даже при проведении выборочных и проходных рубок (интенсивность 36-49%) в формировании запаса доминирующее значение имеет хвойный тонкомер, то в низкополотных осоково- и кустарничково-сфагновых древостоях (уч. 1а, 7а, 7б) участие подроста в данном процессе возрастает и может достигать лидирующего положения (см. табл. 4). Некоторое повышение удельного веса подроста в запасе древостоя возможно при проведении в кустарничково-сфагновых сосняках выборочных рубок с удалением старых поколений сосны. В травяно- и осоково-сфагновых древостоях для этого требуется проведение сплошных рубок и последующих уходов в молодняках (уч. 1б, 6г). Последующее поколение хвойных (самосев), возникшее после осушения, практически не имеет значения в формировании запаса древостоев без проведения сплошных рубок и мероприятий по уходу (уч. 6г).

Таким образом, средневозрастные и приспевающие поколения сосны и сосновый подрост за счет своего интенсивного роста, а последний и за счет большой густоты имеют основное значение в формировании запаса древостоев после осушения.

6. Влияние гидролесомелиорации на ход роста и формирование прироста деревьев сосны разного возраста

Исследование хода роста деревьев сосны показало их различную отзывчивость на осушение в зависимости от возраста, размеров и условий произрастания. После осушения полог древостоя выравнивается за счет интенсивного роста молодых и средневозрастных поколений. Особенно высокие приросты по высоте отмечаются у поколения, сформировавшегося из подроста. В мезотрофных условиях прирост в высоту возрастает даже у спелых деревьев, хотя в заболоченном состоянии рост резко замедляется уже к 90-100 годам. В мезоевтрофных условиях замедление роста в высоту заболоченных древостоев наблюдается в возрасте 120-130 лет.

Соответствующие изменения после осушения можно отметить и при рассмотрении хода роста модельных деревьев сосны по диаметру. Однако здесь картина уже менее выражена. Выравнивания средних диаметров деревьев сосны разных поколений не происходит, хотя разница между ними сокращается.

Роль хвойного тонкомера, подроста и самосева в формировании запаса осушенных сосновых древостоев различных типов леса*

Типы леса	№ ПП	Проведенные мероприятия	Период наблюдений, лет (n)	Состав		Хвойный тонкомер		Хвойный подрост		Мк Δ _М	Тонкомер		Подрост		Самосев		
				Мн Р	Р	N A	D H	N PN	H A		Ш _т m _к	Δ _{м/н} P _{м/М}	Ш _п m _к	Δ _{м/п} P _{м/М}	Ш _с m _к	Δ _{м/с} P _{м/М}	
										Состав							Мн
Травяно-сфагновые	6а	Осушение	23	2C ₈₀ 2C ₁₃₀ 6B ₆₀	103 0,9	0,42 80	11,8 10,1	3,8 3,6	0,5 10	172 69	23 51	1,22 41	1 4	0,13 4	-	-	-
	6б	Осушение + выборочная рубка	23	4C ₈₀ 3C ₁₃₀ 3B ₆₀	56 0,5	0,41 80	11,7 10,0	2,1 7,2	0,5 10	148 92	23 67	1,91 48	5 5	0,22 5	0,04 1	0,25 7	0,79 25
	6в	Осушение + сплошная рубка	24	-	-	0,31 60	7,0 6,0	4,7 5,6	0,6 10	91 86	5 19	0,58 16	1 15	0,58 16	-	-	-
	6г	Осушение + сплошная рубка + 2 осветления	24	-	-	0,15 60	7,0 6,0	4,7 5,6	0,6 10	78 75	3 9	0,25 8	1 42	1,71 55	-	-	-
Сооково-сфагновые	4а	Осушение	25	4C ₆₀ 2C ₁₆₀ 4B ₅₀	40 0,6	1,06 60	7,6 5,3	1,9 1,7	0,8 15	170 130	15 82	2,68 52	1 1	0,04 1	-	-	-
	4б	Осушение + уход (проходная рубка)	25	8C ₆₀ 2B ₅₀ сд.Е	27 0,5	1,36 60	8,0 5,6	1,2 1,1	1,1 15	182 155	22 140	4,72 76	2 2	0,08 1	-	-	-
	1а	Осушение	25	6C ₁₂₀ 4B ₆₀ сд.Е	24 0,3	0,45 120	9,8 7,7	2,4 5,1	1,9 2,0	111 87	15 15	-	2 37	1,40 40	-	-	0,04 1
1б	Осушение + сплошная рубка + 2 осветления	25	-	-	-	-	3,2 5,7	1,9 2,0	120 120	-	-	-	3 101	3,92 82	-	-	0,12 3
Кустар.-во-сфагновые	7а	Осушение	22	6C ₆₀ 4C ₁₂₀ +Б	18 0,3	0,52 60	8,5 5,7	3,2 6,0	1,5 2,0	71 53	11 36	1,14 47	2 16	0,64 26	-	-	0,05 2
	7б	Осушение + выборочная рубка	22	10C ₆₀	8 0,1	0,50 60	7,6 5,2	3,9 8,3	1,2 2,0	54 46	8 32	1,09 52	2 18	0,73 35	-	-	0,09 4

