

**На правах рукописи**

**Мошников Сергей Анатольевич**

**ФОРМИРОВАНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ИСКУССТВЕННОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ  
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ 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 - 2006**

Работа выполнена в лаборатории лесоведения и лесоводства  
Института леса Карельского научного центра РАН

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук  
**Саковец Владимир Иванович**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Киреев Дмитрий Михайлович**

кандидат сельскохозяйственных наук, ст.н.с.  
**Пирогов Николай Александрович**

Ведущая организация: **Агентство лесного хозяйства  
по Республике Карелия**

Защита состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_ часов на заседании  
диссертационного совета Д 212.220.02 в Санкт-Петербургской государ-  
ственной лесотехнической академии по адресу: 194021, Санкт-Петербург,  
Институтский пер., 5, главное здание, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор



Маркова И.А.

## Общая характеристика работы

Площадь избыточно увлажненных земель Республики Карелия составляет более 5,4 млн. га. В 60-70-х годах прошлого столетия осушено более 230 тыс. га открытых болот. Лесокультурный фонд составил 107 тыс. га, из которых на площади 72 тыс. га были созданы лесные культуры. В освоение вовлекались различные по условиям водно-минерального питания болота – от травяно-сфагновых до грядово-мочажинных. На большей части пройденной лесокультурными мероприятиями площади к настоящему времени сформировались молодняки с различной долей участия лесных культур и их возраст составляет 20-35 лет.

Результаты исследований проводимых сотрудниками Института леса на протяжении 15-25 лет и материалы обследования лесных культур, проведенного нами в 2001-2002 гг., легли в основу данной работы.

Актуальность темы заключается в необходимости оценки успешности искусственного облесения осушаемых болот в условиях Карелии, выявления закономерностей роста и формирования молодняков искусственного происхождения с целью разработки стратегии дальнейшей лесохозяйственной деятельности на осушаемых территориях.

Целью работы является исследование процессов формирования древостоев искусственного происхождения на осушаемых болотных почвах в условиях южной Карелии, изучение строения и хода роста молодняков в связи с увеличением их возраста и давности осушения, а также обоснование необходимости рубок ухода и сроков их проведения для формирования высокопродуктивных насаждений.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать закономерности строения и роста насаждений искусственного происхождения в различных условиях произрастания.
- изучить особенности формирования и роста культур, созданных в процессе реконструкции малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах.
- произвести массовое единовременное обследование молодняков искусственного происхождения на осушаемых болотных почвах для определения их состояния и особенностей роста в различных условиях местопроизрастания.
- разработать рекомендации по повышению продуктивности насаждений искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах в условиях Карелии.

Научная новизна. Впервые для условий Карелии выявлены особенности строения и хода роста чистых и смешанных молодняков искусственного

происхождения на осушаемых торфяных почвах. Обследованы производственные культуры сосны и ели, созданные 20-35 лет назад на осушаемых болотах различных типов. Дана лесоводственная оценка 25-летнего опыта по реконструкции малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах. Определены оптимальные сроки проведения лесоводственного ухода за лесными культурами с целью сохранения их хозяйственной ценности и повышения продуктивности.

Практическая значимость работы. На основании 15-25-летних исследований проведена оценка лесоводственной эффективности искусственного облесения осушаемых болот Южной Карелии. Обоснована необходимость рубок ухода и сроки их проведения. Предложены практические рекомендации по повышению продуктивности насаждений искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах Карелии.

Достоверность результатов обеспечивается большим количеством объектов (более 40 пробных площадей) и длительностью срока наблюдения (15 и более лет). Отобрано 204 модельных дерева для изучения хода роста культур на осушаемых торфяных почвах. Полученные данные обработаны в соответствии с правилами, принятыми в таксации с использованием пакетов MS Excel и Statistica.

Вклад автора в работу состоит в самостоятельном составлении программы и методики работ, обосновании задач исследований. Проанализированы материалы стационарных пробных площадей, заложенных ранее сотрудниками Института леса КарНЦ РАН, заложены новые опытные участки, выполнены основные работы по сбору, обработке и обобщению экспериментального материала.

Апробация и публикация материалов работы. Основные положения были представлены на пяти совещаниях (пос. Сиверский, Ленинградской области, 1994 г.; Вологда, 1998; Екатеринбург, 2000; Лисино-корпус Ленинградской области, 2001; Гомель, 2003) и двух конференциях (Сыктывкар, 2002, 2004). Результаты работы докладывались и обсуждались на Международной конференции «Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты» (Петрозаводск, 2004).

Сбор материалов для диссертации осуществлялся в течение 1993 -2004 гг. в ходе выполнения бюджетных тем плана НИР Института леса КарНЦ РАН: № 118 (№ гос. регистрации 01.9.50004008) «Влияние лесохозяйственной деятельности на состояние и динамику лесных экосистем и биологическое разнообразие в условиях Карелии», (исполнитель); №126 (№ гос. регистрации 01.200100601) «Научное обоснование экологической устойчивости лесного хозяйства в условиях Карелии», (отв. исполнитель).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка использованной литературы, включающего 305 работ. Материалы диссертации изложены на 177 страницах машинописного текста, включая 36 таблиц и 20 рисунков.

## **1. Состояние вопроса к началу исследований**

С целью увеличения покрытой лесом площади в 50-70-е годы прошлого столетия в нашей стране проводилось массовое осушение открытых болот. Одновременно с осушением широкое распространение получило их искусственное облесение.

