

А. И. Соколов

**Повышение  
ресурсного потенциала  
таежных лесов  
лесокультурным  
методом**

КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ИНСТИТУТ ЛЕСА



**А. И. Соколов**

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ  
ЛЕСОКУЛЬТУРНЫМ МЕТОДОМ**

Петрозаводск  
2016

УДК 630\*221  
ББК 43.4  
С59

Научный редактор  
докт. биол. наук А. М. Крышень

Рецензенты  
докт. биол. наук Л. В. Ветчинникова  
докт. с.-х. наук О. И. Гаврилова

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (проект № 0220-2014-0002 «Антропогенные леса Восточной Фенноскандии: целевое назначение, динамика и ресурсный потенциал») и при частичной финансовой поддержке Программы ФИ ОБН РАН «Рациональное использование биологических ресурсов России: фундаментальные основы управления».*

**Соколов А. И.**

С59 Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 178 с.: ил. 19, табл. 41. Библиогр. 404 назв.

ISBN 978-5-9274-0701-9

В работе описываются история и последствия промышленного освоения лесов Карелии. Дана лесоводственная оценка различных методов ухода за молодняками хвойных пород. Особое внимание уделено проблеме интенсификации лесовыращивания с целью восстановления ресурсного потенциала сосны и ели. Дан анализ применяемой агротехники создания культур карельской березы на вырубках и заброшенных сельхозугодьях. Предложен ресурсосберегающий способ разведения ее на техногенных землях.

Книга адресована инженерно-техническим работникам лесного комплекса, сотрудникам научных учреждений, лесных вузов и техникумов.

УДК 630\*221  
ББК 43.4

ISBN 978-5-9274-0701-9

© Соколов А. И., 2016  
© Карельский научный центр РАН, 2016  
© Институт леса КарНЦ РАН, 2016

*Книга посвящается светлой памяти докт. биол. наук В. И. Крутова и канд. с.-х. наук И. А. Кузьмина, внесших большой вклад в теорию и практику лесовосстановления на Северо-Западе России.*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Лес является ценным возобновляемым ресурсом, выполняет такие планетарные функции, как регулирование климата, стока и очистки пресных вод, значение которых постоянно возрастает. Особую роль играют таежные леса Северо-Запада России, где исторически сконцентрированы крупные предприятия лесопромышленного комплекса. Их устойчивая работа, а также занятость населения во многом зависят от обеспеченности лесными ресурсами, среди которых наиболее востребованной была и остается древесина хвойных пород.

Однако осуществляемые с середины прошлого столетия сплошные рубки привели к нежелательной смене породного состава на огромных территориях, снижению продуктивности древостоев, нарушению устоявшихся консортивных связей, ухудшению генофонда, возрастной и товарной структуры древостоев (Тюрин, 1993; Редько, Бабиц, 1994; Шутов и др., 1998; Гиряев, 2001; Дружинин, 2009 и др.). В настоящее время предприятия лесного комплекса испытывают дефицит качественного пиловочника, а также хвойных балансов. Ситуация усугубляется тем, что при ориентации на экстенсивный метод ведения лесного хозяйства оставшийся эксплуатационный запас хвойных насаждений в СЗФО будет вырублен в ближайшие 20 лет (Моисеев, 2008). Освоение новых отдаленных участков леса значительно увеличивает транспортные расходы и себестоимость продукции, но принципиально не решает проблемы. Обеспечить устойчивость лесопользования можно путем перехода на интенсивный

путь ведения лесного хозяйства (Куусела, 1991; Штукин, 2000; Шутов и др., 2007) на основе накопленного научного и производственного опыта по ускоренному выращиванию древесины целевого назначения с учетом почвенно-климатических и социально-экономических условий региона.

В связи с угрозой исчезновения карельской березы серьезно обострилась ситуация с сохранением ее ресурсного потенциала и генофонда (Ветчинникова, 2005). Естественным путем она не восстанавливается, поэтому необходимы эффективные меры по искусственному восстановлению карельской березы.

С точки зрения затронутых вопросов проблема сохранения ресурсного потенциала ценных древесных пород и повышения продуктивности насаждений в условиях таежной зоны приобретает все большую актуальность. Ее своевременное решение позволит обеспечить предприятия качественным древесным сырьем и в целом повысить эффективность работы лесного комплекса.

Работа является частью многолетних исследований Института леса Карельского научного центра РАН по проблемам искусственного лесовосстановления. За содействие в проведении исследований и подготовке рукописи автор глубоко благодарен сотрудникам лаборатории динамики и продуктивности таежных лесов В. А. Харитонову, А. Н. Пеккоеву, Т. И. Кривенко, Э. Е. Костиной.

## 1. ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Северо-Запад таежной зоны включает Республику Карелия, южную часть Мурманской области и непосредственно прилегающие на востоке и юге небольшие территории соседних областей. С учетом специфики рельефа, климатических, почвенных условий и состава основных лесообразующих пород данную территорию тайги выделяют в отдельную лесорастительную область – Карельскую тайгу (Цепляев, 1961).

Территория Республики Карелия составляет 180,5 тыс. км<sup>2</sup>. Она вытянута с севера на юг на 660 км, а ее протяженность по широте достигает 424 км. Особенности геологического развития территории (Бискэ, 1959), наличие крупных водоемов (Белое море, Ладожское и Онежское озера) и большая протяженность республики с севера на юг определяют значительную неоднородность лесорастительных условий.

**Рельеф.** Республика Карелия занимает юго-восточную часть Фенноскандинавского щита, сложенного древними архейскими и протерозойскими породами (гранитами, гнейсами, кварцами и др.). Существенную роль в создании современного рельефа сыграли ледники, сгладившие резкие выступы вершин и заполнившие глубокие понижения рыхлыми ледниковыми осадками. Коренные породы в основном перекрыты моренными отложениями различной мощности, но нередко выходят на поверхность. Если исключить древнеозерные равнины, то вся территория республики отличается очень большой завалуненностью. Распределение валунов по территории, их окатанность и форма частично отражают направление движения ледника и более или менее связаны с механическим составом почв и почвообразующих пород (Марченко, 1962). Преобладание морены как почвообразующей породы, а вследствие этого высокая завалуненность вызывают необходимость применения мелкой обработки почв. Частая сме́на гряд (сельг) и холмов понижениями, занятыми болотами, реками и озерами, создает своеобразные препятствия для проведения лесовосстановительных работ. Затруднена прокладка лесных дорог, доставка

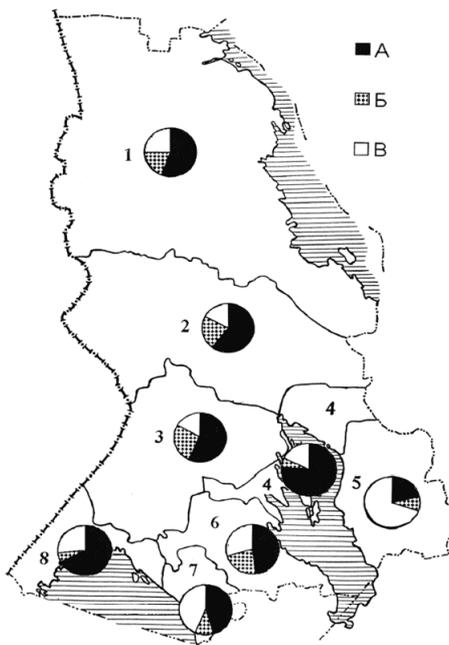
людей, механизмов и посадочного материала на лесокультурные площади. Наличие крутых склонов в сочетании с заболоченными понижениями значительно усложняет передвижение тракторных агрегатов и ограничивает применение современных технологий создания лесных культур, разработанных для равнинных лесов.

**Климат Карелии** характеризуется продолжительной, относительно мягкой зимой и коротким прохладным летом, значительной облачностью во все сезоны года, неустойчивой погодой и неравномерным количеством осадков в течение вегетационного периода. Территория Карелии получает относительно мало солнечного тепла. При этом большая облачность снижает приток солнечной радиации почти на треть. Недостаток солнечной радиации несколько компенсируется за счет увеличения светового времени суток в период летних белых ночей. В пределах Карелии различают две основные климатические термические зоны – северную и южную, соответствующие северной и средней подзонам тайги (Романов, 1956). Сумма эффективных температур в условиях северотаежной подзоны составляет 1120 °С, среднетаежной – 1470 °С (Казимиров и др., 1991). Активный вегетационный период длится от 70 дней в северной климатической зоне и до 100 дней – в южной. Общая продолжительность вегетационного периода изменяется от 120 до 150 дней, соответственно.

Территория Карелии относится к зоне избыточного увлажнения. В среднем за год здесь выпадает 550–750 мм осадков. Но распределяются они по территории и по сезонам года неравномерно. В отдельные годы количество осадков сильно отличается от средних значений: в сухие годы выпадает 350–450, что способствует возникновению пожаров, а в более влажные – 800–900 мм.

Относительная влажность воздуха в среднем за год довольно высокая (78–84 %). Число дней с влажностью более 80 % в течение суток составляет в среднем 150–180 дней. Неблагоприятные погодные условия (низкие температуры, большое количество осадков, высокая влажность воздуха) отрицательно влияют на плодоношение хвойных. В результате межсеменные периоды составляют у сосны 4–5, а у ели – 7–8 лет (Щербакова, 1979). Дефицит семян вынуждает завозить их из-за пределов республики. Это нередко ведет к гибели культур или формированию низкопродуктивных древостоев, а также нарушению генофонда хвойных пород (Крутов и др., 1983; Ирошников, 1996).

**Почвы.** В различных частях Карелии, в зависимости от особенностей факторов почвообразования (геологическое строение, почвообразующие породы, рельеф, климат, растительность), формируется своеобразный почвенный покров. Поэтому земли гослесфонда разделены на восемь почвенных районов. Полная характеристика почв по почвенным районам приведена в монографиях Р. М. Морозовой (1992) и Н. Г. Федорец с соавторами (2000). Для условий Карелии характерна высокая степень каменистости почв. Валуны, камни, гравий находятся как на поверхности почвы, так и в ее толще. В. С. Шумаков и В. Н. Кураев (1973), всесторонне анализируя различные способы обработки почвы под лесные культуры, обратили внимание на то, что в России «каменистость собственно лесных земель до сих пор вообще не определялась» (с. 18). На основании анализа работ Р. М. Морозовой (1992) и Н. Г. Федорец с соавторами (2000) нами вычислен процент каменистых почв по почвенным районам и составлена схема каменистости лесных почв Карелии (Соколов, Харитонов, 2001), которая представлена на рис. 1.



*Рис. 1.* Распределение площади каменистых почв на землях гослесфонда Республики Карелия:

A – каменистые почвы, B – болотные, V – некаменистые. Почвенные районы: 1 – Северный; 2 – Северо-Западный; 3 – Центральный; 4 – Заонежский; 5 – Восточный; 6 – Южный; 7 – Олонецкий; 8 – Приладожский

Процессы почвообразования в северной тайге идут по типу поверхностных подзолов. Здесь преобладают бедные питательными веществами подзолы с железистым и гумусово-железистым иллювиальными горизонтами, что, наряду с недостатком тепла, ограничивает рост древесных растений. В средней тайге биоклиматические условия для процессов почвообразования несколько более благоприятны. Учитывая невысокое плодородие лесных почв, необходимо применять щадящие способы их обработки и избегать корчевки пней. Широкое распространение завалуненных почв существенно ограничивает применение лесопосадочных машин, лесных плугов и фрез и затрудняет проведение посадки. Все это следует учитывать при разработке технологии создания лесных культур на нераскорчеванных вырубках.

**Леса.** Площадь лесов Карелии равняется 14 899,2 тыс. га, из них земли государственного лесного фонда занимают 14 460,4 тыс. га. Доля эксплуатационных лесов составляет 67 %, защитных – около 30 %. Покрытые лесной растительностью земли имеют общий корневой запас древесины 958,2 млн м<sup>3</sup>, в том числе 833,75 млн м<sup>3</sup> хвойной (Государственный доклад..., 2015).

Основными лесообразующими породами являются сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель (*Picea abies* (L.) Karst., *P. obovata* Ledeb., *P. x fennica* Redel), березы (*Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* roth.), осина (*Populus tremula* L.) и ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench). Кроме того, встречаются лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.), клен (*Acer platanoides* L.), вяз (*Ulmus grabra* Huds.), липа (*Tilia cordata* L.), ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth).

Сосновые леса в среднем по республике занимают 64,7 % лесопокрытой площади, еловые – 23,4 %, кедр и лиственница – 0,1 %. Из лиственных лесов (11,8 %) основную долю составляют березняки (10,9 %), значительно меньше осинников – 0,7 % и ольшаников – 0,2 % (Государственный доклад..., 2015). По представленности основных лесообразующих пород леса Карелии существенно отличаются от лесов остальной части Северо-Запада России, где ель занимает 46 %, сосна – 29 %, береза – 19 %, осина – 5 %, ольха серая и клейкая – 0,8 % (Моисеев, 2008).

В результате интенсивной эксплуатации лесов к настоящему времени сложилась неблагоприятная возрастная структура древостоев: молодняки – 35,0 %, средневозрастные – 24,5 %, приспевающие – 7,5 %, спелые и перестойные – 33,0 % (Государственный доклад..., 2015). Однако среди спелых и перестойных насаждений большую долю (около 40 %) составляют низкобонитетные. Средний запас спелых и перестойных сосновых древостоев составляет 134 м<sup>3</sup>/га, еловых – 164 м<sup>3</sup>/га. Средний прирост в эксплуатационных лесах равен 1,5 м<sup>3</sup>/га (Сорока, Ананьев, 2009).

На территории Карелии выделяют лишайниковые, зеленомошные, долгомошные и сфагновые группы типов условий произрастания (Яковлев, Воронова, 1959). Наиболее распространены брусничные (25 %) и черничные (43 %) типы (Саковец, Иванчиков, 2003).

Сравнение производительности лесов по типам леса показывает, что среднетаежные ельники Карелии имеют минимальное преимущество перед ельниками Архангельской области и Республики Коми, но значительно уступают ельникам Вологодской, Ленинградской, Новгородской и Псковской областей (Казимиров и др., 1991). Такая же закономерность отмечается и среди сосновых лесов северо-западного региона России (Казимиров, 1995). С учетом возможности повышения производительности древостоев на один-полтора класса бонитета путем создания лесных культур (Попов, Цинкович, 1992; Редько, Бабич, 1994; Соколов и др., 2013), наиболее перспективными условиями произрастания для выращивания хвойных древостоев в ускоренном режиме в средней тайге являются черничные и кисличные.

В среднетаежной подзоне Карелии среди сосняков черничные и кисличные типы леса составляют 34 %, среди ельников и лиственных, включая травяно-злаковые, 71 и 66 %, соответственно (Саковец, Иванчиков, 2003). Следовательно, при планировании лесных культур они должны быть основными объектами.

## **2. ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЛЕСОВ КАРЕЛИИ**

### **2.1. История освоения лесов**

Территория дореволюционной Карелии была разобрана между тремя губерниями – Олонецкой, Архангельской и Выборгской (Повенецкий, Петрозаводский, Олонецкий и Пудожский уезды Олонецкой губернии, Кемский уезд Архангельской губернии, а также часть Выборгской и Улеборгской губерний). В XV–XVI вв. здесь простирались девственные леса. В этот период большие их массивы стали закрепляться за монастырями (Цветков, 1957). Население в те времена было малочисленное. Люди селились в основном по берегам рек и озер, где произрастали лучшие леса. Лес использовался для строительства жилья, его отопления и освещения, изготовления посуды, предметов домашнего обихода, хозяйственного и промыслового инвентаря. Для отопления курных изб заготавливали осину, которая не дает дыма и копоти, а также очищенную от коры березу и ольху. Осина применялась и для получения золы.

Олонецкая губерния отличалась бездорожьем и крайне отсталым сельским хозяйством, основанным на использовании лесных подсеков. Разработка подсеков в Карелии велась с давних времен. Столетиями вырабатывались приемы сведения леса и обработки почвы. После 2–4 лет посева подсеки забрасывались и осваивались новые (Балагуров, 1962). По расчетам В. Н. Валяева (1968), ежегодно осваиваемая под сельское хозяйство площадь лесов достигала 10–15 тыс. га.

На севере с XVI до начала XVIII в. был развит соляной промысел. Соль вываривалась из морской воды. Карельское Поморье было как основным поставщиком соли для всей северо-западной части России, так и крупным ее потребителем при заготовке рыбы (Балагуров, 1962). При варке соли в качестве топлива использовалось большое количество дров, в связи с чем в Кемском уезде велись значительные рубки леса (Цветков, 1957). Из-за истребления окрестных лесов многие соляные промыслы на Белом море уже в XVII в. стали приходить в упадок (Редько, Шлапак, 1993; Потахин, 2004).

В XVII в. среди крестьян Олонецкой губернии широкое распространение имел железный промысел, разнообразная продукция которого пользовалась спросом как на местном рынке, так и широко за его пределами. При переработке руды в железо, а в последующем в уклад, из которого делались топоры, ножи и другие изделия, повсеместно использовался древесный уголь. В этот период влияние человека распространялось в основном на близлежащие к поселениям леса, а обширные их массивы на остальной территории оставались нетронутыми.

Более активно леса Карелии стали осваиваться в связи с подготовкой к Северной войне и строительством Петербурга. В 1701 г. был основан Петровский пушечный завод, а затем еще несколько чугуноплавильных, железоделательных и медеплавильных заводов. С расширением металлургического производства резко увеличилась потребность в лесе для выжигания угля. Поэтому за заводами были закреплены горнозаводские леса, площадь которых в 1861 г. составляла 809,5 тыс. га. Для заготовки угля использовалась в основном хвойная древесина. Древесный уголь из Олонецкой губернии поставлялся также для нужд Адмиралтейства, Ижорского, Кронштадтского и других заводов Петербурга и его окрестностей (Балагуров, 1962).

Лесопильное производство начало развиваться в цехах металлургических заводов. В 20–30-е гг. XVIII в. появились самостоятельные «пильные мельницы». Наиболее активно лесопильное производство развивалось на юге Карелии, откуда пиломатериалы поставлялись в Петербург. В Олонецком уезде к концу XVIII в. работало 16 лесопилен. Для них заготавливали только высококачественные комлевые сосновые бревна диаметром в верхнем отрубе не ниже 32–36 см. Эксплуатировались в основном леса вблизи сплавных рек и сгонных речек, поэтому в районах действия лесопильных заводов они сильно истощались. В документах Министерства Государственных имуществ в 1838 г. отмечалось: «В Олонецкой губернии местами есть еще лес в хорошем состоянии, но только в отдалении от сплавных рек; в недалеком же расстоянии от сплавно-го пути леса в большом оскуднении, а вблизи лесопильных заводов чрезмерно истреблены. Всякий рубит где ему ближе и удобнее или где находит лучшие деревья» (по: Акакиев, 1972, с. 8).

Увеличение выпуска пушек, ядер и других изделий из металла, которые поставлялись в Петербург, способствовало развитию судостроения. На территории Карелии судостроением занимались в деревне Кулумкса и в Петрозаводске. В этот же период по инициативе Петра I в России приступили к созданию мощного парусного флота. Это вызвало быстрый рост спроса на сосновую смолу как для внутреннего рынка, так и на экспорт. Петербургскими купцами в год скупалось по несколько тысяч пудов смолы (Балагуров, 1962). При заготовке одной бочки смолы (8 пудов) уничтожалось 80 деревьев (Евдокимов, 1927). При этом использовалась только комлевая часть дерева (около 2 м), остальное бросалось (Редько, 1981; Потахин, 2004).

Для строительства кораблей тщательно отбирались наиболее ценные экземпляры сосны и лиственницы, превосходящие по своим показателям плюсовые деревья, которые сейчас с большим трудом отбирают при селекционной инвентаризации лесов (Редько, Бабич, 1993). На территории Олонецкой губернии корабельный лес заготавливали для Петербургского адмиралтейства. Лиственница отбиралась в Пудожском уезде и сплавлялась по рекам в Онежское озеро, а далее на озерных судах перевозилась до истоков Свири. Но в основном заготавливалась сосна. Всего на территории Карелии было отведено 150 корабельных рощ общей площадью 232,27 тыс. га (Акакиев, 1972). Кроме корабельных лесов была выделена категория «усвоенных флоту» запасных корабельных лесов общей площадью 1196,33 тыс. га (Первозванский, 1959). Лесопользование в корабельных лесах было крайне ограниченным. Здесь велись только приисковые рубки, но в данном случае вырубались носители наиболее ценного генофонда. После рубки много деревьев браковалось на месте, часть по разным причинам оставалась невывезенной (Редько, Бабич, 1993). В конце XVIII в. после разрешения заготавливать лес в корабельных рощах лесопромышленники стали проявлять интерес к этим ранее заповедным лесам.

Освоение лесов в северной и южной частях Олонецкой губернии шло разными путями. В южной части раньше перешли к сплошным рубкам. Доски, строительный лес и дрова в большом количестве вывозились в Петербург, где был большой спрос на

древесину. Лесопромышленникам особенно выгодно было поставлять туда лес в необработанном виде, что сдерживало развитие лесопиления на юге Олонецкой губернии (Балагуров, 1968).

Северная часть губернии не имела надежного транспортного сообщения с развивающейся промышленностью на юге, и долгое время леса здесь оставались неосвоенными. Лесозаготовки начались в конце 60-х гг. позапрошлого столетия, и древесина поставлялась в основном на экспорт. Заготовленная из северной мелкослойной сосны и отличавшаяся большими размерами (по ширине), продукция беломорских лесозаводов сразу привлекла к себе внимание на внешнем рынке, где в это время рос спрос на древесину. Близость беломорских заводов к зарубежным потребителям способствовала быстрому развитию здесь лесопиления. До 1895 г. пиловочник заготавливался в порядке прииска размером не ниже 7,5 вершка (33 см) в верхнем отрубе. Но затем отпускной размер стал постепенно снижаться и в 1907 г. составлял 5 вершков (22 см). При выборочных рубках заготавливались исключительно высокосортные комлевые бревна. Эксплуатировались лучшие древостои, что вело к постепенному ухудшению состояния сосновых лесов (Первозванский, 1959). В северо-западной части Олонецкой губернии лес, заготовленный выборочными рубками в Ребольской казенной даче, отправлялся сплавом на переработку в Финляндию.

В. Ляхович (1891), характеризуя состояние лесов Олонецкой, Архангельской и Вологодской губерний к концу XIX в., писал, что несмотря на скромные размеры отпуска леса, усилившегося в последние 50 лет в связи с ростом экспортной торговли лесом, эксплуатационная площадь захватила «укромнейшие уголки веками накопленных богатств, оставив везде разрушительный след». «Спелые и приспевающие насаждения изрежены периодическими выборочными рубками, частыми пожарами, с массой безжизненных древесных стволов, уцелевших на корне или сваленных ветром...; молодняки же на лучших почвах сводятся под ржаные или льняные подсеки, те же из них, которые... оставлены без внимания, покрываются корявыми, низкоствольными, сучковатыми насаждениями, ничего не обещающими и в далеком будущем» (по: Цветков, 1957, с. 49).

В годы революции и гражданской войны в основном велась заготовка дров для Петрограда. Темпы лесозаготовок деловой древесины начинают расти с 1921–1922 гг., чему способствовал рост экспорта древесины из России. В этот период завершилось строительство Мурманской железной дороги, и на ее базе был создан Транспортно-промышленный колонизационный комбинат. В его распоряжение было передано свыше 1 млн га лесов. Железная дорога сама являлась крупным потребителем дров и шпал. Спрос на фаутную древесину способствовал переходу на сплошнолесосечное хозяйство в районе действия комбината. Комбинат построил несколько лесопильных заводов и активно занимался эксплуатацией лесных запасов Карелии до 1930 г.

Несмотря на небольшую территорию и низкую численность населения Карелии, удельный вес лесозаготовок здесь был значительным. В 1924–1925 гг. в республике заготавливалось 9 % всей древесины по стране, в том числе 6 % деловой. Ведущим сортиментом были бревна. Во многих лесничествах проводились исключительно выборочные рубки. В результате строительства новых и реконструкции имеющихся лесозаводов увеличился объем лесопиления. В 1927–1928 гг. удельный вес Карелии в лесоз экспорте составлял 20,8 %.

Обилие рек и озер благоприятствовало развитию сплава. В 1928 г. сплавом транспортировалось 3,3 млн м<sup>3</sup> древесины, в 1929 – 4,0 млн м<sup>3</sup>, в 1930 – 7,1 млн м<sup>3</sup>, в 1931 – 6,1 млн м<sup>3</sup>, в 1932 – 6,3 млн м<sup>3</sup>. Таким путем вывозилось более 80 % заготовленной древесины (Первозванский, 1959). В сплавных районах на корню оставались лиственные и фаутные деревья, что явилось причиной отрицательной селекции хвойных пород и смены породного состава лесов на большой территории.

В 1933 г. в зоне Беломорско-Балтийского канала создан Беломорско-Балтийский комбинат (ББК). За ним была закреплена территория общей площадью 2880 тыс. га. Комбинат быстро осваивал леса на своей территории и в годы перед Великой Отечественной войной выполнял около половины всего объема лесозаготовок в республике. В системе ББК развивались лесопильная и деревообрабатывающая промышленность, а также лесохимическое производство. С началом войны работы ББК были прекращены.

В довоенный период в республике строятся целлюлозно-бумажные и деревообрабатывающие комбинаты, что повысило потребность в древесине местного рынка. В планах на 1942 г. предусматривалось увеличить объем лесозаготовок до 17–18 млн м<sup>3</sup>, но из-за начала войны он снизился по сравнению с 1940 г. на 96,4 %. В послевоенный период, несмотря на все усилия, объемы лесозаготовок к 1950 г. достигли только 70 % довоенного уровня. Но близость Карелии к крупным промышленным центрам, наличие сухопутных и транспортных путей, возросшая потребность в древесине для восстановления народного хозяйства страны способствовали увеличению объема лесозаготовок в республике, что привело к значительному сокращению площади лесов (Левин, 1966). В 1956 г. было заготовлено 14,0 млн м<sup>3</sup>, в 1957 г. – 14,9 млн м<sup>3</sup>, в 1958 г. – 16,1 млн м<sup>3</sup>. Основная часть заготовленной древесины отправлялась в необработанном виде за пределы республики (Первозванский, 1959). По данным В. К. Королева (1967), при утвержденной расчетной лесосеке в 14,3 млн м<sup>3</sup> объемы заготовок в 1964 г. составили 19,9 млн м<sup>3</sup>, в 1965 г. – 19,4 млн м<sup>3</sup>. В результате интенсивных заготовок запасы ликвидной древесины в лесах Карелии к 1966 г. уменьшились по сравнению с 1932 г. наполовину и составляли 430 млн м<sup>3</sup>. В дальнейшем до 1978 г. продолжался значительный переруб расчетной лесосеки, особенно по хвойному хозяйству, так как сортиментная структура плана лесозаготовок не соответствовала товарной структуре отведенного в рубку лесфонда (Щербаков, Волков, 1985).

По данным А. С. Синникова (1977), в целом по Европейскому Северу (Мурманская, Архангельская области, Карельская и Коми АССР) средний ежегодный прирост равнялся 53,2 млн м<sup>3</sup>, объем лесозаготовок составлял 65 млн м<sup>3</sup>, т. е. переруб достигал около 12 млн м<sup>3</sup>, а по хвойному хозяйству – 20 млн м<sup>3</sup>. Использование расчетной лесосеки в этот период достигало в Коми АССР – 63 %, Мурманской и Архангельской областях – по 100 %, а в Карельской АССР – 129 %. Это означает, что на Европейском Севере принципы непрерывности и неистощительности лесопользования в наибольшей степени нарушались в Карелии.

Завышенные объемы лесопользования обосновывались наличием больших запасов спелых древостоев на момент расчета, но при этом

не учитывалась динамика запасов и потребления (Синицин, 1991). При крупномасштабном освоении лесов в рубку поступали в основном наиболее продуктивные древостои, а худшие оставались в виде недорубов. Велики были потери на всех стадиях лесозаготовительного производства. По данным Н. М. Щербакова и А. Д. Волкова (1985), коэффициент использования эксплуатационного фонда в 1946–1970 гг. составлял 0,50–0,58; в 1978 – 0,78; в 1984 – 0,80. Сокращение потерь древесины в значительной степени объясняется быстрым развитием целлюлозно-бумажной промышленности в республике, которая, наряду с деловой древесиной мелких размеров, широко использовала в качестве сырья дрова и отходы лесопиления. Потребление сырья целлюлозно-бумажной промышленностью с 1960 по 1970 г. увеличилось в 2,6 раза (с 1449 до 3754 тыс. м<sup>3</sup>), в том числе деловой древесины – в 2,2, дров – в 3,5 и отходов лесопиления – в 2,8 раза. К 1980 г. потребление древесины в этой отрасли повысилось до 5334 тыс. м<sup>3</sup>. По сравнению с 1970 г. количество потребляемой деловой древесины увеличилось на 1490 тыс. м<sup>3</sup> (74 %), отходов лесопиления – на 462 тыс. м<sup>3</sup> (88 %), отходов лесозаготовок – на 84 тыс. м<sup>3</sup>, или в 9,4 раза (Валентик и др., 1986).

Результатом длительного, нерационального и истощительного лесопользования явилось падение объема лесозаготовок, преждевременное закрытие лесопунктов, смена породного состава на больших территориях и, как следствие, напряженное положение с обеспечением местных лесоперерабатывающих предприятий древесинной хвойных пород, резкое обострение проблемы занятости населения лесных поселков. Широкое использование при вывозке леса сплава, а также ледяных, лежневых и узкоколейных дорог временного действия в дальнейшем создало дополнительные трудности в освоении разрозненных недорубов, в своевременном и качественном проведении лесовосстановительных и лесохозяйственных работ. В то же время многолетний опыт финских лесоводов наглядно показывает, что улучшение лесного фонда следует начинать со строительства дорог (Акакиев, 1971). Плотность дорожной сети в Финляндии составляет 12,3 км/1000 га, а на Северо-Западе России – 2,0 км/1000 га. Она минимальная в Республике Коми (1,5 км/1000 га), максимальная в Псковской области – 9,0 км/1000 га (Карьялайнен, 2008). В Карелии, которая в наилучшей степени обеспечена за-

пасами материалов для дорожного строительства (песок, гравий, щебень), плотность дорожной сети равняется 2,5 км/1000 га (План действий..., 2008). Несмотря на высокую техническую оснащенность леспромхозов, преследующих только одну цель – заготовку древесины, не было создано постоянной развитой дорожной сети – основы для ведения интенсивного лесного хозяйства и рационального использования лесных ресурсов (рис. 2). Негативные последствия такого подхода к освоению лесов в Карелии особенно сильно ощущаются сейчас, когда отмечается острый дефицит лесосырьевых ресурсов и финансовых средств. Положение усугубила кратковременная аренда лесов, при которой лесопользователи резко сократили строительство новых лесовозных дорог, а значительная часть имеющихся лесных дорог была ими разрушена. В настоящее время недостаточная сеть лесовозных и лесохозяйственных дорог является одним из существенных факторов, препятствующих увеличению объемов рубок главного и промежуточного пользования (Основные направления..., 2001) и существенно влияющих на себестоимость лесозаготовок (Шегельман и др., 2009).

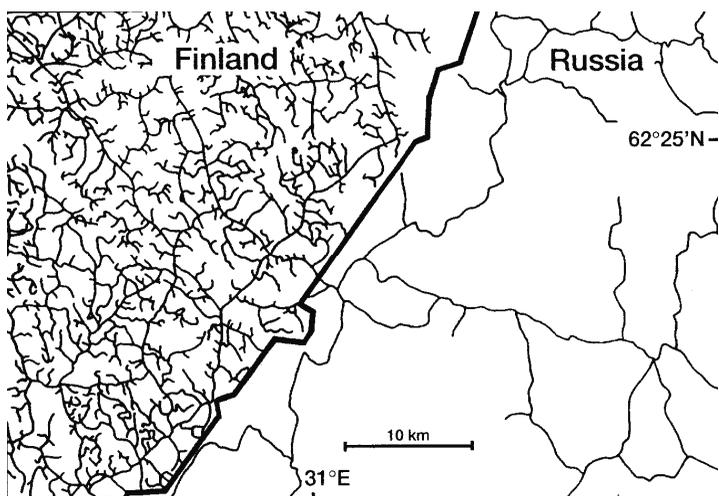


Рис. 2. Схема дорожной сети на прилегающих территориях Республики Карелия и Финляндии по данным космической съемки (Siitonen et al., 1995; по: Kouki, Niemelä, 1997)

За период с 1945 по 1990 г. из Карелии было вывезено свыше 520 млн м<sup>3</sup> лесной продукции в пересчете на круглый лес (Валяев, 1994). К концу двадцатого столетия расчетная лесосека по главному пользованию в республике была снижена до 8,8 млн м<sup>3</sup>, в том числе в лесах третьей группы – до 4,9 млн м<sup>3</sup> (Скадорва, 1996).

С 1990 г. площадь ежегодно вырубаемых лесов стала сокращаться и к 1993 г. составила 37,5 тыс. га. Соотношение площадей вырубок между северной и средней подзонами тайги было довольно стабильным. Леса в основном вырубали на территории северотаежной подзоны. Затем в результате экономического кризиса произошел спад лесозаготовок, причем более заметный в северотаежной подзоне (Соколов, 1997). Анализ материалов 27 лесничеств показал, что за период с 1984 по 1993 г. произошли изменения в породном составе древостоев, поступающих в рубку. В северотаежной подзоне отмечено снижение доли сосняков и увеличение – ельников, что косвенно указывает на истощение запасов сосны в лесосечном фонде. В среднетаежной подзоне возросла доля березняков, что объясняется спросом на березовые балансы, экспортируемые в Финляндию. Однако в связи с резким падением площадей, отводимых в рубку, с 1992 г. доля сосняков стала увеличиваться (рис. 3). Следует отметить, что в рассматриваемый период лесозаготовки в основном велись на суходолах и происходило накопление площадей низкопродуктивных древостоев, произрастающих на почвах с избыточным увлажнением. Задержка с освоением последних связана с сокращением объема заготовок в республике, большой трудоемкостью работ и относительно малым запасом древесины (Соколов, 1997). Подтверждением служат сведения А. И. Сороки и В. А. Ананьева (2009) за 25-летний период. По их данным, за это время эксплуатационный фонд по хвойному хозяйству сократился на 7,2 %, а по лиственному увеличился на 63 %. Интенсивная вырубка продуктивных хвойных древостоев привела к накоплению низкобонитетных. Преобладают среднеполнотные насаждения (0,5–0,7), занимающие 71 % лесопокрытой площади. Авторы приходят к выводу, что истощение эксплуатационного фонда Карелии не позволяет ориентироваться на получение в возрастающих объемах высокотоварного крупного леса хвойных пород.

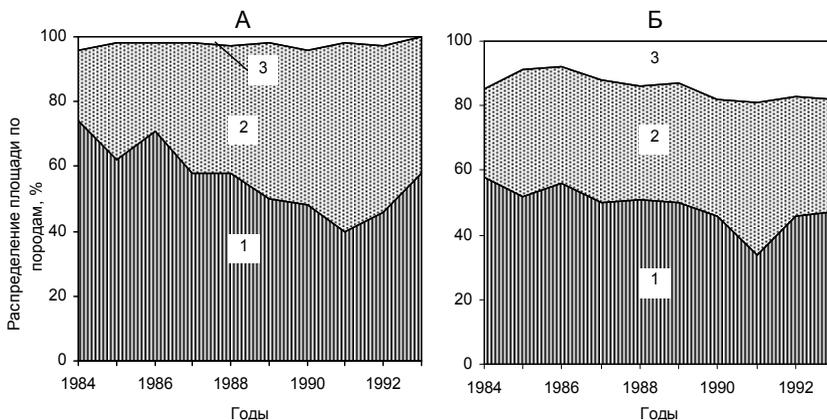
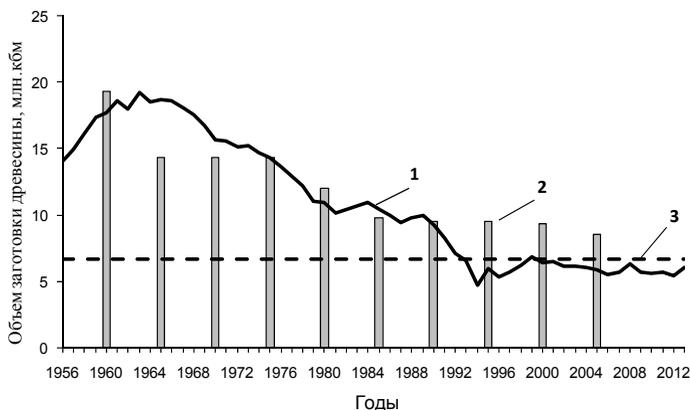


Рис. 3. Распределение площади вырубленных насаждений по породам: А – северотаежная; Б – среднетаежная подзона; 1 – сосна; 2 – ель; 3 – береза

Объемы заготовки древесины составляли в 2000 г. 6,3 млн м<sup>3</sup>, в 2001 – 6,5 и в 2002 – 6,1 млн м<sup>3</sup>. В среднем за период с 1993 по 2002 г. расчетная лесосека осваивалась на 66 %, что значительно выше, чем в соседних областях северо-запада европейской части России и в целом по стране (Соколов, 2006). Такая ситуация сохранилась и в последующий период (Карьялайнен и др., 2008). Объем заготовки древесины по всем видам рубок в 2007 г. равнялся 7,1 млн м<sup>3</sup>, в 2008 – 6,3 млн м<sup>3</sup>, в 2009 – 5,7 млн м<sup>3</sup>, в 2010 – 5,5 млн м<sup>3</sup>. За последние 5 лет наибольший объем заготовки древесины достигнут в 2013 г. (5,8 млн м<sup>3</sup>), но несмотря на применение современной высокопроизводительной техники, он не превышает уровня 1950 г. (рис. 4) прошлого столетия (Волков, 2003). При этом доля лиственной и низкотоварной древесины в общем объеме лесозаготовок в республике составляет 20–40 %, а спрос на нее отсутствует (Бобко, 2010). Об интенсивности эксплуатации лесов Карелии можно судить по данным А. И. Уткина и В. И. Сухих (2004). За 57 лет, начиная с 1946 г., рубками главного пользования в республиках Карелия и Коми пройдено 58 и 37 % площади лесов, возможных для эксплуатации, а в Архангельской и Вологодской областях – 49 и 51 %, соответственно. После вырубki наиболее продуктивных



1 - фактический объем; 2 - расчетная лесосека; 3 - уровень 1950 года

Рис. 4. Динамика заготовки древесины в Карелии за период с 1956 по 2013 г.

насаждений в регионе среди спелых и перестойных хвойных древостоев преобладают низкобонитетные, промышленные лесозаготовки в которых становятся экономически невыгодны (Гиряев, 2001; Моисеев, 2008). На существенное сокращение эксплуатационных лесов Карелии указывает и объем заготовки древесины с 1 га лесной площади. В 1963 г. он достигал  $2 \text{ м}^3/\text{га}$ , но к 1994 г. снизился в 3,3 раза и в последние годы находился на уровне  $0,6 \text{ м}^3/\text{га}$  (рис. 5). Истощение запасов хвойной древесины явилось одной из основных причин возникновения кризисной ситуации на целлюлозно-бумажных предприятиях республики. По данным Министерства природных ресурсов и экологии, в 2013 г. потребность в хвойных балансах ЦБК, работающих в последние годы не на полную мощность, на 65 % ( $2,6 \text{ млн м}^3$ ) покрывалась за счет ввоза из соседних регионов. Дефицит сырья усиливается со стороны лесопильных предприятий, которые в СЗФО в 2014 г. в качестве пиловочника использовали около  $3 \text{ млн м}^3$  хвойных балансов диаметром от 8–10 см (Леспром-информ. Новости отрасли. 30.03.2015 г.).