В накоплении объемного прироста лидирующее место к концу третьего десятилетия осушения занимают средневозрастные и приспевающие на момент проведения мелиорации поколения, которые до осушения были представлены тонкомером.

На основании анализа моделей были выявлены связи и составлены математические уравнения, характеризующие в различных условиях произрастания ход роста деревьев сосны разного возраста по диаметру, высоте и объему в течение 30-лет после осушения (факт) и за этот же период без проведения мелиорации (прогноз) (рисунок).

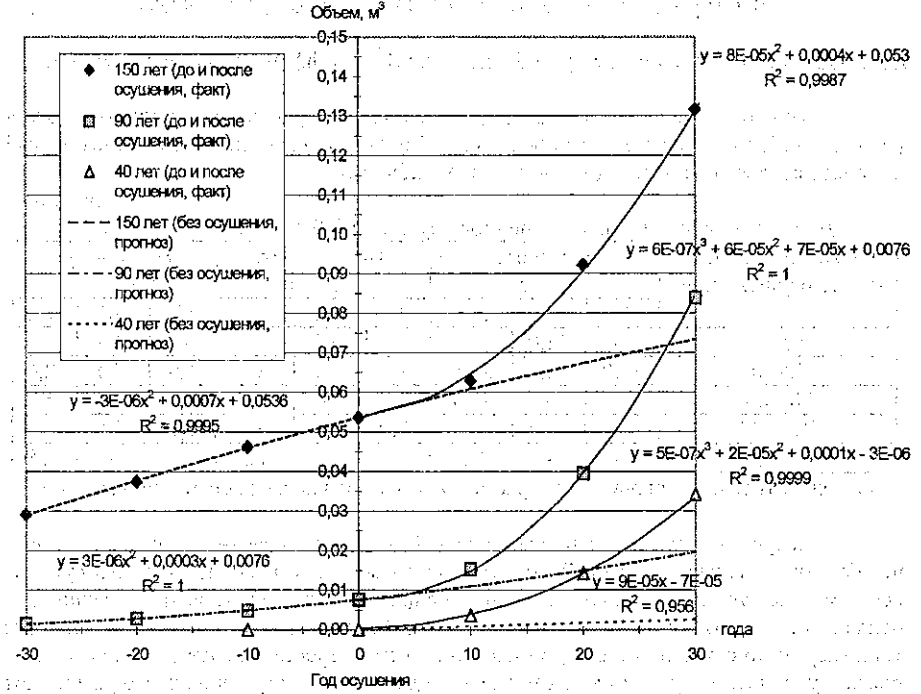


Рис. Ход роста по объему деревьев сосны различного возраста после мелиорации и без нее в мезотрофных условиях произрастания.

*где Р - относительная полнота, N - густота, тыс. шт./га; D - средний диаметр, см; H - средняя высота, м; A - средний возраст, лет; n - период наблюдений, лет; p_н - удельный вес в составе по густоте, %; Мн - запас древостоя на начало наблюдений (3-8 лет после осушения), м³/га; Мк - запас древостоя через 20-25 лет наблюдений (26-29 лет после осушения), м³/га; Δ_М - текущее периодическое изменение запаса древостоя в течение периода наблюдений (Δ_М = Мк - Мн), м³/га; m_к - запас тонкомера или подроста на начало наблюдений, м³/га; m_п - запас тонкомера или подроста через 20-25 лет наблюдений, м³/га; Δ_{м/н} - средний периодический прирост (Δ_{м/н} = (m_к - m_п)/n), м³/га *год; P_{м/М} - доля участия хвойного тонкомера, подроста и самосева в текущем периодическом изменении запаса древостоя (P_{м/М} = 100 * Δ_{м/н} / Δ_М), %.