Немаловажным этапом лесокультурного освоения осушаемых болот является обработка почвы. Наиболее распространенным способом обработки почвы в условиях торфяников считается плужная, при которой создание пластов для последующего посева (посадки) сочетается с прокладкой борозд, с помощью которых в осушительную сеть отводятся избыточные воды. Этот вопрос глубоко изучен в России (Бабилов, 1968, 1970, 1974, 1994, 2002; Матюхина, 1972; Ковалев, 1973; 1977; Маслаков и др., 1977, 1989; Пигарев и др., 1979, 1986; Вячкилев, 1980; Матюхина и др., 1981; Смоляницкая и др., 1981; Колесников, 1985, 1996; Шутов и др., 1990; Беляев, Елизаров, 1994; Маслаков, Иванов, 1994; Чмыр, 1994; Острошенко, 1998; Маркова, 2001; Маркова, Жигунов, 2003; Смирнов, 2003; Бабилов, Субота, 2004 и др.). Об успешности данного способа обработки почвы пишут исследователи Прибалтики (Капустинская, 1968а,б, 1970), Финляндии (Kaunisto, Päivänen, 1985) и Швеции (Hånell, 1992). Немаловажную роль при плужной обработке в условиях болот играет расположение борозд относительно осушителей (Капустинская, 1968а; Пятецкий и др. 1976; Елпатьевский и др., 1978 и др.). Вопрос о сроке действия борозд изучен не столь глубоко, согласно данным Смирнова (2001) – 10 лет, Ионина с соавт. (1967) – 10-15, Sundström (1991) – 18 лет.

Проблема выбора породы в условиях осушаемых болот также достаточно глубоко исследована (Вомперский, 1959; Буш и др., 1960; Коллист, 1962; Капустинская, 1968а, б; Елпатьевский, 1974; Елпатьевский, Чернов, 1980; Валк и др., 1983; Ипатьев и др., 1984), в том числе и в Карелии (Ионин и др., 1967, 1973, 1977, 1989; Пятецкий и др., 1976; Ионин, Пятецкий, 1977; Ионин, 1980, 1986; Синькевич, Цинкович, 1980, 1986; Ермаков, Ионин, 1991; Саковец, Гаврилов, 1994; Гаврилов, 1997 и др.).

Основные вопросы формирования молодняков, в том числе искусственного происхождения, особенностей их строения, роста на

минеральных почвах детально освещены в работах Моисеева (1966, 1971), Огиевского (1966), Ипатова (1974), Львова с соавт. (1980), Маслакова (1984б), Полякова с соавт. (1986) и др., в то время как молодняки в условиях осушаемых торфяников исследованы недостаточно.

Особенности реконструкции малоценных насаждений на минеральных почвах проанализированы в работах многих исследователей (Бездежных, 1958; Шевляков и др., 1958; Сакс, 1961, Изюмский, 1965, 1978; Кронит, 1968; Дерябин, 1976; Чмыр, 1977; Стратонович и др., 1978; Дружинин, Неволин, 1997; Чмыр и др., 1998 и др.), чего нельзя сказать о реконструкции насаждений на осушаемых торфяных почвах (Ионин, 1980, 1988; Бугаев, Гладышева, 1991).

Немногочисленные исследования по формированию искусственных насаждений на торфяных почвах при значительных объемах лесохозяйственного производства обусловили необходимость исследований в данной области. Это особенно актуально для Карелии, где несмотря на наличие более чем 70 тыс. га молодняков искусственного происхождения на осушаемых болотных почвах, данная проблема до настоящего времени остается малоизученной.

## **2. Природные условия района исследований**

Республика Карелия расположена на северо-западе Европейской части России, между 60° 41' и 66° 39' с.ш. и 29° 19' и 37° 57' в.д. Основные объекты исследований находятся в южной части (агроклиматической зоне (Романов, 1961)) республики (Пряжинский и Петрозаводский лесхозы). Южная агроклиматическая зона Карелии находится между 60°30' и 63° с.ш. и отличается наибольшей продолжительностью вегетационного периода (145-155 дней) и количеством осадков – до 600 мм в год. Особенности геоморфологического строения, рельефа и климата обусловили широкое распространение в республике заболоченных лесов и болот.

## **3. Объекты, программа и методика исследований**

### **3.1. Характеристика объектов исследований**

Основным объектом исследований являются лесные культуры сосны и ели, произрастающие на территории Пряжинского лесхоза (Киндасовское лесничество), где в 70-е годы были вовлечены в осушение значительные массивы болот с последующим их искусственным облесением. Площадь лесных культур на осушаемых болотах лесничества составляет 1172 га.

Маршрутные обследования производственных лесных культур проводилось нами в июне — августе 2001 года. В результате было обследовано 449,6 га, в т.ч. 332,7 га культур сосны или 36,4% их общей площади на территории лесничества и 116,9 га ели (45,3%).

Особенности строения и хода роста молодняков искусственного происхождения изучались на ранее и вновь заложенных постоянных пробных площадях Института леса КарНЦ РАН. Пробные площади различаются типами леса, расположением борозд относительно осушителей, наличием березы в составе. В культурах ели, созданных в процессе реконструкции малоценных насаждений оценивались способы создания коридоров, их ширина, сроки создания культур (весна, осень), влияние степени разрыхливания кулис на рост и подверженность ели заморозкам.

### **3.1.1. Техническое состояние осушительной сети**

Полученные при проведении обследования данные позволяют сделать следующий вывод: вследствие заиления, зарастания, захлывания каналов большая часть сети находится в неудовлетворительном состоянии. Это приводит к значительным колебаниям в показателях роста культур не только в пределах одного типа леса, но и в пределах одного выдела. Кроме того, одной из причин ухудшения состояния сети в последние годы является быстрое расселение бобра, перекрывающего плотинами собиратели и магистральные каналы, что ведет к повышению уровня грунтовых вод не только на близлежащих участках, но и находящихся выше по сети. По этой причине к категории «погибшие» было отнесено 46 га лесных культур, т.е. более 10% обследованной территории. Еще на части обследованной территории в последние несколько лет наблюдаются признаки общего ухудшения состояния деревьев (пожелтение хвои, снижение прироста высоты и т.д.). Если в ближайшее время не будет проведен аварийный ремонт, подъем уровня почвенно-грунтовых вод вызовет повторное заболачивание и гибель насаждений (и не только искусственного происхождения) на значительной площади.

### **3.2. Программа и методика исследований**

В программу исследований были включены следующие вопросы:

1. Оценка эффективности искусственного облесения осушаемых болот Карелии на основании данных лесоустройства и натуральных исследований.

2. Изучение закономерностей строения и роста насаждений искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах с увеличением возраста и давности осушения.

3. Исследование особенностей формирования и роста культур ели, созданных в процессе реконструкции малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах.