В республике ситуация усугубляется тем, что в 2012 г. в Карелии построен крупнейший в России завод по производству ориен-

тированно-стружечных плит, который при переходе на полную мощность будет потреблять до 1 млн м<sup>3</sup> хвойных балансов.

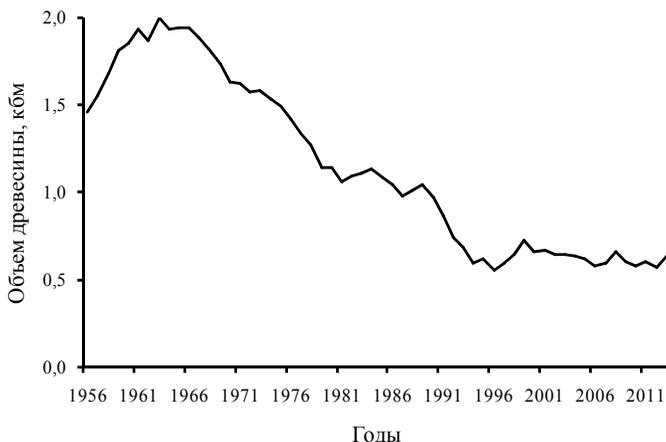


Рис. 5. Динамика объемов заготовки древесины с 1 га лесной площади в Республике Карелия в период с 1956 по 2013 г.

Таким образом, серьезное истощение лесосырьевой базы предприятий лесного комплекса Карелии и в целом Северо-Запада России указывает на необходимость перехода на интенсивные методы лесовосстановления и лесовыращивания.

## 2.2. Смена породного состава

Учение о смене пород было разработано Г. Ф. Морозовым (1949), получило свое продолжение в трудах В. Н. Сукачева (1904), М. Е. Ткаченко (1955), И. С. Мелехова (1966), В. Я. Колданова (1966), Л. А. Кайрюкштиса (1959); И. В. Шутова и А. Н. Мартынова (1974), А. В. Побединского (1991) и других известных лесоводов. В условиях Карелии сначала обратили внимание на то, что выборочная форма ведения хозяйства, ориентированная на сосну, способствовала смене ее елью. Об этом неоднократно упоминалось в материалах лесоустройства прошлых лет. Так, при устройстве Ребольской дачи в 1912–1913 гг. лесоустроителем было отмечено «значительное влия-

ние подроста ели на смену пород». По этой причине при таксации насаждений, пройденных выборочной рубкой в 1898 г., многие участки с бывшим господством сосны пришлось отнести к участкам с господством ели. Имевшийся в насаждениях угнетенный еловый подрост стал с течением времени оправляться, очищаться от сучьев и энергично прирастать в высоту и толщину (по: Первозванский, 1949, с. 25). В результате выборочных рубок площадь сосновых насаждений на территории Ребольского лесхоза в последние годы существенно уменьшилась (Валяев, 1989). Подобные примеры приводит А. Н. Громцев (1993) и по другим лесхозам Карелии.

Процесс смены сосны елью не прекратился и после перехода на сплошные рубки, чему способствовало оставление ее подроста и тонкомера, растущего под пологом сосняков. По данным А. А. Листова (1971), в Архангельской области под пологом древостоев подрост ели встречался на 77 % площадей сосняков черничных, 64 % – долгомошных и 61 % – брусничных. Исследования, проведенные Г. А. Чибисовым и В. А. Гуциным (2000), убедительно показали, что даже для условий сосняков черничных смена сосны елью с лесоводственной и экономической точек зрения нецелесообразна.

Широкомасштабное применение сплошных рубок в Карелии привело к смене хвойных пород в наиболее продуктивных лесорастительных условиях мягколиственными (табл. 1). Такое явление в таежной зоне отмечается повсеместно (Колданов, 1966; Казимиров, 1971; Ларин, 1987; Ларин, Паутов, 1989; Калиниченко и др., 1991; Аникеева и др., 1993; Тюрин, 1993; Редько, Бабич, 1994 и др.). В Архангельской области на площадях, пройденных рубками в период с 1961 по 1982 г., смена хвойных пород лиственными произошла на 53 % вырубок. В Республике Коми за 40-летний период смена сосны и ели березой составила в среднем в брусничном типе леса 16, кисличном – 49, черничном – 55 и травяном – 74 % (Сунгуров, 2000). По данным Е. Г. Тюрина (1993), в Вологодской области смена пород произошла на 73 % вырубок. В результате леса половины Архангельской, Вологодской, Костромской и Кировской областей из темнохвойной тайги превратились в «березово-осиновую» (Чибисов, 2005).

Таблица 1. Смена породного состава после сплошных рубок в условиях Карелии

Направленность лесообразовательных процессов	Автор, год публикации
<p>Обследование вырубок, проведенное в 1938 г. в Кондопожском и Петрозаводском лесхозах, показало, что 72 % их возобновилось лиственными породами с незначительной примесью хвойных</p>	<p>Первозванский И. В., 1949</p>
<p>Экспедиция, организованная в 1948 г. проф. М. Е. Ткаченко, установила, что лесосеки, где ранее господствовала ель, успешно зарастают преимущественно березой и осинкой. Участие хвойных пород в составе возобновления колебалось от 1 до 10 %, и только при сохранении подроста оно увеличилось до 20–25 %</p>	<p>Ткаченко М. Е., 1949</p>
<p>Обследование вырубок на площади более 5000 га показало, что в Карелии рубки еловых древостоев, приуроченные к почвам повышенного плодородия, возобновляются осинкой и березой. Участие хвойных (ели) здесь обычно незначительное. Аналогичная картина в подобных лесорастительных условиях наблюдается и на рубках из-под сосняков. Исключением являются рубки из-под сосняков на песчаных почвах</p>	<p>Шишков И. И., 1957</p>
<p>Исследованиями, проведенными в 1932–1938 гг., выявлено, что после сплошных рубок из облесившихся лесосек только 28 % возобновилось насаждениями с преобладанием хвойных пород, а 72 % – мягколиственными. На лесосеках, возобновившихся хвойными, в составе насаждений преобладают мягколиственные (59 %)</p>	<p>Валентик И. Я., 1958</p>
<p>В еловых лесах сплошные концентрированные рубки, образовавшиеся в результате механизированных лесозаготовок, возобновляются исключительно лиственными породами. Из-за отсутствия обсеменителей и малочисленности подроста ели «коренные еловые ассоциации переходят в длительно-временные производные на неопределенный срок» (с. 69)</p>	<p>Акакиев Ф. И., 1963</p>
<p>За период с 1932 по 1957 г. (25 лет) площадь сосняков в Карелии сократилась на 919 тыс. га, в последующем (1960–1971) ежегодно из основного хозяйства в еловое переходило 6,5–10,0 тыс. га. Сохранение елового подроста при рубке сосняков ведет к вытеснению сосны елью и получению в перспективе насаждений, состав и ценность которых трудно предугадать</p>	<p>Валяев В. Н., 1971</p>
<p>В Южной Карелии за период 1950–1965 гг. смена ели лиственными породами при сплошных рубках произошла на 85 % площади лесосек</p>	<p>Казимиров Н. И., 1971</p>

Направленность лесообразовательных процессов	Автор, год публикации
<p>Насаждения хвойных пород, занимавшие до 1927 г. в Южной Карелии около 90 % покрытой лесом площади, к 1966 г. сократились до 76 %</p>	<p>Акакиев Ф. И., 1972</p>
<p>В условиях Карелии идет замедленный процесс смены сосны елью и наиболее активный – смены ели лиственными. Интенсивность этого процесса определяется зональными особенностями и эколого-фитоценоотическими условиями. В среднетаежной подзоне смена хвойных деревьев лиственными достигает 34 %, в северотаежной – 19 % (от площади)</p>	<p>Зябченко С. С., 1984</p>
<p>По данным лесоустройства в Петрозаводском лесхозе (среднетаежная подзона) за 30 лет, начиная с 1950 г., площадь еловых насаждений сократилась на одну треть</p>	<p>Попов Ю. А., Федулов В. С., 1989</p>
<p>Площадь сосновых лесов южной Карелии с 1927–1940 по 1976–1983 гг. сократилась на 9 %, еловых – на 12 %, а лиственных – возросла. Однако реальные масштабы антропогенных смен сосняков значительно больше, чем отражено в итоговых материалах лесоустройства. Во-первых, это связано с периодическим изменением нормативов при оценке породного состава. Во-вторых, в соответствии с современными нормативами к соснякам могут относиться фактически лиственные (с 2–3 ед. сосны) и тем более смешанные сосняки (с 4–5 ед. сосны)</p>	<p>Громцев А. Н., 1993</p>
<p>По данным инвентаризации 1787–1791 гг. сосна занимала 78 % лесопокрытой площади, ель – 20 % и лиственные породы – около 2 %. В настоящее время на долю сосны приходится 60 %, ели – 28 %, березы – 11 % и другие породы – 1 %</p>	<p>Валяев В. Н., 1994</p>
<p>Архивные данные по выделению в Олонецкой губернии «корабельных рощ» показали, что большинство лесов составляли сосновые. Сейчас на 40–50 % площадей бывших сосняков растут вторичные еловые и березовые древостой</p>	<p>Гаврилова О. И., Савин И. К., 2001</p>
<p>После введения сплошных концентрированных рубок в Карелии резко возрос масштаб смены хвойных пород лиственными, значительно увеличилось количество чистых березняков и осинников: этому способствовали пожары на вырубках, уничтожавшие подрост хвойных пород, и отсутствие или недостаточное количество хвойных обсеменителей. Лишь 28 % рубок возобновляются без смены пород, на 61 % их площади хвойные сменяются лиственными, а 11 % рубок превращаются в пустыри</p>	<p>Волков А. Д., 2003</p>
<p>С 1983 по 2008 г. эксплуатационный фонд по хвойному хозяйству сократился на 7,2 %, а по лиственному увеличился на 63 %</p>	<p>Сорока А. И., Ананьев В. А., 2009</p>

Особую тревогу по этому поводу уже в 60-х гг. прошлого столетия высказывал академик И. С. Мелехов: «Проблема восстановления хвойных лесов на концентрированных вырубках некоторых районов тайги может усложниться в недалеком будущем. В рубку будут поступать чистые лиственные леса, которые появились в результате прошлых концентрированных рубок (вторичные леса) и не имеют возобновления хвойных под пологом... Это относится и к лиственно-хвойным и хвойно-лиственным насаждениям, формирующимся на концентрированных вырубках» (Мелехов, 1966, с. 187).

По данным учета лесного фонда картина выглядит внешне благополучно, поскольку действующие нормативы по лесоустройству нивелируют происходящие изменения в распределении покрытых лесом земель по преобладающим породам (Побединский, 1991). В соответствии с инструкцией 1952 г. молодняки и средневозрастные насаждения с наличием 40 % хвойных пород и более относились к хвойным. В инструкции 1964 г. этот норматив был снижен до 30 %, а при наличии двух хвойных пород – даже до 20 % (Прокопьев, 1982; Тюрин, 1987; Зеленко, 1992; Редько, Бабич, 1994). По данным Г. А. Чибисова и А. И. Нефедовой (2007), при участии лиственных пород в составе молодняков в пределах 60–70 % восстановление сосны становится маловероятным. Однако при грамотном и своевременном проведении уходов в большинстве случаев в таких молодняках можно сформировать насаждения с преобладанием хвойных пород. Но в условиях таежной зоны, в частности в Карелии, на больших площадях, пройденных сплошной рубкой, при хроническом недостатке финансовых средств, низкой технической оснащенности лесного хозяйства, слабо развитой дорожной сети достичь своевременного и качественного проведения уходов за лесными культурами и молодняками смешанного состава в настоящее время практически невозможно. По опубликованным данным (Государственный доклад..., 2009–2014), в 2008–2013 гг. уход за молодняками в республике был проведен на 40–66 % запланированных площадей, а прореживание – наиболее важное мероприятие, направленное на выращивание высокопродуктивных древостоев, – только на 0,4–1,1 %. Учитывая это, а также недостаточную интенсивность и редкую повторяемость уходов за молодняками, трудно рассчитывать на восстановление ресурсного потенциала хвойных пород в наиболее продуктивных типах лесорастительных условий.

Основной причиной смены пород, а точнее, породного состава является антропогенное (сплошные рубки) воздействие, которое коренным образом преобразует лесную среду. Интенсивность этого процесса в первую очередь зависит от географизма (подзоны тайги), лесорастительных условий, способа рубок (Чибисов, Вялых, 1974). Смена пород, происходящая после сплошных рубок, наносит большой ущерб экономике республики, поскольку успешная работа лесного комплекса в перспективе зависит не столько от объема, сколько от качества получаемой при лесозаготовках древесины (Моисеев, 1998). В то же время породный состав и качество древесины, а также затраты на ее транспортировку во многом зависят от своевременного и качественного проведения мероприятий по лесовосстановлению и уходу за древостоями.

Все изложенное подтверждает высказывание В. Я. Колданова о причинах смены пород. «Лесоэксплуатация при низком уровне лесного хозяйства и застывшие принципы лесопользования были действительными причинами исчезновения хвойных. А хронический предрассудок – слепо полагаться на восстановительный потенциал природы – служил оправданием пассивного отношения к воспроизводству леса. При временных достоинствах лиственных, они, занимая место хвойных, не компенсируют потери хвойной древесины» (Колданов, 1966, с. 25).

Известно, что в наиболее представленных и хозяйственно ценных типах лесах сосна обладает лучшими показателями роста, чем ель. При одинаковой общей производительности насаждений VII класса возраста выход крупной деловой древесины из сосняков в 2 раза выше, а мелкой – в 1,5–2 раза ниже, чем из ельников (Валяев, 1989).

По данным Н. И. Казиминова (1971), при смене еловых лесов лиственными потери на общей продуктивности леса достигают 35 %. С. Г. Синицин (1989) утверждает, что хвойные породы дают высококачественную древесину с выходом деловой в 1,5 раза большим, чем мелколиственные. В условиях Карелии при смене сосновых и еловых лесов на лиственные на площади 340 тыс. га в течение десятилетнего периода суммарная потеря на приросте деловой древесины составила 3,88 млн м<sup>3</sup> (Валентик и др., 1986). При расширении площадей мягколиственных насаждений, кроме

потери древесины хвойных пород, наблюдается ухудшение гидрологического, водного, климатического, почвозащитного, оздоровительного режимов (Колданов, 1966; Чибисов, 1969; Зябченко и др., 1989; Побединский, 1991; Шутов, 2003 и др.). Описанные негативные экономические и экологические последствия смены пород непосредственно касаются жизнедеятельности человека, поэтому изучены достаточно полно. Но отдаленные ее последствия, которые могут оказать влияние на устойчивость и продуктивность следующих поколений деревьев, пока не совсем ясны.

Согласно учению Г. Ф. Морозова (1949), лиственные породы после рубки древостоя заселяют вырубку, под их пологом поселяется ель, которая через 60–80 лет выходит в первый ярус и обеспечивает восстановление ельников без вмешательства человека. Однако многочисленные работы, касающиеся смены пород, указывают на существенное увеличение сроков восстановления ели (Кайрюкшис, 1959; Колданов, 1966; Горев, 1978; Комин, 2003 и др.). По данным Н. И. Казимирова (1971), ель, появившаяся на вырубках одновременно с лиственными породами, может восстановить свое господство только через 120–130 лет. А. С. Тихонов (1979) считает, что ель последующего возобновления может войти в первый ярус только в 150–200 лет. Но эти расхождения не противоречат теоретическим положениям учения о смене пород. Г. Ф. Морозов, а впоследствии В. Н. Сукачев особо подчеркивали, что «смена пород это не механическая замена популяций одного вида другим, а очень сложный многоплановый процесс изменений, затрагивающих через изменение состава и биохимических свойств растительного сообщества все стороны лесного биогеоценоза...», при этом отмечали, что «полная реставрация режима и строя биогеоценозов в ходе дигрессивно-демутационных смен происходит в природе не всегда, даже в тех случаях, когда ход ее не прерывается новым вмешательством человека» (по: Сукачев, 1964, с. 499).

Причины несоответствия хода восстановления ельников классической схеме Г. Ф. Морозова прежде всего кроются в различной обеспеченности вырубок подростом и обсеменителями ели. В условиях среднетаежной подзоны при рубке абсолютно разновозрастных ельников с сохранением подроста и тонкомера выход ели в верхний ярус, как правило, обеспечивается в сроки, указан-

ные Г. Ф. Морозовым (Казимиров, 1971; Дыренков и др., 1985). Следует особо подчеркнуть, что в этом случае восстановительная смена растительности начинается не со стадии вырубки, а со стадии «лесного фитоценоза, сильно разрушенного и измененного, но не уничтоженного полностью» (Дыренков, 1966, с. 216). В одновозрастных и относительно разновозрастных древостоях тонкомер ели сильно угнетен и после рубки материнского древостоя в основном погибает (Волков, 1975). При малочисленности жизнеспособного подроста или его отсутствии возобновившаяся под пологом лиственных ель с первых лет испытывает угнетение (Кайрюкштис, 1959) и к 100–120 годам образует лишь второй ярус (Декатов, 1961).

Известно, что наибольшей устойчивостью к действию неблагоприятных факторов обладают абсолютно разновозрастные древостои (Стороженко и др., 1992; Волков и др., 1997; Горшков, Макарьева, 1998). Для формирования абсолютно разновозрастных ельников после сплошных рубок требуется, как минимум, 500–600 лет (Гусев, 1978; Волков, 1998). В условиях Карелии промежуточного периода своего развития (относительно разновозрастные ельники) они достигают после 280–300 лет (Казимиров, 1971). Поскольку хвойные насаждения в республике осваиваются наиболее интенсивно (Соколов, 1997), то в повторную рубку будут поступать в основном одновозрастные, в лучшем случае относительно разновозрастные ельники. Если после сплошной рубки формируются лиственно-еловые насаждения и возраст рубки устанавливается по лиственным породам, то период между рубками, согласно приказу Рослесхоза № 283 от 06.10.2008 г. о возрастах рубок, сократится до 41 (осина) – 61 (береза) года. Уже сейчас тонкомерная ель (диаметр свыше 6 см) в республике находит потребителя. Учитывая напряженное положение с обеспечением Кондопожского ЦБК еловым сырьем и увеличение в перспективе мощности комбината, можно ожидать, что потребность в таких сортаментах сохранится. Кроме того, из-за нехватки древесного сырья в СЗФО около 3 млн м<sup>3</sup> хвойных балансов используется на пиловочник, и при установлении возраста рубки по лиственным породам вся ель пересчетных ступеней толщины будет вырублена. Все это отрицательно скажется на

возобновлении ели. Наличие построенных при прежних лесозаготовках дорог облегчает доступ к местам рубок с меньшими затратами, что повышает вероятность того, что ельники в возрасте более 81 года будут вырублены. Таким образом, в перспективе в рубку будут поступать ельники, не прошедшие в своем развитии и половины пути. Это неизбежно приведет к увеличению доли лиственных пород в составе древостоев, изменению соотношения и даже потере некоторых составляющих компонентов лесного биогеоценоза, свойственных абсолютно разновозрастным коренным лесам. Такие периодически повторяющиеся рубки в конечном итоге могут привести к снижению устойчивости ельников, которым самостоятельно не удастся полностью восстановить свою структуру и функции. Попытаемся смоделировать часть этого процесса на примере ельника черничного свежего.

Ель является мощным эдификатором. Наиболее ярко описал это Г. Я. Гордягин: «Из наших древесных пород ель, выражаясь фигурально, обладает наиболее тираническими наклонностями, и потому, достигши господства, позволяет существовать вместе с собой лишь весьма немногим видам и особям других растений» (по: Ткаченко, 1955, с. 403). Под сомкнутым пологом чистых ельников трудно найти светолюбивые злаки, в основном здесь развиваются мхи, образуя кислую среду. Возобновление ели идет преимущественно по микроповышениям (старые пни, колоды). После рубки ельника резко увеличивается поток света и тепла. На дренированных почвах молодое поколение, растущее на пнях и колодах, в массе усыхает (Ронконен, 1964; Нилов, 1977). Лесная подстилка пересыхает, что препятствует прорастанию семян ели. В условиях полной освещенности начинает интенсивно разрастаться травянистая растительность, преимущественно злаки, минерализуется лесная подстилка. Корни злаков захватывают верхние почвенные горизонты, где обычно размещается основная и наиболее активная часть корневой системы деревьев, особенно ели (Воронова, 1964; Бобкова, Загирова, 1996). Максимальное развитие злаков в этих условиях в Карелии наступает на 3–5-й год после рубки (Воронова, 1957; Ронконен, 1975; Крышень, 1998). Мощная дернина препятствует появлению всходов ели. Появившийся в первые годы самосев и мелкий подрост страдают от недостатка света и корневых

выделений злаков, гибнут от навала травы со снегом. В этот период полностью нарушены и преобразованы связи между компонентами бывшего фитоценоза. Доминантой становится травянистая растительность. Под ее влиянием происходят существенные изменения в почвенном микроценозе (Письмеров, Барабанов, 1990). Резко возрастает численность и активность бактерий, ослабляются позиции грибов, основной составляющей лесного микроценоза. При этом в наибольшей степени угнетаются микоризные грибы и грибы, жизнедеятельность которых связана с лесной подстилкой (Шубин, 1973, 1985), а они играют одну из главных ролей в подавлении активности патогенных грибов, вызывающих корневые гнили (Стороженко и др., 1992).

Одним из опасных видов для ели является опенок осенний – *Armillariella mellea* (Fr.) Karst. (Ткаченко, 1955; Крутов, 1985). Однако, по данным В. И. Крутова (1989), в лесных фитоценозах Карелии и Мурманской области он выступает как сапротроф, развиваясь на корнях ослабленных и отмирающих деревьев, поэтому проблемы борьбы с ним, как возбудителем корневой гнили местных пород, пока не существует. Вместе с тем не исключена потенциальная опасность опенка, особенно при введении в культуры пород-интродуцентов.

Следует отметить, что в последние годы в Красноярском крае (южная тайга) наблюдается интенсивная куртинная гибель деревьев хвойных пород всех классов Крафта в результате усиления вредоносности опенка (армиляриоз). Первичными факторами, способствующими появлению и распространению болезни, явились смена коренных типов леса производными и антропогенное воздействие. Улучшение прогреваемости почв, интенсивное развитие напочвенного покрова, ослабление древостоев под влиянием техногенного воздействия способствовали усилению вирулентности и агрессивности опенка (*A. borealis*, *A. ostoyae*) и создают условия для появления более вирулентных рас (Павлов и др., 2007).

Известно, что корневая система ели поверхностная, а активная ее часть (мелкие корешки с микоризными окончаниями) в основном находятся в самых верхних почвенных горизонтах. Ель, затеняя почву, создает влажный микроклимат под пологом леса (Ткаченко, 1955), что способствует развитию грибной флоры и усвое-

нию микосимбиотрофным путем питательных веществ из лесной подстилки. В засушливый период из-за отмирания тончайших корешков и микоризы питательный и водный режимы у ели могут сильно нарушаться, что ведет к ослаблению деревьев (Лир, Польстер, 1974), а в крайних ситуациях – и их массовому отмиранию (Мерзленко, Бабич, 2002; Чупров, 2007). Это особенно опасно, когда засушливые годы следуют один за другим. Случай гибели 100-летних ельников в Псковской губернии после сильной засухи 1882 г. описан лесничим Любомирским в «Лесном журнале» (1882, кн. 9, с. 624–625). Массовое усыхание ельников на больших площадях после засушливых лет произошло и в Архангельской области (Чупров, 2007). Сведения об отрицательном влиянии засух на устойчивость еловых древостоев приводятся и в ряде других работ (Тимофеев, 1944; Маслов, 1972). На вырубках опенок предпочитает свежие пни березы и ели (Соколов, 1964). По наблюдениям В. И. Шубина (1990), в условиях южной Карелии на злаковых вырубках ельников кисличных и черничных с примесью березы опенок осенний плодоносит ежегодно. Гриб способен развиваться как сапрофит и существовать длительное время до полного разложения пней и корней. При благоприятных условиях он может переходить на живые деревья. Молодые растения заражаются легче и поражаются быстрее (Соколов, 1964). По данным Э. Гоймана (1954), опенок с трудом заражает корни здоровых деревьев хвойных пород из почвы. Но его ризоморфы активно внедряются в их корни, если гриб получает обильное питание на соседних пнях. Подтверждением этого являются материалы В. И. Крутова и И. П. Волковой (1975), в которых содержатся сведения о поражении опенком культур лиственницы сибирской, созданных посевом под «пень» на злаковых вырубках, образовавшихся на месте хвойно-лиственных древостоев черничных типов. В теплые годы на вырубках, пройденных палом, плодоношение опенка усиливается, в том числе в северотаежной подзоне, что объясняется лучшим прогреванием почвы (Шубин, 1990). Поэтому огневое воздействие на почву, а также увеличение притока тепла на склонах южной экспозиции после рубки древостоя повышает вероятность появления очагов болезни не только опенка, но и корневой губки (Norokorpi, 1982).

По данным В. Н. Драчкова, В. А. Тырышкиной (1974), в условиях соседней Архангельской области до 12 % молодняка ели последующего возобновления было поражено корневой губкой и до 14 % – предварительного возобновления. Распространению грибных болезней в ельниках также способствует повреждение стволов и корней у подроста и тонкомера ели при лесозаготовках, а в дальнейшем – при рубках ухода (Василяускас, 1990; Крутов, 1992). В старых древостоях болезнь носит хронический характер. В результате снижается прирост, происходит постепенное ослабление деревьев, а затем их отмирание (Черемисинов и др., 1970). Изучая причины появления очагов патогенного усыхания сосны от корневой губки в условиях Красноярского края, И. Н. Павлов с соавторами (2008) пришли к выводу, что они вызваны комплексом факторов. Основными из них являются: увеличение количества и частоты осадков, потепление климата и сплошные рубки, способствующие распространению инфекции.

Благодаря обильному и частому плодоношению, способности восстанавливаться порослевым путем и быстрому росту лиственные породы на сплошных вырубках постепенно становятся доминантами. С этого периода начинает восстанавливаться лесная среда, но она значительно отличается от условий чистых ельников. Перехватывая свет, питательные вещества, охлестывая кроны хвойных пород, лиственные сдерживают их рост, что обеспечивает господство осины и березы в верхнем ярусе. В верхних почвенных горизонтах запас корней березы в 10–15 раз выше, чем ели (Чибисов, Нефедова, 2007). Кроны лиственных пород пропускают больше света и тепла к нижним ярусам растительности. Травы и лиственные породы улучшают лесорастительные свойства почвы (Морозова, 1964).

В отличие от чистых ельников, под пологом березы и осины значительно увеличиваются число и масса светолюбивых растений, а вейник лесной часто имеет «кустистую» форму. Так, по данным В. П. Белькова (1956), в ельниках с сомкнутостью полога 0,9–1,0 в среднем на 1 м<sup>2</sup> насчитывалось около одного экземпляра вейника лесного, который находился в угнетенном состоянии, а при сомкнутости 0,7 – уже пять. В насаждениях с меньшей сомкнутостью при значительном участии в составе древостоя лиственных пород злаки могут образовывать сплошной покров, что отрица-

тельно влияет на развитие корневой системы ели (Сеннов и др., 1994). Поэтому с увеличением доли лиственных пород в составе насаждений, поступающих в рубку, интенсивность зарастания вырубок травянистой растительностью, в первую очередь вейником и луговиком извилистым, возрастает (Воронова, 1957; Декатов, 1961). В результате ухудшается последующее возобновление ели, что способствует увеличению в составе будущего насаждения доли лиственных пород, нередко вегетативного происхождения, а также повышает шансы появления и расширения очагов инфекционных болезней. Это один из возможных путей, который способен привести к потере устойчивости лесной экосистемы (биогеоценоза) под воздействием периодически повторяющихся сплошных рубок без регулирования (или при слабом регулировании) лесообразовательных процессов.

Крайне мало сведений о влиянии сплошных рубок на генофонд хвойных пород. По мнению Л. Ф. Правдина (1971), в результате широкого применения сплошных рубок может измениться генетическая структура природных лесных популяций, что связано с резким изменением экологических условий после рубки древостоя, а также с формовым составом оставшегося после рубки подроста и тонкомера. По мнению А. А. Ильинова (Ильинов и др., 2010), в древостоях, сформировавшихся в Карелии из сохраненного подроста ели, уровень генетического разнообразия ниже, чем в коренных ельниках и лесных культурах, созданных посевом. Нарушение хода развития растений под воздействием изменившихся факторов внешней среды влияет на фенотипический характер проявления количественных и качественных признаков (Мамаев, 1972). По сведениям В. Я. Попова с соавторами (2003), в Архангельской области в районах с интенсивными лесозаготовками древостой, вновь сформировавшиеся из подроста и тонкомера, а также их потомства по производительности оказались менее ценными. Это связано со снижением в их составе доли быстрорастущих форм ели, которые имеют значительное превосходство по объему ствола в сравнении с остальными.

Сплошные рубки нарушают ход естественного отбора деревьев, сложившегося в абсолютно разновозрастных (коренных) ельниках. Новое поколение ели здесь в основном появляется в

«окнах», образовавшихся в результате вывала материнских деревьев. Большое внутривидовое разнообразие, обусловленное перекрестным опылением, растянутость по времени периода появления самосева, неоднородность почвенных и микроклиматических условий способствуют дифференциации растений по высоте. Выделяются быстрорастущие экземпляры, которые имеют преимущество в использовании светового потока, влаги и потреблении элементов питания. Они, как правило, более конкурентоспособны и со временем выходят в верхний ярус.

В условиях Северо-Запада России лучшим ростом, производительностью и качеством древесины обладают деревья с гребенчатой формой ветвления (Молчанов, Преображенский, 1957; Бакшаева, 1963; Попов и др., 1985; Долголиков и др., 1992; Маркова и др., 2004). Однако они требовательны к условиям освещения. При увеличении степени затенения крон ели число деревьев с гребенчатым типом ветвления в древостоях уменьшается, а при сильном – они отсутствуют (Молчанов, Преображенский, 1957). В высокополнотных условно разновозрастных ельниках молодое поколение испытывает острый недостаток света. Тонкомер ели здесь часто немногочислен и сильно угнетен, а жизнеспособный подрост практически отсутствует (Волков, 2003). Под пологом условно разновозрастных ельников наиболее вероятно сохранение медленнорастущих особей с плоской формой ветвления, так как потребность в ресурсах у них ниже, чем быстрорастущих (Румянцев, 2003). При продолжающемся экстенсивном ведении лесного хозяйства такое изменение в формовом разнообразии ели может в перспективе отрицательно повлиять на продуктивность древостоев.

Оценка отдаленных последствий антропогенного воздействия на лес, в частности периодически повторяющихся сплошных рубок, чрезвычайно сложна, если принимать во внимание многообразие взаимовлияний и взаимосвязей слагающих биогеоценозы компонентов и их составляющих и, как следствие, недостаточную их изученность. Но изменение этих взаимосвязей во многом определяет направленность и динамику развития биогеоценоза (Сукачев, 1964). И. С. Мелехов (1966) особо подчеркивал, что возобновление хвойных пород на сплошных вырубках во многих случаях является очень трудной задачей, а возобновление лист-

венных происходит и без вмешательства лесовода. Поэтому в настоящее время при сплошных рубках необходимо принимать меры по восстановлению коренных пород, тем самым сводя к минимуму вероятность проявления негативных экологических последствий таких рубок в будущем.

Подводя итог, следует отметить, что лес был и остается основой экономики республики. Но интенсивная и нерациональная его эксплуатация отрицательно сказалась на продуктивности насаждений, породной и возрастной структурах древостоев. Поскольку устойчивая работа предприятий лесопромышленного комплекса прежде всего зависит от качества заготавливаемой древесины, а не только от ее объема, необходим переход на интенсивные методы лесовыращивания в продуктивных (кисличных, черничных) типах лесорастительных условий, где сейчас отмечается массовая смена хвойных пород на лиственные.

### 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований были культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели обыкновенной (*Picea abies* L) Karst) и карельской березы (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) I–III класса возраста.

Исследования вели на территории Республики Карелия (средняя и северная тайга) на постоянных опытных участках. Ниже приведено описание четырех основных из них, краткая характеристика остальных дана в следующих главах.

*Опытный участок 1.* Бывший тип леса – ельник черничный свежий (Зимин, Кузьмин, 1980). Он произрастал на пятнисто-подзолистых почвах, подстилаемых на глубине 0,8–1 м кварцитной плитой.

Морфологическое описание почвы следующее:

$A_0$  – 0–6 см – темно-коричневый, рыхлый. Верхний слой – опавшие листья березы, отмершее разнотравье. В нижнем большое количество углей.

$A_1A_2$  – 6–8 (10) см – серовато-желтый, трудноотделимый от подстилки, рыхлый, густо пронизан корнями, супесчаный. В мелкоземле преобладает мелкий песок, остальная часть – хрящеватая.

$A_2B$  – 8 (10)–12 (25) см – неоднородно окрашенный горизонт от бурого до белесого, супесчаный, рыхлый, встречаются сгоревшие корни, много валунов, хряща. Переход в следующий горизонт ясный, но граница очень неровная.

$B_1$  – 12 (25)–25 (30) см – буровато-охристый, супесчаный, много щебенки, окатанные валуны встречаются единично, густо пронизан корнями, в том числе и крупными, вокруг камней белесые пятна горизонта  $A_2$ , но сплошного залегания он не имеет. Переход в горизонт  $B_2$  ясный.

$B_2$  – 25 (30)–50 см – желтовато-палевый, супесчаный, плотный, в нижней части становится светлее. Корней значительно меньше, чем в верхних горизонтах, много камней различных размеров. Переход в следующий горизонт ясный.

C<sub>1</sub> – 50–65 см – темно-серый, с одинаковым оттенком, супесчаный, очень плотный, корни единичны. Много легко разрушающихся остатков кварцита.

C<sub>2</sub> – 75–100 см – дресва кварцитовая, темно-серого цвета. Мелкозем охристый, песчаный, в более плотных местах – серый, в рыхлых – охристый.

Д – со 100 см – кварцито-песчаниковая плита.

В большинстве случаев в почве наблюдаются частые нарушения почвенного профиля, мощность генетических горизонтов неравномерная, что связано с сильной завалуненностью почв, вырубкой леса и пожарами.

Рубка древостоя проведена в 1955–1956 гг. После рубки участок был пройден сплошным палом, что ослабило влияние злаков на культуры сосны, но способствовало возобновлению березы. Культуры сосны созданы в 1958 г. посевом семян в площадки, подготовленные ручным способом. В год начала закладки опытов в составе молодняка доминировала береза, в среднем ее насчитывалось от 30 до 40 тыс. экз./га. Породный состав молодняка – 7Б2С1Ос. Сомкнутость крон 0,7–0,9. Авиацимическая обработка проведена 24 августа 1971 г. В качестве арборицида использовали малолетучий эфир 2,4-Д (С6-С9) из расчета 1,5 кг/га по д. в., растворенный в дизельном топливе.

Варианты опыта следующие:

- 1 – контроль (без ухода) – 6,02 га;
- 2 – обычный уход (рубка) с применением ручных инструментов – 8,8 га;
- 3 – базальная обработка лиственных пород – 7,52 га;
- 4 – сплошная авиацимическая обработка хвойно-лиственного молодняка – 19,32 га.

Базальную обработку проводили при помощи аппаратов АБО-1 с использованием эфира 2,4-Д (С6-С9) 3–4%-й концентрации, растворенного в дизельном топливе (Зимин, Кузьмин, 1980).

На данном участке (рис. 6) велись комплексные экологические исследования по изучению воздействия химического ухода на лесные биогеоценозы. До проведения уходов в каждом варианте было заложено по три пробных площади размером 0,2 га каждая, на которых велись наблюдения за состоянием, динамикой состава и за-

паса древостоев (Кузьмин, Крутов, 1971; Кузьмин, 1976; Зимин, Кузьмин, 1980; Кузьмин, 1983; Соколов и др., 2009).

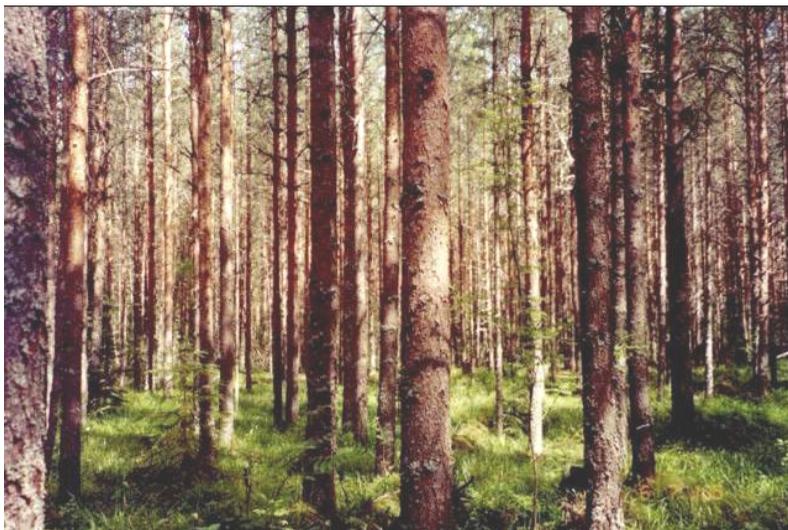


Рис. 6. 50-летние посевы сосны, пройденные авиахимическим уходом (уч. 1)

*Опытный участок 2.* Культуры сосны созданы посевом и посадкой (рис. 7) весной 1953 г. на свежей вырубке ельника черничного (Синькевич, 1983), произраставшего на сильно завалуненной подзолистой железистой супесчаной почве. Общая площадь участка составляет 4 га.

Морфологическое описание почвенного разреза следующее:

$A_0$  – 0–5 см – подстилка, буровато-черная, слаборазложившаяся, рыхлая, из остатков мхов и древесного опада, переход в следующий горизонт резкий.

$A_2$  – 5–9 см – подзолистый горизонт, буровато-серый, супесчаный, свежий, корни встречаются часто, переход в следующий горизонт постепенный.

$B_1$  – 9–24 см – горизонт вмывания, серовато-светлоохристый, супесчаный, свежий, плотный, пронизан корнями, много мелких камней и валунов, переход в следующий горизонт заметный.



**А**

Исходная густота – 4,1 шт/га  
 Средние: Н – 21,3 м; D – 22,3 см;  
 М – 408 м<sup>3</sup>/га



**Б**

Исходная густота – 6,6 шт/га  
 Средние: Н – 18,6 м; D – 15,8 см;  
 М – 295 м<sup>3</sup>/га



**В**

Исходная густота – 2,0 шт/га  
 Состав – 6Б4С+Е.  
 Средние: Н – 17,1 м;  
 D – 16,3 см; М – 346 м<sup>3</sup>/га

*Рис. 7. 54-летние культуры сосны в черничном типе лесорастительных условий (уч. 2):*

А – посадка (пр. пл. 5-а); Б – посев (пр. пл. 4-1); В – посев без ухода (пр. пл. 1-6)

$B_2$  – 24–36 см – желтоватая супесь, более плотная с темно-бурыми пятнами, корни встречаются часто, много валунов разного размера, переход в следующий горизонт заметный.