Ход роста деревьев сосны различных поколений по высоте, диаметру и объему в течение 30 лет до осушения математически хорошо описывают, как правило, уравнения прямой и полинома 2-ой степени. После проведения осушения графики роста резко изменяются, поэтому для их математического описания используются уравнения полиномов 2-ой или 3-ей степени.

$$150 \text{ лет: } y = 8 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,0004x + 0,053 \quad (R^2 = 0,9987),$$

$$90 \text{ лет: } y = 6 \cdot 10^{-7} x^3 - 6 \cdot 10^{-5} x^2 + 7 \cdot 10^{-5} x + 0,0076 \quad (R^2 = 1),$$

$$40 \text{ лет: } y = 5 \cdot 10^{-7} x^3 - 2 \cdot 10^{-5} x^2 + 0,0001x - 3 \cdot 10^{-6} \quad (R^2 = 0,9999).$$

где x - давность осушения, лет; y - объем, м³/га; R^2 - коэффициент аппроксимации.

Сравнение фактического роста деревьев после осушения и предполагаемого в условиях заболоченности для данных моделей позволило рассчитать дополнительный прирост деревьев сосны каждого поколения (табл. 5).

Таблица 5

Дополнительный прирост за период осушения (30 лет) на среднее дерево

Возраст дерева на начало осушения, лет	По высоте, см*год			По диаметру, мм*год			По объему, дм ³ *год		
	О	М	МЕ	О	М	МЕ	О	М	МЕ
10-20	-	22,0	-	-	1,7	-	-	1,1	-
40-60	19,7	18,3	23,0	1,1	1,6	1,4	1,0	2,1	2,6
80-100	8,3	-	21,7	0,7	-	1,5	0,8	-	5,7
120-140	7,6	11,7	-	0,9	1,1	-	1,7	1,9	-
170-190	-	-	6,3	-	-	0,5	-	-	2,8

О - олиготрофные условия произрастания; М-мезотрофные; МЕ-мезоевтрофные.

Следует отметить, что за счет большей площади поверхности ствола прирост по объему у спелых и перестойных деревьев чаще всего пока еще остается существенным, несмотря на невысокие линейные приросты. Однако в результате увеличения отпада старых поколений в насаждении более молодые поколения, представленные тонкомером до осушения и сформировавшиеся из подроста, за счет своего активного роста и увеличения густоты к концу третьего десятилетия осушения часто уже имеют решающее значение в формировании запаса древостоев.

Заключение

Длительный мониторинг, периодически осуществляемый на постоянных пробных площадях, показал, что характер и степень изменений структуры насаждений после проведения осушения зависят от нескольких факторов, наиболее значимыми из которых являются: условия произрастания, возраст и полнота осушаемого насаждения, наличие и качество естественного возобновления хвойных и проведение рубок.

В мезоевтрофных условиях произрастания при осушении средне- и высокополнотных сосновых насаждений следует ориентироваться на средневозрастные поколения сосны, представленные тонкомером, которые после выборочной (в спелых древостоях) или проходной (в средневозрастных древостоях) рубки имеют основное значение в формировании запаса. Оставление соснового тонкомера в возрасте спело-

сти в мезотрофных и олиготрофных условиях нецелесообразно в связи с его низким приростом. При осушении низкополнотных сосняков мезотрофных и олиготрофных условий произрастания особую роль в формировании насаждений играет сосновый подрост, значение которого возрастает при проведении сплошных (в осоково-сфагновых сосняках) и выборочных рубок (в кустарничково-сфагновых). При наличии под пологом травяно- и осоково-сфагновых сосняков и березняков жизнеспособного соснового подроста (более 0,5 м) достаточной густоты (при высоте до 1м - 4-5 тыс. шт./га, до 2м - 2-3 тыс. шт./га) оптимальным вариантом является сплошная рубка с сохранением подроста и тонкомера. Проведение ухода в сформировавшихся после сплошной рубки травяно- и осоково-сфагновых молодняках позволяет повысить участие соснового подроста и последующего после рубки возобновления сосны в формировании древостоев.