4. Разработка рекомендаций по повышению продуктивности насаждений искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах в условиях Карелии.

Изучение особенностей молодняков проводилось согласно известным методикам (Огиевский, Хиров, 1964; Побединский, 1966), с учетом специфики изучаемых объектов (Рубцов, Книзе, 1977). Сбор массового материала по состоянию и росту культур производился путем обследования молодняков искусственного происхождения на осушаемых болотах различных типов на территории Пряжинского лесхоза. На первом (подготовительном) этапе были изучены материалы последнего лесоустройства, выбраны все участки лесных культур на осушаемых торфяных почвах и определены объекты для натурных работ. Второй этап заключался в проведении маршрутного обследования объектов, отобранных на подготовительном этапе. В пределах выдела закладывались временные пробные площади (в количестве 2-6 шт. и площадью 0,1-0,2 га). На участке описывался живой напочвенный покров, производилось описание верхних горизонтов почвы и замерялась глубина торфяной залежи. После отграничения и описания ПП проводились таксационные работы согласно общепринятой методике.

Изучение особенностей строения и хода роста проводилось на ранее и вновь заложенных постоянных пробных площадях Института леса КарНЦ РАН. Для изучения ценотической структуры при перечеке в культурах деревья разделялись на три класса: лучшие (или лидеры), средние (сопутствующие) и отставшие в росте, согласно классификации, предложенной В.В. Огиевским (1966). Для изучения особенностей хода роста на каждом участке отбирались 15-20 модельных деревьев с учетом их положения в древостое (группы роста). Соответствие каждого модельного дерева занимаемой группе при камеральной обработке проверялось с помощью кластерного анализа (методом кластеризации К-средних). Для оценки лесорастительных свойств почвы производился отбор проб торфа. Агрохимические свойства торфа определялись в аналитической лаборатории Института леса КарНЦ РАН. Обработка данных таксации и биометрические показатели (стандартные ошибка и отклонение, коэффициент вариации и т.д.), подгонка эмпирических

распределений и их статистические показатели (асимметрия и эксцесс, критерии соответствия) производились согласно известным методикам (Митропольский, 1961; Кендалл, Стьюарт, 1966; Ивантер, Коросов, 1992). При статистической обработке данных использованы последние методические разработки (Герасимов, Хлюстов, 2001, Жигунов и др., 2002).

#### **4. Состояние и рост лесных культур на осушаемых торфяных почвах южной Карелии (на примере Киндасовского лесничества)**

Состояние и рост культур сосны.

*Переходные болота.* В условиях осушаемых переходных болот к возрасту 25-30 лет формируются высокополнотные хвойные и хвойно-лиственные молодняки. Однако выращивание культур в условиях богатых переходных болот (осоково-сфагновый тип) сопряжено с определенными сложностями. Отсутствие агротехнического, а затем лесоводственного ухода ведет к значительному снижению сохранности культур (рис. 1). Особенно ярко это проявляется в условиях приканальных зон, где береза, в силу своих биологических особенностей, через 25-30 лет после создания культур почти всегда доминирует в составе молодняков. С удалением от канала доля сосны возрастает, снижается количество угнетенных деревьев.

Береза играет значительную роль и в формировании запаса. Особенно это проявляется в приканальной зоне, где ее доля в запасе достигает 60% и более. Общий запас варьирует в значительных пределах – 90-140 м<sup>3</sup>/га. Полнота 0,8 –1,2. Класс бонитета I,5-III. Основная причина колебаний таксационных показателей насаждений заключается в состоянии осушительной сети и интенсивности осушения. Для переходных болот довольно характерно наличие благонадежного подроста ели в количестве 0,5-1,0 тыс.шт/га, который, при наличии соответствующего ухода, может в перспективе составить дополнение к сосне искусственного происхождения.

Бедные осоково-кустарничково-сфагновые болота менее пригодны для роста березы и здесь сосна не только выравнивается с березой в темпах роста, но и зачастую начинает обгонять ее. Повидимому, этим обуславливается увеличение сохранности культур (35-70%), а доля сосны в составе (особенно в середине межканального пространства) возрастает до 5 и более единиц. Запас 60-130 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота колеблется от 0,6 до 1,0, класс бонитета – II-III.

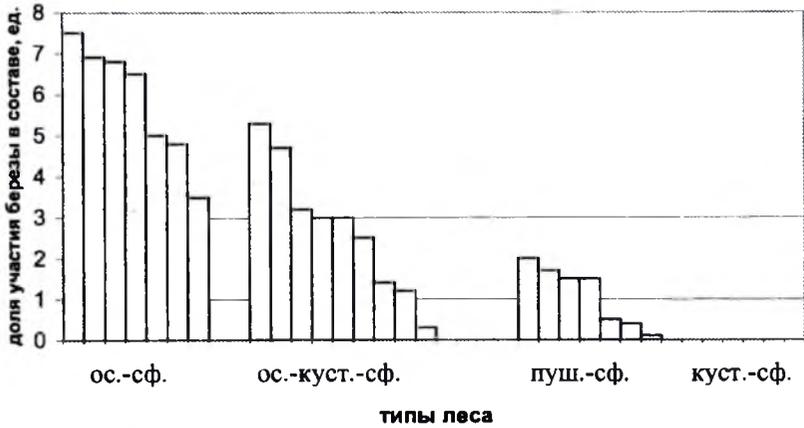


Рис. 1. Участие березы в составе молодняков искусственного происхождения на торфяных почвах и ее влияние на густоту культур сосны в возрасте 30 лет

*Верхово-переходные (пушицево-сфагновые) болота.* К возрасту 25-30 лет в данных условиях создаются довольно благоприятные условия для формирования древостоев сосны. Такие условия произрастания еще менее, чем предыдущий тип, подходят для роста березы, поэтому доля березы в составе даже в приканальной зоне не превышает 2 единиц, а доля сосны возрастает с 7-9 в приканальной зоне до 8-10 единиц на удалении от канала 50 и более метров. Сохранность культур к концу третьего десятилетия колеблется от 40 до 70%. Запас варьирует от 50 до 100 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота 0,5-1,0. Класс бонитета от II до IV.