BC – 36–60 см и ниже – желтовато-светлоохристая супесь со значительным количеством валунов, плотная, свежая, корни встречаются редко.

Непосредственно перед созданием культур почва обработана полосами шириной 0,3–0,4 м с рыхлением минерального горизонта на глубину заделки семян. Расстояние между рядами культур 2 м. Посев произведен в мае в площадки размером 0,3×0,3 м на расстоянии 0,75 м одна от другой. В каждое посевное место высеяно по 30 семян I класса сортности. Для посадки использованы двулетние сеянцы сосны. Количество посевных мест – 6600 шт/га (за исключением пр. пл. 3 и 3-а, где оно равнялось 1900 шт/га), а посадочных – 4100 шт/га. На 2-й и 3-й год провели агротехнический уход путем окашивания травостоя вокруг посевных и посадочных мест (Синькевич, 1983; Синькевич, Цинкович, 1986).

Посевом созданы 11 пробных площадей (1-а, 1-б, 2, 3, 3-а, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 18, 18-а), посадкой – 3 пробные площади (5, 5-а, 5-б). На всем опытном участке (за исключением пр. пл. 1-а и 1-б) в 15 лет вырублены все лиственные породы. На пробных площадях 1-а и 1-б после создания культур лесоводственные уходы не проводились. Мероприятия, которые выполнялись на данном участке, представлены в табл. 2.

*Опытный участок 3.* Культуры ели 1970 г. (рис. 8) созданы на свежей вырубке ельника черничного 1969 г. (Цинкович, Барышева, 1990). Рельеф ровный с небольшим уклоном на юг. Микрорельеф не выражен, лишь местами в небольших микропонижениях встречались сфагново-политриховые микроценозы. Травяно-кустарничковый покров неравномерный. Общее проективное покрытие составляло от 30 до 60 %. В напочвенном покрове преобладали вейник тростниковидный и иван-чай. Встречались пятна луговика извилистого, редко – группы черники и брусники, золотая розга, герань лесная, ландыш лесной, майник двулистный, калган, костяника. Почва – среднеподзолистая супесчаная, завалуненная. Сложение почвенного профиля следующее:

Таблица 2. Виды и сроки ухода за культурами сосны на опытном участке 2

№ пробной площади	Густота культур, шт/га		Возраст культур при проведении мероприятия, лет					
	в год создания (1953 г.)	на момент обследования (2006 г.)	Осветление	Разреживание			Внесение удобрений (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> )	Обрезка сучьев
				1-й прием	2-й прием	3-й прием		
Посев без уходов за культурами								
1-а	2000	121	–	–	–	–	–	–
1-б	2000	480	–	–	–	–	–	–
Посев с проведением лесоводственных уходов								
2	6600	1789	15	16	36	–	–	–
3	1900	1040	15	27	–	–	27, 34, 38	–
3-а	1900	1042	15	27	–	–	–	–
4-1	6600	1550	15	25	36	–	–	–
4-2	6600	1843	15	25	36	–	–	–
4-3	6600	1825	15	25	36	–	–	25
4-4	6600	1900	15	–	–	–	–	–
18	6600	1810	15	16	25	36	–	–
18-а	6600	1542	15	16	25	36	26, 33, 37	–
Посадка с проведением лесоводственных уходов								
5	4100	1600	15	16	36	–	–	–
5-а	4100	1013	15	16	28	–	28, 34, 38	–
5-б	4100	1260	15	16	–	–	28, 34, 38	–



Рис. 8. 41-летние культуры ели (уч. 3)

$A_0$  – 0–2(3) см – лесная подстилка, бурая, слабо разложившаяся, рыхлая, свежая, сильно переплетена корнями. Переход в горизонт  $A_1$  ясный.

$A_1$  – 2–9 см – перегнойно-аккумулятивный, темно-серый, свежий, супесчаный, рыхлый, густо пронизан корнями древесных и травянистых растений. Переход в горизонт  $A_2$  ясный по волнистой линии.

$A_2$  – 9–13 (16) см – подзолистый белесый, влажный, супесчаный. Граница перехода ясная, языковатая.

$B_1$  – 13–25 см – иллювиальный, охристо-ржавого цвета, супесчаный, более плотный, чем вышележащий, содержит основную массу корней древесных пород. Граница перехода в следующий горизонт постепенная, по неровной линии.

$BC > 52$  см – супесчаный с примесью крупного песка, светло-серый, влажный, сильно уплотнен.

По всему профилю встречаются валуны разных размеров от 3 до 45 см в поперечнике. Встречаемость камней в верхнем 15-сантиметровом горизонте почвы составляла 39 %, а в 20-сантиметровом – 51 %.

Посадка проведена с 7 по 14 мая 4-летними саженцами ели (2+2) без подготовки почвы в косую щель под лопату и двулетними сеянцами в площадки 0,2×0,2 м. Высота саженцев 29 см, диаметр – 6,9 мм. Культуры заложены с густотой 1, 2, 3 и 4 тыс. шт/га. Площадь каждого варианта равнялась 0,5 га. Приживаемость культур первого года составляла 90–94 %, а третьего – 83–89 %. В августе 1971 г. поросль осины была обработана бутиловым эфиром 2,4-Д в дозе 2 кг/га по д. в. Агротехнические уходы проводились только за сеянцами. Лесоводственный уход с рубкой лиственных выполнен в 7- и 15-летнем возрасте. В последний прием лиственные были вырублены полностью. В варианте с густотой 4,0 тыс. шт/га проведено двукратное изреживание (в 15 и 20 лет), в варианте с густотой 3,0 тыс. шт/га – однократное (в 20 лет). В вариантах с густотой 4, 2 и 1 тыс. шт/га трижды вносили удобрения ( $N_{100}P_{100}K_{100}$ ), а с густотой 3 тыс. шт/га удобрения применяли 2 раза. В варианте с посадкой сеянцев (контроль) удобрения не применяли, изреживание не проводили.

*Опытный участок 4* расположен на отвале Костомукшского железорудного месторождения (рис. 9). Добыча железной руды здесь ведется с 1979 г. Более 90 % общего объема вскрышных пород, вывозимых в отвалы, составляют трудновыветривающиеся разновидности, которые практически бесплодны, но не токсичны для древесных растений (Федорец и др., 1999). Для создания условий, необходимых для произрастания древесных растений, поверхность отвалов была отсыпана слоем грунта, состоящего из морены и торфа в различных сочетаниях. Общая площадь участка после планировки бульдозером составляла 1 га. На одной его половине проводили эксперименты с созданием лесных культур, а другая была оставлена под естественное зарастание.



*Рис. 9.* Культуры карельской березы на отвалах Костомукшского ГОКа (уч. 4)

Для посадки использовали двулетние саженцы карельской березы с открытой корневой системой, которые были предоставлены Карельским селекционно-семеноводческим центром. Они выращены из семян, полученных при контролируемом опылении. Одна партия саженцев была со средней высотой 0,8 м, другая – 0,3 м, поэтому их высадили раздельно. Посадка проведена 30 мая 1990 г. Саженцы высаживали вручную под лопату. Среднее расстояние между растениями в ряду 0,9 м, ширина между рядами – 2,0 м. Густота посадки 5,5 тыс. шт на 1 га. При определении форм роста использовали классификацию Н. О. Соколова (1950), а при изучении поверхности ствола, которая тесно связана с текстурой древесины, руководствовались методикой, описанной А. П. Евдокимовым (1989). Учет естественного возобновления древесных пород проводили на площадках размером 2×2 м, которые закладывали по ходовым линиям через 10 м вдоль длинной стороны участка. На них проводили сплошной пересчет деревьев по породам и высоте, а также измеряли диаметр на высоте 1,3 м.

В условиях Карелии одной из серьезных причин, препятствующих созданию лесных культур посадкой, а также влияющих на их сохранность и рост, является каменистость (завалуненность) почв (Соколов, 2006). А. И. Марченко (1962), исследовавший почвы на территории республики, отмечал несовершенство методик и трудоемкость работ по изучению каменистости почв. Он подчеркивал, что здесь требуются особые приемы учета их завалуненности, что объясняется спецификой геологического строения и рельефа местности. Наши исследования показали, что для лесокультурной оценки каменистости почв наиболее приемлем метод зондирования с помощью шупа (Цыпук и др., 1990; Соколов, Харитонов, 2001). Замеры вели на учетных отрезках, заложенных через равные промежутки (шаг посадки) вдоль рядов культур. При этом определяли глубину залегания камней с точностью до 1 см и встречаемость их (в процентах от общего числа замеров) в верхнем слое почвы. Данный метод прост, наименее трудоемок и позволяет получить более полную информацию по глубине залегания и встречаемости камней на площади вырубки, чем объемные и визуальные методы (Марченко, 1962: ГОСТ 18149-72; Суворов и др., 1987).

Изучение динамики роста, состава, продуктивности древостоев вели на постоянных пробных площадях с помощью общепринятых в лесокультурных и лесоводственных исследованиях методов (Кайрюкштис, 1959; Полевая геоботаника, 1964; Моисеев, 1971; Маслаков и др., 1978, 1983; Анучин, 1982; Родин, Мерзленко, 1983; Поляков и др., 1986; Цветков, 2002б). На пробных площадях проводили сплошной пересчет деревьев по породам. Замеряли диаметры на высоте 1,3 м с точностью до 1 мм, расстояния между растениями в ряду, отмечали положение дерева в пологе, повреждения болезнями и вредителями. На ряде пробных площадей проводили картирование деревьев. Замеры высот делали с помощью шеста у деревьев до 3 м с точностью до 1 см, выше – до 10 см. В случаях, когда замеры шестом были невозможны, выполняли замеры диаметров и высот у 25–30 деревьев, выбранных методом пропорционального представительства. Высоту деревьев определяли с помощью высотомера Блюме-Лейсса, а среднюю высоту вычисляли графически (Анучин, 1982). Высотомером замеряли протяженность бессучковой зоны, зоны с сухими сучьями и живой кроны с точностью до 0,5 м. Сучковатость первого 6-метрового бревна изучали с помощью лестницы. На каждом метре замеряли количество сучьев и их диаметр у основания. Затем у учетных деревьев брали керны для определения приростов по диаметру. На приборе Э. Шпалте замеряли ширину годовичных колец, содержание ранней и поздней древесины. На этих же образцах определяли базисную плотность (Столяров и др., 1988).

Изучение приживаемости, сохранности и роста культур карельской березы I класса возраста вели на вырубках и землях бывших сельхозугодий. На сельхозугодьях применяли посадку по плужным пластам (однокорпусный вариант плуга ПН-3-35), по полосам, обработанным раундапом в дозе 5 кг/га (по препарату), и по необработанной почве. В ряде случаев посадочные места мульчировали черной полиэтиленовой пленкой для сдерживания развития травянистой растительности. Посадку саженцев выполняли под лопату, а контейнеризированных сеянцев – под посадочную трубу. Учет приживаемости и роста проводили ежегодно осенью, оценку повреждаемости мышами и зайцами – дважды в год: весной и осенью. Фиксировали наличие повреж-

дений (погрызы коры, повреждения ветвей и почек, слом вершины), завалы травой, заглужение листовыми породами. При обнаружении гибели растений определяли возможные причины. При оценке повреждаемости культур мышевидными грызунами выделяли следующие категории: 0 – без повреждений; 1 – объедено до 25 % коры по диаметру ствола; 2 – объедено от 26 до 50 %; 3 – объедено от 51 до 75 %; 4 – более 75 %; 5 – окольцованы полностью. При учетах на стволиках определяли размер (длину) раны. При повреждении карельской березы зайцами учитывали число поедей (обгрызенных побегов) на каждом растении. При этом отдельно регистрировали повреждения текущего и предыдущего года.

Обработку полученного материала проводили с помощью апробированных в лесоводстве методов (Валяев и др., 1970; Моисеев, 1971; Казимиров, Кабанов, 1976; Маслаков и др., 1978; Анучин, 1982). При статистической обработке данных использовали методики, разработанные для биологических и лесокультурных исследований (Плохинский, 1970; Зайцев, 1984; Доспехов, 1985; Жигунов и др., 2002; Ивантер, Коросов, 2005).

## **4. КУЛЬТУРЫ СОСНЫ**

На территории Карелии, благодаря специфике лесорастительных условий, сосняки занимают 64,5 % лесопокрытой площади, что значительно выше, чем в других областях СЗФО, исключая Мурманскую область. Исторически сосновые древостои, дающие высококачественную древесину и ценные побочные продукты, эксплуатировались наиболее интенсивно. Переруб расчетной лесосеки по хвойному хозяйству с вырубкой наиболее продуктивных древостоев привел к снижению продуктивности сосняков и существенному сокращению объемов лесопользования. Это служит серьезным препятствием для развития лесного комплекса Карелии и требует обоснования путей выхода из сложившейся крайне неблагоприятной для экономики республики ситуации. Первоочередными задачами являются решение проблемы уходов за культурами сосны, прежде всего трудоемких осветлений, и обоснование путей ускоренного выращивания древостоев сосны с целью восстановления ее ресурсного потенциала.

### **4.1. Интенсивный уход за молодняками, зарастающими лиственными породами**

Известно, что основной причиной снижения сохранности и даже гибели культур сосны, ухудшения ее роста является заглушение лиственными породами. В наиболее продуктивных типах условий произрастания происходит вытеснение сосны березой и осиной, а также елью. В результате сосновое хозяйство таежной зоны утратило свои эксплуатационные возможности (Прокопьев, 1983). По данным Рослесхоза (Ермоленко, 2009), из-за зарастания лиственными породами в России гибнет 61 % лесных культур, от пожаров – 21 %, стихийных бедствий – 11 %, вредителей, болезней и повреждений животными – 7 %. В Карелии объемы рубок ухода, намеченные лесоустройством, за последнее десятилетие не выполнялись, а само качество уходов за мо-

лодняками остается низким (Кашпор, 2007; Сорока, Ананьев, 2009; Государственный доклад..., 2009–2014). В то же время для реализации генетически обусловленного потенциала роста сосна нуждается в полном освещении крон (Суворов, 1977). Поэтому ряд исследователей рекомендуют проводить интенсивное осветление сосны (Поликарпов, 1962; Шутов, Мартынов, 1974; Бузыкин, Пшеничникова, 1980; Красновидов, 1983; Чибисов, Минин, 1988; Ларин, Паутов, 1989). По мнению И. В. Шутова и А. Н. Мартынова (1982), такой уход должен выполняться до того, как основная часть культур будет испытывать угнетение со стороны листовых пород (опережающий уход). Проведение интенсивных осветлений традиционным способом (рубка листовых) очень трудоемко, поэтому требуется поиск путей повышения производительности труда.

В данном случае особый интерес представляют древостои, где интенсивные осветления проведены химическим методом, при котором практически полностью удаляются листовые породы. В результате происходят существенные изменения в структуре молодняков и направленности лесообразовательного процесса (Декатов, 1966; Кузьмин, 1976; Зимин, Кузьмин, 1980; Львов и др., 1980; Масленков, 1981; Шутов, Мартынов, 1982). В России химический уход был проведен на площади более 3 млн га. Однако сведений о длительных последствиях такого воздействия, представляющих большой научный и практический интерес, крайне недостаточно. Только в одной работе (Шутов и др., 1998), которая выполнялась в условиях южной тайги, дается лесоводственная оценка древостоев, сформировавшихся через 35 лет после авиахимической обработки арборицидами.

В условиях Карелии комплексные исследования по влиянию интенсивного химического и механического ухода на основные компоненты лесных биогеоценозов были начаты Институтом леса Карельского филиала АН СССР под руководством к. с.-х. н. И. А. Кузьмина (Кузьмин, Крутов, 1971; Кузьмин, 1976; Зимин, Кузьмин, 1980 и др.). Они показали, что авиахимическая обработка арборицидами 2,4-Д способствовала устранению полога листовых пород, увеличению освещенности, что положительно сказалось на росте сосны и ели (Кузьмин, 1976; Зимин, Кузьмин, 1980). Обработка бутиловым

эфиром 2,4-Д не привела к полному уничтожению лиственных пород, поскольку появилась обильная поросль березы и осины. Вегетативное возобновление лиственных выполняло роль подгона для хвойных пород. В местах, не занятых хвойными деревьями, оно ограничивало развитие травянистой растительности, особенно злаков, которые обычно интенсивно разрастаются после устранения полога лиственных пород указанным арборицидом (Шутов, Мартынов, 1974; Кузьмин, 1983). Сходные результаты получены при нанесении арборицида на стволы деревьев (базальная обработка) и при вырубке лиственных пород.

Однако после усыхания березы и осины произошло резкое снижение общего запаса насаждений, и в течение 10 лет после обработки он еще не восстановился, хотя темпы накопления запаса у хвойных стали выше (Кузьмин, 1983). При лесоводственной оценке последствий интенсивных уходов вопрос о динамике состава и запаса древостоев является одним из наиболее важных, в связи с чем нами была собрана информация по данному объекту (участок 2) и дважды проведена повторная таксация древостоев.

### *Напочвенный покров*

По результатам геоботанических описаний суммарное число видов сосудистых растений в напочвенном покрове 50-летних культур сосны составило 32. В целом делянки на опытном участке близки по видовому составу и числу видов (23–24), за исключением варианта с рубкой лиственных деревьев (16 видов). Общими для всех их являются 15 видов: брусника обыкновенная, вейник лесной, герань лесная, дудник лесной, золотарник обыкновенный, ландыш майский, луговик извилистый, майник двулистный, марьянник лесной, марьянник луговой, ортилия однобокая, плаун годичный, седмичник европейский, фиалка горная, черника обыкновенная (табл. 3). Доминируют три вида: вейник лесной (22–68 %), луговик извилистый (10–23 %), черника обыкновенная (5–20 %). Однако на участке с естественным возобновлением, где преобладали лиственные породы, вейник лесной получил максимальное развитие (проективное покрытие 68 %) и сдерживал развитие других видов, характерных для лесных сообществ травяно-кустарничкового яруса.

Таблица 3. Проективное покрытие сосудистых растений напочвенного покрова на опытном участке 1

Вид		Делянки				
		1	2	3	4	5
Латинское название	Русское название	Проективное покрытие видов (%)				
<i>Angelica sylvestris</i>	Дудник лесной	+	+	+	+	1
<i>Avenella flexuosa</i>	Луговик извилистый	18	23	15	17	10
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	Вейник лесной	22	40	25	32	68
<i>Calamagrostis epigeios</i>	Вейник наземный	–	–	–	–	+
<i>Calluna vulgaris</i>	Вереск обыкновенный	+	+	–	–	–
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	Иван-чай узколистный	+	+	–	–	+
<i>Convallaria majalis</i>	Ландыш майский	3	5	+	4	10
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	Дифазиаструм сплюснутый	–	+	–	–	–
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Щитовник картузианский	+	–	–	–	–
<i>Fragaria vesca</i>	Земляника лесная	–	–	–	+	1
<i>Geranium sylvaticum</i>	Герань лесная	+	+	+	+	+
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Голокучник трехраздельный	–	–	–	+	–
<i>Hieracium sp.</i>	Ястребинка	+	+	–	+	–
<i>Hieracium sylvaticum</i>	Ястребинка лесная	–	–	+	+	+
<i>Hieracium umbellatum</i>	Ястребинка зонтичная	–	–	–	+	+
<i>Hypericum maculatum</i>	Зверобой пятнистый	–	–	–	+	–
<i>Linnaea borealis</i>	Линнея северная	+	+	–	–	–
<i>Luzula pilosa</i>	Ожика волосистая	–	–	–	+	+
<i>Lycopodium annotinum</i>	Плаун годичный	+	+	+	+	+
<i>Maianthemum bifolium</i>	Майник двулистный	2	1	1	+	+
<i>Melampyrum pratense</i>	Марьянник луговой	+	5	1	1	2
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Марьянник лесной	–	–	–	+	+
<i>Orthilia secunda</i>	Ортилия однобокая	+	+	+	+	+
<i>Oxalis acetosella</i>	Кислица обыкновенная	+	+	–	–	–
<i>Platanthera bifolia</i>	Любка двулистная	+	+	–	+	+
<i>Pyrola rotundifolia</i>	Грушанка круглолистная	+	+	+	–	–
<i>Rubus saxatilis</i>	Костяника каменистая	2	5	3	5	6
<i>Solidago virgaurea</i>	Золотая розга	2	6	3	6	4
<i>Trientalis europaea</i>	Седмичник европейский	+	+	+	+	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Черника обыкновенная	16	20	20	18	5
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Брусника обыкновенная	2	1	1	1	4
<i>Viola montana</i>	Фиалка горная	+	+	–	+	+
Всего видов		23	23	16	24	23

Примечание. Культуры сосны: 1 – авиахимический уход, 2 – базальная обработка, 3 – ручная рубка лиственных деревьев, 4 – контроль (без ухода), 5 – естественное возобновление (без ухода).

Разнообразие и проективное покрытие видов напочвенного покрова под пологом культур сосны было близким с контролем и представлено в основном типичными лесными видами. Таким образом, интенсивное осветление культур сосны химическим методом не оказало негативного влияния на формирование живого напочвенного покрова средневозрастных древостоев.

### ***Изменение состава и запаса древостоев после интенсивных осветлений культур сосны различными способами***

Наблюдения за динамикой породного состава и запаса древостоев после интенсивного осветления молодняков вели на постоянных пробных площадях, заложенных И. А. Кузьминым при подготовке участка к проведению комплексных исследований (Кузьмин, 1976). До рубки ель в составе древостоя представляла 7–8 единиц, а сосна – 2–3. Единично встречались береза и осина. После рубки древостоя, несмотря на создание культур сосны, сформировались молодняки с преобладанием лиственных пород, преимущественно березы (7–9 единиц состава). В 13-летнем возрасте средняя высота лиственных деревьев и культур сосны была почти одинаковой, однако по численности лиственные породы превосходили сосну в несколько раз. Поэтому на всех пробных площадях было большое количество берез, высота которых превышала максимальные высоты культур сосны. На контрольных делянках численность лиственных деревьев высотой более 3 м, которые в наибольшей степени угнетали сосну, колебалась от 574 до 2510 шт/га, а на участках, где намечался авиахимуход, – от 2000 до 7180 шт/га (Зимин, Кузьмин, 1980). Следовательно, задержка с уходом могла привести к гибели значительной части культур.

Интенсивное осветление культур сосны кардинально повлияло на породный состав и обеспечило к концу второго класса возраста формирование хвойных молодняков с участием березы 1–2 единицы в их составе (табл. 4).

На контрольных делянках с возрастом отмечено постепенное увеличение доли сосны, которая к 50-летнему возрасту достигла 6 единиц состава. Положительное влияние на это оказал уход за семилетними культурами путем вырубki березы вокруг посадочных мест, проведенный лесничеством. Кроме того, при несанкционированной авиаоб-

работке соседнего участка произошел незначительный снос арборицида, в результате чего кроны наиболее крупных берез и осин в этом варианте были повреждены в слабой степени. На второй год после обработки поврежденные ветви усохли и частично опали. На третий год развитие крон шло без особых отклонений (Изучение влияния гербицидов..., 1974). Все это хотя и временно, но несколько ослабило здесь отрицательное влияние лиственных на культуры сосны.

Таблица 4. Динамика состава древостоя при разных способах ухода

Способ ухода	Состав древостоя			
	до ухода	после ухода, лет		
		через 10	через 24	через 38
Контроль	7Б3С+Ос	6Б4С+Ос	5С5Б+Ос	6С4Б+Ос+Е
Рубка лиственных деревьев	8Б2С	9С1Б	9С1Б	9С1Б+Е
Базальный	8Б2С	8С2Б	8С2Б	9С1Б+Е
Авиационный	8Б2С+Ос	9С1Б	9С1Б	9С1Б ед.Е

Известно, что в условиях Карелии в зависимости от лесорастительных условий береза растет интенсивнее сосны в первые 15–30 лет, а затем сосна обгоняет ее в росте (Валяев, 1971; Сбоева, 1974). Полученный результат подтверждает важность выполнения лесоводственных уходов за культурами сосны на ранних этапах развития древостоя, с тем чтобы повысить не только их сохранность, но и конкурентоспособность по отношению к березе во втором классе возраста (Поликарпов, 1962; Зябченко и др., 1979). Несмотря на обильное появление поросли осины в первые годы после проведения уходов (Кузьмин, 1976), уже к концу второго класса возраста она на опытных делянках отсутствовала. Это следует рассматривать как положительное явление, так как, во-первых, осина является промежуточным хозяином соснового вертуна (Крутов, 1989) и, во-вторых, порослевое возобновление осины практически полностью поражается сердцевинной гнилью (Мартинович, 1967; Кузьмин, 1971). На контроле в этот период насчитывалось 80 осин на 1 га. В 50-летнем возрасте независимо от способа ухода сформировались сосняки оптимального породного состава (Валяев, 1973; Лосицкий, Чуенков, 1980), где доля сосны составляла 9 единиц. Под пологом отмечено постепенное накопление подроста ели, отдельные экземпляры которого вошли в перечень (2 % по запасу).

Таблица 5. Численность деревьев в посевных местах в 38- и 50-летних культурах сосны

Способ осветления культур	Среднее количество растений в посевном месте, шт					
	Всего		в том числе			
			растущие		сухие	
	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет
Контроль	3,3	2,3	1,8	1,1	1,5	1,2
	± 0,13	± 0,08	± 0,06	± 0,04	± 0,10	± 0,07
Рубка лиственных деревьев	1,7	1,6	1,6	1,2	0,1	0,4
	± 0,07	± 0,06	± 0,07	± 0,05	± 0,04	± 0,06
Базальный	3,4	2,7	2,4	1,2	1,0	1,5
	± 0,13	± 0,10	± 0,08	± 0,04	± 0,08	± 0,08
Авиахимический	3,5	2,6	1,8	1,2	1,7	1,4
	± 0,14	± 0,10	± 0,06	± 0,04	± 0,10	± 0,08

В 13-летних культурах сосны среднее количество растущих деревьев в одном посевном месте (биогруппе) колебалось от 4 до 8, а максимальное достигало 12–21 экземпляра. При этом от 31 до 57 % посевных мест имели по 5 и более растений (Кузьмин, 1976). К 38 годам в одном посевном месте сохранилось в среднем от 1,6 до 2,4 растения, а к 50-летнему возрасту культур численность их выравнивалась (табл. 5). В этот период в 69–73 % посевных мест насчитывалось по одному растущему дереву, а в остальных имелось по 2–3 (табл. 6). Усилилась внутривидовая конкуренция, что на опытных делянках сопровождалось отмиранием отставших в росте био групп сосны (8–12 % от общего количества учтенных). На контроле, где сохранялось отрицательное влияние лиственных пород, за этот же период в 17 % посев-

Таблица 6. Распределение посевных мест по числу растущих деревьев в 38- и 50-летних культурах сосны

Способ осветления культур	Доля посевных мест (%) с количеством в них (шт) жизнеспособных растений									
	1		2		3		4		5	
	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет	38 лет	50 лет
Контроль	34	69	14	25	12	5	10	1	30	0
Рубка лиственных деревьев	56	73	35	26	7	1	2	0	0	0
Базальный	24	70	19	1	14	6	15	0	28	0
Авиахимический	29	70	16	0	11	6	12	0	32	0

ных мест сосна полностью усохла. Следовательно, после проведения интенсивного ухода лиственные породы, возобновившиеся порослевым путем, а также сохранившиеся под верхним пологом древостоя мелкие экземпляры не составили серьезной конкуренции сосне.

Таблица 7. Таксационная характеристика 50-летних посевов сосны, пройденных интенсивным уходом

Показатели	Контроль	Рубка лиственных деревьев	Базальная обработка	Авиахимический уход	Естественное заращивание
Состав	6С4Б+Ос+Е	9С1Б+Е	9С1Б+Е	9С1Бед.Е	8Б1Ос1С+Е
Число деревьев, тыс. шт/га	2687	2230	2383	2747	1925
В том числе:					
сосна	1167	1350	1343	1320	110
береза	1037	580	887	1227	1650
осина	43	0	0	0	105
ель	230	300	153	200	60
Средняя высота, м					
сосна	13,4	16,0	15,3	15,2	13,0
береза	13,0	8,8	10,4	7,3	13,3
осина	14,8	0	0	0	16,8
ель	8,7	5,6	4,7	6,5	5,7
Средний диаметр, см					
сосна	13,5	16,9	16,4	16,8	14,9
береза	11,3	5,8	7,4	4,9	12,9
осина	13,3	0	0	0	16,6
ель	8,6	5,7	4,3	6,4	6,7
Относительная полнота	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2
Запас растущей древесины, м <sup>3</sup> /га					
сосна	119	243	224	217	11
береза	76	9	25	15	149
осина	5	0	0	0	19
ель	5	3	1	3	1
<b>Итого</b>	<b>205</b>	<b>255</b>	<b>250</b>	<b>235</b>	<b>180</b>
Сухостой, м <sup>3</sup> /га					
сосна	14	15	20	22	0
береза	8	0,2	25	2	8
осина	0	0	0	0	1
<b>Итого</b>	<b>22</b>	<b>15,2</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>9</b>
<b>Всего, м<sup>3</sup>/га</b>	<b>227</b>	<b>270</b>	<b>295</b>	<b>259</b>	<b>189</b>
Класс бонитета	III	II	II	II	II

Однократное интенсивное осветление культур обеспечило выход сосны в первый ярус. Во всех вариантах с уходом средняя высота сосны была больше, чем березы. На контроле сосна до 40 лет уступала по средней высоте березе и осине (Соколов, 2006), но в 50-летнем возрасте она сравнялась с березой по этому показателю (табл. 7).

Объяснение данному явлению дано в работе В. Н. Валяева (1971), который, анализируя динамику роста сосны и березы в древостоях естественного происхождения в условиях Карелии, пришел к выводу, что изменение соотношения средних высот с возрастом в пользу сосны происходит не столько по причине ее более активного роста, сколько из-за массового отпада затененных экземпляров сосны. Сохраняются экземпляры, равные по высоте с березой или превышающие ее. Известно, что крупные экземпляры, находящиеся в лучших по сравнению с другими деревьями условиях почвенного и светового питания, характеризуются большими абсолютными значениями прироста и к возрасту рубки накапливают основной запас древесины в насаждениях (Маслаков, 1984; Шутов и др., 1984; Сеннов, 2001).

За период с 38 до 50 лет на контрольных делянках в среднем в отпад перешло 1453 дерева на 1 га, на делянках с уходом – от 1093 до 3023 шт/га. Наибольший отпад березы отмечен в варианте с авиахимическим уходом, где порослевое ее возобновление было наиболее многочисленно (Крутов и др., 1976; Кузьмин, 1976). Подавление конкуренции лиственных пород положительно сказалось на росте сосны по диаметру. В 50-летних культурах с уходом средний диаметр сосны был на 21–25 % больше, чем на контроле (табл. 8).

Таблица 8. Рост сосны по диаметру после осветления 14-летних культур различными способами

Способ ухода	Средний диаметр на высоте 1,3 м через							
	5 лет		10 лет		24 года		36 лет	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Контроль	47	100	75	100	111	100	135	100
Ручной	64	134	91	120	146	132	169	125
Базальный	60	127	87	116	140	126	164	121
Авиахимический	56	118	87	116	148	133	168	124

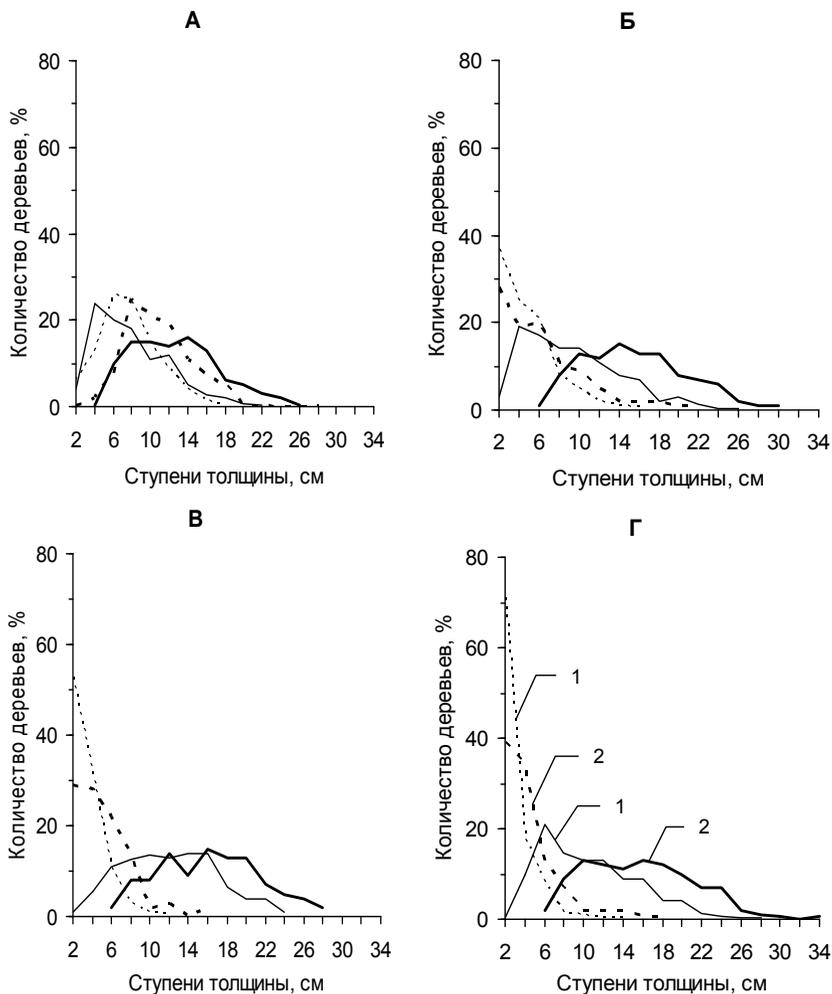


Рис. 10. Распределение сосны (сплошная линия) и лиственных пород (пунктирная) по диаметру через 24 года (1) и 36 лет (2) после ухода:

А – контроль; Б – базальная обработка; В – ручной уход; Г – авиацимический

За последние 12 лет произошли значительные изменения в распределении деревьев по ступеням толщины. В 38-летнем возрасте среди лиственных пород в варианте с авиацимической обработкой

70 % деревьев приходилось на 2-сантиметровую ступень толщины, при вырубке лиственных топором – 56 %, при базальной обработке – 44 %. В 50-летнем возрасте значения этих показателей снизились и составляли, соответственно, 39, 29 и 28 %, а на контроле, где мелкие экземпляры лиственных практически полностью усохли, – 1 %. На контроле преобладали деревья ступеней 8–14 см (76 %), а в вариантах с уходом их насчитывалось от 13 (авиахимический уход) до 27 % (базальная обработка). Деревья лиственных пород, относящиеся к ступеням толщины 16 см и выше, на контроле составляли 13 %, а в вариантах с уходом от 1 (авиахимическая обработка) до 6 % (базальная обработка). В 50-летних культурах сосны, пройденных уходом, количество деревьев 6-сантиметровой ступени толщины равнялось 1–2 %, а на контроле – 10 %. Доля деревьев, относящихся к 16-сантиметровой ступени толщины и выше, в вариантах с интенсивным уходом была от 51 до 59 %, а на контроле составляла 30 % (рис. 10).

Таким образом, интенсивное осветление 14-летних культур сосны, зарастающих лиственными породами, способствовало росту сосны по диаметру и переходу ее в более крупные ступени толщины. В 50-летнем возрасте распределение сосны по ступеням толщины стало приближаться к нормальному. Коэффициент асимметрии (А) здесь составлял 0,1–0,3. Лиственные породы, возобновившиеся порослевым путем, а также сохранившиеся после ухода мелкие экземпляры деревьев не представляли серьезной конкуренции сосне (А березы = 1,1–1,7). Это подтверждают и показатели относительной высоты, которая у сосны составляла 0,90–0,95, а у березы – 1,4–1,52. Общий запас насаждений через 10 лет после интенсивного ухода за счет отмирания лиственных пород был на 39–45 % меньше, чем на контроле, но в качественном отношении он улучшался. В возрасте с 24 до 38 лет увеличение запаса на делянках с уходом шло более быстрыми темпами, чем на контроле, главным образом за счет сосны. Через 24 года запас растущей древесины на делянках со сплошной рубкой лиственных пород полностью восстановился, а в варианте с авиахимическим уходом различия с контролем были не существенны. В 50-летнем возрасте в вариантах с интенсивным уходом общий запас растущей древесины достиг 235 (авиахимуход) – 255 м<sup>3</sup>/га (рубка лиственных деревьев) и превысил контроль на 30–50 м<sup>3</sup>/га, а по запасу сосны – в 1,8–2 раза (табл. 9).

Таблица 9. Динамика запаса растущей древесины в зависимости от способа ухода

Способ ухода	Запас древесины в возрасте, лет					
	24		38		50	
	Общий	Сосна	Общий	Сосна	Общий	Сосна
Контроль	<u>69</u>	<u>25</u>	<u>173</u>	<u>87</u>	<u>205</u>	<u>119</u>
	100	100	100	100	100	100
Ручной	<u>42</u>	<u>38</u>	<u>174</u>	<u>162</u>	<u>255</u>	<u>243</u>
	61	151	101	185	125	204
Базальный	<u>37</u>	<u>32</u>	<u>160</u>	<u>136</u>	<u>250</u>	<u>224</u>
	53	126	92	155	122	188
Авиацимический	<u>38</u>	<u>36</u>	<u>169</u>	<u>152</u>	<u>235</u>	<u>217</u>
	55	145	98	174	115	182

Примечание. Числитель – м<sup>3</sup>/га, знаменатель – проценты.

На соседних участках, пройденных палом и оставленных под естественное зарращивание, к 50-летнему возрасту сформировались листовенные древостои с преобладанием березы (8 единиц) и осины (1 единица состава), что, как отмечалось ранее, характерно для современного состояния ведения лесного хозяйства в таежной зоне. Под их пологом наблюдалось слабое возобновление ели. Березняки по общему запасу древесины уступали культурам сосны, пройденным интенсивным уходом, на 24–29 %, а по запасу хвойной древесины – в 22–27 раз (см. табл. 7).

Подводя итог, следует отметить, что в условиях среднетаежной подзоны Карелии однократное интенсивное осветление культур сосны, зарастающих березой и осинкой, химическим методом предотвращает нежелательную смену хвойных листовенными и обеспечивает формирование древостоев оптимального породного состава. После обработки арборицидами общий запас растущей древесины в черничном типе лесорастительных условий восстанавливается до уровня контроля к концу второго класса возраста, а в 50 лет превосходит его на 15 %, в том числе по запасу сосны в 1,8 раза. Такой же лесоводственный эффект может быть достигнут и путем вырубкой листовенных пород, но это приведет к существенному увеличению трудовых и финансовых затрат (Кузьмин, 1976; Шутов, Мартынов, 1982; Красновидов и др., 2000). Оставление в этих условиях вырубок под естественное зарращивание недопустимо, так как это способствует снижению продуктивности древостоев и существенной потере ценной древесины сосны.