Таким образом, проведение мелиорации и последующих лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода и главного пользования) в мезоевтрофных и мезотрофных условиях произрастания обеспечивает значительное увеличение продуктивности заболоченных древостоев и позволяют формировать хозяйственно ценные насаждения. Проведение осушения и рубок в олиготрофных условиях малоэффективно. Разработанные модели дополнительного прироста сосны после осушения позволили сравнить эффективность гидролесомелиорации для деревьев разного возраста в различных условиях произрастания.

По результатам исследований можно дать следующие рекомендации:

1- В мезотрофных и мезоевтрофных условиях произрастания старовозрастные поколения значительно уступают в интенсивности прироста средневозрастным и молодым поколениям, в связи с этим одновременно с осушением или реконструкцией осушительных систем необходимо проведение рубок с удалением старовозрастных деревьев.

2- Осушение бедных верховых торфяников (олиготрофные условия) в условиях Карелии бесперспективно для формирования продуктивных древостоев из-за низких запасов к возрасту рубки.

3- В осушаемых насаждениях мезотрофных и мезоевтрофных условий произрастания после проведения сплошных рубок с сохранением хвойного подроста и тонкомера необходимо не менее двух ухода за хвойной частью сформировавшихся молодняков (1-ый через 5-10 лет после рубки, 2-ой - через 15-20 лет).

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Саковец В. И., Ананьев В. А., Коханский С. А. Изменение структуры лесов в связи с гидролесомелиорацией в условиях Карелии // Экология таёжных лесов. Мат. межд. науч. конф. - Сыктывкар, 1998. - С. 7-8.
2. Ананьев В. А., Саковец В. И., Коханский С. А. Прирост и устойчивость старовозрастных ельников Карелии // Экология таёжных лесов. Мат. межд. науч. конф. - Сыктывкар, 1998. - С. 248.
3. Коханский С. А. Влияние рубок на формирование осушенных сосняков // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Финляндии. Мат. межд. науч. конф. и выезд. сесс. Отдел. общ. биол. РАН. - Петрозаводск, 1999. - С. 189-190.
4. Коханский С. А. Мониторинг динамики роста и формирования осушенных и пройденных рубкой осоково-сфагновых древостоев // Экологический мониторинг лесных экосистем. Мат. Всеросс. совещ. - Петрозаводск, 1999. - С. 83.

5. **Коханский С. А.** Мониторинг сосняков после осушения // Поморье в Баренц-регионе на рубеже веков: экология, экономика, культура. Мат. межд. науч. конф. - Архангельск, 2000. - С. 123-124.
6. **Коханский С. А.** Изменение биоразнообразия в связи с лесохозяйственным использованием торфяников // Интеграция фундаментальной науки и высшего лесотехнического образования по проблемам ускоренного воспроизводства, использования и модификации древесины. Мат. межд. науч.-практ. конф. - Воронеж, 2000. - С. 237-241.
7. **Коханский С. А.** Тенденции формирования состава и густоты сосновых насаждений после проведения осушения и рубок // Региональные проблемы изучения и использования избыточно увлажненных лесных земель. Мат. Всеросс. совещ. - Екатеринбург, 2000. - С. 82-84.
8. **Коханский С. А.** Роль соснового подроста и тонкомера в формировании мелиорированных сосняков // Мониторинг осушенных лесов. Мат. совещ. - СПб., 2001. - С. 85-86.
9. **Коханский С. А.** Оценка роли естественного возобновления и тонкомера в процессах переформирования заболоченных древостоев, подвергнутых гидролесомелиорации в условиях Южной Карелии // Сб. раб. аспирант. и соиск. Института леса. - Петрозаводск, 2002. - С. 43-50.
10. **Коханский С. А.** Рубки в сосновых древостоях мезоевтрофных условий произрастания как фактор повышения лесоводственной эффективности осушения // Актуальные проблемы биологии и экологии: Мат. IX молодеж. науч. конф. - Сыктывкар, 2002. - С. 73-74.
11. **Коханский С. А.** Состояние осушительных систем и факторы, влияющие на эффективность работы осушительной сети на объектах гидролесомелиорации в Карелии // Экология 2003: Мат. молодеж. межд. конф. - Архангельск, 2003. - С. 40.
12. **Коханский С. А.** Формирование прироста сосны в связи с осушением // Эколого-экономические аспекты гидролесомелиорации: Сб. науч. тр., вып. 58 - Гомель, 2003. - С. 52-54.