*Верховые (кустарничково-сфагновые) болота.* Состояние культур на таких площадях оценивалось как неудовлетворительное на всех участках из-за слабого роста. Вследствие недостатка элементов питания в почве и быстрого зарастания осушителей сфагновыми мхами рост сосны замедлен. В отдельных случаях к возрасту 23 лет до 40% растений не достигли высоты 1,3 м.

Состояние и рост культур ели.

*Переходные болота.* На большей части обследованной площади к возрасту 25-30 лет величина сохранности составляет 30-40%. Однако практически повсеместно культуры имеют визуально определяемые повреждения центрального и боковых побегов, нанесенные заморозками, порой неоднократные в разные годы. Доля деревьев имеющих обмерзание достигает на некоторых участках 90%. Наличие естественного возобновления березы снижает процент обмерзания, но и в этом случае доля поврежденных деревьев составляет 30-50%.

В первые 7-10 лет жизни ель растет медленно, поэтому через 25-30 лет после создания культур, особенно в условиях богатых переходных болот, находится во втором ярусе. Формируются высоко- и среднеполнотные двухъярусные молодняки, где в первом ярусе произрастает береза и, нередко, сосна естественного происхождения (до 2 ед. в составе). Класс бонитета ели - V и ниже.

В условиях бедных переходных осоково-кустарничково-сфагновых болот идет формирование среднеполнотных и низкополнотных молодняков. В отличие от осоково-сфагновых болот здесь в составе больше сосны естественного происхождения и на удалении от осушителей 50 и более метров образуются хвойно-лиственные молодняки с культурами ели во втором ярусе. Рост ели соответствует V-V<sup>a</sup> классам бонитета.

Особенностью культур ели является явная вертикальная расчлененность, зачастую в пределах одной пробной площади встречаются как экземпляры еще не достигшие высоты 1,3 м (на отдельных участках их доля достигает 30%), так и деревья высотой 8-10 м. Причина данного

явления, по-видимому, заключается в неоднократном обмерзании верхушечных побегов отдельных растений, что приводит к резкому снижению темпов их роста в высоту.

## 5. Особенности формирования, роста и строения молодняков сосны на осушаемых болотах переходного типа при их искусственном облесении

### 5.1. Формирование и рост молодняков сосны искусственного происхождения на осушаемых болотах

Изучение особенностей формирования и роста молодняков при искусственном облесении болот после гидролесомелиорации производилось на постоянных пробных площадях в течение 10-15 лет. Основными объектами при этом являлись культуры сосны, созданные в условиях переходных болот. Сравнение результатов изучения состояния и роста культур сосны одного возраста дается по четырем участкам, отличающимся расположением лесокультурных борозд относительно осушителя и составом насаждений.

Исследовано влияние схемы расположения борозд относительно осушителей на рост сосны искусственного происхождения спустя 30 лет после их создания. В табл. 1 приведена таксационная характеристика участков с перпендикулярным и параллельным расположением борозд, которое заметно сказывается на росте сосны.

Таблица 1

Таксационная характеристика 31-летнего сосняка осоково-кустарничково-сфагнового искусственного происхождения в зависимости от расположения борозд

Расстояние от осушителя, м	Состав	Средние		Густота, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета
		D <sub>1,3</sub> , см	H, м		абсолютная	относительная		
при перпендикулярном расположении борозд								
5-30	10С <sub>изк</sub>	10,5	10,2	2580	22,2	0,82	120	II,1
50-80	10С <sub>изк</sub>	10,2	10,0	2930	24,1	0,89	129	II,2
при параллельном расположении борозд								
5-30	10С <sub>изк</sub>	9,6	9,5	2840	20,6	0,79	107	II,7
50-80	10С <sub>изк</sub>	8,5	8,4	3100	17,6	0,72	83	III,2

При этом, согласно материалам обработки модельных деревьев, различия начинают проявляться достаточно рано – к возрасту 10 лет и в

дальнейшем разрыв увеличивается (табл. 2). Так, если в возрасте 5 лет различия в высоте культур составляет всего 3%, то к 10 годам достигают 9, а к 31 году - почти 15%. Класс бонитета культур в течение последних 15 лет на участке с параллельным расположением борозд снизился с II,3 до II,8, в то время как при перпендикулярном расположении не опускался ниже II,2.

Таблица 2

Рост культур сосны в условиях осушаемых болот переходного типа в зависимости от расположения борозд относительно осушителей

Возраст, лет	Расположение борозд относительно осушителей					
	перпендикулярно (ПП 1)		параллельно (ПП 3)		превышение показателей ПП1 к ПП3, %	
	D <sub>1,3</sub> , см	H, м	D <sub>1,3</sub> , см	H, м	D <sub>1,3</sub> , см	H, м
5	-	0,99	-	0,96	-	3,1
10	2,70	2,83	2,58	2,60	4,7	8,8
15	5,77	5,07	5,28	4,61	9,3	10,2
20	7,48	7,15	6,78	6,42	10,3	11,4
25	8,41	8,86	7,50	7,90	12,1	12,3
30	9,33	10,16	8,28	8,86	12,8	14,7

Заметное влияние на рост культур сосны оказывает береза. Большая текущая густота приводит к обострению конкуренции, вследствие чего увеличивается количество деревьев сосны в низших ступенях толщины. Заметно снижается текущая густота культур, хотя общее число деревьев (С+Б) на единице площади значительно выше, чем в чистых культурах. Общая продуктивность древостоя (выраженная в запасе стволовой древесины) сохраняется, но запас сосновой части снижается пропорционально увеличению доли березы в составе.

Несмотря на это, позиции сосны искусственного происхождения начиная с возраста 20-25 лет постепенно усиливаются, что достаточно четко проследживается в увеличении ее доли в формировании текущего прироста и составе насаждения (табл. 3). Доля березы по густоте постепенно снижается, в основном за счет выпадения молодого поколения березы, появившегося после культур и, несмотря на быстрый стартовый рост, присущий мягколиственным породам, не успевающего догнать культуры и испытывающего угнетение как со стороны культур, так и со стороны березы и сосны естественного происхождения старшего возраста.