## **Фитосанитарная оценка средневозрастных древостоев сосны искусственного происхождения, сформировавшихся после интенсивных осветлений**

Повышенное антропогенное воздействие, которое испытывают лесные экосистемы искусственного происхождения, влияет на их строение и функции. Деструктивные изменения заключаются в ослаблении и утрате консортивных связей, нарушении их баланса и взаимоконтроля как внутри ценотических групп, так и между ними. Кроме того, в результате прямого воздействия на растения и другие организмы могут происходить изменения их анатомического, морфологического и функционального строения. Утрата лесными сообществами взаимообусловленных, контролируемых межценотических и внутриценотических функций или игнорирование условий для их развития во вновь создаваемых древостоях искусственного происхождения приводит к нарушению баланса организмов различных трофических уровней. В результате некоторые виды грибов, которые являются необходимым компонентом разновозрастных древостоев, выходят из-под контроля сообщества и проявляют агрессивность, вызывая эпифитотии грибных болезней (Крутов, 1992; Стороженко, 1992). В силу своего происхождения искусственные лесные экосистемы имеют упрощенную структуру, что делает древостой потенциально менее устойчивыми против патогенных организмов (Молоткова, Шабунин, 1993; Стороженко и др., 1992). В связи с этим актуальной остается проблема оценки последствий интенсивных уходов за культурами сосны на устойчивость их к грибным болезням.

В условиях северо-запада таежной зоны наиболее полно изучено влияние грибных болезней на молодняки хвойных пород (Мороз, 1962; Щедрова, 1963; Яковлев, 1968; Крутов, Волкова, 1975; Драчков, 1976; Крутов, 1989; Леонтьева, Стенина, 1989; Молоткова, Шабунин, 1992). Самыми распространенными и опасными болезнями сосны этого возрастного периода являются снежное шютте (*Phacidium infestans* Karst) и сосновый вертун (*Melampsora pinitorqua* (d. By.) Rostr. При осветлении культур механическим способом (рубка деревьев) отмечается обильное появление поросли и корневых отпрысков лиственных пород (Красновидов, 1983; Синькевич, Синькевич, 1991). Обработка

лиственных пород арборицидом 2,4-Д также не исключает их вегетативного возобновления (Шутов, Мартынов, 1974; Кузьмин, 1976; Красновидов, 1983). При этом поросль осины, являющейся промежуточным хозяином соснового вертуна, способствует заражению им молодых побегов сосны, что ведет к искривлению побегов и снижению прироста сосны в высоту до 40 % (Молоткова, Шабунин, 1993). Усыхающие после химической обработки дерева активно заселяются опенком осенним (Кузьмин, Крутов, 1971) – потенциальным возбудителем корневой гнили (Соколов, 1964), но пока очагов этой болезни на северо-западе таежной зоны в культурах хвойных пород не отмечено (Крутов, 1989; Шутов и др., 2007). Однако есть опасность, что при изменении экологических условий вирулентность опенка может усилиться (Павлов и др., 2007), что вызывает необходимость ведения лесопатологического мониторинга за санитарным состоянием культур, пройденных интенсивным уходом.

Анализ отмерших деревьев на опытных делянках показал, что отпад в основном накапливался за счет отставших в росте угнетенных экземпляров. Это явилось продолжением процесса, отмеченного ранее на данном участке (Крутов, Тимофеев, 1983). Тогда в биогруппах 25-летних культур была четко выражена дифференциация сосны по высоте. При наличии в одном посевном месте в среднем шести деревьев одно-три из них превосходили остальные по росту в высоту, что указывало на потенциальный отпад последних. Следует отметить, что на Европейском Севере в древостоях искусственного происхождения усыхание отставших в росте деревьев идет медленно. Такие деревья толщиной до 2 см могут сохраняться жизнеспособными в биогруппах даже тогда, когда средний диаметр деревьев в древостое превышает 20–24 см (Ипатов, 2003). При детальном анализе сухостойных экземпляров на опытных делянках (обследование проведено д. б. н. В. И. Крутовым) выявлено, что лишь незначительная часть их (3–5 %) заселена опенком осенним (*Armillariella mellea*). В данном случае гриб заселял сильно ослабленные, угнетенные деревья, ускоряя их отмирание. На единичных деревьях в верхней части ствола отмечено развитие рака-серянки, что явилось причиной их гибели (табл. 10).

Таблица 10. Санитарное состояние культур сосны спустя 36 лет после химического ухода за породным составом листовенно-сосновых молодняков

Вариант опыта	Обследовано деревьев, шт	Категория состояния	Пораженные грибными болезнями, шт / %		
			корневой гни- ль от опенка	раком- серянкой	про- чими
Контроль (пр. пл. 1, 2, 3)	350	Живые	–	–	–
	318	Сухие	8 / 3	1 / ед.	–
	40	Валеж	–	–	–
Ручной уход (пр. пл. 16)	135	Живые	–	–	–
	44	Сухие	2 / 5	1 / 2	–
	7	Валеж	–	–	–
Авиацимический уход (пр. пл. 10, 11, 12)	396	Живые	–	–	–
	376	Сухие	25 / 7	7 / 2	1 / ед.
	106	Валеж	–	–	–

Таким образом, опасения о снижении устойчивости чистых сосновых древостоев искусственного происхождения под влиянием интенсивных уходов разными методами на данном возрастном этапе не подтвердились.

## 4.2. Ускоренное выращивание культур сосны целевого назначения

В послевоенный период, когда резко возросла потребность в ценной древесине хвойных пород, сосновые леса на северо-западе таежной зоны России стали осваиваться наиболее интенсивно. В первую очередь вырубались самые продуктивные древостои. Отмечался постоянный переруб по хвойному хозяйству. В результате такой деятельности, несмотря на значительные площади спелых и перестойных лесов, из-за накопления низкобонитетных древостоев производительность их сейчас низкая и лесозаготовки часто нерентабельны (Валяев, 1989; Гиряев, 2001; Моисеев, 2008; Сорока, Ананьев, 2009; Бобко, 2010). Сегодня предприятия лесопромышленного комплекса Карелии испытывают дефицит качественного хвойного пиловочника и балансов (План действий..., 2008). До настоящего времени в России нет четкой научно обоснованной государственной программы по созданию и развитию лесного кластера. Отсутствует эффективная система управления лесами, следствием чего являются

крупномасштабные потери лесов от пожаров, вырубка остатков относительно продуктивных лесов, стремление лесозаготовителей в условиях истощенной лесосырьевой базы снизить возраст рубки. Последнее, как показывает опыт прошлых лет, не решит проблему, а усугубит ситуацию с обеспечением предприятий ЛПК сырьем, приведет к дальнейшему снижению качества и продуктивности насаждений.

При территориальной ограниченности эксплуатационного фонда обеспечить устойчивость пользования древесиной на перспективу в значительной мере можно за счет создания лесосырьевых плантаций. Данное направление интенсивно развивается за рубежом, где показывает высокую лесоводственную и экономическую эффективность (Шутов и др., 1977, 1984, 2007; Штукин, 2000; Керл и др., 2004; Гелес, 2007; Усеня, Крук, 2009; Моисеев, 2010; Царев, 2010; Писаренко, Страхов, 2014б). В Новой Зеландии, где хвойных лесов не было, с 20-х гг. прошлого столетия на основе государственной целевой программы стали создавать плантации сосны замечательной. К 1995 г. страна не только обеспечила свои потребности в древесине, но и экспортировала ее в другие страны. Значительное внимание плантационному лесоводству уделяется в Бразилии, Чили, Австралии, США, а в последние годы – в Китае. Высокий прирост древесины в данных странах в значительной мере достигается за счет благоприятных почвенно-климатических условий, законодательной и финансовой поддержки со стороны государства, а также широкого использования научных разработок.

О возрастающей роли лесных культур в мировой экономике говорит следующее. За два десятилетия площадь лесных плантаций в мире увеличилась со 178 (1990 г.) до 264 млн га (2010 г.), достигнув 7 % общей площади лесов мира, и сейчас в них заготавливается до 50 % деловой древесины (Шматков, 2015).

По прогнозам ФАО создание плантаций на 5 % пригодной для этого площади земель в Латинской Америке и Африке даст в 10 раз больше древесины, чем все лесные массивы Европы. Средний прирост запаса в южных и тропических странах составляет от 15 до 25 м<sup>3</sup>/га, а в отдельных случаях в 4 раза больше. В северо-западных районах Европы в силу природно-климатических условий он

значительно ниже ( $5 \text{ м}^3/\text{га}$ ), а в Канаде составляет от 0,9 до  $1,7 \text{ м}^3/\text{га}$  (Писаренко, Страхов, 2014а). Поэтому в перспективе основное целлюлозно-бумажное производство благодаря высокой конкурентоспособности будет сосредоточено в южных и тропических странах. Следовательно, на Северо-Западе России больше внимания следует уделять выращиванию высококачественного пиловочника, а отходы от его заготовки, лесопиления и древесины от рубок ухода, а также сопутствующую листовенную древесину использовать в ЦБП. Об этом, а также о том, что без государственной поддержки в России невозможен переход к интенсивному лесному хозяйству, свидетельствует опыт соседней Финляндии, где государство компенсировало до 60 % расходов даже по частным лесам, поскольку их лесовладельцы экономически не заинтересованы в повышении продуктивности лесов, так как не видят перспектив из-за запредельного срока окупаемости вложенных средств. Целенаправленная поддержка государства позволила также вывести лесной комплекс США из кризисного состояния на передовые позиции в мире (Моисеев, 2012).

В России прообразом плантационного лесовыращивания являются культуры, созданные в середине XIX в. К. Ф. Тюрмером в условиях Московской области (Писаренко и др., 1992). В опытах с разреживанием молодняков сосны, заложенных в 1932 г., Б. И. Гаврилов показал целесообразность регулирования густоты культур с целью ускоренного получения крупной древесины (Гаврилов, 1961, 1969). Для условий таежной зоны высокие потенциальные возможности искусственного лесовосстановления демонстрируют культуры сосны, созданные С. В. Алексеевым в Архангельской области в 1927–1930 гг. Средний запас 70-летних культур составлял  $357 \text{ м}^3/\text{га}$ , а максимальный достигал  $439 \text{ м}^3/\text{га}$  (Ипатов, 2003). Результаты обследований культур выявили существенную роль обработки почвы в повышении продуктивности древостоев. Целенаправленно плантационное лесовыращивание в СССР стало развиваться с 1981 г., когда была утверждена целевая комплексная программа по созданию в Европейско-Уральской зоне постоянной лесосырьевой базы на основе плантационного лесовыращивания. Головным институтом был Ленинский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ЛНИИЛХ), а руководителем работ – И. В. Шутов. По результатам

исследований было дано научное обоснование агротехники и технологии выращивания плантационных культур, разработаны рекомендации по подбору участков для закладки плантаций, агротехнике и технологии их выращивания, а также необходимые нормативные документы для проектирования (Маркова и др., 1981; Шутов и др., 1984; Маркова, Онацевич, 1986). На Северо-Западе России для закладки плантаций преимущественно подбирались участки с избыточно-увлажненными почвами, что значительно повышало затраты на их создание. В дальнейшем в процессе неоднократной реорганизации лесного хозяйства финансирование данного направления в отраслевых институтах прекратили. Только в Беларуси, где после распада СССР лесное хозяйство сохранило свои позиции, исследования продолжались. Обобщение результатов многолетних исследований показало высокую лесоводственную и экономическую эффективность плантационного лесовыращивания на дренированных почвах (Штукин, 2000; Штукин, Подошвелев, 2004; Усеня, Крук, 2009; Штукин и др., 2009).

В Карелии теоретически при правильном подборе участков и обеспечении оптимальных условий роста можно достичь продуктивности древостоев, отвечающей требованиям лесосырьевых плантаций сосны (Казимиров и др., 1990). Однако на практике имеются существенные препятствия (пересеченный рельеф, высокая завалуненность, неоднородность и невысокое плодородие почв, относительно короткий вегетационный период и т. д.) для применения технологий плантационного лесовыращивания, рассчитанных в основном для условий зоны смешанных лесов и южной тайги (Ускоренное производство..., 1991). Кроме того, существуют жесткие агротехнические требования к плантационным культурам, регламентированные стандартом, которые в Карелии в силу объективных причин не могут быть соблюдены. Исходя из вышеизложенного, основной целью здесь должна быть разработка технологий ускоренного выращивания культур сосны, максимально учитывающих специфику почвенно-климатических условий региона. Такие исследования были начаты в 1977 г. Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа (Синькевич, 1982; Попов, Цинкович, 1992), но после ее закрытия их прекратили. В результате продук-

тивность и устойчивость культур сосны, выращенных в ускоренном режиме, приближенном к плантационному, в условиях средней тайги оставались неизученными.

Одним из базовых участков наших исследований были культуры сосны, созданные в 1953 г. посевом и посадкой на свежей вырубке в черничном типе лесорастительных условий (участок 2). В данном случае особая ценность объекта в том, что агротехника создания культур в значительной мере близка к рекомендуемой «Руководством по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия» (1995), что облегчает задачу практического применения наиболее эффективных технологий. В 2005–2007 гг. пробные площади были нами восстановлены, проведены таксация и лесопатологическая оценка древостоев.

### ***Напочвенный покров***

На опытном участке на всех делянках в напочвенном покрове насчитывалось 38 видов сосудистых растений. Наибольшее их число (33) отмечено в варианте с посевом сосны, оставленным без ухода, где сформировался древостой с преобладанием лиственных пород (табл. 11). Общим для всех вариантов были 11 видов: вейник лесной, золотарник обыкновенный, костяника каменистая, ландыш майский, луговик извилистый, майник двулистный, марьянник лесной, марьянник луговой, седмичник европейский, черника обыкновенная, щитовник картузианский. Единично встречены бодяк болотный, бодяк разнолистный, дифазиаструм сплюснутый, осока шариковидная, чина весенняя, ястребинка. Значительным проективным покрытием (от 5 % и выше) обладали 8 видов растений, но доминировали три: вейник лесной (15–40 %), луговик извилистый (10–40 %), черника обыкновенная (5–30 %). Последствия лесохозяйственных мероприятий проявились только на делянках с внесением минеральных удобрений, где увеличилось обилие щитовника картузианского, луговика извилистого, а также малины. Других заметных отличий в напочвенном покрове не выявлено. Это можно объяснить тем, что сформировавшийся средневозрастной сосновый древостой являлся основным фактором, определяющим структуру напочвенного покрова.





Таблица 12. Таксационная характеристика 54-летних культур сосны в зависимости от режима выращивания

№ пр. пл.	Срок, лет		Густота культур, тыс. шт/га		Состав	Высота, м	Диаметр, см	Полнота		Запас растущей древесины, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета
	прорезывания	внесения удобрений	первоначальная	в год учета				абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная		
1-а	–	–	2,00	1,21 0,12 0,19	9Б1С+Е	Посев 16,5 19,8 11,5	15,9 ± 0,37 19,1 ± 1,18 10,6 ± 0,94	26,0 3,7 2,0	1,0 0,1 0,1	237 37 8	II
<b>ИТОГО</b>				<b>1,52</b>				<b>31,7</b>	<b>1,2</b>	<b>282</b>	
1-б	–	–	2,00	0,91 0,48 0,36	6Б4С+Е	17,1 18,0 9,1	16,3 ± 0,57 17,6 ± 0,59 8,4 ± 0,66	20,9 12,1 2,3	0,8 0,3 0,1	200 133 13	II
<b>ИТОГО</b>				<b>1,75</b>				<b>35,3</b>	<b>1,2</b>	<b>346</b>	
2	16 и 36	–	6,40	1,79	10С	19,8	17,0 ± 0,30	42,2	1,3	394	I
3	27	27, 34, 38	1,90	1,04	10С	20,0	19,2 ± 0,38	31,9	0,9	304	I
3-а	27	–	1,90	1,04	10С	21,0	19,5 ± 0,39	32,5	0,9	320	I
4-1	25 и 36	–	6,60	1,55	10С	18,6	15,8 ± 0,46	33,0	1,0	295	II
4-2	25 и 36	–	6,60	1,84	10С	17,9	15,1 ± 0,36	35,4	1,1	313	II
4-3	25 и 36	–	6,60	1,82	10С	18,2	15,7 ± 0,45	37,3	1,2	333	II
4-4	Не проводили (контроль)	–	6,60	1,90	10С	18,6	14,9 ± 0,35	34,8	1,1	316	II
18	16, 25, 36	–	6,60	1,74	10С	19,7	16,4 ± 0,37	39,9	1,2	380	I
18-а	16, 25, 36	26, 33, 37	6,60	1,54	10С	20,4	18,2 ± 0,31	42,2	1,2	412	I
						Посадка					
5	16 и 36	–	4,10	1,60	10С	21,4	19,0 ± 0,36	47,5	1,4	468	I
5-а	16 и 28	28, 34, 38	4,10	1,01	10С	21,3	22,3 ± 0,49	41,0	1,2	408	I
5-б	16	28, 34, 38	4,10	1,26	10С	21,2	20,8 ± 0,41	44,9	1,3	442	I

## *Рост культур*

Таксационная характеристика 54-летних культур сосны приведена в табл. 12. На момент последнего обследования на всех пробных площадях сформировались высокополнотные чистые сосновые древостои, а на делянках, оставленных без ухода, в этот период доминировали лиственные породы. Культуры сосны, созданные посевом, росли по I–II классам бонитета, а посадки – по первому. По этому показателю все обследованные древостои укладывались в рамки требований, предъявляемых к плантационным культурам.

Влияние первоначальной густоты посевов на рост сосны по диаметру прослеживалось до 54-летнего возраста. Культуры, созданные с первоначальной густотой 1,9 тыс. шт/га и пройденные в 27 лет одним приемом разреживания, превосходили культуры с густотой более 6 тыс. шт/га, пройденные двумя приемами разреживания, на 15–18 %, а культуры, оставленные без ухода, – на 30 % (табл. 13).

*Таблица 13.* Рост культур сосны, созданных посевом разной первоначальной густоты

№ пр. пл.	Густота, тыс. шт/га		Диаметр (см) в возрасте, лет			Высота (м) в возрасте, лет			Разреживание
	первоначальная	в 54 года	38	43	54	38	43	54	
3-а	1,9	1,0	14,8	16,5	19,5	13,9	16,1	21,0	1 прием
2	6,2	1,8	13,3	14,3	17,0	14,1	16,2	19,8	2 приема
18	6,6	1,7	13,1	14,5	16,4	13,3	15,8	19,7	2 приема
4-4	6,6	1,9	10,0	10,9	14,9	11,8	13,7	18,6	Нет

Это говорит о том, что в условиях средней тайги при ускоренном выращивании культур сосны повышение первоначальной густоты посевов до 6,0 тыс. шт/га нецелесообразно, и подтверждает необходимость качественного проведения агротехнических и лесоводственных уходов. В данном случае преимущество редких посевов перед посадками заключалось в том, что в процессе естественного отбора в биогруппах (посевных местах) раньше выявляются наиболее перспективные особи, генетически предрасположенные к быстрому росту (Синькевич, 1962; Маслаков, 1984; Ларин, Паутов, 1989). В посадках это происходит в основном после смыкания крон в рядах, а общая численность деревьев, среди которых идет

отбор, значительно ниже. Поэтому при закладке целевых культур сосны с укороченным оборотом рубки особое внимание следует уделять селекции посадочного материала в лесных питомниках, что подтверждается рядом исследователей из соседних регионов (Пигарев и др., 1979; Беляев, 1997; Маркова и др., 2004).

В посевах с первоначальной густотой 6,6 тыс. шт/га (пр. пл. 4-1, 4-2, 4-3) разреживание культур различной интенсивности положительно сказалось на росте сосны в высоту и по диаметру. Однако к 54-летнему возрасту различия с контролем по высоте сгладились, а по диаметру были недостоверными ( $t = 1,58$ ). Причиной этого является естественное изреживание культур, когда отставшие в росте деревья усыхали, а ослабленные и вытянувшиеся в густых посевных местах сосны полностью вывалились под тяжестью снега, что характерно для загущенных молодняков (Давыдов, 1971). Обрезка сучьев (пр. пл. 4-3) у сосны в возрасте 25 лет с оставлением шести живых мутовок последних лет отрицательного влияния на рост сосны не оказала (табл. 14). Это подтверждает возможность использования данного мероприятия при выращивании высококачественного пиловочника (Старостин, Турчина, 1984; Шутов и др., 2007).

Таблица 14. Влияние разреживаний культур на рост 54-летних посевов сосны

№ пр. пл.	Густота, тыс. шт/га		Высота (м) в возрасте, лет			Диаметр (см) в возрасте, лет			Срок разреживания, лет
	первоначальная	в 54 года	38	43	54	38	43	54	
4-1	6,6	1,55	13,2	15,3	18,6	12,1	13,1	15,8	25 и 36
4-2	6,6	1,84	12,5	15,8	17,9	12,1	13,0	15,1	25 и 36
4-3	6,6	1,82	13,7	15,6	18,2	12,2	13,1	15,7	25 и 36
4-4	6,6	1,90	11,8	13,7	18,6	10,0	10,9	14,9	Контроль

*Примечание.* 4-1 – в посевном месте оставлено по одному лучшему дереву, 4-2 – то же, что 4-1, но через одно посевное место вырублены все деревья, 4-3 – то же, что 4-1, но с обрезкой сучьев, 4-4 – оставлены все деревья (контроль).

Анализ архивных материалов (до 43-летнего возраста культур приведены данные Петрозаводской ЛОС) и результатов обследования показали, что посадки по сравнению с посевами на протяжении всего периода наблюдений имели преимущество в росте по

высоте и диаметру. Этому способствовали более низкая густота посадок и двулетнее преимущество по биологическому возрасту. Посевы испытывали более сильное напряжение роста в высоту, чем посадки. Судя по относительной высоте, внутривидовая конкуренция в посевах без ухода обострилась после достижения 20-летнего возраста ( $H : d = 1,23$ ). С этого периода отмечено отставание их в росте в высоту и толщину (табл. 15). Разреживание посевов в 16 и 36 лет в сочетании с трехкратным внесением удобрений в значительной мере способствовали ускорению роста сосны.

Наблюдения за ростом посадок показали, что в условиях средней тайги при ускоренном выращивании сосны на балансы при использовании семян первоначальную густоту не следует назначать выше 4 тыс. шт/га, как это предлагается рекомендациями по плантационному лесовыращиванию (Ускоренное производство..., 1991). В противном случае увеличиваются затраты на приобретение посадочного материала, посадку семян и разреживание культур.

На основании многолетних наблюдений за ростом культур сосны М. Н. Прокопьев (1984) считает, что в южной тайге при плантационном выращивании в черничных типах лесорастительных условий первоначальная густота культур должна составлять 3,0 тыс. шт/га. Это подтверждают и исследования ЛенНИИЛХа (Шутов и др., 1984), согласно которым доля деревьев-лидеров в древостоях составляет одну треть. Поэтому при ориентации на выращивание 1000 лучших деревьев первоначальная густота посадок сосны может составлять 3,0–3,3 тыс. шт/га, что согласуется с «Руководством по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия» (1995). В черничных и кисличных типах лесорастительных условий фактор густоты в диапазоне от 3 до 7 тыс. шт/га не оказывает влияние на рост деревьев-лидеров. При повышении этой густоты происходит угнетение роста как всех деревьев, так и деревьев-лидеров, а при понижении густоты формируются низкокачественные древостои (Прокопьев, 1984).

В 54-летних культурах с повышением густоты отмечалось снижение среднего диаметра древостоев. Трехкратное внесение удобрений обеспечило к 54-летнему возрасту культур увеличение среднего диаметра – основного объемобразующего показателя на 17 %, а исключение второго приема разреживания снизило его на 6 %.

Таблица 15. Рост 54-летних культур сосны в зависимости от метода их создания

№ пр. пл.	Средние высота (м) и диаметр (см), относительная высота в возрасте, лет						Густота, тыс. шт/га		Мероприятия
	10*	20*	30*	40*	43*	54	исходная	стояния	
4-4	1,5 1,6	5,3 6,1	9,6 7,8	12,9 10,3	13,7 10,9	18,6 14,9	6,6	1,9	Контроль (без ухода)
	1,3 1,3	5,8 7,4	10,4 9,9	14,3 12,7	15,6 13,1	18,2 15,7			
18-а	1,3 1,2	5,4 7,0	10,5 11,0	13,3 14,7	16,0 15,4	20,4 18,2	6,6	1,5	Разреживание в 25 и 36 лет Разреживание в 16 и 36 лет; удобрение в возрасте 26, 33, 37 лет
5	2,2 3,3	7,1 9,5	12,2 13,4	16,5 16,6	16,9 17,1	21,4 19,0	4,1	1,6	Разреживание в 16 и 36 лет
5-а	2,5 3,6	7,7 9,6	12,6 14,3	16,4 19,1	17,0 19,5	21,3 22,3	4,1	1,0	Разреживание в 16 и 28 лет; удобрение в возрасте 28, 34, 38 лет
5-б	2,3 3,4	7,4 9,2	12,4 13,8	16,9 17,5	17,4 18,0	21,2 20,8	4,1	1,3	Разреживание в 16 лет; удобрение в возрасте 28, 34, 38 лет

Примечание. В числителе – высота (м), в знаменателе – диаметр (см), в скобках указана относительная высота; \* – данные Петрозаводской ЛОС по модельным деревьям.

Культуры, разреженные в 16-летнем возрасте, росли лучше по сравнению с разреженными в 25-летнем возрасте и на время последнего учета имели диаметр на 11–14 % больше, чем на контроле. Различия достоверны при 0,01 уровне значимости. Следовательно, первые разреживания в культурах сосны следует проводить не позднее 15–16 лет. Аналогичные рекомендации для культур сосны черничных типов, произрастающих в условиях средней тайги Архангельской области, дают Г. А. Чибисов и Н. С. Минин (1988). Указанные ими сроки проведения разреживаний плантационных культур близки к таковым в условиях средней и южной тайги (Ускоренное производство..., 1991). К этому времени в молодняках выявляются деревья-лидеры (Маслаков, 1984), и, по наблюдениям Ю. П. Курхинена, сосна выходит из зоны, в которой повреждения лосями наиболее часты и опасны (Научные основы..., 1994). Задержка с уходом ведет к ухудшению роста культур и увеличивает трудозатраты на его проведение. Однако следует помнить, что сильное изреживание культур сосны в этот период с доведением их густоты до 1 тыс. шт/га нежелательно, так как это отрицательно влияет на качество получаемых лесоматериалов (Мартынов, 1985; Штукин, 1997; Штукин и др., 2009).

В культурах с низкой густотой (1,9 тыс. шт/га) при отсутствии заглашения их лиственными породами первое разреживание можно проводить позднее – в 25–28 лет. Пройденные одним приемом разреживания в 27-летнем возрасте (пр. пл. 3а) 54-летние посевы сосны достоверно превосходили контроль по среднему диаметру на 4,6 см (31 %).

Одним из важных показателей, характеризующих степень дифференциации древостоя, влияющим на устойчивость одновозрастных сосновых насаждений, является растянутость рядов распределения деревьев по толщине (Ипатов, 1970; Сеннов, 1984). За последние 11 лет в процессе роста и дифференциации деревьев в культурах этот показатель повысился на 1–2 ступени. И только в посадках с низкой густотой стояния (пр. пл. 5а), несмотря на переход деревьев в высшие ступени толщины, он остался без изменения, хотя был высоким. Это связано со слабой внутривидовой конкуренцией (относительная высота 0,96). В редких по густоте культурах ряды распределения сильнее смещены вправо. Здесь больше и средний диаметр деревьев (табл. 16).

Таблица 16. Распределение деревьев по 2-сантиметровым ступеням толщины в 43- и 54-летних культурах сосны

№ пр. пл.	Воз-раст, лет	Кол-во деревьев, шт/га	Средний диаметр, см	Ступени толщины															
				6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32		
2	43	2111	14,3	–	6	16	21	23	16	8	7	3	–	–	–	–	–		
	54	1789	17,0	–	1	4	11	18	20	18	13	9	4	2	–	–	–		
3	43	1340	16,2	–	5	13	13	15	16	16	9	9	3	0	1	–	–		
	54	1040	19,2	–	–	3	7	11	15	12	16	14	8	12	1	0	1		
3-а	43	1408	16,5	–	3	8	12	15	19	15	4	3	2	4	–	–	–		
	54	1042	19,5	–	–	1	5	9	14	21	13	18	9	4	4	2	–		
4-1	43	2250	13,1	2	15	23	18	19	11	5	5	2	–	–	–	–	–		
	54	1550	16,8	–	2	16	14	14	14	16	11	9	1	2	1	–	–		
4-2	43	2314	13,0	2	17	19	20	19	11	7	4	1	–	–	–	–	–		
	54	1843	15,1	–	4	14	17	16	12	16	13	5	1	2	–	–	–		
4-3	43	2450	13,1	–	12	25	22	17	13	5	5	1	–	–	–	–	–		
	54	1825	15,7	–	3	8	15	22	17	15	12	4	3	1	–	–	–		
4-4	43	3400	10,9	13	21	20	25	15	4	1	1	–	–	–	–	–	–		
	54	1900	14,9	–	2	14	11	25	18	18	7	2	2	–	–	–	–		
18	43	2133	14,5	–	5	18	24	14	14	15	7	3	–	–	–	–	–		
	54	1810	16,4	–	–	10	20	16	10	9	15	11	6	3	–	–	–		
18-а	43	1958	15,4	–	6	12	16	18	18	13	12	4	1	–	–	–	–		
	54	1542	18,2	–	–	3	10	13	16	15	18	10	10	4	1	–	–		
5	43	1800	17,1	–	1	6	13	19	14	15	17	11	4	–	–	–	–		
	54	1600	19,0	–	–	3	9	10	13	15	15	15	13	6	1	–	–		
5-а	43	1100	19,5	–	1	2	3	7	23	11	18	18	9	6	2	–	–		
	54	1013	22,3	–	–	–	1	4	9	11	14	15	17	18	5	4	2		
5-б	43	1450	18,0	–	–	1	17	11	17	18	16	8	8	4	–	–	–		
	54	1260	20,8	–	–	–	6	8	7	13	17	19	8	14	2	5	1		

Известно, что при целевом выращивании культур средний диаметр является определяющим при установлении возраста главной рубки (Прогнозные таблицы..., 1988; Целевые программы..., 1991). При плантационном выращивании сосны на балансы целевой диаметр равен 22 см. Такого значения на данном объекте средний диаметр достиг к возрасту 54 года в культурах, созданных посадкой с густотой 4,1 тыс. шт/га, двукратным разреживанием (16 и 28 лет) и трехкратным внесением удобрений. При этом густота древостоя на 10 % превышала рекомендованную целевой программой рубок ухода для условий южной тайги (Сеннов и др., 1985).

### **Запас и товарная структура древостоев**

Анализ динамики запасов растущей древесины в течение 18 лет после последнего приема лесоводственных уходов подтвердил преимущество посадок перед посевами. Разница между ними по этому показателю (без удобрений) в 38 лет составляла 25–40, в 43 года – 21–35, а в 54 – 16–37 %. По запасу растущей древесины 54-летние культуры сосны, созданные посевом, в 1,1–1,6 раза превосходят средний запас спелых и перестойных сосняков в эксплуатационных лесах Карелии (Сорока, Ананьев, 2009). В посадках этот показатель был выше – в 1,5–1,8 раза.

По данным ряда исследователей (Ипатов, Кирикова, 1989; Марченко, 1989; Маслаков, Кузнецов, 1992 и др.), на рост наиболее крупных деревьев – лидеров влияние остальных деревьев в древостое проявляется слабо. Это согласуется с результатами обследования 69-летних культур, проведенного Петрозаводской ЛОС. Тип леса – сосняк черничный. Почва – подзолистая супесчаная. Культуры созданы посевом с размещением посевных мест 1,0×2,5 м. Первоначальная густота – 4000 тыс. шт/га. Состав древостоя 9,3С0,7Б. Общий запас 454 м<sup>3</sup>/га, в том числе сосны 423. На момент обследования на 1 га насчитывалось 910 деревьев сосны и 250 – березы. Средний диаметр – 23,1 см, средняя высота – 24,0 м. Культуры росли по первому классу бонитета. Проведенный нами анализ полученных данных показал, что самые крупные деревья I ранга не испытывали серьезной конкуренции со стороны остальных. При переходе к низшим ранговым группам показатель относительной высоты повышался от 0,86 до 1,39. У отставших в росте деревьев наиболее заметные различия отмечены в запасе и в меньшей степени – в высоте (табл. 17), что согласуется с литературными данными (Маслаков, 1984; Шутов и др., 1984; Ларин, Паутов, 1989 и др.).

*Таблица 17.* Распределение деревьев разных ранговых групп по высоте, толщине и запасу в 69-летних культурах сосняка черничного

Ранг деревьев	Высота		Диаметр		Относительная высота	Запас	
	м	%	см	%		м <sup>3</sup> /га	%
I	26,0	100	30,3	100	0,86	151,4	36
II	24,5	94	26,3	87	0,93	110,8	26
III	24,0	92	22,5	74	1,07	78,6	19
IV	22,3	85	18,7	62	1,19	52,7	12
V	20,0	78	14,4	47	1,39	29,5	7

Известно, что о преимуществе разных методов создания культур с большой вероятностью можно судить по росту 1000 лучших деревьев на 1 га, являющихся основным объектом при целевом выращивании сосны (Прокопьев, 1984; Шутов и др., 2007). В данном случае на исследуемом возрастном этапе явное преимущество по накоплению запаса сохранялось за посадками (табл. 18). Однако и посевы сосны в черничном типе лесорастительных условий при своевременном проведении уходов также накапливали высокие запасы древесины.

Таблица 18. Запас 1000 крупных деревьев на 1 га в 54-летних культурах сосны

№ пр. пл.	Количество уходов		Густота стояния, тыс. шт/га	Запас, м <sup>3</sup> /га	
	разреживание	удобрение		общий	1000 крупных деревьев
Посев					
2	2 приема	–	1,8	394	290
3	1 прием	3 приема	1,0	304	301
3-а	1 прием	–	1,0	320	317
4-1	2 приема	–	1,5	295	252
4-2	2 приема	–	1,8	313	239
4-3	2 приема + обрезка сучьев	–	1,8	333	251
4-4	Контроль (без ухода)		1,9	316	228
18	2 приема	–	1,8	380	304
18-а	2 приема	3 приема	1,5	412	328
Посадка					
5	2 приема	–	1,6	468	379
5-а	2 приема	3 приема	1,0	408	407
5-б	1 прием	3 приема	1,2	442	403

На накопление общего запаса растущей древесины положительно повлияло первое разреживание культур в возрасте 16 лет. Данные, полученные по кернам, показали, что после его проведения относительное увеличение прироста по диаметру составляло 30–40 % и прослеживалось на протяжении 10 лет, но не могло радикально изменить общей для всех вариантов возрастной тенденции снижения прироста. Воздействие повторного слабого разреживания по низовому методу в возрасте 36 лет вы-

разилось в кратковременном (на 5 лет) увеличении ширины годичных слоев в среднем на 5 %. Удобрение, внесенное по прошествии 12 лет после первого разреживания, оказало заметное влияние (15–35 %) на радиальный прирост в течение 5 лет. Два последующих внесения в возрасте 34 и 38 лет, выполненные на фоне слабого низового разреживания, обеспечили 8-летнее увеличение текущего радиального прироста на 20–30 %, после чего еще на протяжении 5 лет удерживалась устойчивая разница в 10–12 % (Соколов и др., 2010).

В 43-летних культурах сосны на контроле (без уходов) большую долю в запасе растущей древесины составляли тонкомерные деревья ступеней толщины по 12 см включительно (60 %). К 54 годам доля деревьев ступеней от 18 см и выше здесь увеличилась с 6 до 48 %, но все же оставалась минимальной. Проведение разреживаний и внесение удобрений в значительной мере способствовали накоплению запаса деревьев более высоких ступеней толщины. В посевах у деревьев ступеней толщины 18 см и более он достиг 57–85 %, а в посадках – 84–95 % (табл. 19).

При целевом выращивании культур особый интерес представляет товарная структура древостоя. Ее оценка выполнена с помощью «Сортиментных и товарных таблиц...» (1987). Максимальное накопление деловой древесины (420 м<sup>3</sup>/га) к 54 годам с момента создания культур достигнуто в посадках, пройденных 2-кратным разреживанием в возрасте 16 и 36 лет до итоговой густоты 1,6 тыс. шт/га (пр. пл. 5). Более раннее и интенсивное разреживание в 16 и 28 лет с доведением густоты стояния на момент последнего обследования до 1 тыс. шт/га в совокупности с 3-кратным внесением минеральных удобрений обеспечило получение 370 м<sup>3</sup>/га деловой древесины при максимальной доле (63 %) в ее составе средней и крупной (табл. 20). При однократном разреживании культур в 16 лет до густоты 1,5 тыс. шт/га и 3-кратном внесении удобрений растущий запас достиг 442 м<sup>3</sup>/га, в том числе запас деловой древесины составлял 399 м<sup>3</sup>/га. Следует отметить, что доля крупной древесины в посадках была еще незначительной. Преобладала средняя и мелкая по крупности древесина.

Таблица 19. Распределение запаса 43- и 54-летних культур сосны по 2-сантиметровым ступеням толщины, %

№ пр. пл.	Запас, м <sup>3</sup> /га	Ступени толщины, см															
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	
2	288	–	1	7	14	21	21	14	14	8	–	–	–	–	–	–	
	394	–	–	1	5	11	17	20	18	14	9	5	–	–	–	–	
3	221	–	1	4	7	11	16	20	14	16	8	–	3	–	–	–	
	304	–	–	1	2	5	9	10	16	17	12	21	3	0	2	2	
3-а	250	–	1	3	6	11	18	21	22	6	7	5	–	–	–	–	
	320	–	–	–	2	4	9	16	13	22	13	7	8	6	–	–	
4-1	253	–	4	11	14	21	17	11	14	8	–	–	–	–	–	–	
	295	–	–	5	7	10	13	20	17	16	3	6	3	–	–	–	
4-2	259	–	6	10	16	21	17	15	11	4	–	–	–	–	–	–	
	313	–	1	5	9	12	13	21	22	10	2	5	–	–	–	–	
4-3	272	–	4	13	18	20	20	10	12	3	–	–	–	–	–	–	
	333	–	–	3	8	16	16	19	20	8	6	4	–	–	–	–	
4-4 (к)	236	4	10	16	30	25	9	4	2	–	–	–	–	–	–	–	
	316	–	–	5	7	20	20	25	13	5	5	–	–	–	–	–	
18	288	–	1	8	16	13	17	23	13	9	–	–	–	–	–	–	
	380	–	–	3	9	10	9	10	21	19	12	7	–	–	–	–	
18-а	305	–	–	5	9	14	20	18	20	9	4	–	–	–	–	–	
	412	–	–	1	4	7	12	13	21	14	17	9	2	–	–	–	
5	364	–	–	2	6	12	11	17	24	19	9	–	–	–	–	–	
	468	–	–	1	3	4	8	13	16	20	21	11	3	–	–	–	
5-а	286	–	–	1	1	3	15	10	19	22	14	10	5	–	–	–	
	408	–	–	–	–	1	4	7	10	14	19	25	8	7	5	–	
5-б	328	–	–	–	7	6	13	17	20	14	14	9	–	–	–	–	
	442	–	–	–	2	3	4	9	15	20	10	22	3	10	2	–	

В насаждениях, созданных посевом, доля мелкой древесины среди деловой колебалась от 46 до 75 %, а в посадках ее количество прямо пропорционально итоговой густоте. В последнем случае при возрастании густоты стояния с 1 тыс. до 1,6 тыс. шт/га участие мелких сортиментов в составе деловых увеличивается с 30 до 48 %.

Необходимо отметить высокие темпы текущего прироста по запасу на опытных участках, который в последнем десятилетии в посевах составлял 5,5–7,2, в посадках – 9,5–11 м<sup>3</sup>/га, и древостой не достиг количественной спелости (табл. 21). В связи с этим достигнутые показатели накопления запаса предоставляют возможность для двоякого решения дальнейшей судьбы насаждений. Во-первых, сплошная рубка древостоев на балансы, если это

крайне необходимо в целевом хозяйстве ЦБК. Во-вторых, вполне доступным, с экономической точки зрения, становится изъятие до 100–130 м<sup>3</sup>/га (30 %) на балансы и биотопливо с дорастиванием оставляемых 800 лучших деревьев на пиловочник (Наставление по рубкам ухода..., 1995).

Таблица 20. Распределение запаса деловой древесины по категориям крупности в 54-летних культурах сосны

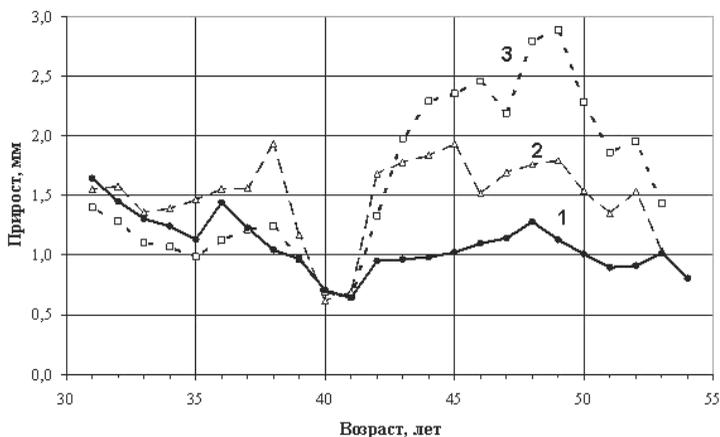
№ пр. пл.	Общий запас растущей древесины, м <sup>3</sup> /га	В том числе деловой, м <sup>3</sup> /га			
		крупная	средняя	мелкая	итого
Посев					
2	394	0	137	215	352
3	304	2	140	131	273
3-а	320	2	154	131	287
4-1	295	0	81	177	258
4-2	313	0	71	200	271
4-3	333	0	89	205	294
4-4	316	0	67	208	275
18	380	0	158	140	298
18-а	412	0	169	201	370
Посадка					
5	468	1	215	204	420
5-а	408	11	245	113	370
5-б	442	5	237	158	399

Таблица 21. Средний и текущий прирост по запасу 54-летних посадок сосны

№ пр. пл.	Густота, тыс. шт/га		Запас, м <sup>3</sup> /га	Прирост по запасу, м <sup>3</sup> /га	
	исходная	стояния		средний	текущий
5	4,1	1,6	468	8,6	9,5
5-а	4,1	1,0	408	7,5	11,0
5-б	4,1	1,2	442	8,2	10,4

Поскольку ширина годовичных колец в последнее 10-летие составляла у деревьев всех категорий крупности всего около 1 мм, следовало уточнить перспективы роста оставляемой на корню части насаждения. На соседнем участке опытно-производственных культур сосны, произрастающих в тех же условиях и имеющих тот же возраст и состав, что и культуры на пятой серии пробных площадей, исследована реакция сосны на первое коммерческое разреживание

(Соколов и др., 2010). Механизированная проходная рубка, выполненная здесь по сортиментной технологии в 1993 г., весьма существенно сказалась на приросте оставленных деревьев (рис. 11). При этом в зависимости от расстояния до технологических коридоров прирост увеличился на 50–100 % по сравнению с контрольным древостоем (пр. пл. 5) в пределах 10 лет.



*Рис. 11.* Влияние первого коммерческого разреживания на радиальный прирост сосны в зависимости от расстояния до технологических коридоров на участке опытно-производственных культур (2, 3):

1 – контроль (пр. пл. 5); расстояние от коридоров: 2 – более 5 м, 3 – до 5 м

Известно, что в условиях таежной зоны рост хвойных пород ограничен недостатком азота, поэтому ранее широко рекомендовалось внесение удобрений на разных возрастных этапах формирования древостоев (Шумаков, Федорова, 1970; Сляднев, 1971; Казимиров и др., 1974; Рекомендации по применению..., 1979; Сеннов, 1984; Шутов и др., 1984; Победов и др., 1986 и др.). В плантационных культурах минеральные удобрения вносят с интервалом 4–6 лет, если они растут по 1,5 бонитету и ниже (Ускоренное производство..., 1991). На наших опытных делянках в посадках (пр. пл. 5, 5-а, 5-б) сосна в первые 10 лет росла по III классу бонитета, в 20 лет – по второму. В то же время ряд исследователей отмечали слабую реакцию

сосны на внесение минеральных удобрений (Паплаускас, 1974; Кузьмин, 1977; Степанов и др., 1980; Аршинова и др., 1983; Чевидаев, Максимов, 1983). Возможно, это связано с достаточным обеспечением молодых растений элементами питания (Чевидаев, Максимов, 1983) или неодинаковой потребностью в них сосны в разные возрастные периоды (Казимиров, Горбунова, 1981; Прокушкин, 1982). По данным С. Г. Прокушкина (1982) и В. В. Паплаускаса (1974), с увеличением дозы удобрений в сосновых молодняках эффективность их значительно снижалась. В настоящее время одним из серьезных ограничений для широкого использования удобрений в лесу является их высокая стоимость, поэтому применение удобрений должно быть обоснованным и рациональным.

Детальные исследования, проведенные в условиях Карелии под руководством Н. И. Казиминова в сосняках естественного происхождения, показали, что наиболее отзывчивы на внесение азотных удобрений средневозрастные сосняки, и в данном случае они дают максимальный дополнительный прирост. Объясняется это тем, что прирост в молодняках значительно меньше из-за низкой массы фотосинтетического аппарата, а в старых древостоях – из-за меньшей (в 2–3 раза) продуктивности хвои (Казимиров, Горбунова, 1981). Данное обстоятельство, а также большой опыт по комплексному уходу за древостоями (Сляднев, 1971; Синькевич, 1981; Клинов, 1983; Сеннов, 1984; Клинов, Федулов, 1990; Чибисов, Москалева, 2000; Paatela, 1978; Kärkkäinen, 2006 и др.) указывают на возможность подкормки культур сосны азотными удобрениями в дозе 150–200 кг/га после проведения разреживания в средневозрастных древостоях с целью сокращения сроков получения среднего и крупного пиловочника примерно на один класс возраста. Разреживание древостоя увеличивает время действия удобрений и усиливает рост скелетных корней, а удобрение способствует росту надземной части и тонких корней. В результате с увеличением роста повышается и устойчивость древостоя (Сеннов, 1984). Сравнение себестоимости 1 м<sup>3</sup> древесины 54-летних культур сосны показало, что в исследованных лесорастительных условиях до этого возраста более выгодно ее выращивать только со своевременным разреживанием молодняков (табл. 22). В данном случае, по сравнению с технологиями плантационного выращивания сосны с применением удобрений (вар. 5-а, 5-б), себестоимость одного кубометра

древесины оказалась на 66–84 рубля ниже. Однако, несмотря на высокий лесоводственный эффект данного мероприятия (Сеннов, 1984; Куусела, 1991), в Карелии до настоящего времени ему не уделяется должного внимания. Так, в 2007 г. при плановом объеме прореживаний 17,5 тыс. га они были проведены на площади 0,3 тыс. га, в 2008 г. – 17,5 и 0,1 тыс. га, в 2009 г. – 18,8 и 0,1 тыс. га, в 2010 г. – 18,8 и 0,2 тыс. га, соответственно. Трехкратное внесение минеральных удобрений значительно повышает себестоимость древесины сосны и в настоящее время экономически нецелесообразно.

Таблица 22. Себестоимость выращивания 1 м<sup>3</sup> древесины 54-летних культур сосны, выращенных по разным технологиям (затраты по нормативно-технологическим картам Министерства лесного комплекса РК на 2010 г.)

Показатель	Ед. изм.	Контроль	Варианты		
			5	5-а	5-б
Густота исходная	тыс. шт/га	3,5	4,0	4,0	4,0
Густота стояния	тыс. шт/га	Нет данных	1,6	1,0	1,2
Создание культур	руб./га	7817,81	8934,64	8934,64	8934,64
Двукратный агротехнический уход	руб./га	2277,26	2277,26	2277,26	2277,26
Осветление	руб./га	3532,95	3532,95	3532,95	3532,95
Трехкратное внесение удобрений	руб./га	–	–	31500,00	31500,00
Разреживание культур	руб./га	–	7065,90	7065,90	3537,95
Итого затрат	руб./га	13628,02	21810,75	53310,75	49782,80
Запас в 54 года	м <sup>3</sup> /га	260*	468	408	442
Себестоимость 1 м <sup>3</sup>	руб.	52,41	46,60	130,66	112,63

*Примечание.* Данные лесоустройства по 425 участкам культур сосны (Гаврилова, 2012).

По данным лесоустройства в настоящее время средний запас 54-летних культур сосны, растущих по первому классу бонитета, в Карелии не превышает 260 м<sup>3</sup>/га (Гаврилова, 2012), что в 1,8 раза ниже, чем в варианте с двукратным разреживанием молодняков (вар. 5), а себестоимость 1 м<sup>3</sup> древесины на 5,8 руб. выше. Это подтверждает вывод финских лесоводов (Куусела, 1991) о том, что целевое выращивание хвойных пород может быть экономически выгодным и указывает на целесообразность перехода на интенсивные методы лесовыращивания в наиболее продуктивных типах лесорастительных условий.

### *Качество древесины средневозрастных культур сосны*

Высказываются опасения, что мероприятия, направленные на ускорение роста древесины, могут отрицательно сказаться на ее качестве (Рябоконь, 2000; Писаренко, Страхов, 2014б). Под влиянием разреживаний и удобрений происходят изменения в структуре древесины (Коржицкая, Матюшкина, 1980; Чибисов, Москалева, 2000; Мелехов и др., 2003; Степаненко, 2008; Корчагов, 2010 и др.), что в конечном итоге сказывается на ее макроструктуре и плотности.

Таблица 23. Качественные показатели 54-летних культур сосны, выращенных в ускоренном режиме (по: Пеккоев, 2009)

Показатель	Посев			Посадка		
	Контроль	Разреживание (2 приема)	Разреживание (2 раза) + удобрение (3 приема)	Разреживание (2 приема)	Разреживание (2 приема) + удобрение (3 приема)	Разреживание (1 прием) + удобрение (3 приема)
Средняя ширина годичного слоя, мм	1,5 ± 0,07	1,6 ± 0,08	1,9 ± 0,08	1,9 ± 0,07	2,2 ± 0,07	2,0 ± 0,06
Процент поздней древесины, %	29,4 ± 0,7	27,0 ± 0,5	27,6 ± 0,6	27,4 ± 0,7	28,7 ± 0,6	29,3 ± 0,7
Базисная плотность, кг/м <sup>3</sup>	451 ± 8	428 ± 6	405 ± 5	443 ± 4	418 ± 5	437 ± 5

Важным макроструктурным показателем качества древесины является соотношение ранней и поздней древесины в годичном слое (Полубояринов, 1976). Для сосняков Европейского Севера средний показатель содержания поздней древесины составляет 26 % (Боровиков, Уголев, 1989), а в целом для сосновых древостоев европейской части России равен 23–30 % (Полубояринов, 1976). Проведение уходов за культурами сосны привело к незначительному снижению содержания поздней древесины (в среднем на 2 %), но оно укладывалось в рамки, указанные ранее для сосняков естественного происхождения. На контроле (без ухода) содержание поздней древесины составляло 29,4 % (табл. 23), что

совпадает с данными, полученными С. А. Корчаговым (2010) в средневозрастных культурах сосны зеленомошной группы в условиях средней и южной тайги.

Плотность хорошо коррелирует с механическими свойствами древесины, поэтому считается универсальным показателем ее качества (Полубояринов, 1976; Рябоконт, 1990; Нахабцев, 1990). В развитых странах древесина на целлюлозно-бумажных комбинатах принимается по массе, а не по объему, так как от нее зависит производительность оборудования. В 54-летних культурах сосны после проведения лесоводственных мероприятий средняя базисная плотность в посевах составляла 405–428 кг/м<sup>3</sup>. Разреживание древостоев и комплексный уход способствовали снижению плотности древесины. Это находит подтверждение в работах О. И. Полубояринова (1976), Н. С. Минина и С. А. Москалевой (1986), В. И. Мелехова с соавторами (2003). Тем не менее древесина сосны, полученная при испытанных технологиях ускоренного выращивания, при средней ширине годичного слоя, равной 1,9–2,2 мм, по содержанию поздней древесины (27–29 %) и базисной плотности (405–443 кг/м<sup>3</sup>) не уступала древесине сосняков естественного происхождения таежной зоны европейской части России (Полубояринов, 1976).

В посадках достоверное снижение плотности произошло при уменьшении густоты древостоя до 1,0 тыс. шт/га и трехкратном внесении удобрений. Несущественное расхождение с контролем отмечено в варианте, где удобрения не вносили, а густота стояния была максимальной (1,6 тыс. шт/га). Поскольку плотность древесины в целлюлозно-бумажной промышленности имеет важное значение (Гелес, 2007; Корчагов, 2010), то данный способ выращивания культур сосны может оказаться перспективным. Ранее целлюлозно-бумажная промышленность страны использовала балансы сосны I–II категории с условной (базисной) плотностью 329–411 кг/м<sup>3</sup> (Шутов и др., 2007). По результатам исследований древесина 54-летних культур сосны как по плотности, так и по ширине годичных слоев соответствовала указанным требованиям, предъявляемым к пиловочнику (Шутов, Мартынов, 1982).

Одним из сортоопределяющих пороков древесины является сучковатость (Рубцов, 1973; Вакин и др., 1980; Уголев, 1986). Сучки оказывают влияние на прочность древесины, затрудняют ее механи-

ческую обработку, способствуют проникновению древоразрушающих грибов в стволы деревьев. Результаты показали, что с высотой количество сучьев увеличивалось, но независимо от метода создания культур на 6-метровой отметке выравнивалось. В пределах первого комлевого бревна число сучьев в посадках было незначительно выше, чем в посевах, что связано с лучшей очищаемостью стволов, растущих в биогруппах. Это подтверждает и разница в протяженности бессучковых зон, которая в посадках равнялась 1,1 м, а в посевах – 2,5 м. В целом количество сучьев на первом 6-метровом отрезке ствола от пня составляло 4–6 шт. на 1 пог. м, что существенно не влияло на качество древесины. Близкие показатели отмечены в средневозрастных культурах сосны в черничном типе лесорастительных условий Архангельской области (Мелехов и др., 2003). В посевах независимо от густоты стояния по сучковатости древесина относилась к первому сорту, за исключением вариантов с комплексным уходом, где 8 % ее по запасу было 2-го сорта из-за наличия сучьев более 3 см. В посадке доля древесины, относившейся ко второму сорту, была выше (8–15 %).

Таким образом, исследованные технологии ускоренного лесовыращивания позволяют получать качественную древесину как на балансы, так и на пиловочник в объемах, соответствующих плантационным культурам.

### ***Лесопатологическая оценка средневозрастных культур сосны, выращенных в ускоренном режиме***

Исследованиями прошлых лет на вырубках Карелии показано, что влияние грибных болезней на успешность и качество искусственного лесовосстановления на ранних стадиях – в фазе приживания и фазе, предшествующей смыканию культур, – различно в зависимости от культивируемой породы, типа вырубок, способа и технологии их создания (Крутов, Волкова, 1975; Крутов и др., 1983; Крутов, 1989). Значительный урон грибные болезни, в частности снежное шютте сосны (возбудитель – *Phacidium infestans* P. Karst.), в эти периоды наносят культурам сосны, создаваемым на вырубках сосняков лишайниковых, вересковых и брусничных. На вырубках, возобновляющихся осинкой, в отдельные годы до 100 % культур сосны может поражаться ржавчиной побегов, или

сосновым вертуном (возбудитель – *Melampsora pinitorqua* (d By.) Rostr.), распространение которого напрямую связано с наличием осинового поросли на вырубках. В последние годы в плантационных культурах сосны и ели на Северо-Западе России зарегистрирована ранее неизвестная для этого региона болезнь – склерофомоз (возбудитель – *Sclerophoma pythiophila* (Corda) v. Höhn.), вызывающая отмирание хвои и побегов (Защита..., 1990). Биология и экология ее возбудителя изучены слабо. На территории Карелии эта болезнь пока не описана.

При интенсивном лесовыращивании, по сравнению с широко применяемым в России экстенсивным, антропогенное воздействие на лесные экосистемы значительно возрастает, что может привести к снижению их устойчивости. Это связано с проведением рубок ухода, внесением удобрений и пестицидов, повреждением корневых систем и стволов деревьев (Крутов, 1992). Происходят серьезные изменения в функционировании лесных экосистем, которые в ряде случаев могут способствовать усилению активности патогенных грибов. Однако в настоящее время влияние фитопатологического фактора на устойчивость лесных экосистем искусственного происхождения, имеющих упрощенную структуру, наиболее полно исследовано только для молодняков первых 10–15 лет, а для последующих возрастных стадий остается малоизученным.

По наблюдениям В. И. Крутова, принимавшего участие в исследованиях на данном объекте (Лесные экосистемы..., 2007), в 54-летних культурах сосны в результате проведенных в разные годы разреживаний накопившийся отпад (с учетом валежа) в среднем составлял 20 % в посевах и 16 % – в посадках. Изреживание древостоев происходило за счет отставших в росте, угнетенных деревьев. Следует отметить, что на данном участке более половины сухостойных деревьев было заселено опенком: в посевах от 50 до 89 %, в посадках от 40 до 78 %, что, несомненно, ускорило их отмирание (табл. 24).

Кроме этого, здесь встречался рак-серянка, в том числе на живых деревьях. Однако грибные болезни не играли существенной роли в формировании древостоев. Опенк осенний заселял только сильно ослабленные и угнетенные деревья, которые представляли потенциальный отпад.

Таблица 24. Санитарное состояние 54-летних культур сосны, созданных по разным технологиям

Способ создания культур	Вариант опыта	Количество деревьев, шт	Категория состояния	Поражение грибными болезнями, шт / %		
				корневой гнилью от опенка	раком-серянской	прочими
Посев	Контроль (пр. пл. 4-4)	95	Живые	–	–	–
		9	Сухие	7 / 78	–	–
	Пр. пл. 4-1	93	Живые	1 / 1	1 / 1	1 / 1
		26	Сухие	23 / 89	–	–
	Пр. пл. 4-2	129	Живые	1 / 1	–	–
		25	Сухие	13 / 50	–	–
	Пр. пл. 2	161	Живые	–	–	–
		29	Сухие	22 / 76	2 / 7	1 / 4
	Пр. пл. 3-a	125	Живые	–	2 / 2	2 / 2
		27	Сухие	15 / 56	4 / 15	–
	Пр. пл. 3	156	Живые	–	–	–
		40	Сухие	22 / 55	2 / 5	–
Посадка	Пр. пл. 5	144	Живые	–	1 / 1	–
		33	Сухие	16 / 49	2 / 6	–
	Пр. пл. 5-a	81	Живые	–	–	–
		9	Сухие	7 / 78	1 / 11	–
	Пр. пл. 5-б	126	Живые	–	1 / 1	–
		20	Сухие	8 / 40	–	–

Таким образом, в условиях средней тайги химический уход за культурами сосны, зарастающими березой и осинкой, предотвращает нежелательную смену хвойных пород лиственными и обеспечивает формирование сосняков оптимального породного состава. После обработки арборицидами общий запас растущей древесины восстанавливается до уровня контроля к концу второго класса возраста и в дальнейшем превосходит его как в количественном, так и в качественном отношении. Такой же лесоводственный эффект может быть достигнут путем вырубки лиственных пород, но выполняться он должен не менее 3 раз, что приведет к увеличению трудовых и финансовых затрат на лесовыращивание.

В средневозрастных сосновых древостоях искусственного происхождения заметного негативного влияния лесохозяйственных мероприятий (интенсивные осветления, разреживания, удобрения) на видовое разнообразие растений напочвенного покрова

не прослеживается. Здесь формируются типичные для таежной зоны лесные сообщества, а на месте культур сосны, оставленных без ухода, – древостои с преобладанием лиственных пород и доминированием в напочвенном покрове вейника лесного.

Исследованные способы создания культур сосны позволяют в черничном типе лесорастительных условий на дренированных почвах в средней тайге выращивать древостои, по продуктивности соответствующие требованиям, предъявляемым к плантационным культурам. При этом по сравнению с рекомендуемыми ранее технологиями плантационного лесовыращивания (Ускоренное производство..., 1991) существенно снижаются затраты на подготовку лесокультурных площадей (исключаются полосная раскорчевка пней и применение минеральных удобрений).

При целевом выращивании сосны на балансы или пиловочник основным методом создания культур должна быть посадка, при которой общий запас и выход деловой древесины выше, чем в посевах. На участках с сильно завалуненными почвами, где сложно обеспечить заданную густоту посадки, культуры сосны можно создавать посевом. Это увеличит затраты на агротехнические и лесоводственные уходы, но при своевременном проведении осветлений и разреживаний обеспечит формирование продуктивных сосновых древостоев.

Результаты исследований, полученные по составу, запасу, товарной структуре древостоев, качеству древесины и себестоимости ее выращивания, указывают, что в современных экономических условиях наиболее рационально выращивать молодняки сосны без применения минеральных удобрений, но строго соблюдая режим густоты. При укороченном обороте рубки повышается вынос органического вещества и в перспективе возможно снижение плодородия почвы, поэтому хвою, листву и ветви деревьев нужно оставлять на лесосеке, а также разработать меры по биологической мелиорации почв.

## 5. КУЛЬТУРЫ ЕЛИ

Леса северо-запада таежной зоны, в состав которой входит и Карелия, длительное время подвергались интенсивной эксплуатации, что привело к истощению запасов спелой древесины хвойных пород. Попытки создания плантационных культур на вырубках с дренированными почвами с целью устойчивого обеспечения целлюлозно-бумажных комбинатов древесиной в силу специфики почвенно-климатических условий республики не увенчались успехом. В то же время вследствие возрастающей потребности лесного комплекса Карелии в сырье необходимо неотложное решение вопроса по обоснованию технологий ускоренного выращивания лесных культур в режиме, приближенном к плантационному. Наиболее сложное положение с выращиванием ели, которая требует плодородных почв, в первые годы растет медленно, часто повреждается заморозками и быстро заглушается лиственными породами. Наличие большого количества смешанных молодняков, нуждающихся в уходе, низкая техническая оснащенность предприятий, слабо развитая дорожная сеть, недостаточное финансирование усложняют задачу по осветлению культур хвойных пород качественно и в полном объеме, но ее решение необходимо для предотвращения нежелательной смены породного состава и повышения продуктивности древостоев.

Не менее важным является вопрос первоначальной густоты культур, так как от нее во многом зависит стоимость их создания, строение по диаметру, товарная структура и устойчивость древостоев, число уходов (Майоров, 1968; Калиниченко и др., 1973; Мартынов, 1974; Писаренко, Мерзленко, 1979; Мерзленко, 1981; Разин, 1988; Штукин, 1997; Мерзленко, Бабич, 2002; Шутов и др., 2007 и др.). Имеющиеся в литературе данные довольно противоречивы, что, на наш взгляд, связано как с особенностями лесорастительных условий вырубок, так и с интенсивностью ведения лесного хозяйства. В связи с этим актуальны проблемы густоты культур и своевременного проведения осветлений ели.

## 5.1. Способы осветления культур ели

Для таежной зоны наиболее полно изучены процессы формирования хвойных молодняков естественного происхождения. Большинство исследователей пришло к выводу, что система рубок ухода здесь должна строиться по правилу: «позже, реже, но интенсивней» (Чиби́сов, 1969; Давыдов, 1971; Сеннов, 1977). В связи с растянутым периодом возобновления хвойных пород (10–15 и более лет), замедленным их ростом, недостатком тепла, ориентированностью промышленности на переработку хвойной древесины и экономическими причинами предложено в условиях Европейского Севера рубки ухода делить на два вида – осветления и прореживания (Чиби́сов, Вялых, 1974; Наставление..., 1995). При проведении осветлений многие исследователи предпочитают отдавать коридорному способу ухода как менее трудоемкому (Савин, 1963; Казимиров, 1964; Сбоева, 1964; Чиби́сов, 1969 и др.). При искусственном лесовосстановлении цель лесовыращивания устанавливается на этапе проектирования с учетом не только породного состава, зонально-типологических особенностей, но и лесопотребления (Чиби́сов, 1978). При создании лесных культур ели посадкой срок лесовосстановления, по сравнению с последующим естественным возобновлением, сокращается до одного класса возраста. Но часто на 5–7-й год ель начинает испытывать угнетение со стороны лиственных пород (Калякин, 1977; Ковязин, 1989; Шубин и др., 1991; Чиби́сов, Нефедова, 2007) и без проведения осветлений к 20–30 годам оказывается под пологом лиственных древостоев в сильно угнетенном состоянии. Финские лесоводы считают, что с осветлением нельзя запаздывать, если ель адаптируется к условиям затенения, то после осветления рост ее не ускоряется (Основы..., 2006).

После рубки береза дает обильную поросль, и ее численность тем больше, чем сильнее интенсивность рубки (Синькевич, Синькевич, 1991). При прорубке коридоров шириной 2 м вдоль рядов культур ели полог лиственных пород смыкается на 3–5-й год, что требует повторных уходов (Акакиев, 1963а). Увеличение ширины коридоров до 4–5 м дает более надежные результаты (Чиби́сов, 1978; Ковязин, 1989; Красновидов и др., 2000), но в этом случае коридорный уход в лесных культурах при рекомендуемой для условий Карелии ширине междурядий 3,0–3,5 м превращается в сплошной.

По данным В. Е. Максимова и В. М. Степанова (1983), в условиях Псковской области при выращивании культур ели требуется трехкратное их осветление. При применении крупномерного посадочного материала возможно сокращение ухода на один прием. При выращивании культур ели в зоне смешанных лесов в течение I класса возраста необходимы 4-кратные рубки ухода (на 3, 6, 9 и 13-й годы) со сплошным удалением лиственных (Мерзленко, Бабич, 2002). Поэтому ряд исследователей в условиях южнотаежной подзоны (Шутов, Мартынов, 1982; Максимов, 1989; Красновидов и др., 2000) отдают предпочтение сплошному удалению лиственных деревьев до того момента, как они начнут оказывать отрицательное влияние на рост хвойных пород, – опережающий уход. Современные арборициды, в частности глифосат, в отличие от широко применяемого ранее препарата 2,4-Д полностью подавляют порослевое возобновление лиственных пород (Шутов, Мартынов, 1982), что позволяет внести коррективы в сроки проведения и кратность уходов, существенно снизить трудозатраты. Последнее очень важно для условий таежной зоны, где по ряду причин не обеспечивается своевременный и качественный уход за культурами ели, что ведет к заглушению их лиственными породами, нерациональному расходованию финансовых средств и резко снижает выход деловой древесины (Лямеборшай, 1985).

Нами обследованы 14-летние культуры ели, в которых был проведен сплошной и коридорный уход с помощью арборицидов. Культуры созданы в 1986 г. на свежей вырубке елово-лиственного насаждения чернично-разнотравного типа посадкой по полосам, подготовленным покровосдирателем ПДН-1. Почва слабоподзолистая супесчаная, хорошо дренированная. На данном участке были размечены две делянки. Площадь каждой 0,2 га. На первой делянке осенью 1990 г. была проведена сплошная обработка уталом в дозе 3 кг/га по препарату с помощью опрыскивателя ОМР-1. На второй обработка в той же дозе проводилась полосами шириной 1,5 м вдоль рядов культур.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что однократная сплошная обработка современными арборицидами обеспечила формирование еловых молодняков с примесью сосны до двух единиц состава (8Е2Сед.Ив). По данным М. Н. Прокопьева (1984), в среднетаежной подзоне наличие до 20 % сосны в составе культур ели создает оптимальные условия прироста ели по диаметру и вы-

соте, а также улучшает сортиментную структуру древостоя. При коридорном способе ухода в составе молодняков доминировали листовенные породы (5Ол3Ос1Е1Сед.Б), преимущественно осина и ольха серая. Способ ухода не оказал существенного влияния на среднюю высоту и диаметр культур ели (табл. 25), различия между вариантами по этим показателям недостоверны. В то же время просматривается тенденция улучшения роста ели в варианте со сплошной обработкой. Однако повышенная ее густота (7,1 тыс. шт/га) отрицательно сказалась на средней высоте ели и способствовало накоплению деревьев низших степеней высоты и диаметра (показатель асимметрии А соответственно равен 1,31 и 1,43).

Таблица 25. Таксационная характеристика 14-летних молодняков, сформировавшихся через 10 лет после осветления культур ели сплошным и коридорным способом

Показатель	Способ ухода	
	сплошной	коридорный
Состав	8Е2Сед.Ив.	5Ол3Ос1Е1Сед.Б
Количество деревьев, тыс. шт/га:		
всего	7,1	14,1
в том числе по породам:		
ель	4,7	2,5
сосна	1,8	0,8
береза	0,4	0,8
осина	0,2	4,6
ольха	0	4,8
ива	0,2	0,6
Средняя высота по породам, м:		
ель	2,4 ± 0,05	2,3 ± 0,08
сосна	2,1	2,4
береза	0,7	3,1
осина	1,3	3,9
ольха	0	4,9
ива	2,3	2,7
Средний диаметр по породам, см:		
ель	2,4 ± 0,10	2,3 ± 0,08
сосна	2,1	2,2
береза	–	2,0
осина	–	3,0
ольха	–	2,4
ива	1,7	–

На делянке с коридорным уходом лиственные деревья обладали хорошим ростом и формировали верхний ярус. Ель стала отставать в росте и переходить во второй ярус, о чем говорит положительная асимметрия распределения ели по высоте ( $A = 0,41$ ). Из-за неравномерного распределения лиственных пород по площади и сильной дифференциации их по высоте сомкнутость полога над рядами культур также была неравномерной. Это влияло на рост культур. В местах, где кроны лиственных деревьев плотно сомкнулись, рост ели в коридорах ослаблен (высота ели 0,5–2,5 м). При открытой вершине или слабой сомкнутости крон лиственных деревьев высота их достигала 5–6 м. В результате распределение ели по высоте представлено двухвершинной кривой (эксцесс  $-0,54$ ), что говорит о неоднородности экологических условий, прежде всего освещенности, и потребности в повторном уходе. Это согласуется с выводом сотрудников Псковской ЛОС (Максимов и др., 1982) о необходимости повторного осветления ели при коридорном уходе.

Таким образом, однократная сплошная обработка пятилетних культур ели уталом обеспечила формирование еловых молодняков. При проведении осветлений ели коридорным способом необходим повторный уход с вырубкой всех деревьев лиственных пород. Но это мероприятие довольно трудоемко, а мелкая древесина лиственных пород не имеет спроса. Поэтому с лесоводственной, а также экономической (Красновидов и др., 2000) точки зрения сплошная обработка арборицидами культур ели, зарастающих лиственными породами, обладает преимуществом перед коридорным способом ухода. Коридорный способ ухода целесообразен в местах, где возможно частое побивание ели заморозками.

С целью лесоводственной оценки разных способов интенсивных осветлений проведено обследование 24-летних культур ели. Они были заложены И. А. Кузьминым (Зимин, Кузьмин, 1980) на четырехлетней вырубке ельника черничного, возобновившейся в основном осинкой. Из-за высокой степени завалуненности почвы посадку проводили двулетними сеянцами под меч Колесова с присыпкой корней почвой, взятой в местах вывала деревьев. В каждое посадочное место было высажено по два растения. Таксационные показатели приведены по лучшему из них.

Варианты опыта: 1 – контроль (без ухода); 2 – сплошная рубка лиственных пород (лиственные вырублены в год посадки); 3 – то же, что и в варианте 2, но обработка лиственных проведена арборицидом 2,4,5 Т (2 кг/га по д. в.) на четвертый год после посадки.

Способ удаления лиственных пород в культурах ели оказал решающее влияние на формирование состава и вертикальную структуру молодняков. В результате однократной сплошной обработки арборицидом и большой густоты посадки сформировался чистый еловый молодняк (10Е). На контроле (8Ос2Бед.С), как и после сплошной рубки лиственных пород (6Ос3Б1С), через 20 лет в составе преобладали осина и береза. В этих вариантах деревья, которые образовали верхний ярус, были представлены исключительно осиной и березой, причем осина занимала доминирующее положение. Вероятность сохранения отдельных экземпляров сосны, которые находились под пологом лиственных пород, без рубок ухода крайне низкая. Ель к началу второго класса возраста полностью перешла во второй ярус.

В 24-летних культурах ели распределение деревьев по диаметру на контроле имело резко выраженную положительную асимметрию ( $A = 1,17$ ) и островершинный эксцесс ( $E = 2,98$ ). Это указывает на преобладание относительно мелких деревьев. Средний диаметр ели на высоте 0,1 м здесь составлял 2,1 см. Существенное положительное влияние на распределение деревьев по толщине оказал химический уход ( $A = -0,28$ ,  $E = -0,29$ ). После сплошной вырубki лиственных они быстро восстановились порослевым путем (Зимин, Кузьмин, 1980), что отрицательно сказалось на росте ели. Средний диаметр ели при химическом уходе составил 5,9 см, а при вырубке лиственных пород – 3,2 см. Господствующее положение на контроле и в варианте со сплошной рубкой лиственных деревьев по численности, высоте и запасу занимала осина (табл. 26). Данные о ходе роста культур ели в высоту по пятилетиям после ухода представлены в табл. 27. Из нее видно, что сплошное удаление лиственных пород с помощью арборицидов способствовало ускорению роста культур ели.

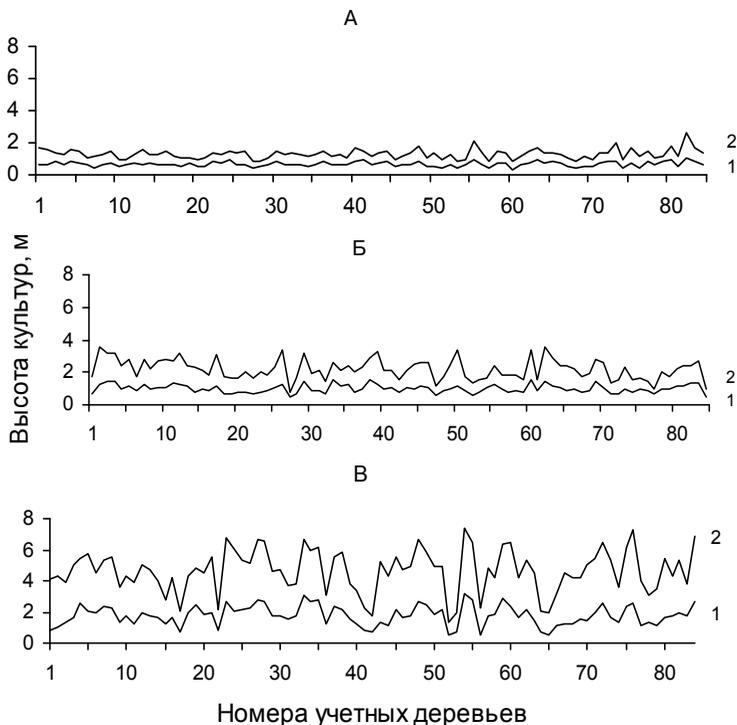
Таблица 26. Таксационная характеристика 24-летних молодняков в зависимости от способа подавления листовенных пород в культурах ели

Показатель	Способ ухода		
	Контроль	Рубка листовенных пород	Химический
Состав (по запасу):			
1 ярус	8Ос2Б ед.С	6Ос3Б1С	10Е
2 ярус	10Е	10Е	–
Кол-во деревьев, тыс. шт/га:			
ель	9,3	10,0	8,6
сосна	0,2	0,8	–
береза	4,8	2,2	–
осина	9,6	7,2	–
Средняя высота, м:			
ель	1,3	2,2	4,7
сосна	3,9	4,6	–
береза	5,4	7,9	–
осина	9,1	8,0	–
Средний диаметр, см:			
ель*	2,1	3,2	5,9
сосна	2,8	3,7	–
береза	3,4	5,5	–
осина	6,0	5,1	–

Примечание. \* – диаметр на высоте 0,1 м.

Таблица 27. Влияние способа ухода на рост 24-летних культур ели в лесорастительных условиях ельника черничного

Вариант опыта	Кол-во лет после ухода	Средняя высота, см	t	Стандартное отклонение	Асимметрия А	Экссесс Е
Контроль	5	43 ± 1,14	–	10,9	–0,05	–0,2
Рубка листовенных пород		58 ± 1,76	7,4	17,6	0,28	–0,7
Химический уход		86 ± 3,77	11,0	34,9	0,13	–0,6
Контроль	10	67 ± 1,61	–	15,5	0,26	–0,34
Рубка листовенных пород		99 ± 2,60	10,4	26,0	0,34	–0,5
Химический уход		179 ± 7,06	15,5	65,5	0,04	–0,69
Контроль	15	99 ± 2,16	–	20,8	0,65	0,88
Рубка листовенных пород		156 ± 4,51	11,3	45,1	0,43	–0,15
Химический уход		310 ± 11,4	18,2	105,7	–0,12	–0,43
Контроль	20	130 ± 3,18	–	30,6	1,17	2,98
Рубка листовенных пород		217 ± 6,63	11,8	66,3	0,39	–0,17
Химический уход		468 ± 15,22	21,7	141,2	–0,28	–0,29



*Рис. 12.* Влияние способа ухода на рост и дифференциацию 24-летних культур ели:

А – без ухода; Б – сплошная рубка лиственных; В – химический уход.  
 Высота культур ели: 1 – через 10 лет; 2 – через 20 лет после ухода

Через 5 лет после химического ухода, несмотря на неоднократное побивание заморозками, средняя высота культур ели увеличилась по сравнению с контролем в 2 раза, через 10 лет – в 2,6 раза, через 15 лет – в 3,1 раза и через 20 лет – в 3,6 раза. После сплошной рубки лиственных пород лесные культуры превосходили контроль в 1,4; 1,5; 1,6 и 1,7 раза, соответственно, но были в 2 раза ниже, чем при химическом уходе. Изменчивость по высоте у культур ели была довольно высокая на протяжении всего периода наблюдений. Стандартное отклонение позволяет дать сравнительную оценку дифференциации культур ели по высоте в абсолютных раз-

мерах. С возрастом деревьев стандартное отклонение увеличивается, что говорит о возрастании разницы между высотами лидирующих и отстающих особей ели. Более быстрыми темпами этот процесс идет при полном удалении лиственных пород.