С увеличением возраста (и соответственно давности осушения) все более явными становятся различия в таксационных показателях в зонах различной интенсивности

запасу насаждения достигают 30 м<sup>3</sup>/га (120 м<sup>3</sup>/га – у канала и 90 – в центре), класс бонитета культур с удалением от канала снижается с II,6 до III,1. По-разному протекает и процесс естественного изреживания, как в насаждении в целом, так и в культурах. Наибольший отпад в культурах наблюдается в возрасте 20-25 лет, когда ежегодно в данную категорию переходит более 100 шт. сосны/га, при этом наиболее ярко данный процесс выражен в приканальной полосе – до 200 шт./га в год. В центре межканальной полосы наблюдается более плавное течение процесса естественного изреживания.

Таблица 3

Формирование смешанного сосново-березового молодняка на осушаемой торфяной почве переходного типа

Возраст культур, лет	Запас насаждения, м <sup>3</sup> /га		Доля культур в составе, ед.	Доля культур в формировании текущего среднепериодического прироста по запасу, %
	общий	в т.ч. культур		
20	48	21	4,4	-
23	56	26	4,6	62
26	66	32	4,9	64
32	100	55	5,5	67

В целом, анализируя материалы исследования культур сосны, можно отметить, что при сохранении функционирования осушительной сети и лесокультурных борозд, а также своевременном лесоводственном уходе в условиях осушаемых переходных болот идет формирование высокопроизводительных сосняков. В табл. 4 приведен ход роста культур сосны в условиях осушаемого переходного болота.

Таблица 4

Ход роста сосняка осоково-кустарничково-сфагнового искусственного происхождения

Состав	Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета
		D <sub>1,3</sub> , см	H, м		абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная		
10С <sub>иск</sub>	15	6,1	5,1	3240	9,37	0,61	32	II,0
10С <sub>иск</sub>	20	7,5	6,8	3080	13,90	0,70	52	II,0
10С <sub>иск</sub>	24	8,6	8,2	2990	17,57	0,74	72	II,0
10С <sub>иск</sub>	31	10,4	10,3	2790	23,61	0,87	126	II,1

К возрасту 31 год запас составляет почти  $130 \text{ м}^3/\text{га}$ , что несколько ниже, чем запас культур сосны II класса бонитета южной подзоны тайги –  $140\text{-}160 \text{ м}^3/\text{га}$  (Поляков и др., 1986 и др.), однако заметно превышает запас сосняка кислично-черничного в условиях Карелии («Лесотаксационные таблицы», 1976) –  $90 \text{ м}^3/\text{га}$ .

## 5.2. Строчение по диаметру ствола культур сосны на осушаемых торфяных почвах

В данной главе предпринята попытка оценить степень дифференциации деревьев по толщине в культурах на осушаемых болотах. С этой целью были проанализированы данные, полученные в процессе сбора материалов на постоянных и временных пробных площадях.

Коэффициент вариации диаметров в культурах сосны к возрасту 30 лет в условиях переходных болот находится в пределах 25-35%, что в целом соответствует литературным данным. Самый низкий уровень изменчивости диаметров деревьев отмечен в молодняках сосны чистых по составу, здесь коэффициент вариации в большинстве случаев не превышает 30%. Присутствие березы в составе насаждения несколько увеличивает разброс диаметров. Ухудшение состояния осушительной сети и лесокультурных борозд также ведет к росту коэффициента вариации.

Важным признаком строения насаждения является ряд распределения деревьев по толщине. В процессе исследования был использован метод естественных ступеней толщины А.В. Тюрина (1931), который позволяет оценить изменения, происходящие в насаждении с возрастом, а также сравнить ряды распределения насаждений с разным средним диаметром (Нестеров, 1954, Анучин, 1982). В целом, ряды распределения, полученные на пробных площадях в культурах на осушаемых переходных болотах по размаху (ширине ряда, выраженной в пронормированном виде) незначительно отличаются от представленных в литературе для молодняков естественного происхождения на минеральных почвах (Ипатов (1974) – 0,3-2,1 Моисеев (1971) – 0,2-2,0). В чистых по составу сосновых культурах, созданных в условиях переходных болот, размах в среднем составляет 0,3-1,9, с появлением березы становится заметен некоторый сдвиг верхней границы относительных диаметров в сторону увеличения (до 2,1-2,2). Наибольший размах между минимальным и максимальным диаметрами наблюдается в условиях верховых болот (0,28-2,75). Не прослеживается и отмеченного многими авторами сужения рядов распределения с возрастом, более того, начиная с 20-летнего возраста ряды распределения и в чистых и в смешанных древостоях не только не сужаются, но и обнаруживают некоторую тенденцию к расширению.

Для изучения распределения деревьев в древостое по диаметру все деревья в пределах естественных ступеней толщины объединялись в три группы: до 0,8 (в дальнейшем - «мелкие»); 0,81-1,2 («средние») и 1,21 и более («крупные»). Согласно полученным данным, число деревьев в ступенях толщины менее 0,8 составляет от 38 до 50%, причем присутствие березы в составе ведет к увеличению числа деревьев данной категории. Если в чистых сосняках в условиях осушаемых переходных болот доля таких деревьев находится в пределах 41-45%, то в смешанных сосново-березовых – уже 46-50%. Доля деревьев относящихся к категории «крупных» ( $R_d > 1,2$ ) и в чистых и в смешанных колеблется в пределах 13-15%. Таким образом, присутствие березы в насаждении отражается на деревьях, условно отнесенных к категории «мелких» ( $< 0,8$  среднего диаметра) и «средних» (0,81-1,2).

Кроме этого определялось положение (ранг) среднего дерева в ряду распределения. В культурах, созданных на осушаемых переходных болотах, среднее дерево находится в пределах 66-72%, начиная от самого тонкого, что несколько превышает литературные данные для минеральных почв (Моисеев, 1971, Успенский, Попов, 1974 и др.). При появлении в составе насаждения березы отмечена некоторая тенденция к увеличению ранга (на 1-3%), что также подтверждает выводы о большем количестве угнетенной сосны в смешанных молодняках.

### **5.3. Ценотическая структура молодняков сосны искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах переходного типа**

Известно, что в древостое уже в довольно раннем возрасте происходит дифференциация деревьев по размерам и, соответственно, положению в пологе и это закономерный природный процесс, вызванный комплексным воздействием ряда причин. Естественно, что деревья, занимающие разное ценотическое положение в древостое, отличаются не только размерами, но и характером и темпами изменения показателей и др. В данной главе сделана попытка оценить соотношение деревьев разных групп в древостое и их рост в динамике (по модельным деревьям, отобранным с учетом их ценотического положения). В качестве базовой была использована классификация, предложенная В.В. Огиевским (1966), согласно которой все растущие деревья делятся на три группы (категории): лучшие (или лидеры), средние (сопутствующие) и отставшие в росте.

Результаты изучения ценотической структуры культур позволяют отметить следующее: молодняки сосны искусственного происхождения на

осушаемых торфяных почвах переходного типа достаточно высоко дифференцированы. Здесь уже в раннем возрасте можно выделить деревья, явно отличающиеся по размерам, темпам роста и физиологическому состоянию. В первую очередь, четко выделяется группа деревьев-лидеров, отличающихся высокими темпами роста и хорошо развитой кроной. В возрасте 30 лет их доля в древостое по количеству стволов составляет 20-25% от общего числа деревьев изучаемой породы. В то же время они производят от 40 до 50% общего запаса всей стволовой древесины культур. Другая группа, находящаяся на противоположном конце ряда распределения – деревья отставшие в росте. Доля деревьев данной категории по количеству варьирует в довольно широких пределах – 25-40%, в зависимости от условий произрастания, общей густоты насаждения и, особенно – участия в составе березы. Их представленность в составе (по запасу) весьма незначительна – менее 15%. Третья группа – средние, включающая все оставшиеся деревья изучаемой породы. Данная группа является наиболее представленной по количеству – 40-45%, примерно столько же составляет вклад деревьев данной категории в общий запас стволовой древесины культур.

Существенный практический и теоретический интерес может представлять возможность ранней диагностики (и отбора) деревьев лучшего роста в культурах. Для оценки стабильности роста деревьев разного ценологического положения использовались размеры (высота и диаметр) дерева в возрасте 10 и 30 лет. Результаты корреляционного и регрессионного анализов подтверждают мнение исследователей о предопределенности (детерминированности) размеров, и соответственно, положения дерева в древостое его размерами в раннем возрасте (Маслаков, 1984; Сеннов, 1984 и др.). Между размерами дерева в возрасте 10 и 30 лет существует положительная корреляционная связь, описываемая уравнением прямой (рис. 2). Однако степень сопряженности между показателями в значительной мере зависит от условий роста и состава насаждения. В первую очередь следует отметить меньшую тесноту связи между высотами дерева в различном возрасте; показатель характеризуется значительным разбросом точек вокруг прямой, что сказывается на величине коэффициента корреляции ( $0,74 \pm 0,093$ ). Диаметр дерева оказывается более стабильной величиной, на это указывает более строгое распределение точек относительно прямой и больший угловой коэффициент. Коэффициент корреляции в этом случае достигает 0,88. Влияние березы в составе насаждения проявляется в большей взаимной сопряженности показателей (коэффициент корреляции между диаметрами дерева в различном возрасте достигает 0,93), при этом весьма тесная связь обнаруживается и между его высотой (до 0,88).

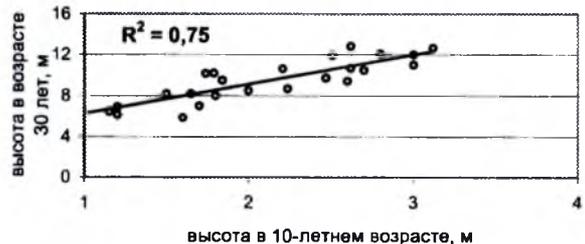
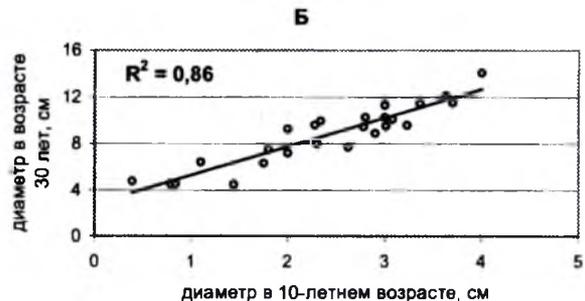
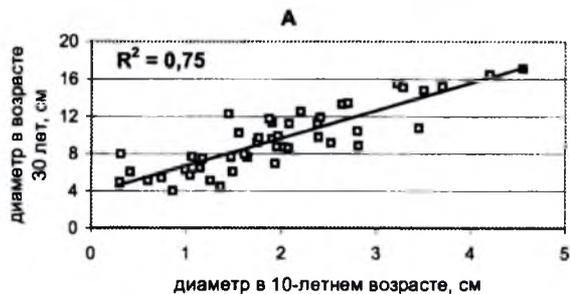


Рис. 2. Зависимость диаметра и высоты сосны в возрасте 30 лет от диаметра и высоты в 10-летнем возрасте в чистых сосновых (А) и смешанных сосново-березовых (Б) молодняках искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах переходного типа

Довольно точно характеризует положение дерева в древостое текущий среднепериодический прирост. При этом в смешанных сосново-березовых молодняках прослеживается более строгое соответствие между размерами дерева и его текущим приростом (коэффициент корреляции для  $Z_H/H = 0,89-0,91$ ,  $Z_D/D_{1,3} = 0,90-0,94$ ) т.е. в условиях большей текущей густоты и, в силу этого, острой внутри- и межвидовой конкуренции прирост дерева в большей мере определяется его ценотическим положением. Степень сопряженности между исследуемыми показателями в чистых культурах сосны заметно ниже ( $Z_H/H = 0,54-0,68$ ,  $Z_D/D_{1,3} = 0,67-0,80$ ), что, по-видимому, обусловлено менее выраженной световой конкуренцией в условиях меньшей текущей густоты и однородности насаждения.