Влияние способа ухода на рост и дифференциацию рядовых культур ели по высоте представлено на рис. 12. На контроле под пологом лиственных пород рост ели был подавлен, поэтому выбрать наиболее перспективные деревья при проведении рубок ухода даже в 24-летнем возрасте довольно сложно. При однократной сплошной вырубке лиственных пород дифференциация деревьев по высоте проявилась более заметно. Наибольшие амплитуды по высоте в рядах культур были при полном удалении лиственных пород химическим методом. Причем большинство хорошо растущих в первые годы экземпляров ели сохраняло эту способность к росту и в дальнейшем (рис. 13).

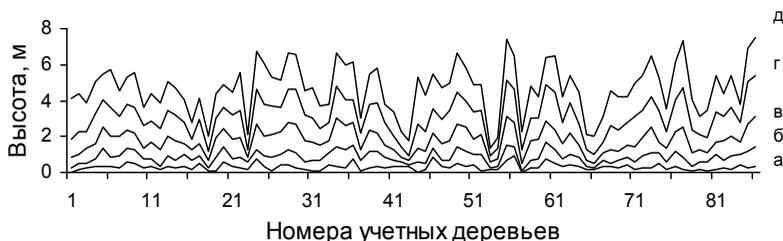


Рис. 13. Динамика роста отдельных деревьев в высоту 24-летних рядовых культур ели при отсутствии затенения лиственными породами:

высота культур в возрасте: а – 4; б – 9; в – 14; г – 19; д – 24 лет

В табл. 28 приведена матрица перехода деревьев из одной ранговой группы в другую, составленная на основе замера 105 модельных деревьев в варианте с химическим уходом. Данные сгруппированы по пятилетиям, что позволило проследить этот процесс в динамике. В раннем возрасте переход деревьев из одной ранговой группы в другую отмечается наиболее часто. Одной из причин этого является побивание ели заморозками. С возрастом ранговое положение деревьев в чистых культурах ели стабилизируется. В 9-летних культурах и

старше переход деревьев из двух высших ранговых групп в низшие редкий. С этого возраста можно с большой уверенностью начинать отбор наиболее перспективных по росту деревьев при разреживании культур ели. Близкий результат получен Е. Л. Маслаковым (1992) для южнотаежной подзоны в условиях Ленинградской области.

Таблица 28. Матрица перехода деревьев из одной ранговой группы в другую по пятилетиям в 24-летних культурах ели в варианте с химическим уходом, %

Ранговые группы 24-летних культур	Ранговые группы 4-летних культур				
	1	2	3	4	5
1	41	29	12	18	0
2	29	23	23	6	18
3	6	18	41	23	12
4	24	12	12	18	35
5	0	18	12	35	35
	Ранговые группы 9-летних культур				
1	65	29	6	0	0
2	30	35	35	0	0
3	5	18	24	41	12
4	0	18	35	12	35
5	0	0	0	47	53
	Ранговые группы 14-летних культур				
1	82	18	0	0	0
2	12	64	18	6	0
3	6	18	53	23	0
4	0	0	29	36	35
5	0	0	0	35	65
	Ранговые группы 19-летних культур				
1	94	6	0	0	0
2	6	76	18	0	0
3	0	18	64	18	0
4	0	0	18	70	12
5	0	0	0	12	88

Оценить влияние листового полога на культуры ели после ухода различными способами позволяет коэффициент «зонтичности» кроны, который представляет собой отношение диаметра кроны к ее протяженности по стволу (Чмыр, 1971) Он показал, что на контроле ель находилась в сильной степени угнетения, а в варианте с рубкой листовых пород – средней (табл. 29). На

участке с химическим уходом культуры не затенялись листовыми породами, но из-за близкого произрастания в рядах усилилась внутривидовая конкуренция ели.

Таблица 29. Зависимость ширины и протяженности кроны 24-летних культур ели от способа ухода

Вариант опыта	Ширина кроны, см		t	Протяженность кроны, см	Коэффициент «зонтичности» кроны
	вдоль ряда	поперек ряда			
Контроль	91 ± 1,57	94 ± 1,72	1,37	87 ± 2,86	1,2 ± 0,03
Ручной уход	114 ± 1,78	116 ± 2,24	0,77	163 ± 6,05	0,8 ± 0,02
Химический уход	131 ± 2,33	144 ± 3,03	3,48	403 ± 14,4	0,4 ± 0,01

В заключение следует отметить, что однократное сплошное удаление листовых пород арборицидами в 4–5-летнем возрасте культур обеспечило формирование молодняков с преобладанием ели, что не произошло при однократном коридорном уходе и при полном удалении листового полога путем рубки деревьев. Опасность потери прироста от повреждения ели заморозками при полном осветлении оказалась значительно ниже, чем от заглушения листовыми породами.

## 5.2. Густота культур ели

Проблема густоты лесных культур – одна из главных в лесокультурном производстве. Ей посвящено большое количество публикаций, но мнения авторов об оптимальной густоте культур довольно противоречивы, что видно из обзоров по данной проблеме (Мартынов, 1974; Мерзленко, 1981; Морозов и др., 1983; Мерзленко, Бабич, 2002). Первоначальная их густота влияет на рост и производительность древостоев искусственного происхождения, технические качества древесины. От нее зависят затраты на создание лесных культур, она определяет потребность в уходе и возможности применения механизмов. При низкой густоте может возникнуть необходимость в дополнениях, а также возможно снижение производительности древостоев. Она оправдана при посадке крупномерного посадочного материала с улучшенными наследственными свойствами для ускоренного выращивания древесины

(Маркова и др., 2004). Однако чрезмерная густота культур может оказать существенное влияние на устойчивость древостоев и вызвать их ускоренный распад (Рогозин, Разин, 2011). Е. С. Кретов (1974) по результатам анализа более 400 работ по густоте посадки сосны предложил считать культуры с густотой 3–5 тыс. шт/га редкими, 5–10 тыс. шт/га – средней густоты, 10–13 тыс. шт/га – густыми и более 13 тыс. шт/га – очень густыми. А. И. Писаренко и М. Д. Мерзленко (1979) расширили границы классификации. Они ввели понятия крайне редкая густота посадки (менее 1,5 тыс. шт/га), очень редкая (2 тыс. шт/га), редкая (3–5 тыс. шт/га), средняя (6–10 тыс. шт/га), густая (11–13 тыс. шт/га), очень густая (14–20 тыс. шт/га), крайне густая (21 тыс. шт/га и более). В условиях таежной зоны, когда наблюдается постоянный рост цен на посадочный материал, густота посадки более 5 тыс. шт/га (средняя густота) для арендаторов экономически будет неприемлема.

Анализ данных по густоте посадки культур ели с 1861 по 1970 г. в условиях зоны смешанных лесов показал, что в среднем она составляла 5 тыс. шт/га, а предельные ее значения равнялись 2 и 13 тыс. шт/га (Писаренко, Мерзленко, 1979). По данным Г. С. Разина (1988), в условиях средней и южной тайги Западного Урала с увеличением начальной густоты культур ели с 3,6 до 8,5 тыс. шт/га до 20-летнего возраста полнота и запас возрастают прямо пропорционально густоте, но к 40–50 годам различия исчезают. Однако в дальнейшем древостои большей начальной густоты имеют меньшую полноту и запас. Поэтому первоначальная густота должна учитываться при составлении таблиц хода роста, а выращивание культур ели с густотой более 3,5 тыс. шт/га (в 10-летнем возрасте) без рубок ухода ведет к формированию тонкомерных и неустойчивых древостоев.

Согласно «Правилам лесовосстановления» (2013), первоначальная густота культур на вырубках таежной зоны при посадке семян с открытой корневой системой должна быть не менее 3 тыс. шт/га, а при использовании саженцев и семян с закрытой корневой системой допускается снижать ее до 2,0 тыс. шт/га. С. Л. Майоров (1968) предлагает в северной лесостепи создавать культуры ели с густотой 2–3 тыс. шт/га. При этом продуктивность еловых древостоев к возрасту рубки не снижается, однако

их товарная структура улучшается, а средства на создание культур уменьшаются. Х. М. Исаченко (1957) рекомендует снижать первоначальную густоту до 1,5–2,5 тыс. деревьев на 1 га. По данным Ю. Д. Сироткина, в Беларуси средний диаметр 70-летних культур ели при густоте посадки 5,0 тыс. шт/га составлял 24,4 см, а запас – 681 м<sup>3</sup>/га, а при густоте 1,2 тыс. шт/га, соответственно, 29,4 и 751. С возрастом в редких культурах прирост увеличивается, что ведет к выравниванию запасов древостоев с разной густотой стояния деревьев (Кайрюкштис, Юодвалькис, 1975). Однако чрезмерное снижение первоначальной густоты культур ели может способствовать повреждаемости ее заморозками (Соколов, 2006). Учитывая, что основной запас древесины в лесных культурах накапливается в деревьях-лидерах, обладающих быстрым ростом и составляющих не более 1/3 общего числа деревьев, И. В. Шутов с соавторами (2007) считают, что исходная густота при посадке саженцев на плантациях должна составлять 3,0–3,5 тыс. шт/га. По мнению М. Д. Мерзленко (1958), при целевом выращивании культур ели на стволовую массу и высокосортный пиловочник первоначальная густота должна быть разной: на биомассу 8 тыс. шт/га, а на пиловочник – от 4 до 6 тыс. шт/га.

По данным Петрозаводской ЛОС (Цинкович, Барышева, 1990) при создании плантационных культур ели в условиях Карелии оптимальная первоначальная густота при посадке саженцев составляет 3,5–4,0 тыс. шт/га. Согласно практическим рекомендациям по созданию лесосырьевых плантаций (Ускоренное производство..., 1991), исходная густота культур ели на минеральных почвах должна быть 3,5–4,5 тыс. шт/га, а на торфяных – 4,0–5,0 тыс. шт/га.

Густота посадки влияет на все этапы формирования древостоев, и с ее увеличением возрастают затраты на разреживание культур. В то же время каждому возрастному этапу развития древостоя в зависимости от лесорастительных условий и породного состава соответствует оптимальная густота (Кайрюкштис, Юодвалькис, 1976; Писаренко, Мерзленко, 1979; Разин, 1988). Она определяется возможной конкуренцией деревьев за условия существования. По мнению С. Н. Сеннова (2001), основную роль в регулировании численности деревьев чистого древостоя играет корневая конкуренция, а конкурентоспособность отдельного дерева в первую оче-

редь определяется генотипом. И. С. Марченко (1989) считает, что не только конкуренция, но и наследственные свойства дерева (его генотип) в сочетании с экологической неоднородностью местообитания определяют динамику развития древостоя. Поэтому при большой густоте культур возможен отбор наиболее перспективных особей, но это увеличивает затраты на создание культур и рубки ухода. Пока нет единого мнения по оценке «оптимальной густоты» древостоя, существует множество критериев оптимальности (запас, сортиментная структура, качество древесины, прирост, доход и др.), что связано как с различиями в методике исследований, так и с разнообразием условий местопроизрастания и целей хозяйства. Не существует густоты, обеспечивающей во все возрасты максимальные показатели по всем критериям одновременно, например, наивысшую продуктивность древостоя и наилучшую его сортиментную структуру (Георгиевский, 1957). Анализируя результаты многочисленных отечественных и зарубежных исследований, А. Н. Мартынов (1974) делает заключение: при обосновании густоты лесных культур следует руководствоваться целевым назначением древостоев, биологическими свойствами породы, условиями местопроизрастания, наличием рабочей силы, возможностью сбыта маломерной древесины и рядом других факторов. С их учетом устанавливается «рациональная» густота культур применительно к конкретным почвенно-климатическим и экономическим условиям.

В Карелии исследованием густоты лесных культур занималась Петрозаводская ЛОС ЛенНИИЛХа и Институт леса КФ АН СССР. Сначала основное внимание было уделено обоснованию первоначальной густоты культур сосны, создаваемых посевом (Синькевич, Шубин, 1969; Шубин, 1970; Синькевич, 1971; Синькевич, Цинкович, 1980). В дальнейшем были начаты исследования по влиянию их густоты на формирование древостоев с целью ускоренного выращивания древесины, в том числе с применением удобрений и изреживаний (Цинкович, Барышева, 1990; Попов, Цинкович, 1992). Исследования культур ели разной густоты в условиях Карелии начались в начале 1970-х гг., но пока информации о них крайне мало, особенно по посадкам крупномерным посадочным материалом, который наиболее перспективен при создании культур ели.

В 1972 г. участок с различной густотой посадки культур ели был создан Институтом леса КФ АН СССР под руководством И. А. Кузьмина, однако в дальнейшем исследований на нем не проводилось. Он был восстановлен нами, и изучение влияния первоначальной густоты на формирование древостоев было продолжено.

Участок заложен на вырубке ельника черничного свежего, пройденной сплошным палом. До рубки в древостое насчитывалось семь единиц ели, три – сосны, единично встречались береза с осинкой. Почва – пятнисто-подзолистая, супесчаная. Вырубка возобновилась лиственными породами, преимущественно березой, которой в 1970 г. насчитывалось 30–40 тыс. шт/га. Средняя высота составила 2–2,5 м, сомкнутость крон 0,7–0,8. В 1971 г. участок обработан арборицидом 2,4-Д с помощью авиации (Кузьмин, Стрелкова, 1976). В 1972 г. под полог сухой березы посажены трехлетние сеянцы ели, выращенные во временном питомнике. Посадку сеянцев проводили под меч Колесова по необработанной почве. Размещение между сеянцами в рядах и между рядами составляло: 1×1 м (10 тыс. шт/га); 1×2 м (5,0 тыс. шт/га); 1,5×2 м (3,3 тыс. шт/га) и 2×2 м (2,5 тыс. шт/га). По данным И. А. Кузьмина, в первые годы максимальный отпад ели наблюдался в посадках с густотой 2,5 тыс. шт/га, а минимальный – с густотой 10 тыс. шт/га. Основной причиной отпада культур явилось интенсивное развитие живого напочвенного покрова и поросли лиственных пород. Было проведено дополнение культур. В 1982 г. лиственные, которые значительно обогнали ель по высоте и заглушали ее, обработали бутапоном. В дальнейшем культуры выращивали чистыми по составу. Освобождение ели от затеняющего полога лиственных пород привело к повреждению ее заморозками. С учетом боковых побегов от заморозков пострадало 72–87 % елей, а с учетом главного – только от 1,5 до 3 %. Усиление притока света и повреждаемость заморозками увеличивали дифференциацию культур ели по высоте.

Результаты исследования показали, что сохранность 31-летних культур равнялась 78–83 %. Абсолютный показатель отпада ели с повышением исходной густоты с 2,5 до 10 тыс. шт/га увеличился с 0,2 до 1,7 тыс. шт/га. Полнота древостоя при густоте 5 тыс. шт/га и более превышала единицу, что говорит о необходимости проведения ухода

(разреживания). Культуры с густотой посадки 2,5 тыс. шт/га до этого периода в изреживании не нуждались. С увеличением первоначальной густоты культур средний диаметр ели снижался. Существенных различий по средней высоте между вариантами с густотой посадки от 2,5 до 5,0 тыс. шт/га не наблюдалось, но при увеличении густоты до 10,0 тыс. шт/га оно стало заметным. Повышение густоты культур сопровождалось увеличением общего запаса (табл. 30).

Таблица 30. Таксационные показатели 31-летних культур ели разной густоты в лесорастительных условиях ельника черничного

Показатель	Схема посадки			
	2×2 м	1,5×2 м	2×1 м	1×1 м
Густота посадки, тыс. шт/га	2,5	3,3	5,0	10,0
Сохранность, %	93	78	80	83
Густота древостоя, тыс. шт/га	2,3	2,6	4,0	8,3
Полнота	0,6	0,8	1,0	1,8
Средний диаметр, см	6,7 ± 0,22	6,9 ± 0,29	6,3 ± 0,28	5,4 ± 0,25
Средняя высота, м	7,3	7,2	7,3	5,7
Запас, м <sup>3</sup> /га	49	63	80	118

Увеличение густоты ели вело к повышению полноты молодняков и накоплению деревьев низших ступеней толщины. Особенно отчетливо это проявилось в варианте с густотой посадки 10,0 тыс. шт/га (рис. 14). Однако у 1000 лучших деревьев на 1 га, которые в перспективе образуют древостой, зависимость между их таксационными показателями и густотой посадки была иная. С увеличением первоначальной густоты культур наблюдалась тенденция увеличения среднего диаметра. Значительных различий между ними по средней и относительной (0,92–0,99) высотам также не отмечено. Однако различия по средней высоте всего древостоя и средней высоте тысячи лучших деревьев – лидеров были заметны. С увеличением густоты с 2,5 до 10 тыс. шт/га разница между этими показателями увеличилась с 2,3 до 4,5 м. Доля одной тысячи лучших деревьев от общего их количества в древостое составляла от 12 до 43 %, а запас древесины – от 47 до 84 %. Это несколько расходится с результатами, полученными в плантационных культурах ели Е. Л. Маслаковым и А. Н. Кузнецовым (1992), которые утверждают, что в возрасте 25–30 лет запас тысячи самых крупных деревьев

в ценопопуляции превышает 80 % общего запаса древостоя. Данное обстоятельство, видимо, связано с более низкой плотностью плантационных культур. В наших опытах значительных различий по запасу тысячи лучших деревьев с изменением плотности от 3,3 до 10 тыс. шт/га не наблюдалось (табл. 31).

Таблица 31. Таксационные показатели 1000 лучших деревьев на 1 га в 31-летних культурах ели при разной густоте посадки в лесорастительных условиях ельника черничного

Показатель	Схема посадки			
	2×2 м	1,5×2 м	2×1 м	1×1 м
Густота посадки, тыс. шт/га	2,5	3,3	5,0	10,0
Средний диаметр, см	9,6 ± 0,19	10,6 ± 0,31	10,9 ± 0,34	11,1 ± 0,32
Средняя высота, м	9,5	10,1	10,7	10,2
Запас, м <sup>3</sup> /га	40	53	57	55
Доля от общего количества деревьев, %	43	38	25	12
Процент от общего запаса	80	84	72	47

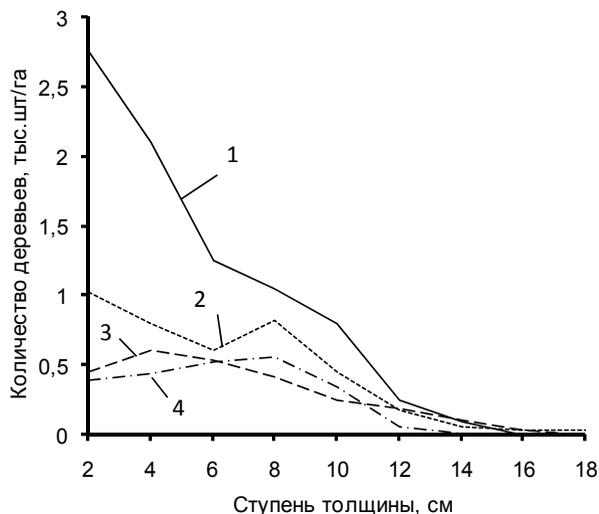


Рис. 14. Влияние густоты посадки на распределение 31-летних культур ели по диаметру:

1 — 10,0 тыс. шт/га; 2 — 5,0 тыс. шт/га; 3 — 3,3 тыс. шт/га;  
4 — 2,5 тыс. шт/га

Полученные результаты говорят о том, что наиболее крупные деревья до 30-летнего возраста слабо реагируют на повышение густоты древостоя. Поэтому увеличение первоначальной густоты в сочетании с рубками ухода, при которых остаются особи, обладающие наследственными свойствами быстрого роста, позволяет сократить период выращивания качественной древесины. Такое заключение подтверждают результаты, полученные в условиях Ленинградской области (Сеннов, Соколовский, 1984). Судя по нашим результатам, максимальная густота посадки ели при закладке культур сеянцами не должна превышать 5,0 тыс. шт/га, иначе это приведет к увеличению материальных и трудовых затрат, но не даст существенного лесоводственного эффекта.

По данным Г. С. Разина (1991), проводившего исследования на Западном Урале, количество деревьев в густых культурах с возрастом быстро снижалось, но все же длительное время оставалось высоким. Такая же закономерность наблюдалась и на наших участках до середины второго класса возраста. По его данным, культуры с первоначальной густотой более 4,8 тыс. шт/га, выращиваемые без разреживания, после 80–100 лет распались, не достигнув технической спелости. В возрасте 90–110 лет наибольшее число деревьев имели культуры с первоначальной густотой 2,4 тыс. шт/га. Однако снижение густоты культур возможно до определенного предела. Так, М. Д. Мерзленко (1981) в условиях Московской области отмечал снижение производительности в старых культурах с первоначальной густотой 1,2–1,5 тыс. шт/га. Исходя из сказанного, при ускоренном лесовыращивании первоначальная густота посадки стандартных сеянцев ели должна быть не менее 2,5 тыс. шт/га, а с учетом 20%-го отпада – 3,0 тыс. шт/га.

Известно, что на протяжении всего цикла выращивания густота древостоя меняется. В лесных культурах прирост ели до соприкосновения корнями или за 2–3 года до смыкания крон не зависит от первоначальной густоты посадки. После смыкания крон с увеличением густоты культур происходит снижение среднего диаметра и высоты древостоя. Поэтому ельники в молодом возрасте рекомендуется выращивать разомкнутыми. В условиях Прибалтики установлено, что расстояние между кронами деревьев должно быть не менее 30–70 см, что позволяет исключить за-

держку роста ели (Кайрюкштис, Юодвалькис, 1976). На основе выявленных закономерностей формирования древостоев ели искусственного происхождения Л. А. Кайрюкштис и А. И. Юодвалькис (1976) дают рекомендации по регулированию густоты культур ели в зависимости от их высоты. По нашим данным, средняя высота 19-летних культур ели, созданных посадкой семян и выращенных без осветлений, составляла 1,3 м. На участках, где лиственные были удалены полностью с помощью арборицидов, она равнялась 3,1 м (Соколов, 2006). По информации Л. К. Цинкович и Г. И. Барышевой (1990), у 20-летних культур, созданных посадкой семян, средняя высота равнялась 3,6 м, саженцами – 4,3 м. В наших опытах при посадке культур саженцами в лесорастительных условиях ельника черничного средняя высота 11-летних культур составляла 3,0 м, а 16-летних превысила 5 м. Приведенные данные говорят о том, что потребность в первом разреживании в значительной мере зависит от способа создания культур и режима их выращивания.

Технологии, направленные на ускоренное выращивание древесины, наряду с разреживанием древостоев, предусматривают применение крупномерного посадочного материала и улучшение режима питания ели путем внесения удобрений. В условиях Карелии такие культуры впервые были заложены Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа на свежей вырубке ельника черничного (Цинкович, Синькевич, 1973; Цинкович, Барышева, 1990). Почва среднеподзолистая супесчаная, завалуненная. Средняя глубина залегания камней 18 см, встречаемость их в верхнем 20-сантиметровом слое почвы составляла 51 %. Посадка проведена четырехлетними саженцами (2+2) без подготовки почвы под лопату и двулетними сеянцами в площадки 0,2×0,2 м. Культуры выращивали с первоначальной густотой от 1 до 4 тыс. шт/га (участок 3). После закрытия Петрозаводской ЛОС исследования на них были прекращены. В 2002 г. границы делянок были нами восстановлены и дважды проведены повторные обследования культур.

Таксационная характеристика повторно обследованных нами 41-летних культур ели разной густоты, выращенных с применением удобрений и разреживаний, приведена в табл. 32.

Таблица 32. Таксационная характеристика 41-летних культур ели разной первоначальной густоты, выращенных с применением разреживания и удобрений

Вид посадочного материала	Вариант опыта	Густота, тыс. шт/га		Средние		Полнота	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га
		исходная	стояния	диаметр, см	высота, м		
Саженцы	Удобрения	4,0	1,47	16,5	15,8	1,1	253
То же	Контроль	4,0	1,37	16,9	15,9	1,1	249
То же	Удобрения	3,0	1,51	17,0	15,2	1,3	280
То же	Контроль	3,0	1,40	15,2	14,0	0,8	181
То же	Удобрения	2,0	1,52	16,5	16,3	1,2	266
Сеянцы	Контроль	2,0	1,43	14,8	13,8	0,8	175
Саженцы	Удобрения	1,0	0,92	18,0	14,8	0,9	177
То же	Контроль	1,0	0,91	16,3	13,3	0,8	132

Результаты показали, что, несмотря на удаление части деревьев при разреживании, в молодняках на контрольных делянках прослеживается тенденция увеличения общего запаса древостоя с увеличением исходной густоты культур. Культуры ели обладали высокой продуктивностью. В молодняках с возрастом бонитет повышался и к 40 годам с III–IV достиг I–II класса (табл. 33). При использовании саженцев исключением явился вариант с исходной густотой 1 тыс. шт/га. Сеянцы на протяжении всего периода наблюдений отставали от саженцев в росте по диаметру и накоплению запаса. Но за последние 8 лет их текущий годичный прирост по запасу заметно повысился и превысил 11 м<sup>3</sup>/га, а культуры росли уже по II классу бонитета.

Применение минеральных удобрений способствовало ускорению роста культур ели, увеличению объема среднего дерева и повышению продуктивности древостоя на один класс бонитета. Более эффективным оно оказалось в вариантах с начальной густотой 3 и 2 тыс. шт/га. Древостой с исходной густотой 2,0 тыс. шт/га, незначительно уступая по запасу и диаметру, имел тенденцию к увеличению текущего прироста по запасу, который был достаточно высоким (12,9 м<sup>3</sup>/га). Культуры с густотой посадки 1,0 тыс. шт/га, выращенные без разреживаний с применением удобрений, к этому времени имели максимальный диаметр и объем ствола. Однако запас древостоя и текущий прирост по запасу при густоте 1,0 тыс. шт/га были значитель-

Таблица 33. Динамика таксационных показателей 41-летних культур ели

Исходная густота, тыс. шт/га	Вариант опыта	Возраст культур, лет	Д, см	Н, м	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Класс бонитета
4,0	Саженьцы, удобрения	20	8,1	6,4	9,2	39	0,022	II
		25	11,5	9,2	17,6	94	0,055	II
		33	13,7	11,8	25,2	165	0,099	II
		41	16,5	15,8	31,0	253	0,182	I
	Саженьцы, контроль	20	7,7	5,4	6,4	25	0,018	II
		25	10,6	8,2	11,8	60	0,044	II
		33	13,7	11,8	18,8	125	0,099	II
		41	16,9	15,9	31,0	249	0,145	I
3,0	Саженьцы, удобрения	20	7,7	5,6	6,5	25	0,018	II
		25	11,3	7,9	13,6	65	0,049	II
		33	14,5	12,8	25,8	185	0,121	I
		41	17,0	15,2	34,0	280	0,177	I
	Саженьцы, контроль	20	5,9	4,3	3,9	13	0,009	IV
		25	9,3	6,5	9,8	42	0,029	III
		33	12,2	10,0	17,2	101	0,062	II
		41	15,2	14	25,0	181	0,129	II
2,0	Саженьцы, удобрения	20	6,8	5,2	6,0	28	0,017	III
		25	10,7	8,0	14,3	67	0,042	II
		33	14,0	12,2	23,9	162	0,099	I
		41	16,5	16,3	33,0	266	0,187	I
	Сеянцы, контроль	20	4,9	3,6	2,2	7	0,006	IV
		25	6,7	5,4	3,4	13	0,014	IV
		33	11,3	10,2	13,1	79	0,052	III
		41	14,8	13,8	24,0	175	0,122	II
1,0	Саженьцы, удобрения	20	7,1	5,0	3,6	14	0,015	III
		25	10,2	7,5	7,2	34	0,038	III
		33	14,3	11,6	15,5	102	0,099	II
		41	18,0	14,8	23,0	177	0,197	II
	Саженьцы, контроль	20	5,1	3,7	1,5	5	0,006	IV
		25	7,9	6,1	4,2	18	0,021	III
		33	11,7	9,9	10,5	61	0,062	III
		41	16,3	13,3	19,0	132	0,138	II

но ниже, чем в остальных вариантах с удобрением. Средний прирост 41-летних культур ели по запасу в вариантах с применением удобрений составил 4,3–6,8, а на контрольных – 3,2–6,1 м<sup>3</sup>/га. При посадке

сеянцев он равнялся  $4,3 \text{ м}^3/\text{га}$ . Показатели текущего прироста с возрастом увеличивались и значительно превосходили средний. Это указывает на то, что древостой не достигли количественной спелости (рис. 15). Полученные результаты говорят о том, что с применением удобрений и крупномерного посадочного материала высотой 30 см и диаметром 7 мм культуры ели целевого назначения допустимо создавать с густотой 2,5–3,0 тыс. шт/га, а при использовании отборных саженцев (Пигарев и др., 1987; Ковалев, 2004; Маркова и др., 2004) густоту посадки можно уменьшить до 2,0 тыс. шт/га, что позволит снизить затраты на разреживание культур и уменьшить повреждаемость стволов и корней деревьев при их проведении. Подтверждением этого являются результаты опытов М. С. Ковалева (2004). В условиях ельника кисличного Псковской области 26-летние культуры ели, созданные им саженцами с густотой 2,0 тыс. шт/га и разреженные в 10-летнем возрасте до густоты 1,0 тыс. шт/га, имели несколько меньший запас ( $278 \text{ м}^3/\text{га}$ ), чем культуры с исходной густотой 4,0 тыс. шт/га ( $302 \text{ м}^3/\text{га}$ ) и разреженные до 2,0 тыс. шт/га, но превос-

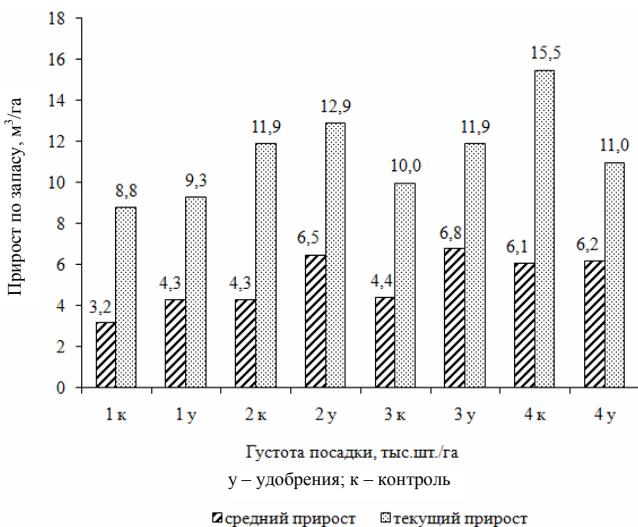


Рис. 15. Средний и текущий прирост по запасу 41-летних культур ели

ходили их по среднему диаметру (20,4 и 16,0 см). Разреживание культур ели в 10-летнем возрасте с интенсивностью выборки 50 % по числу деревьев привело к формированию более крупного и здорового древостоя, чем аналогичной густоты без разреживаний. Следует отметить, что на опытном участке при исходной густоте 4,0 тыс. шт/га в 33-летнем возрасте влияние удобрений на средние диаметр и высоту уже не прослеживалось (рис. 16), хотя в 20-летнем возрасте оно еще было существенным (Цинкович, Барышева, 1990). Это, объясняется, во-первых, селекционным отбором при рубках ухода быстрорастущих особей; во-вторых, тем, что действие минеральных удобрений закончилось и без дополнительного воздействия извне биологическая система стала приходить в соответствие с продуктивностью условий местопроизрастания. Такая же закономерность отмечена и в других вариантах с внесением удобрений.

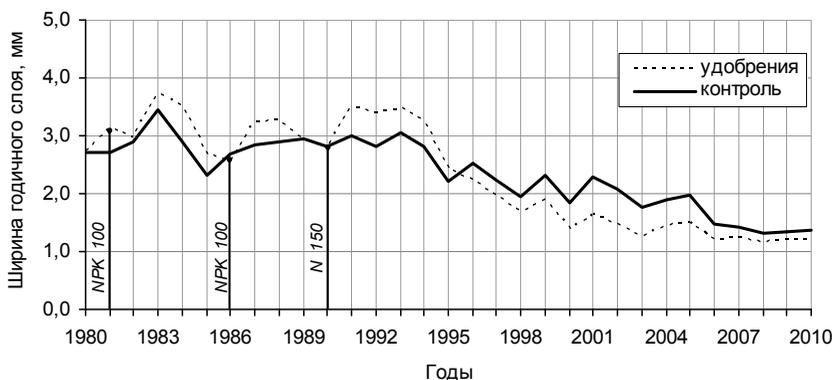


Рис. 16. Зависимость радиального прироста 41-летних культур ели от подкормки минеральными удобрениями

В 41-летнем возрасте распределение деревьев по ступеням толщины в варианте с густотой посадки 4 тыс. шт/га было близким к нормальному, а древостои имели одинаковые таксационные показатели. Высокие показатели текущего прироста по запасу 11 (удобрения) и 15 м<sup>3</sup>/га (контроль), а также относительной полноты (1,1) указывают на возможность разреживания этих культур с оставлением 700–800 лучших деревьев (Прогноз-

ные таблицы..., 1988) с целью получения не только балансов, но и пиловочника. На необходимость постановки длительных экспериментов по такой селекции хвойных пород в густых культурах обращали внимание Н. П. Калиниченко, А. И. Писаренко и Н. А. Смирнов (1991). Целесообразность применения рубок ухода для улучшения генофонда ели на лесосеменных плантациях также показана в работе В. Г. Потылева (1983). Данный лесоводственный прием с отбором деревьев-лидеров рекомендуется использовать при ускоренном лесовыращивании на лесосырьевых плантациях сосны и ели (Шутов и др., 1984). Основным его недостаток – увеличение затрат на посадочный материал и посадку, а также рубки ухода.

Многие исследователи (Фадин, 1957; Мерзленко, 1981; Разин, 1988; Ковалев, 1992 и др.) отмечают лучший рост ели по диаметру в культурах с низкой густотой, что связывают с улучшением условий питания и освещенности, ослаблением корневой конкуренции, лучшей обеспеченностью теплом. Однако в данном опыте при меньшей густоте (1 тыс. шт/га) ель интенсивней повреждалась заморозками. В результате у деревьев образовались «двойчатки» и формировалась кустистая форма ствола, что отрицательно влияет на сортиментную структуру древостоя. При первоначальной густоте 2,0 тыс. шт/га количество таких деревьев было в 2,3 раза меньше по сравнению с предыдущим вариантом, а при густоте 3 тыс. шт/га и более оно сводилось к минимуму (рис. 17).

Следовательно, при выращивании культур ели первоначальная густота влияет не только на формирование запаса древостоя и потребность в рубках ухода, но и на повреждаемость ели заморозками, что ведет к потере прироста, многовершинности и повышению сучковатости в комлевой части ствола.

Таким образом, в среднетаежной подзоне на вырубках с дренированными завалуненными почвами возможно ускоренное выращивание древостоев ели целевого назначения. Основные требования: лесорастительные условия – ельник кисличный и черничный, первоначальная густота культур, обеспечивающая селективный отбор деревьев, применение крупномерного посадочного материала, качественный агротехнический уход, своевременное осветление и разреживание ели.

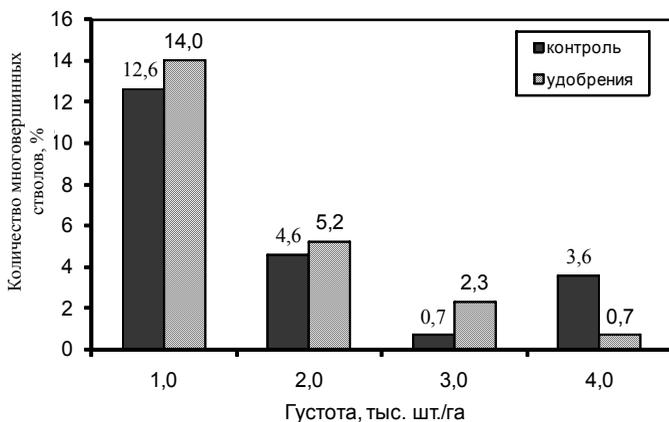


Рис. 17. Количество многовершинных деревьев в 33-летних культурах ели в зависимости от густоты посадки

С возрастом в культурах ели отмечается повышение класса бонитета. Интенсивность процесса зависит от густоты культур и применения удобрений. Внесение минеральных удобрений, способствуя ускорению роста культур, обеспечивает повышение продуктивности древостоев на I класс бонитета.

Осветление культур, созданных посадкой семян, коридорным способом с вырубкой лиственных в черничном типе лесорастительных условий, оказывает положительное влияние на рост ели, но одного приема недостаточно. Повторный уход требуется через 4–6 лет. Однократная сплошная обработка гербицидами обеспечивает формирование еловых молодняков с примесью сосны. В этом случае в наибольшей мере реализуются наследственные свойства ели к быстрому росту. Опасность потери прироста в высоту от повреждения заморозками при интенсивном осветлении ниже, чем от заглущения лиственными.

Ранговое положение деревьев в культурах ели, созданных посадкой семян и не испытывающих затенения лиственными, стабилизируется после 9 лет, а крупномерными саженцами – после 7 лет. С этого возраста с большой вероятностью можно начинать уход за перспективными деревьями.

В культурах ели отмечается значительная неоднородность в росте, которая с возрастом увеличивается. Крупные деревья слабо реагируют на увеличение исходной густоты, что позволяет проводить отбор лучших экземпляров по скорости роста и выращивать древостой в ускоренном режиме.

Использование отборного крупномерного посадочного материала, качественной обработки почвы и своевременных уходов дает возможность при целевом лесовыращивании на пиловочник уменьшить густоту посадки ели до 2 тыс. шт/га. Снижение первоначальной густоты культур ели до 1 тыс. шт/га нежелательно, так как способствует повреждению ее заморозками и увеличивает число деревьев с пороками формы ствола.

## 6. КУЛЬТУРЫ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti) является редким древесным растением. Благодаря уникальной древесине, а также в связи с ограниченностью ресурсов и локальностью произрастания она высоко ценится на мировом рынке. У карельской березы слабая конкурентоспособность, поэтому она не образует чистых по составу насаждений, а встречается в виде небольших групп или отдельных деревьев (Соколов, 1959). Карельская береза преимущественно встречается на опушках леса, на каменистых почвах и на обочинах дорог, где неблагоприятное воздействие других древесных пород на нее ограничено. На территории республики к 1970 г. произрастало 4,8 тыс. деревьев карельской березы, но к 2003 г. численность ее снизилась практически наполовину. Основными причинами этого были незаконные рубки и естественное отмирание перестойных деревьев (Ветчинникова, 2005; Лаур, 2012). Порослевое возобновление карельской березы после массовой рубки привело к существенному изменению габитуса растений с древовидного на кустообразный (Ветчинникова, 2004). Естественного возобновления карельской березы семенным путем практически не происходит, что, видимо, связано с резким сокращением как численности деревьев, так и характерных мест обитания: заброшенные пастбища, «подсеки» и т. п. (Ветчинникова и др., 1998; Щурова, 2006). По этим причинам сейчас карельская береза в республике находится на грани исчезновения и необходимы срочные меры по сохранению и восстановлению ее генофонда, а также ресурсного потенциала (Ветчинникова и др., 2013). В сложившейся ситуации единственным путем решения проблемы является искусственное лесовосстановление. До настоящего времени посадки карельской березы проводили на вырубках и заброшенных сельхозугодьях. Однако сохранность их в данных условиях крайне низкая (Лаур, 1997; Ветчинникова и др., 2013), что требует более тщательного анализа применяемой агротехники создания культур.