Достаточно емким показателем ценотического положения дерева в древостое оказывается протяженность живой кроны (в % от высоты дерева). Как и следовало ожидать, независимо от состава и густоты насаждения, наибольшую протяженность кроны имеют деревья-лидеры, в среднем 51%, затем идут представители группы средних деревьев – 44% и наименьший показатель – у отстающих в росте деревьев (38%). Показатель достоверности различий (критерий Стьюдента) подтверждает статистическую значимость различий на высоком уровне значимости – 0,01 и выше. Теснота связи выражается следующими значениями коэффициента корреляции: для отношения  $h / L_{ж.к.} - 0,54-0,67$  и  $d_{1,3} / L_{ж.к.} - 0,61-0,72$ . При этом наблюдается определенная закономерность, при снижении густоты древостоя и, соответственно, ослаблении конкуренции снижается показатель тесноты связи – до 0,5 и менее.

## **6. Реконструкция малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах лесокультурными методами**

В данной главе изложены результаты 25-летнего опыта по реконструкции малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах Южной Карелии лесокультурным методом.

Существенное влияние на приживаемость и сохранность культур ели оказывают сроки посадки (табл. 5). Основной отпад происходит в фазе приживания, при этом в варианте с весенней посадкой через 3 года после создания культур сохранность составляла 89%, а в варианте с осенней посадкой – 65%. Можно предположить, что часть растений, высаженных осенью, не успевает оправиться от послепосадочной депрессии и погибает уже в первый год. В дальнейшем существенных изменений в сохранности не происходит как в варианте с весенней, так и с осенней посадкой.

Таблица 5

Сохранность и высота лесных культур ели по вариантам опыта

Показатели	Возраст, лет,	Варианты опыта		
		1	2	3
Сохранность, %	3	89	65	83
	8	89	64	79
	11	88	64	69
	15	87	64	65
	20	87	63	60
Средняя высота, см	3	39,0±1,95	32,9±2,04	32,3±1,65
	8	118,0±6,02	82,0±4,35	116,0±5,68
	11	206,2±8,86	189,2±9,27	152,9±9,03
	15	313,9±16,28	309,0±14,83	239,1±11,47
	20	600,0±34,01	-	440,0±19,88

где: 1 - весенняя посадка в широкие (7,0 м) коридоры,  
 2 - осенняя посадка в широкие коридоры,  
 3 - весенняя посадка в узкие (3,5 м) коридоры.

С целью оценки влияния сроков посадки, ширины коридоров и рубок ухода на состояние культур ели при проведении перерасчетов отмечались случаи обмерзаний. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что ширина коридоров оказывает заметное влияние на состояние культур – посадки в широких коридорах более подвержены влиянию заморозков, чем в узких. Особенно четко эта взаимосвязь прослеживается в первые 10-12 лет роста. Кроме того, в этот период достаточно четко прослеживается положительное влияние кулис на повреждаемость культур заморозками - центральный ряд культур в широких коридорах более подвержен влиянию заморозков, чем крайние ряды.

Реконструкция малоценных насаждений лесокультурным методом предполагает проведение второго этапа – рубки деревьев в кулисах. Оценивались четыре варианта опыта: I- стопроцентная выборка деревьев в кулисах; II- выборка 75%; III – выборка 50% и контроль. Результаты последующих измерений, проведенных через три года, свидетельствуют о своевременности и целесообразности уходов. Рост культур после осветления заметно ускорился, текущий среднепериодический прирост в высоту составил 50 см/год в варианте с полной вырубкой кулис, 34 см - в варианте с вырубкой 50% и 28 см - в контрольном варианте.

Вырубка деревьев в кулисах ведет к изменению температурного режима в коридорах. Через год после рубки отмечено увеличение числа деревьев со следами поврежденных побегов (в основном боковых) заморозками. Таким образом, вырубка кулис оказывает влияние на повреждаемость ели заморозками, но при высоте культур 3 м это уже не приводит к серьезным отрицательным последствиям.

### **Заключение**

Результаты длительных наблюдений и материалы обследования производственных лесных культур на осушаемых болотах Южной Карелии, проведенного в 2001-2002 гг., позволяют сделать следующие выводы:

В целом, искусственное лесоразведение на осушаемых болотах Южной Карелии можно признать эффективным мероприятием по переводу открытых осушаемых болот в покрытую лесом площадь.

В условиях переходных болот формируются молодняки с различным (от 3 до 10 единиц) участием сосны искусственного происхождения в составе. В данных условиях серьезную конкуренцию сосне составляет береза, в результате чего в смешанных сосново-березовых молодняках к 30 годам сохранность культур зачастую составляет менее 50%. Процесс естественного изреживания достигает максимума и в возрасте культур 20-25 лет, что говорит о необходимости проведения лесоводственного ухода в более раннем возрасте. В целом, при условии удовлетворительного состояния осушительной сети и водоотводящих борозд запас насаждения к 30-летнему возрасту почти повсеместно превышает  $100 \text{ м}^3/\text{га}$ , достигая в отдельных случаях  $140 \text{ м}^3/\text{га}$ . В условиях верхово-переходных болот доля участия березы в составе заметно ниже (не более 2 единиц), запас - до  $100 \text{ м}^3/\text{га}$ . Выращивание культур на верховых болотах без проведения дополнительных мероприятий по повышению плодородия почвы и подавлению роста сфагновых мхов бесперспективно.

Наиболее часто применяемым способом обработки почвы при создании лесных культур на осушаемых болотах Карелии является плужный (бороздование). В большинстве случаев дренажные борозды располагались параллельно осушителям, с расстоянием между выводными бороздами 150 и более метров, что значительно снижает затраты. В этом случае через 30 лет после создания борозды зарастают мхами, что вызывает ослабление их дренажной функции и, как следствие, снижение темпов роста культур. Спустя 15-20 лет после создания культур с удалением от канала усиливаются различия в показателях роста культур и, независимо от состава и условий произрастания, к 30-летнему возрасту

разница может достигать одного класса бонитета и 30-40 м<sup>3</sup>/га. На участках, где борозды расположены перпендикулярно осушителям, существенных различий в таксационных показателях молодняков не наблюдается.

Исследованы особенности строения по диаметру молодняков сосны искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах. Установлено, что с ухудшением условий роста (снижение плодородия почв, ухудшение состояния каналов и дренирующих борозд) усиливается дифференциация деревьев по диаметру, увеличивается число отставших в росте деревьев. Прослеживается явное влияние состава насаждения на строение культур по диаметру. Участие березы в составе приводит к заметному увеличению доли деревьев в низших ступенях толщины и пропорциональному уменьшению доли деревьев в центральных ступенях.

Установлен ряд закономерностей в ценотической структуре молодняков сосны на осушаемых торфяных почвах. Исследования показали, что к возрасту 30 лет в древостое четко выделяется группа деревьев-лидеров, отличающихся высокими темпами роста и хорошо развитой кроной. При этом полученные результаты свидетельствуют о возможности ранней диагностики и отбора лучших деревьев для формирования высокопродуктивного насаждения. В молодняках сосны искусственного происхождения независимо от состава уже к возрасту 10 лет можно выделить наиболее крупные деревья, которые к 30-летнему возрасту устойчиво сохраняют высокие темпы роста. При этом в смешанных сосново-березовых молодняках степень сопряженности показателей в возрасте 10 и 30 лет заметно выше, чем в чистых по составу, что позволяет предположить большую вероятность правильного определения ценотического статуса дерева в раннем возрасте.

Выращивание ели на открытых болотах сопряжено с определенными сложностями, поскольку в данных условиях она повреждается заморозками. Количество поврежденных растений увеличивается с уменьшением доли березы в составе и с удалением от каналов, где доля поврежденных деревьев доходит до 90%. Наличие березового полога несколько снижает вероятность обмерзания.

Выращивания ели в процессе реконструкции малоценных насаждений в условиях осушаемых осоково-сфагновых болот южной Карелии свидетельствуют о высокой эффективности данного мероприятия и используемого коридорного способа.

Наиболее успешным ростом характеризуются культуры ели в широких (равных высоте реконструируемого древостоя) коридорах, различия в средней высоте и диаметре по отношению к культурам в узких коридорах в 20-летнем возрасте составляют 25 и более %.

К возрасту 15-20 лет, независимо от ширины коридоров отмечается замедление темпов роста ели, обусловленное усилением внутри- и межвидовой конкуренции. Вырубка деревьев в кулисах способствует заметному ускорению роста культур. При высоте культур 3 метра и более интенсивность выборки не оказала какого-либо негативного влияния на повреждаемость ели заморозками.

Из анализа данных, полученных в молодняках искусственного происхождения на осушаемых торфяных почвах Южной Карелии, считаем необходимым дать следующие практические рекомендации:

- исключить из состава резервного лесокультурного фонда Карелии верховые кустарничково-сфагновые болота;

- при создании лесных культур на осушаемых болотах применять плужный способ обработки почвы с поперечным расположением дренажных борозд;

- при выборе породы для искусственного облесения открытых осушаемых болот следует отдавать предпочтение сосне;

- в смешанных сосново-лиственных молодняках, при наличии березы более 40% по запасу, проводить рубки ухода в соответствии с наставлениями. Возраст начала их проведения - не позднее 15-20 лет;

- при реконструкции малоценных насаждений на осушаемых торфяных почвах лесокультурным методом применять коридорный способ. В качестве посадочного материала использовать крупномерные саженцы ели;

- в культурах ели, созданных в процессе реконструкции малоценных насаждений, по достижении культурами высоты 3 метров провести вырубку березы в кулисах. Кроме того, для создания оптимальных условий для роста ели необходимо проведение разреживания в рядах.

- произвести срочный ремонт (очистку от плотин) каналов мелиоративной сети, с целью предотвращения ухудшения роста насаждений искусственного и естественного происхождения на значительной площади.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

1. Продуктивность и биомасса сосновых культур на осушенном переходном болоте // Региональные проблемы изучения и использования избыточно увлажненных лесных земель. Тез. докл. - Екатеринбург, УГЛТА, 2000. - С. 112-113. (в соавторстве с Матюшкиным В.А.).

2. О сроках и интенсивности лесоводственного ухода в культурах ели европейской на осушенной переходной торфяной почве в южной Карелии // Региональные проблемы изучения и использования избыточно

увлажненных лесных земель. Тез. докл. - Екатеринбург, УГЛТА, 2000. - С. 101-103. (в соавторстве с Гавриловым В.Н.).

3. О формировании сосновых молодняков на осушенных переходных болотах в южной Карелии при их искусственном облесении // Мониторинг осушенных лесов. Тез. докл. - С-Пб, 2001. - С. 83-84. (в соавторстве с Гавриловым В.Н.).

4. Выращивание ели при реконструкции малоценных насаждений на осушенных торфяных почвах // Актуальные проблемы биологии и экологии. Тез. докл. - Сыктывкар, 2002. - С. 101-102.

5. Оценка и рост лесных культур на осушенных болотах в условиях Южной Карелии // Сборник работ аспирантов и соискателей Института леса. - Петрозаводск, 2002. - С. 51-57.

6. Рост культур сосны на осушенных болотах Южной Карелии // Эколого-экономические аспекты гидролесомелиорации. Вып. 58. Тез. докл. - Гомель, 2003. - С.60-61.

7. Культуры сосны на осушенных болотах в южной Карелии // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ Вып. 4. - Петрозаводск, 2003. - С. 16-19. (в соавторстве с Гавриловым В.Н. и Гавриловой О.И.).

8. О дифференциации деревьев в культурах сосны в условиях осушаемых переходных болот южной Карелии // Мелиорация, использование и охрана земель. Тез. докл. - С-Пб, 2004. - С. 118-119.

9. Лесокультурное освоение осушаемых болот Республики Карелия // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты. - Петрозаводск, 2004. - С. 236-239.

10. Состояние осушительной сети и его влияние на состояние и рост лесных культур в Южной Карелии // Актуальные проблемы биологии и экологии. Тез. докл. - Сыктывкар, 2004. - С. 186.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5 (главное здание). Ученый совет.