## **6.1. Культуры карельской березы на вырубках и бывших сельхозугодьях**

### *Способы размножения карельской березы*

Первые культуры карельской березы в России были созданы Н. О. Соколовым посевом семян в Петрозаводском лесхозе в 1934 г. в м. Царевичи. Выращенные деревья по качеству древесины не уступали материнским (Соколов, 1958). Один из недостатков посева в том, что начиная с 3–4-летнего возраста, когда происходит смыкание крон в посевных местах, все особи усиливают прирост в высоту за счет прироста по диаметру. Это препятствует образованию узорчатой древесины. Большинство потенциально карельских берез отстают в росте, переходят во второй ярус и постепенно отмирают. Вторым существенным недостатком посева – это большой расход дефицитных семян (Евдокимов, 1989). Нестабильные урожаи и резкое падение качества семян в неурожайные годы явились причиной отказа от создания культур посевом и перехода к посадкам.

В Карелии первые посадки проводили сеянцами, взятыми в площадках с загущенным посевом. Высота однолетних сеянцев в среднем составляла 15–20 см и достигала 40 см. В 1957 г. в двух лесхозах были заложены постоянные питомники карельской березы (Сбоева, 1961). В этот период в России научно обосновывается агротехника выращивания ее посадочного материала в питомниках с открытым грунтом (Любавская, 1966). Но наиболее рациональным оказалось выращивание сеянцев в теплицах на грядах с субстратом из верхового торфа (Ермаков, 1970; Смирнов, 1973), что обеспечивало существенную (в 25–30 раз) экономию семян, увеличивало выход посадочного материала, улучшало его качество и сокращало сроки выращивания.

При использовании семян от свободного опыления в среднем не более 25 % деревьев давали узорчатую древесину (Ермаков, 1970; Ветчинникова, 2004). Разработка метода контролируемого опыления деревьев карельской березы с четко выраженными признаками узорчатой текстуры древесины позволила значительно повысить всхожесть семян и увеличить выход узорчатых потомков (Любавская, 1966; Ермаков, 1970). Однако эта трудоемкая работа может выполняться лишь в ограниченном объеме. В дальнейшем был

предложен ряд способов вегетативного размножения карельской березы, но широкого практического применения они не нашли, в частности, из-за трудоемкости их выполнения (Лаур, 1987).

В Финляндии высококачественные семена березы, в том числе карельской, получают в специальных теплицах. Здесь она рано начинает цвести, исключается вероятность заноса пыльцы со стороны, облегчается сбор семян, урожай которых в среднем достигает 20 кг на 0,1 га в год (Ветчинникова и др., 2013).

В конце 20-го столетия начинались исследования по клональному микроразмножению карельской березы. Такой метод позволяет ускоренно проводить массовое воспроизводство ценных форм древесных растений, сохраняя их генетическую основу (Бутова и др., 1990; Ветчинникова, 1998). Клоны характеризуются относительно однородным ростом по высоте и диаметру. У них наступает более раннее (с 4–5 лет) и полное (с 5–8 лет) проявление признаков карельской березы (Машкина и др., 2008). Это крайне важно при проведении осветлений в культурах карельской березы, поскольку при обычной технологии выращивания посадочного материала образование узорчатой древесины у высокоствольной формы в лесных культурах на морфологическом уровне проявляется слабо и диагностируется лишь у небольшого числа особей (Евдокимов, 1989). Однако не все способы клонального микроразмножения гарантируют 100%-е наследование заданных свойств. Отмечено, что при размножении через каллусную культуру единообразие клонов может нарушаться (Машкина и др., 2008; Ветчинникова и др., 2013). В настоящее время в России апробированы способы получения посадочного материала карельской березы путем клонального микроразмножения, но массовое его выращивание пока не организовано. В Финляндии стоимость одного растения, выращенного в культуре тканей, составляет 1 евро, а семенного происхождения – 0,4–0,5 евро (Ветчинникова и др., 2013).

### *Лесорастительные условия*

Анализ литературных данных по агротехнике создания и выращивания культур карельской березы показывает, что успешность посадок во многом определяется правильным выбором лесорастительных условий.

Береза более требовательна к плодородию почвы, чем сосна. На вырубках с бедными сухими почвами она возобновляется плохо и обладает слабым ростом. Поэтому культуры карельской березы на лишайниковых вырубках создавать не следует, хотя такие рекомендации встречаются (Выращивание карельской березы..., 1983). В большинстве случаев в данных условиях из-за недостатка питания и дефицита влаги признаки узорчатости в культурах карельской березы отсутствуют или проявляются редко (Евдокимов, 1989; Новицкая, 2008). Известно, что карельская береза хорошо растет на плодородных почвах, где доминируют деревья наиболее ценной высокоствольной формы (Любавская, 1966). Это связано с достаточно высокой конкурентоспособностью указанной формы карельской березы, благодаря ее хорошему росту в первые два десятилетия (Евдокимов, 1989). Имеются рекомендации по созданию культур карельской березы в черничном и кисличном типах условий произрастания на Северо-Западе РСФСР (Выращивание карельской березы..., 1983), но свежие рубки здесь интенсивно зарастают травянистой растительностью и листовыми породами. Отмечено, что с увеличением плодородия почв рубок сохранность производственных посадок карельской березы снижается. В наиболее благоприятных для роста древесных растений лесорастительных условиях культур она была минимальной. Судя по приживаемости культур, более предпочтительна посадка карельской березы в черничном типе лесорастительных условий по сравнению с кисличным (табл. 34). Следует под-

Таблица 34. Приживаемость двухлетних посадок карельской березы в различных лесорастительных условиях Карелии (по: Выращивание карельской березы на Северо-Западе РСФСР, 1983)

Тип лесорастительных условий	Категория лесокультурного фонда	Орудие для обработки почвы	Приживаемость культур, %
Лишайниковый	Свежая рубка	Площадки, ручную	78,3
Вересковый	Карьер	Без обработки почвы	98,2
Вересковый	Свежая рубка	ПДН-1	74,4
Черничный	Пустырь	Без обработки почвы	68,8
Черничный	Свежая рубка	ПДН-1	73,3
Черничный	Свежая рубка	ЯП-1	75,1
Кисличный	Свежая рубка	ПКЛ-70 (пласты)	27,6
Кисличный	Свежая рубка	ПДН-1	53,7
Кисличный	Свежая рубка	ЯП-1	63,8

черкнуть, что ранее в Карелии в этом типе лесорастительных условий в составе древостоев она встречалась наиболее часто (Любавская, 1966), что, вероятно, связано с возобновлением ее на «подсеках». Вырубки здесь быстрее зарастают травянистой растительностью, а затем березой, осиной, ольхой, формирующими первый ярус и оказывающими на карельскую березу угнетающее влияние. Учитывая данное обстоятельство, С. С. Багаев (1984) считает целесообразным создание культур на свежих вырубках сосняков брусничных с дерново-слабо- и среднеподзолистыми песчаными почвами.

Затрагивая вопрос о взаимоотношении карельской березы и возобновления лиственных пород, следует учитывать, что при выращивании ее культур важно обеспечить освещенность не только кроны, но и ствола карельской березы. Отмечено, что в густых культурах деревья с узорчатой древесиной растут обычно в крайних рядах, а в последующих встречаются редко. В. И. Ермаков (1970) обнаружил, что узорчатая древесина у свободно стоящего дерева карельской березы порослевого происхождения образовалась только с той стороны, которая была обращена к свету, а у затененной стороны, обращенной внутрь гнезда, древесина была обычного типа. Описываются случаи, когда в связи с изменением освещенности дерева (затенения) древесина сначала была узорчатой, а в последующем – шло нарастание обычной. Отмечено и обратное явление, которое происходило после рубок ухода (Ермаков, 1970; Соколов, 1970; Новицкая, 2008; Ветчинникова и др., 2013), т. е. при устранении конкуренции за свет. По нашим наблюдениям, боковое затенение посадок карельской березы также ведет к изгибу ствола в сторону большей освещенности, что может сказаться на устойчивости деревьев (рис. 18). Вышесказанное указывает на существенную роль светового фактора и необходимость выращивания культур карельской березы при полном освещении. Это согласуется с мнением Н. О. Соколова (1959), который рекомендовал искать карельскую березу в молодых древостоях на месте бывших сельхозугодий (пашни, подсеки, пожни), поскольку в средневозрастных она встречалась редко, а в более старших полностью выпадала. Однако обеспечить своевременный и качественный уход за культурами карельской березы в первое десятилетие сейчас практически невозможно, поскольку при проведении прополок и осветлений визуально отличить ее от обычной (безузорчатой) до 10–15 лет крайне

сложно, особенно при использовании мотокусторезов. Выполнить такую работу могут только высококвалифицированные специалисты (Выращивание карельской березы..., 1983). В этом одна из основных причин крайне низкой сохранности, а нередко и гибели культур карельской березы, что подтверждается исследованиями московского проектного института «Союзгипролесхоз», проведенными в Карелии (Лаур, 2006). Известно, что высокоствольные формы карельской березы до появления признаков узорчатости растут интенсивно и не уступают по росту в высоту обычной березе. Но по мере формирования узорчатой древесины они уменьшают прирост и переходят в подчиненный ярус. Деревья короткоствольной и кустообразной формы быстрее заглушаются листовыми породами и, как правило, находятся в угнетенном состоянии или отмирают (Евдокимов, 1982). Поэтому ряд исследователей рекомендуют создавать культуры карельской березы на свежих вырубках только при условии ограниченного распространения обычной (Багаев, 1984; Технические указания..., 1985), что при применяемых технологиях трудно обеспечить на свежих вырубках при наличии в стенах леса обычной безузорчатой березы, дающей обильный урожай семян.



*Рис. 18.* Искривление ствола карельской березы в результате ее бокового затенения высокоствольной безузорчатой березой

В Финляндии культуры карельской березы проектируются на плодородных лесных и сельскохозяйственных землях. До посадки культур на участке полностью удаляется весь самосев и поросль листовенных пород, ежегодно вокруг саженцев проводят прополку. В Дании и Финляндии для подавления нежелательной растительности допускается применение гербицидов (Ветчинникова и др., 2013). Для защиты культур от повреждения мышевидными грызунами, зайцами и оленями рекомендуют проводить огораживание участков, применять защитные цилиндры и выполнять другие профилактические мероприятия. Все это требует серьезных дополнительных финансовых и трудовых затрат, поэтому в настоящее время при крайне ограниченном финансировании лесохозяйственных мероприятий в условиях Карелии они практически невыполнимы, следовательно, необходимы более доступные и менее затратные способы создания культур карельской березы.

В качестве лесокультурных площадей, где влияние в первую очередь листовенных пород на культуры карельской березы проявляется слабо, рекомендуют выработанные торфяники на песках, отработанные карьеры с песчаными и супесчаными грунтами (Технические указания..., 1985). Однако в условиях Карелии карьеры с супесчаными грунтами, а также выработанные торфяники обычно интенсивно возобновляются березой (Кузьмин, Стрелкова, 1983), что создает проблемы с лесоводственным уходом, а на бедных песчаных грунтах рост березы ограничен недостатком питания. Более перспективны прогалины и заброшенные сельхозугодья (Сokolov, 1950) со сформировавшейся дерниной, которая препятствует семенному возобновлению березы. Появление других пород не так опасно, поскольку их легко идентифицировать и удалить при рубках ухода. Учитывая, что в республике культуры карельской березы в основном создают на вырубках, вопрос о влиянии лесорастительных условий на сохранность и рост ее культур требует дополнительных исследований с целью обоснования выбора объектов и более надежных способов создания культур этой ценной разновидности березы повислой.

Следует напомнить, что на вырубках злаковой группы типов культуры карельской березы в первые годы страдают от зарастания травянистой растительностью, поэтому здесь необходимы сис-

тематические агротехнические уходы (Евдокимов, 1989). Из-за навала отмершей травы со снегом происходит искривление ствола, что усиливается последующим их навалом, ведущим к отмиранию культур из-за недостатка света или повреждений вредителями.

Наличие хорошей кормовой базы на злаковых вырубках и заброшенных сельхозугодьях привлекает мышевидных грызунов и зайцев, повреждающих кору стволиков и побеги деревьев в зимний период. Ю. П. Курхинен предполагает, что повреждение мышевидными грызунами является одной из основных причин гибели культур этой ценной древесной породы на злаковых вырубках в условиях Карелии (Волков и др., 1990), однако специальных исследований в данном направлении по карельской березе здесь не проводилось.

Имеются многочисленные публикации о повреждаемости посадочного материала хвойных пород мышевидными грызунами в питомниках, а также лесных культур и естественного возобновления на вырубках. Наибольший ущерб молодым древесным растениям на северо-западе таежной зоны наносят полевки родов *Microtus* и *Clethrionomys*, особенно европейская рыжая полевка. Мышевидные грызуны в основном обгладывают кору у основания стволика, а также на ветвях. Из хвойных наиболее сильно страдает сосна, затем лиственница и значительно реже ель (Подшиваев, 2001). В Карелии мышевидные грызуны в зимний период регулярно повреждают лиственные породы. На злаковых вырубках в годы высокой численности полевки повреждалось до 43–62 % березы высотой до 0,5 м, 57–77 % рябины и до 50 % ивы (Волков и др., 1990). По данным финских специалистов (Rousi и др., 1990), сеянцы березы повислой повреждались полевками сильнее, чем березы плосколистой. Причем грызуны оказывали предпочтение определенным деревьям, повреждаемость которых достигала 90 %.

При обследовании пяти опытных делянок с посадками карельской березы на землях бывших сельхозугодий с суглинистыми почвами нами отмечено существенное повреждение культур мышевидными грызунами. Наибольший ущерб был нанесен культурам первого года выращивания (повреждаемость 96–100 %). Причем произошло это не зимой, как обычно, а во время вегетацион-

ного периода. В посадках второго года количество повреждений было значительно ниже (11–30 %), а в трехлетних культурах они были единичны (табл. 35). Размер поранений колебался от 5 до 18 см. Часть стволиков (20–23 %) была окольцована, что является гарантией последующей гибели растения. У наклоненных в результате навала травы деревьев протяженность ствола с поврежденной корой увеличивалась.

Таблица 35. Повреждаемость культур карельской березы, созданных посадкой на землях бывшего сельхозугодья

Вариант опыта	Возраст культур в год первого учета, лет	Средние		Приживаемость культур по годам выращивания, %		Повреждено мышевидными грызунами, %		
		высота, см	диаметр на высоте 0,1 м	1	2	2009 г.	2008 г.	2007 г.
Мульчирование посадочных мест пленкой	1	72	6	94	57	100	–	–
	1	72	6	74	66	96	–	–
Полосная обработка почвы гербицидами	2	110	8	71	58	18	11	–
	2	117	9	76	37	32	30	–
Посадка по пластам	3	170	20	85	85	0	1	11

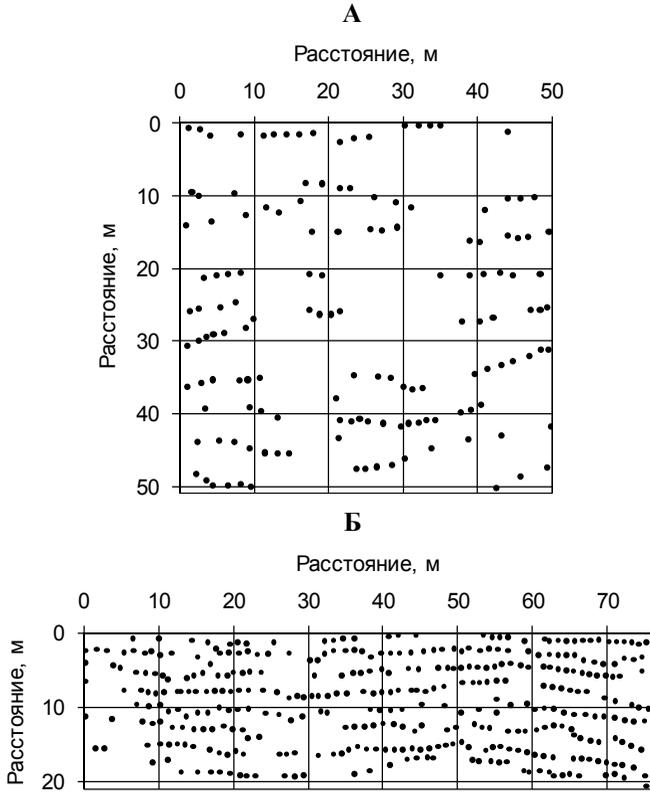
Массовое повреждение карельской березы, на наш взгляд, связано с пиком численности мышевидных грызунов, так как в последние два зимних периода повреждения были единичны. Данное обстоятельство следует учитывать при проектировании посадок карельской березы на злаковых вырубках и бывших сельхозугодьях.

В численности грызунов отмечена четырех-пятилетняя цикличность (Подшиваев, 2009). Наибольший ущерб они обычно наносят в годы подъема численности, когда усиливается нагрузка на кормовую базу. Количество мышевидных грызунов выше

на участках с плодородными почвами, где лучше развит травостой. Поэтому полное подавление трав с помощью гербицидов или путем выкашивания значительно снижает повреждаемость культур (Подшиваев, 2007), но последний способ довольно трудоемок для условий вырубок. Уход за культурами с частичным подавлением травянистой растительности вдоль их рядов не вызывает резкого снижения численности мышевидных, так как часть их остается в травостое на необработанных полосах (Подшиваев, 1986).

Для защиты культур от повреждений мышевидными грызунами в настоящее время применяют специальные ограждения в виде пластиковых труб различного сечения, проводят защитную обработку специальными составами, в том числе растительного происхождения, используют искусственную «паутину», покрытую невысыхающим клеевым составом (Фогилев, 1986; Подшиваев, Быковский, 1991; Кулик, 1994; Teusan, 1983). За рубежом наибольшее распространение получили пластиковые защитные цилиндры, которые обладают рядом преимуществ: экологичность, высокая эффективность, малый вес и простота установки. В России при массовом размножении грызунов с целью защиты наиболее ценных культур древесных пород рекомендуют применять родентициды для уничтожения вредителей (Подшиваев, 2009).

Повышению численности мышевидных грызунов способствует захламленность вырубок порубочными остатками (Курхинен и др., 2006). Под их кучами имеются хорошие условия для укрытия грызунов, создания гнезд и выведения потомства (Подшиваев, 1986; Бобринев и др., 1988). Захламленность вырубок не только усиливает повреждаемость культур мышевидными грызунами, но и препятствует равномерному размещению культур карельской березы по лесокультурной площади (рис. 19). Поэтому перед созданием культур на вырубках следует проводить тщательную очистку лесосек. Собранные в валы порубочные остатки желательно сжигать, а на их месте высаживать карельскую березу. Это подтверждают результаты опыта С. С. Багаева (1984) с огневой очисткой лесосеки, проведенного в Кировской области на свежей вырубке березняка чернично-широколистного.



*Рис. 19.* Влияние очистки лесосек на размещение посадочных мест на лесокультурной площади:

А – без уборки порубочных остатков; Б – сбор порубочных остатков в валы с расстоянием между ними 20 м

В зимний период, когда доступность кормов уменьшается, повреждения карельской березе могут наносить зайцы. Зимой заяц-беляк в качестве корма главным образом использует древесно-кустарниковую растительность. Его основу составляют различные виды ив – 41 %, береза – 21 % и осина – 15 % (Белкин, 1979). На вырубках, где преобладает береза, она занимает основное место в питании зайца. В Карелии при закладке лесосеменной плантации привитым посадочным материалом посадки карельской березы

сильно пострадали от объедания зайцами, и по этой причине дальнейшие работы пришлось прекратить (Лаур, 2006). Отмечены также случаи объедания побегов зайцами у посадочного материала карельской березы в лесном питомнике (Ветчинникова, 1998).

При обследовании нами 10-летних культур карельской березы на Петрозаводской лесосеменной плантации в третьей декаде января свежие погрызы ветвей имелись у 41 % деревьев, а с учетом старых прошлогодних погрызов было повреждено 95 %. У 74 % поврежденных деревьев число поедей составляло 5 и более. Максимальное их количество достигало 14–15 штук на одно дерево. Высота, на которой были повреждены ветви, зависела от высоты снежного покрова. Зайцы в основном повреждали побеги на высоте около 0,5 м над снежным покровом. Но весной после схода снега повреждения отдельных деревьев наблюдались на высоте 1,6–1,7 м и достигали 2,5 м. В последнем случае это объясняется большой высотой снежного покрова, а также сгибанием стволов деревьев зимой под тяжестью снега. Есть сведения, что зайцы отдают предпочтение определенным деревьям. Предполагается, что это связано с биохимическим составом корма (Белкин, 1979). Однако в культурах карельской березы повреждения носят массовый характер. На наш взгляд, это объясняется ее большей кормовой ценностью. Карельская береза, в отличие от безузорчатой повислой (табл. 36), имеет повышенное содержание сахаров, крахмала и липидов (Новицкая, 2008), что, вероятно, является основной причиной ее интенсивного повреждения грызунами, в том числе зайцами.

Таблица 36. Содержание сахарозы, крахмала и липидов во флоэме ствола березы повислой (безузорчатой) и карельской березы (по: Новицкая, 2008)

Вещество	Форма <i>Betula pendula</i> Roth	Дата				
		18.06.96	15.07.96	29.07.96	26.06.01	18.06.02
Сахароза	Обычная	11,8	25,2	15,6	20,0	27,6
	Карельская	25,1	39,1	21,6	43,1	42,3
Крахмал	Обычная	2,8	3,1	4,3	6,9	4,1
	Карельская	4,2	4,7	6,3	6,9	9,3
Суммарные липиды	Обычная	45,2	–	68,5	53,6	–
	Карельская	63,8	–	83,9	96,8	–

Повреждения зайцами наносят меньший ущерб по сравнению с мышевидными грызунами, но они могут повлиять на качество древесины, вызывая развитие гнили, а при систематическом объедании верхушечных побегов и на форму ствола (Воронов, 1973).

В последующий период в культурах березы карельской на вырубках с плодородными почвами наблюдаются повреждения деревьев лосями, которые обычно обламывают вершину дерева, скусывают верхушечные и боковые побеги. По данным С. С. Багаева (1987), особенно страдают от них посадки с редким размещением деревьев.

### *Посадочный материал*

Выбор вида и размеров посадочного материала в первую очередь определяется лесорастительными условиями (типом вырубки). На рубках сосняков брусничных вполне приемлемо использование семян карельской березы высотой 20–30 см. Семенное возобновление березы на необработанной части рубок сдерживается мощной лесной подстилкой, а влияние травянистой растительности на культуры незначительно. Существенным достоинством такого посадочного материала являются короткий период выращивания, низкая себестоимость, минимальные затраты труда и средств на транспортировку. Однако на участках, быстро зарастающих травянистой растительностью, культуры карельской березы, созданные посадочным материалом высотой до 30 см, не выдерживают конкуренции с травостоем, и значительная часть растений погибает. Применение в этих условиях крупномерных семян с открытой корневой системой себя не оправдывает. Из-за сильной конкуренции за свет в питомнике у них нарушается соотношение надземной части и корневой системы. Растения вытягиваются в высоту в ущерб развитию корневой системы. Кроме того, значительная часть активной корневой системы теряется при выкопке, а остаются в основном скелетные корни. Аналогичное явление происходит и у саженцев, выращиваемых длительное время в уплотненных школах. Такой посадочный материал дольше адаптируется после пересадки. По нашим наблюдениям, в посадках карельской березы на глинистой почве в период, когда она перенасыщена влагой, недоразвитые корневые системы не способны удерживать растения. Деревья наклоняются к земле и придавливаются травой. Это ведет к снижению приживаемости культур.

С. С. Багаев (1984), изучавший различные виды посадочного материала карельской березы в условиях Кировской области, для повышения устойчивости культур к навалу травы и снижения потребности в агротехнических уходах рекомендует применять крупномерные саженцы с толщиной корневой шейки 5–9 мм (высотой не менее 0,5 м). В рекомендациях для Северо-Запада России предлагается использовать посадочный материал с диаметром корневой шейки 3,1–5,0 мм, высотой 35–45 см и длиной корневой системы 20–30 см. Увеличение его высоты, по данным разработчиков, ведет к снижению сохранности культур (Выращивание карельской березы..., 1983). Следует отметить, что в условиях Карелии из-за завалуненности почв иногда сложно найти участки, кроме заброшенных пахотных земель, где возможна равномерная посадка саженцев с корнями длиной 30 см.

В Финляндии при создании культур карельской березы применяют крупномерный посадочный материал с закрытой корневой системой. Для этого используют кассеты крупного размера. Семена получают от контролируемого опыления в специальных теплицах-плантациях, где оптимальные условия для формирования стабильных и высоких урожаев. Применяют также клональное микро-размножение наиболее ценных генотипов. После теплиц посадочный материал доращивают на открытом полигоне.

В Карелии для посадки в основном применяли сеянцы и саженцы с открытой корневой системой. Высота их варьировала в больших пределах (до 0,8–0,9 м). В последние годы в республике карельскую березу стали выращивать в кассетах «Старпот» объемом 75 см<sup>3</sup>. После выращивания в течение года в теплице сеянцы перемещают на полигон доращивания, где они находятся до посадки. При задержке с посадкой небольшой объем субстрата ведет к скручиванию корней, а часть их выходит за пределы контейнера. Рост таких растений ослаблен. Замеры высоты культур карельской березы после посадки трехлетними сеянцами «Старпот» показали, что в среднем она составляла 12 см, с колебаниями от 4 до 28 см. При посадке на злаковых завалуненных вырубках, где сложно обеспечить качественную обработку почвы, эти культуры сильно страдают от навала травы со снегом. Поэтому такой посадочный материал следует доращивать в школьном отделении или пересаживать в контейнеры большего размера.

Обобщая рассмотренную информацию, можно сделать вывод, что в настоящее время по экономическим и лесоводственным соображениям для условий вырубок Карелии наиболее приемлем посадочный материал с открытой корневой системой высотой 35–45 см, выращенный с использованием семян контролируемого опыления. Важным условием является обеспечение высокого плодородия почвы лесного питомника для формирования компактной корневой системы. Применение посадочного материала с закрытой корневой системой перспективно при переходе на выращивание саженцев с помощью клонального микроразмножения. Это обеспечит наиболее рациональное использование площади теплиц, торфяного субстрата и максимальный выход растений с узорчатой древесиной заданной формы роста. Мелкий контейнеризированный посадочный материал допустимо применять при создании культур на ряде категорий нарушенных земель, медленно зарастающих травянистой и древесной растительностью.

### ***Обработка почвы***

При создании культур карельской березы в большинстве случаев рекомендуют сплошную или частичную обработку почвы плугами (Любавская, 1966; Выращивание карельской березы..., 1983; Технические указания..., 1985). На выработанных торфяниках в Ленинградской области хорошие результаты получены при фрезерной обработке почвы (Редько, Евдокимов, 1977) и посадке под лопату без предварительной обработки почвы (Евдокимов, 1989). На вырубках с завалуненными дренированными почвами предлагают использовать дисковый покровосдиратель ПДН-1 по расчищенным полосам (Технические указания..., 1985), однако такая обработка способствует семенному возобновлению березы в рядах культур (Синькевич, 1971; Соколов, 1990), что приведет в последующем к заглушению особой карельской березы и создаст дополнительные проблемы с уходом за культурами. По данным С. С. Багаева (1984), хорошим ростом отличались культуры карельской березы после огневой очистки лесосек от порубочных остатков (прожигание лесной подстилки), и у них раньше появлялись формовые признаки. На задернелых дренированных почвах вырубок разной степени завалуненности и бывших сельхозугодьях приемлемой

может оказаться химическая обработка с использованием смесей современных гербицидов, подавляющих травостой и последующее семенное возобновление травянистой растительности. Она хорошо зарекомендовала себя при создании культур хвойных пород в условиях таежной зоны (Егоров, Бубнов, 2004).

На бывших сельскохозяйственных землях с глинистыми, суглинистыми и супесчаными слабокаменистыми почвами возможна обработка их дискретными микроповышениями. Посадка в микропонижения (борозды) здесь нежелательна из-за последующего вымокания культур. Так, при обследовании двулетних посадок карельской березы на заброшенном луге с суглинистой почвой установлено, что на участке с естественным блюдцеобразным микропонижением при «нулевой» обработке почвы из-за застоя воды от «вымокания» отпало 22 % растений. На соседнем участке с уклоном 2–3°, где происходил естественный сброс избытка влаги, гибели культур по этой причине не отмечено. Для обработки почвы дискретными микроповышениями можно использовать роторные орудия типа ОРМ-1,5 или Вгăск В-290. При посадке по микроповышениям улучшаются питательный и тепловой режимы, а также освещенность карельской березы. Важно, что такие посадочные места хорошо заметны осенью при проведении осветлений. Создаются условия для применения в междурядьях тракторных кусторезов и катков-осветлителей или агрегатов для контактной обработки гербицидами, а в рядах – мотокусторезов или ручных инструментов. Это обеспечит повышение производительности труда и снижение потерь культур от срезания (вырубки) деревьев при проведении уходов, что дает возможность уменьшить затраты на выращивание культур карельской березы и повысить их сохранность.

### *Густота и размещение культур*

Вопрос о густоте и размещении культур важен, поскольку снижение густоты способствует лучшему росту карельской березы, ускоряет образование узорчатой древесины. В густых культурах отмечается угнетение особей с косвенными признаками карельской березы, снижается формовое разнообразие (Евдокимов, 1989). А. П. Евдокимов (1981) считает оптимальной первоначальную густоту культур карельской березы при использовании поса-

дочного материала из нормальных семян 5–6 тыс. шт/га (размещение посадочных мест 0,5×4,0 и 1,0×2,0 м). Это согласуется с рекомендациями А. Я. Любавской (1966) и С. Н. Багаева (1987). При высокой густоте в составе древостоя увеличивается доля деревьев редкой в настоящее время высокоствольной формы, обладающей лучшим ростом и основным запасом ценной древесины. Такие же нормативы густоты приведены и в «Технических указаниях...» (1985). Следует подчеркнуть, что отмеченные рекомендации предполагают, что посадочный материал генетически неоднороден и, наряду с различными формами карельской березы, значительную долю составляют безузорчатые особи. Поэтому для улучшения условий роста и повышения выхода ценной древесины в густых культурах рекомендуется не менее четырех приемов изреживаний (Евдокимов, 1981; Технические указания..., 1985; Багаев, 1987). Если применяется крупномерный посадочный материал, выращенный из семян с улучшенными наследственными свойствами, то густоту посадки допускается снижать до 2–3 тыс. шт/га с размещением 1,5×3,0 и 2,0×2,0 м (Выращивание карельской березы..., 1983). А. Я. Любавская (1966) при закладке производственных плантаций карельской березы предлагает использовать саженцы с высокой долей растений с признаками узорчатости (до 70–90 %). При этом расстояние между растениями значительно увеличивается (3×3, 4×3 и 4×4 м).

При выращивании культур карельской березы на декоративный кряж на специальных плантациях рекомендуют проводить тщательный отбор саженцев. Используют растения с признаками высоко- и короткоствольных форм. Количество посадочных мест составляет 1,6–2,2 тыс. шт/га (размещение 1,5×3–4 м). В процессе выращивания дерева без признаков узорчатости удаляют (Багаев, 1987). Редкая густота таких культур способствует образованию крупных ветвей, поэтому для получения качественной древесины начиная с 3–5-летнего возраста следует проводить периодическую обрезку сучьев на 0,5–1,0 м за каждый прием (Технические указания..., 1985), что повышает затраты на лесовыращивание. В Финляндии карельскую березу высаживают с густотой 1,2–2,0 тыс. шт/га, в Швеции – от 0,3 до 6,6 тыс. шт/га (Ветчинникова и др., 2013).

Таким образом, при закладке промышленных культур карельской березы густота может составлять около 2 тыс. шт/га. При этом посадочный материал по формовым признакам должен быть однороден и иметь высокий процент особей с потенциально узорчатой древесиной. Однако даже при использовании крупномерного посадочного материала, выращенного из семян контролируемого опыления, визуальный отбор саженцев не обеспечивает 100%-й гарантии. Кроме того, низкая густота культур ограничивает возможности селекционного отбора наиболее ценных особей в процессе выращивания. Поэтому в перспективе при создании культур карельской березы целевого назначения целесообразен переход на генетически однородный посадочный материал, выращенный с использованием клонального микроразмножения.

Подводя итог, следует отметить, что применяемые технологии создания и выращивания культур карельской березы на вырубках для обеспечения высокой сохранности посадок и создания оптимальных условий для формирования узорчатой древесины требуют подбора участков с дренированными относительно плодородными почвами (черничные и кисличные типы лесорастительных условий) и как следствие – больших трудовых и финансовых затрат на проведение агротехнических и лесоводственных уходов, а также профилактических защитных мероприятий.

Решение проблемы воспроизводства ресурсов карельской березы в республике и сохранения ее генофонда возможно двумя путями. Первый – совершенствование технологий создания культур на вырубках и бывших сельхозугодьях. Основное внимание здесь должно уделяться устранению негативных факторов, снижающих сохранность, ослабляющих рост карельской березы и подавляющих формирование узорчатой древесины. Второй – подбор объектов для выращивания ее культур, где влияние указанных ранее негативных факторов минимально. В данном случае особый интерес представляют нарушенные земли, нуждающиеся в лесной рекультивации. В настоящее время в Карелии наиболее крупным объектом являются отвалы Костомукшского железорудного месторождения.

## **6.2. Формирование фитоценозов при разведении карельской березы на отвалах вскрышных пород железорудного месторождения**

В настоящее время в нашей стране и за рубежом накоплен значительный опыт лесокультурного освоения техногенных земель (Моторина, Овчинников, 1975; Зайцев и др., 1977; Застенский, 1982; Баранник, 1988; Панков, 1991 и др.). Однако исследования в условиях Севера в этом направлении ведутся сравнительно недавно, и вопросы лесовосстановления и лесоразведения на нарушенных землях изучены недостаточно. Такие работы проводились в Мурманской, Архангельской, Магаданской областях и Республике Коми (Капелькина, 1983; Чекризов, Иголкин, 1985; Чекризов, Цветков, 1989; Капелькина, Казаков, 1989; Дегтева и др., 2002 и др.). Изучались главным образом процессы естественного зарастания техногенных земель. При искусственном лесоразведении основное внимание уделялось подбору древесных пород, а процессы формирования биогеоценозов на нарушенных землях пока остаются малоизученными. Целесообразность восстановления нарушенных земель здесь обосновывается не столько экономической эффективностью, сколько природоохранными аспектами. Поэтому в данных условиях понятие лесной рекультивации следует рассматривать шире – как систему мероприятий, направленных на ускоренное восстановление на техногенных землях лесных экосистем, близких к природным ненарушенным биогеоценозам. Поэтому здесь уместно использование термина «природовосстановление», предложенного Н. Б. Арчеговой (Дегтева и др., 2002).

Следует отметить, что все объекты специфичны по составу вскрышных пород, поэтому существующие рекомендации по их освоению не могут быть использованы на других объектах без предварительной апробации.

От правильного выбора древесных пород во многом зависит устойчивость и продуктивность будущих насаждений. Подбор пород для рекультивации основывается на показателях приживаемости и роста растений, способных расти в условиях отвалов (Васильева, Карар, 1978). При низкой обеспеченности грунтов элементами питания и неблагоприятных гидротермических режимах, которые характерны

для условий отвалов, преимущество имеют местные пионерные виды (Зайцев и др., 1977; Баранник, 1988). К древесным породам-пионерам в условиях северотаежной подзоны относятся береза, сосна и ива.

Известно, что береза неприхотлива к эдафическим условиям. Она превосходит сосну, которую часто рекомендуют для посадки на техногенных землях, по общей длине горизонтальных скелетных корней в 3–4 раза, вертикальных – в 4–5 раз, что позволяет ей охватить большой объем почвы и обеспечивает высокую ветроустойчивость (Баранник, 1988). На Севере при наличии источников семян береза часто заселяет отвалы (Левит и др., 1975; Капелькина, 1983). Она обильно плодоносит, обладает хорошим ростом, а ежегодный опад листвы способствует активизации процессов почвообразования. Однако сведения по культивированию карельской березы на отвалах предприятий по добыче железной руды в условиях таежной зоны в специальной литературе отсутствуют. Исходя из этого, с целью выращивания на отвалах в составе древостоев ценных пород нами в качестве объекта исследования выбрана карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti).

### ***Восстановление основных компонентов лесного фитоценоза***

При обследовании отвалов вскрышных пород через 18 лет после посадки карельской березы отмечены процессы, характерные для первичного процесса почвообразования (Федорец и др., 2009). Морфологическое строение почвы под культурами карельской березы следующее:

A0 (0–1 см) – лесная подстилка, состоящая из неразложившихся листьев березы, много минеральных примесей;

B1 (1–2,5 см) – серовато-палевый, песчаный, с примесью хряща, пронизан тонкими корнями;

BC (2,5–5 см) – желтовато-палевый, песчано-хрящеватый, корней меньше, чем в предыдущем горизонте;

C (5 см – глубже) – вскрышные породы.

Для этой почвы характерно наличие формирующейся лесной подстилки, однако сам профиль почвы в целом пока маломощный и слабо дифференцирован.

На участке, оставленном под естественное зарастивание, где этап технической рекультивации идентичен, процесс почвообразо-

вания шел значительно медленней. Об этом свидетельствует морфологическое строение исследованной почвы:

A0 (0–0,2 см) – черная органогенная корочка с примесью хряща;

B1 (0,2–5 см) – палевый, супесчаный, с примесью хряща и камней, наблюдаются затеки гумуса;

Bm (5–15 см) – темно-палевый, встречаются древесные корни, много хряща, наблюдаются неокатанные камни различного размера;

C (15 см – глубже) – вскрышные породы.

Данные химического анализа (табл. 37) подтвердили, что на участке с культурами карельской березы активней, чем при естественном зарастании, шло накопление органического вещества и азота, что важно для повышения биологической активности почв (Германова и др., 1995; Федоренко и др., 1998, 1999).

Таблица 37. Химические свойства почв, формирующихся на отвале Костомукшского железорудного месторождения, через 18 лет после начала работ по лесной рекультивации

Генетический горизонт	pH		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ГК	S	V	N	C
	H <sub>2</sub> O	KCl	мг на 100 г а.с.п.			мг-экв/100 г а.с.п.		%		
1. Участок с естественным возобновлением древесной и травянистой растительности										
A0 0–0,2	5,71	4,38	86,05	18,63	26,87	13,80	15,17	52,36	0,142	2,58
B 0,2–5	5,68	4,44	68,36	2,38	2,02	2,08	5,83	73,70	0,036	0,86
Bm 5–15	6,04	4,93	50,23	2,20	2,06	1,37	5,22	79,21	0,020	0,47
2. Участок с культурами карельской березы										
A0 0–1	5,32	4,75	55,45	42,90	24,76	47,27	61,49	56,54	0,984	18,06
B 1–2,5	4,86	3,75	56,57	3,23	1,97	5,45	6,07	52,69	0,093	2,14
BC 2,5–5	5,06	3,94	48,51	3,03	2,74	4,67	6,37	57,70	0,082	1,53

Отсыпка отвалов грунтосмесью морены с торфом обеспечивала условия, необходимые для восстановления травянистой и древесной растительности. Семена, корневища, а иногда и целые деревья завозились с грунтом автосамосвалами, а также заносились ветром с соседних участков. Однако, как показали маршрутные обследования отвалов через 5 лет после отсыпки их торфом, мореной и их смесью, восстановление растительного покрова здесь шло значительно медленней, чем на вырубках. В этот период на выровненной поверхности отвалов (плакоре) отмечено 7 видов

сосудистых растений, но степень проективного покрытия была незначительной. Большая часть из них произрастала на торфе и наполовину была представлена болотными видами. Наиболее активно шло расселение иван-чая (*Chamaenerion angustifolium* L.), который распространялся вегетативным и семенным путями на торфе и смеси его с мореной (Федорец и др., 1999).

Таблица 38. Видовой состав и обилие травянистой растительности через 18 лет после начала проведения биологической рекультивации отвала

Вид растений	Участок	
	с культурами карельской березы	с естественным зарастанием
Плаун годичный <i>Lycopodium annotinum</i> L.	1	0
Хвощ лесной <i>Equisetum sylvaticum</i> L.	1	0
Фиалка горная <i>Viola Montana</i> L.	1	0
Вереск обыкновенный <i>Calluna vulgaris</i> L.	1	1
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	2
Голубика <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	1	0
Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	2	2
Ортилия однобокая <i>Orthilia secunda</i> L.	2	1
Таволга вязолистная <i>Filipendula ulmaria</i> Maxim.	0	1
Водяника черная <i>Empetrum nigrum</i> L.	1	1
Седмичник европейский <i>Trientalis europaea</i> L.	1	1
Люпин многолистный <i>Lupinus polyphyllus</i> L.	3	1
Иван-чай узколистный <i>Chamaenerion angustifolium</i> L.	2	2
Герань лесная <i>Geranium sylvaticum</i> L.	0	1
Купырь лесной <i>Anthriscus sylvestris</i> L.	0	1
Вероника дубравная <i>Veronica chamaedrys</i> L.	1	0
Ястребинка волосистая <i>Hieracium pilosella</i> L.	0	1
Золотая розга <i>Solidago virgaurea</i> L.	1	1
Мать-и-мачеха <i>Tussilago farfara</i> L.	1	1
Одуванчик <i>Taraxacum</i> F. H. Wigg.	1	0
Ожика волосистая <i>Luzula pilosa</i> L.	1	1
Полевица тонкая <i>Agrostis tenuis</i> Sibth	1	2
Вейник лесной <i>Calamagrostis arundinacea</i> L.	2	3
Луговик извилистый <i>Avenella flexuosa</i> (L.) Dreg.	2	1
Всего видов	20	18

*Примечание.* Шкала обилия видов: 0 – вид отсутствует; 1 – индивидуумов много, степень покрытия мала или особи разрежены, но площадь покрытия большая; 2 – индивидуумов много, степень проективного покрытия не менее 10 %, но не более 25 %; 3 – любое количество индивидуумов, степень покрытия 25–50 %.

В составе древесной растительности преобладали различные виды ив (*Salix* spp. – 58 %), береза пушистая (*Betula pubescense* Ehrh.) – 29 % и карликовая (*Betula nana* L.) – 10 %. Сосна встречалась единично. Практически все древесные растения произрастали в местах, где была проведена отсыпка отвалов торфом или смесью его с мореной. Медленное зарастание отвалов играет и положительную роль, устраняя конкуренцию карельской березе со стороны лиственных пород, что обеспечивало хорошую освещенность ее крон в первое десятилетие.

Через 18 лет после окончания этапа технической рекультивации и посадки лесных культур видовое разнообразие и обилие травянистой и кустарничковой растительности значительно возросло (табл. 38). В культурах карельской березы насчитывалось 20 видов, а на участке с естественным зарастанием – 18. В этот период уже встречались виды, типичные для лесных сообществ и вырубок (вейник лесной, луговик извилистый, брусника обыкновенная, черника обыкновенная, иван-чай, золотая розга, седмичник европейский и др.).

В культурах карельской березы наиболее обилие был многолетний люпин, который самостоятельно распространился сюда с соседнего участка культур сосны, где он был разведен посевом семян в площадки. После смыкания крон деревьев люпин стал выпадать, но он сохранялся под древесным пологом в местах, куда проникал солнечный свет. Осветление культур карельской березы в конце второго десятилетия положительно сказалось на жизнедеятельности люпина. Он вновь стал активно восстанавливаться.

Поскольку культуры карельской березы рекомендуют выращивать при низкой густоте и хорошей освещенности (Любавская, 1966), разведение многолетнего люпина при проведении биологической рекультивации отвалов с целью ускорения процессов почвообразования вполне оправдано. Это подтверждают результаты, полученные на шахтных отвалах Донбасса и Кузбасса (Данько, Калиберда, 1976; Зайцев и др., 1977; Баранник, 1988 и др.). Предложенный нами способ разведения люпина на злаковых вырубках (Соколов, 1994) показал высокую эффективность и на отвалах. Инокуляция семян клубеньковыми бактериями в сочета-

нии со скарификацией, предпосевной обработкой микроэлементами и внесением в посевную строку зольного шлама положительно сказалось на сохранности посевов и росте люпина на отвале, а также образовании генеративных побегов (табл. 39). Это способствовало распространению люпина по площади отвала, что указывает на перспективность его посевов при рекультивации техногенных земель в условиях таежной зоны.

Таблица 39. Приживаемость и рост трехлетних посевов многолетнего люпина на отвале вскрышных пород

Показатели	Контроль	Опыт
Приживаемость посевов по годам, %:		
первый	100	100
второй	67	100
третий	67	100
Среднее количество растений в посевном месте по годам, шт:		
первый	7,9	7,7
второй	2,4	8,5
третий	3,1	9,8
<u>Средняя высота, см</u>	<u>16 ± 2,6</u>	<u>31 ± 1,8</u>
Критерий Стьюдента, %	100	193 (4,7)
Коэффициент вариации, %	69	30
<u>Средняя ширина кроны, см</u>	<u>13 ± 2,4</u>	<u>30 ± 2,6</u>
Критерий Стьюдента, %	100	224 (4,6)
Коэффициент вариации, %	74	36
Среднее количество в посевном месте цветущих, шт:		
растений	0,4	2,3
побегов	0,4	3,8

Через 18 лет в составе естественного возобновления преобладали ивы (филиколистная и козья), численность которых достигала 14 тыс. шт/га при средней высоте 0,8 м. Однако береза при вдвое меньшей численности превосходила иву по средней высоте (2,5 раза). Но дифференциация ивы и березы по высоте из-за растянутости периода возобновления и постоянного накопления самосева очень большая. У березы высота находилась в пределах от 0,5 до 4,5 м, а ивы – от 0,5 до 3,5 м. Следует отметить, что в посадках карельской березы значения высот в этот период колебались от 1,5 до 10,5 м.

Таблица 40. Список грибов на отвале вскрышных пород Костомукшского железорудного месторождения

Порядок	Семейство	Вид		
Agaricales – Агариковые	Agaricaceae – Шампиньоновые	<i>Lycoperdon molle</i> Pers.	дождевик мягкий	
		<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.	дождевик умбровый	
	Amanitaceae – Мухоморовые	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	мухомор красный	
		Cortinariaceae – Паутинниковые	<i>Cortinarius hemitrichus</i> (Pers.) Fr.	паутинник полуволосистый
	Inocybaceae – Волоконницевые		<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P. Kumm.	волоконница рваная
		Hygrophoraceae – Гигрофоровые	<i>Hygrocybe nigrescens</i> (Quél.) Kühner	гигроцибе чернеющая
	Hydnangiaceae – Гиднангиевые		<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	лаковица лаковая
		Incertae sedis – неопределенного положения	<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.	лаковица большая
	Tricholomatacea – Рядовковые		<i>Leucocybe connata</i> (Schumach.) Vizzini, P. Alvarado, G. Moreno & Consiglio (= <i>Lyophyllum connatum</i> )	лиофилл сросшийся
		<i>Clitocybe dealbata</i> (Sowerby: Fr.) P. Kumm.	говорушка побеленная	
			<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	говорушка ворончатая
		<i>Clitocybe odora</i> (Bull.) P. Kumm.	говорушка душистая	
			<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill (= <i>Collybia dryophila</i> )	колибия лесолюбивая
		<i>Infundibulicybe geotropa</i> (Bull.) Harmaja (= <i>Clitocybe geotropa</i> )		говорушка подогнутая
			<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i> (Bull.) Singer	ложноговорушка бокальчатая
		<i>Tricholoma fulvum</i> (DC.) Bigeard & H. Guill.		рядовка желто-бурая
			Boetales – Болетовые	Boletaceae – Болетовые
<i>Leccinum versipelle</i> (Fr. & Hök) Snell		подосиновик желто-бурый		
Paxillaceae – Свинушковые	<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	свинушка тонкая		

Окончание табл. 40

Порядок	Семейство	Вид	
Russulales – Сыроежковые	Russulaceae – Сыроежковые	<i>Lactarius flexuosus</i> (Pers.) Gray	серушка
		<i>Lactarius glyciosmus</i> (Fr.) Fr.	млечник пахучий
		<i>Lactarius necator</i> (Bull.) Pers.	груздь черный
		<i>Lactarius pubescens</i> Fr.	волнушка белая
		<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.	горькуша
		<i>Russula aeruginea</i> Lindblad ex Fr.	сыроежка зеленая, с. медно-зеленая
		<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.	телефора наземная
Thelephorales – Телефоровые	Thelephoraceae – Телефоровые		

*Примечание.* Система приведена по Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>, дата обращения 14.10.2015).

Таким образом, создание культур карельской березы существенно ускорило формирование древесного яруса по сравнению с естественным зарастанием отвалов. Благодаря посадкам березы в целом ускорился процесс формирования полноценных лесных биогеоценозов (Федорец и др., 2009). На отвалах наблюдалось восстановление биоты шляпочных грибов. По данным О. О. Предтеченской, участвовавшей в проведении исследований, здесь обнаружено 25 видов, относившихся к 15 родам, 8 семействам, 5 порядкам (табл. 40). Наибольшее число видов встречено на участке с культурами карельской березы. Под пологом деревьев отмечено плодоношение шляпочных грибов (осиновик, мухомор, белый гриб, груздь черный и др.), являющихся микоризными. Известно, что микоризные грибы вступают в симбиоз с древесными растениями. Они имеют обширный и хорошо разветвленный мицелий. Гифы грибов благодаря своим выделениям способны усваивать необходимые для деревьев элементы питания даже из минералов (Шемаханова, 1962). Симбиоз с микоризными грибами повышает устойчивость деревьев к неблагоприятным условиям среды и болезням корней. Присутствие грибов-нитрофилов (мухомор красный, груздь черный) указывает на накопление доступного азота в почве.

### *Особенности роста и формирования культур карельской березы*

Приживаемость посадок карельской березы была высокой. У культур, созданных крупными саженцами (0,8 м), она в первый год составляла 99 %, а на третий – 95 %, что на 7–8 % больше, чем у саженцев высотой 0,3 м. Однако прирост березы в высоту за 2 года был незначительный (8,0 и 8,6 см), и различия между вариантами по этому показателю несущественны (Федорец и др., 1999). Медленный рост культур в первые годы объясняется резким изменением экологических условий, потерей значительной части активной корневой системы при выкопке, большими затратами веществ и энергии на восстановление ассимиляционного аппарата и корневой системы (Смирнов, 1981; Маркова, Онацевич, 1986). Кроме того, карельская береза в силу своих биологических особенностей в естественных условиях растет медленней, чем обычная (Евдокимов, 1989; Козьмин, 1993). Это связано со строением ее древесины, которая имеет значительное число сердцевинных лучей, паренхимы и мало сосудов (Любавская, 1978; Багаев, 1984; Новицкая, 2008).

Учет 18-летних культур карельской березы на отвалах показал, что половина деревьев (49 %), выращенных из семян от контролируемого опыления, имела признаки карельской березы, а вторую половину составляли деревья с безузорчатой древесиной. Близкие результаты получены в опытных культурах карельской березы, созданных такими семенами А. Я. Любавской в более благоприятных лесорастительных условиях (Лаур, 2006).

В культурах по средней высоте дерева с узорчатой и с безузорчатой древесиной имели одинаковые показатели, но различались по среднему диаметру (6,6 и 5,4 см соответственно). Среди карельской березы выделены деревья с тремя формами роста: высокоствольная – 8 %, короткоствольная – 62 % и кустообразная – 30 % (Соколов и др., 2010). По средней высоте деревья карельской березы высокоствольной формы превосходили безузорчатую березу повислую в 1,5 раза, а короткоствольной формы имели с последней близкие значения. Эти две формы березы карельской лучше росли и по диаметру (табл. 41).

Таблица 41. Распределение культур березы карельской по форме роста

Форма березы повислой	Форма роста	Количество		Средняя высота, м	Средний диаметр (см) на высоте 1,3 м	Класс бонитета
		шт	%			
Карельская	Высокоствольная	22	8	$7,7 \pm 0,25$	$8,1 \pm 0,44$	II
	Короткоствольная	176	62	$5,4 \pm 0,09$	$6,9 \pm 0,19$	III
	Кустообразная	86	30	$4,6 \pm 0,16$	$5,7 \pm 0,32$	IV
Безузорчатая	Высокоствольная	291	100	$5,2 \pm 0,12$	$5,4 \pm 0,19$	III

Известно, что с продвижением на север рост и развитие всех древесных растений замедляется. В результате сдерживается процесс образования узорчатой древесины, а следовательно, не происходит существенного ослабления роста карельской березы в высоту. Вероятно, этим объясняется отсутствие в условиях северной тайги различий по высоте на данном возрастном этапе у короткоствольной и безузорчатой форм березы, что характерно для условий южной тайги (Багаев, 1987).

Распределение узорчатых и безузорчатых растений в культурах карельской березы по высоте было сходным. Однако деревьев с безузорчатой древесиной высотой более 8 м, которые оказывали наибольшее отрицательное влияние (затенение) на остальные, было в 2 раза больше, чем с узорчатой. Кроме того, из-за отсутствия уходов обильное возобновление березы и ивы создавало боковое затенение ветвей и кроны у части особей карельской березы. Обычно это ведет к усилению дифференциации деревьев, увеличению прироста в высоту за счет снижения его по диаметру, что замедляет процесс формирования узорчатой древесины (Новицкая, 2008), а, оказавшись под сомкнутым древесным пологом, карельская береза усыхает. В первую очередь испытывали угнетение и погибали деревья кустообразной формы. Поэтому при формировании древостоев карельской березы на отвалах безузорчатые формы, а также другие листовенные породы необходимо своевременно вырубать, оставляя их в междурядьях на перегнивание.

Тип поверхности ствола является важным признаком карельской березы, имеющим тесную связь с текстурой древесины (Соколов, 1950; Любавская, 1966). В ее культурах на отвалах в 53 % случаев

встречались особи с мелкобугорчатым типом, в 46 % – с крупнобугорчатым и 1 % составляли особи с шаровидно-утолщенным типом. У деревьев первого типа древесина обычно имеет хорошо выраженный и четкий рисунок и является наиболее ценной в хозяйственном отношении (Технические указания..., 1985).

Таким образом, результаты обследования 18-летних культур на отвалах показали, что в данных условиях целесообразно создание культур карельской березы. По сохранности и росту они значительно превосходили культуры сосны и ели (Соколов и др., 2008). На отвалах отсутствуют или в значительно меньшей степени, чем на вырубках, проявляются основные отрицательные факторы, влияющие на сохранность карельской березы (навалы травы со снегом, повреждение мышевидными грызунами, зайцами и лосями, здесь значительно позднее происходит затенение ее лиственными породами). На наш взгляд, замедленный процесс формирования узорчатой древесины на отвалах в условиях северной тайги, по сравнению со средней (Новицкая, 2008), связан в первую очередь с заглушением во втором десятилетии особей карельской березы лиственными породами (березой с безузорчатой древесиной). Почвенные условия хотя и обеспечили здесь относительно хороший рост березы (II класс бонитета), но при лесной рекультивации отвалов необходимо проведение мероприятий по ускорению процессов почвообразования. Помимо внесения органического вещества (торфа) в смеси с мореной здесь следует проводить посев многолетнего люпина одновременно с посадкой культур карельской березы. Многолетний люпин, введенный одновременно с посадкой карельской березы, обеспечивает ежегодное накопление органического вещества и препятствует семенному возобновлению лиственных пород, что важно для светолюбивой карельской березы, особенно короткоствольной и кустообразной.

Таким образом, обобщение литературных данных по агротехнике создания культур карельской березы, а также результаты собственных исследований позволяют сделать ряд выводов.

При совершенствовании технологии создания ее культур необходимо учитывать ряд факторов, степень воздействия которых определяется в первую очередь лесорастительными условиями. Для

создания оптимальных условий формирования узорчатой древесины карельской березы следует обеспечить относительно высокое плодородие почв и полное освещение не только кроны, но и ствола дерева, начиная с первых лет его выращивания.

Основным объектом для создания культур карельской березы следует считать вырубку сосняков черничных с дренированными почвами. По сравнению с рубками ельников черничных здесь в меньшей степени проявляется отрицательное влияние травянистой растительности и лиственных пород и исключается вымокание саженцев.

Значительный ущерб культурам карельской березы могут наносить и мышевидные грызуны, которые повреждают кору в нижней части стволика. Это ведет к ухудшению роста посадок, а при сильном повреждении – к гибели растений. Отмечено сильное повреждение культур карельской березы мышевидными грызунами даже во время вегетационного периода. Это указывает на необходимость учета динамики их численности и проведения защитных профилактических мероприятий. В годы максимальной численности мышевидных грызунов создавать культуры карельской березы на злаковых и широколиственных рубках, а также бывших сельхозугодьях не рекомендуется.

Очистку рубок следует проводить путем сбора порубочных остатков в валы с последующим их сжиганием. Направление валов должно совпадать с направлением рядов культур. Места сжигания порубочных остатков в дальнейшем целесообразно использовать для посадки саженцев карельской березы.

Для снижения затрат на создание и выращивание культур карельской березы на рубках следует апробировать механизированную дискретную обработку почвы микроповышениями. При посадке по микроповышениям улучшается световой, тепловой и питательный режимы, облегчается визуальный поиск посадочных мест при проведении агротехнических уходов и осветлений. Это обеспечит повышение сохранности культур, улучшение их роста, а также производительности труда рабочих, занятых на уходах.

В настоящее время для создания культур карельской березы наиболее приемлем посадочный материал с открытой корневой системой высотой 35–45 см, выращенный из семян контролируе-

мого опыления. При выращивании саженцев в открытом грунте важным условием является обеспечение высокого плодородия почв питомника и соблюдение системы удобрения, обеспечивающих формирование компактной корневой системы. В перспективе при создании культур карельской березы целевого назначения целесообразен переход на генетически однородный посадочный материал с закрытой корневой системой, выращенный с использованием метода клонального микроразмножения.

Создание культур карельской березы на отвалах вскрышных пород способствует накоплению органического вещества, ускорению процессов почвообразования, при этом обеспечивается высокая сохранность культур и формирование на техногенных землях многокомпонентных фитоценозов (Соколов и др., 2010; Федорев и др., 2011), резко сокращаются затраты на агротехнические и лесоводственные уходы, создаются условия для расселения карельской березы семенным путем по склонам отвалов, что обеспечит сохранение ее генофонда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На северо-западе таежной зоны России сосредоточены крупные лесоперерабатывающие предприятия, дальнейшая устойчивая работа которых в значительной мере зависит от обеспеченности качественной древесиной хвойных пород в требуемом объеме. Гарантией в этом может быть надежно функционирующая система восстановления и выращивания лесов, обеспечивающая неистощимость лесных ресурсов. Однако по мере развития промышленности негативное воздействие на коренные хвойные леса, являющиеся неотъемлемым элементом таежного ландшафта и хранителем биологического разнообразия, стало усиливаться.

Наибольшее ее воздействие на таежные леса отмечается с середины двадцатого века, когда стали широко применять сплошные концентрированные рубки. Это вызывало трансформацию лесообразовательного процесса, снижение продуктивности древостоев, смену хвойных пород мелколиственными в условиях произрастания, наиболее подходящих для выращивания высококачественного хвойного пиловочника.

Экстенсивное лесопользование и недостаточное внимание к лесовосстановлению привели к тому, что съем древесины с одного гектара за последние 50 лет в Карелии сократился в 3,3 раза из-за серьезного истощения лесосырьевой базы. Аналогичная ситуация отмечается и в других субъектах СЗФО (Моисеев, 2012) и указывает на необходимость перехода на интенсивные методы воспроизводства лесных ресурсов.

Одним из путей решения проблемы является переход на плантационное лесовыращивание. Оно позволяет значительно увеличить годичный прирост древесины и сократить оборот рубки, получать однородные сортименты, снизить затраты на содержание инфраструктуры. Особенно интенсивно плантационное лесовыращивание развивается в странах Латинской Америки, Азии и Африки, где природные условия наиболее благоприятны для роста бы-

строраствующих древесных пород. Крупнейшие зарубежные лесопромышленные компании переносят сюда свое производство, в первую очередь целлюлозно-бумажное, поскольку затраты на выращивание древесины и ее транспортировку минимальны, что обеспечивает высокую конкурентоспособность конечной продукции. Однако со временем выявились негативные последствия плантационного лесовыращивания. При выращивании быстрораствующих монокультур с коротким оборотом рубки, интенсивными уходами и полным использованием заготовленной древесины происходит деградация биоразнообразия, потеря почвенного плодородия, загрязнение грунтовых вод удобрениями, а почв пестицидами, возрастает распространение болезней и вредителей. Не ясны последствия массового внедрения генномодифицированных древесных растений. В связи с этим на Третьем международном конгрессе по плантационным лесам (2013 г.) особое внимание было обращено на необходимость снижения нежелательных экологических последствий плантационного лесовыращивания и более полного использования потенциала местных видов деревьев, которые при целенаправленном генетическом отборе и соответствующем уходе не уступают интродуцентам (Нуреева, Шалагина, 2014).

В целях повышения продуктивности лесов Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года предусматривается внедрение технологий плантационного лесовыращивания. Для условий таежной зоны ориентация идет на скандинавскую модель лесопользования, которая при массовом создании монокультур хвойных пород и интенсивном уходе за ними позволила восстановить и приумножить запасы древесины в крайне истощенных рубками лесах соседней Финляндии. Однако внедрение такой модели, существенно отличающейся от применяемых в странах с теплым климатом, создало ряд серьезных экологических проблем, и на их устранение необходимы большие вложения на длительный период, а также детальная коррекция технологий лесовыращивания. Поэтому при переходе на интенсивные методы лесовыращивания в таежной зоне России негативный зарубежный опыт следует учитывать и более полно использовать отечественные научные разработки по ресурсосберегающим и экологи-

гически щадящим технологиям лесовосстановления, в наибольшей мере отвечающим природно-экономическим и социальным условиям конкретных регионов.

Результаты многолетних исследований, проведенных в Карелии на постоянных объектах, показали, что культуры сосны являются устойчивой биологической системой, способной к саморегулированию. После удаления листовенных пород в листовенно-сосновых молодняках экосистема восстанавливает потери древесной биомассы. Реакция системы на внешнее воздействие выражается в увеличении интенсивности роста сосны, повышении ее конкурентоспособности. В результате предотвращается нежелательная смена пород и, независимо от способа интенсивного ухода, формируются сосняки оптимального породного состава, что создает условия для восстановления типичных для таежной зоны биогеоценозов. Однократное применение арборицидов позволяет решить проблему осветлений культур сосны и ели с минимальными трудовыми затратами, что актуально при современном состоянии лесного хозяйства.

В условиях средней тайги на нераскорчеванных, в том числе завалуненных, вырубках ельников и сосняков кисличных и черничных с дренированными почвами при строгом соблюдении системы лесокультурных и лесоводственных мероприятий возможно выращивание качественной древесины сосны и ели целевого назначения в ускоренном режиме. По сравнению с рекомендуемыми ранее технологиями плантационного выращивания значительно снижаются затраты на создание и выращивание культур, есть возможность формирования как чистых, так и более устойчивых к воздействию внешних факторов смешанных по составу насаждений. Проводимые лесоводственные мероприятия, направленные на ускорение роста лесных культур, не оказали отрицательного влияния на устойчивость средневозрастных хвойных древостоев.

Установлено, что использование карельской березы при лесной рекультивации отвалов вскрышных горных пород позволяет решить ставшим актуальным в настоящее время вопрос по сохранению этого ценного древесного растения. На отвалах отсутствуют или незначительно проявляются основные негативные факторы, влияющие на сохранность карельской березы, что су-

щественно снижает затраты на ее выращивание. Для ускорения процессов формирования многокомпонентных устойчивых фитоценозов на техногенных землях рекомендуется отсыпка поверхности отвалов смесью морены с торфом и одновременно с посадкой карельской березы введение биомелиорантов. В дальнейшем здесь создаются условия для естественного расселения карельской березы семенным путем по склонам отвалов, что обеспечит сохранность ее генофонда.

Результаты исследований могут использоваться при разработке мероприятий по восстановлению утраченного в результате экстенсивного лесопользования ресурсного потенциала таежных лесов, в том числе в целевых хозяйствах по выращиванию хвойных пород на пиловочник и балансы.

## ЛИТЕРАТУРА

*Акакиев Ф. И.* К оценке коридорного способа рубок ухода в хвойно-лиственных молодняках // Сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву. Вып. 7. Л.: Сельхозиздат, 1963а. С. 43–61.

*Акакиев Ф. И.* Леса южной Карелии и их использование // Тр. Петрозаводской ЛОС. Вып. 2. Петрозаводск: Карелия, 1972. С. 5–17.

*Акакиев Ф. И.* Опыт интенсификации лесного хозяйства в Финляндии и возможности использования его в условиях Карельской АССР // Тр. Петрозаводской ЛОС. Вып. 1. Петрозаводск: Карелия, 1971. С. 100–120.

*Акакиев Ф. И.* Смена ели мелколиственными породами в лесах Севера // Сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву. Вып. 7. Л.: Сельхозиздат, 1963б. С. 61–70.

*Аникеева В. А., Степуренко А. В., Трубин Д. В.* Особенности естественного возобновления леса на концентрированных вырубках // Материалы отчетной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1992 год. Архангельск, 1993. С. 43–46.

*Анучин Н. П.* Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

*Аришинова Т. И., Великотный А. А., Межибовский А. М.* Прирост сосны под влиянием рубок и удобрений в производительных типах леса Центрального экономического района // Науч.-исслед. работы за 1977–1980 гг. М., 1983. С. 77–83.

*Багаев С. С.* Культуры березы карельской на свежих вырубках // Лесн. хоз-во. 1984. № 4. С. 28–30.

*Багаев С. С.* Оценка качества культур березы карельской // Лесн. хоз-во. 1987. № 1. С. 41–43.

*Бакиаева В. И.* Межвидовые гибриды ели сибирской и ели европейской // Науч. конф., посвящ. итогам работ Ин-та леса Карельск. фил. АН СССР за 1962 г. Петрозаводск, 1963. С. 50–51.

*Балагуров Я. А.* Приписные крестьяне Карелии в XVIII–XIX вв. Петрозаводск: Карел. кн. изд-во, 1962. 351 с.

*Балагуров Я. А.* Фабрично-заводские рабочие дореволюционной Карелии. Петрозаводск: Карел. кн. изд-во, 1968. 216 с.

*Баранник Л. П.* Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука, 1988. 85 с.

*Белкин В. В.* Питание зайца-беляка в Карелии // Науч. докл. высш. школы. Биологические науки. 1979. № 5. С. 59–62.

*Бельков В. П.* Развитие живого покрова на вырубках в ельниках-кисличниках. Л.: ЦНИИЛХ, 1956. 11 с.

*Беляев В. В.* Состояние и перспективы лесокультурного производства на Европейском Севере // Лесн. хоз-во. 1997. № 2. С. 33–35.

*Бискэ Г. С.* Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 305 с.

*Бобко Н. С.* Широкой черной полосой прошла масштабная реформа // Карелия. 2010. № 3. С. 5.

*Бобкова К. С., Загирова С. В.* Экологические основы устойчивости хвойных лесов в условиях Севера // М. В. Ломоносов и национальное наследие: Проблемы совершенствования лесопользования на современном этапе. Ч. III. Архангельск, 1996. С. 22–24.

*Бобринев В. П., Котельников А. М., Рылков В. Ф.* и др. Воспроизводство лесных ресурсов (В условиях Восточного Забайкалья). Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1988. 112 с.

*Боровиков А. М., Уголев Б. Н.* Справочник по древесине. М.: Лесн. пром-сть, 1989. 296 с.

*Бузыкин А. И., Пшеничникова Л. С.* Формирование сосново-лиственных молодняков. Новосибирск: Наука, 1980. 176 с.

*Бутова Г. П., Табацкая Т. М., Скробова Л. Л.* Способ микроклонального размножения карельской березы: А. с. № 1597386 АИ С 12№5/00. Оpubл. 7.10.90. № Бюл. № 37.

*Вакин А. Т., Полубояринов О. И., Соловьев В. А.* Пороки древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 112 с.

*Валентик И. Я.* Развитие лесной, деревообрабатывающей, бумажной и гидролизной промышленности в Карельской АССР в шестой пятилетке и на ближайшие 10–15 лет // Материалы науч.-техн. конф. по развитию лесной пром-сти и лесн. хоз-ва Карельской АССР. 12–15 марта 1957 г. Петрозаводск, 1958. С. 6–30.

*Валентик И. Я., Козлов А. Ф., Некрасов М. Д.* Экономические основы интенсификации лесного хозяйства в Карельской АССР. Л.: Наука, 1986. 137 с.

*Валяев В. Н.* Возрастная структура сосновых лесов Карелии // Лесоведение. 1968. № 6. С. 36–41.

*Валяев В. Н.* Выборочные и сплошнолесосечные рубки в Карелии (Сравнительная продуктивность хозяйства). Изд. 2-е. Петрозаводск: Карелия, 1989. 102 с.

*Валяев В. Н.* Лесное хозяйство Карелии и его развитие // Лес, окружающая среда и новые технологии в Северной Европе: Докл. междунар. конф. Петрозаводск, сент. 1993 г. Йёнсуу, 1994. С. 214–216.

*Валяев В. Н.* Смена сосны елью в Карелии и ее проблемы // Лесоведение. 1971. № 1. С. 5–14.

*Валяев В. Н.* Хозяйственная оценка состава насаждений в Карелии // Лесн. хоз-во. 1973. № 8. С. 48–50.

*Валяев В. Н., Краев М. В., Ряхин В. А.* Таблицы объемов маломерных стволов для Карельской АССР. Петрозаводск: Карел. ЦНТИ, 1970. 8 с.

*Васильева Н. П., Каар Э. В.* Методы и направления лесовосстановления в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. М., 1978. С. 115–135.

*Василяускас Р. А.* Результаты исследований раневой гнили ели за рубежом: Обзорн. информ. Вып. 1. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1990. 28 с.

*Ветчинникова Л. В.* Карельская береза: ареал, разнообразие, охрана и перспективы воспроизводства // Тр. КарНЦ РАН. 2004. Вып. 6. С. 3–16.

*Ветчинникова Л. В.* Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula L.* М.: Наука, 2005. 269 с.

*Ветчинникова Л. В., Мартинсон У., Побуришко В. Ф.* Результаты рекогносцировки популяций березы карельской в Центральной Швеции // Научные основы селекции древесных растений Севера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 137–142.

*Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф., Кузнецова Т. Ю.* Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 312 с.

*Волков А. Д.* Биоэкологические основы эксплуатации ельников северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 205 с.

*Волков А. Д.* Лесоводственная эффективность сохранения тонкомера ели при сплошных концентрированных рубках в разновозрастных ельниках // Вопросы лесоведения и лесоводства в Карелии. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1975. С. 27–37.

*Волков А. Д.* Рубки главного пользования и меры содействия естественному возобновлению в лесах Республики Карелия: Нормативные материалы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 52 с.

*Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В.* и др. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.

*Волков А. Д., Громцев А. Н., Саковец В. И.* Коренные леса северо-запада таежной зоны России: природные особенности, современное состояние и проблемы сохранения. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 34 с.

*Воронов А. Г.* Геоботаника. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.

*Воронова В. С.* Влияние смен растительного покрова на естественное лесовозобновление вырубок // Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1957. С. 110–126.

*Воронова В. С.* Распределение корней в почве вейниковой вырубки и влияние их на всходы ели // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1964. С. 49–54.

*Выращивание* карельской березы на Северо-Западе РСФСР: Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. 31 с.

*Гаврилов Б. И.* Лесные плантации быстрого прироста // Лесн. журн. 1969. № 4. С. 9–10.

*Гаврилов Б. И.* Сосновые хозяйства быстрого прироста // Лесн. журн. 1961. № 4. С. 6–11.

*Гаврилова О. И.* Лесовосстановление вырубок и продуктивность лесных культур хвойных пород Республики Карелия: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Архангельск, 2012. 46 с.

*Гаврилова О. И., Савин И. К.* Проблемы и перспективы использования древесной биомассы и лесовосстановления в Карелии. Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 84 с.

*Гелес И. С.* Древесное сырье – стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 500 с.

*Георгиевский Н. П.* Рубки ухода за лесом. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. 142 с.

*Германова Н. И., Антипина Г. С., Федорец Н. Г.* Микробиологические аспекты рекультивации железорудных отвалов Костомукшского месторождения // Экология. 1995. № 2. С. 103–109.

*Гиряев М. Д.* Состояние, использование лесосырьевых ресурсов и проблемы организации, лесопользования в многолесной зоне европейской части Российской Федерации (на примере 8 субъектов Российской Федерации) // Тр. СПбНИИЛХ. 2001. Вып. 4 (8). С. 130–145.

*Гойман Э.* Инфекционные болезни растений: Пер. с нем. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1954. 608 с.

*Горев Г. И.* О естественном восстановлении ельников // Лесн. хоз-во. 1978. № 3. С. 20–24.

*Горшков В. Г., Макарьева А. М.* Биотическая регуляция окружающей среды: экологически допустимая доля антропогенного потребления продукции древесины // Роль девственной наземной биоты в современных условиях глобальных изменений окружающей среды. Петрозаводск, 12–16 окт. 1998 г. Гатчина, 1998. С. 33–52.

*ГОСТ 18149-72* Машины лесопосадочные. Методы испытаний. М., 1972. 70 с.

*Государственный доклад* о состоянии окружающей среды Республики Карелия... 2009. 288 с.; 2010. 296 с.; 2011. 292 с.; 2012. 294 с.; 2014. 272 с.; 2015.

*Громцев А. Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 156 с.

*Гусев И. И.* Продуктивность ельников Севера. Л.: ЛГУ, 1978. 232 с.

*Давыдов А. В.* Рубки ухода за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 184 с.

*Данько В. Н., Калиберда Т. Н.* Интенсификация роста лесных культур на отвалах с помощью люпина многолетнего // Лесоводство и агромелиорация. Киев, 1976. С. 45–49.

*Дегтева С. В., Арчегова И. Б., Хабибуллина Ф. М.* Самовосстановление нарушенных лесных экосистем (среднетаежная подзона) // Посттехногенные экосистемы Севера. СПб.: Наука, 2002. С. 92–112.

*Декатов Н. Е.* Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1961. 278 с.

*Декатов Н. Е.* Применение гербицидов и арборицидов в лесном хозяйстве. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 170 с.

*Долголиков В. И., Давыдов Д. С., Храбсков С. Ф.* Карташевский лесной генетический резерват и его практическое использование // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 95–100.

*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд-во 5-е., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

*Драчков В. Н.* Болезни молодняков ели в некоторых типах леса Европейского Севера // Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск: АИЛиЛХ, 1976. С. 27–31.

*Драчков В. Н., Тырышкина В. А.* Некоторые причины отпада лесных культур на Европейском Севере // Вопросы лесокультурного дела на Европейском Севере. Архангельск: АИЛиЛХ, 1974. С. 137–143.

*Дружинин Ф. Н.* К вопросу о смене пород // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (30 сент. – 3 окт. 2009 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 57–60.

*Дыренков С. А.* К вопросу об устойчивости и роли елового тонкомера на концентрированных вырубках в среднетаежных ельниках // Сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву. Вып. X. М.: Гослесбумиздат, 1966. С. 202–216.

*Дыренков С. А., Никонов М. В., Синькевич М. П., Шергольд О. Э.* Сплошные рубки в таежных ельниках и формирование новых древостоев из подроста и тонкомера: Методические указания. Л.: ЛенНИИЛХ, 1985. 65 с.

*Евдокимов А. А.* Лесохимические промыслы на Севере. Архангельск, 1927. 47 с.

*Евдокимов А. П.* Биология культуры карельской березы. Л.: ЛГУ, 1989. 224 с.

*Евдокимов А. П.* Опыт создания культур карельской березы в условиях Северо-Запада РСФСР // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. 1982. № 11. С. 88–94.

*Евдокимов А. П.* Рост и развитие карельской березы в культуре // Роль науки в создании лесов будущего. Тез. докл. Всесоюз. конф. Пушкино, 1981. Л., 1981. С. 75–76.

*Егоров А. Б., Бубнов А. А.* Химический метод регулирования состава и строения фитоценозов в лесном хозяйстве: история, современное состояние и перспективы развития // Труды СПбНИИЛХ. 2004. Вып. 2 (12). С. 76–89.

*Ермаков В. И.* Размножение березы карельской методом прививок // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 282–293.

*Ермоленко А. А.* Ситуация с лесовосстановительными работами в субъектах Российской Федерации, проблемы и пути решения. 2009. 17 с. <http://www.rosleshoz.gov.ru/media/appearance/>

*Жигунов А. В., Маркова И. А., Бондаренко А. С.* Статистическая обработка материалов лесокультурных исследований. СПб.: ЛТА, 2002. 87 с.

*Зайцев Г. Н.* Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

*Зайцев Г. А., Моторина Л. В., Данько В. Н.* Лесная рекультивация. М., 1977. 129 с.

*Застенский Л. С.* Облесение карьеров нерудных ископаемых и выработанных торфяников. Минск, 1982. 135 с.

*Защита* плантационных культур ели и сосны от вредителей и болезней: Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. 54 с.

*Зеленко Е. И.* Проблемы перевода главных пород в преобладающие и их решение // Лесн. хоз-во. 1992. № 6–7. С. 16–18.

*Зимин В. Б., Кузьмин И. А.* Экологические последствия применения гербицидов в лесном хозяйстве. Л.: Наука, 1980. 175 с.

*Зябченко С. С.* Сосновые леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 244 с.

Зябченко С. С., Иванчиков А. А., Емельянов В. М., Дьяконов В. В. Защитные и водоохранные леса Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1989. 78 с.

Зябченко С. С., Козлов А. Ф., Иванчиков А. А., Дьяконов В. В. Рубки ухода за лесом в Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1979. 85 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Элементарная биометрия: Учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 104 с.

Изучение влияния гербицидов и арборицидов на лесную растительность и фауну и разработка мероприятий по предупреждению нежелательных последствий их применения в лесном хозяйстве Карельской АССР: Отчет о НИР (заключительный) / Институт леса Карельск. фил. АН СССР. Т. 1. Руководитель И. А. Кузьмин. № ГР 72019972. Инв. № Б 402215. Петрозаводск, 1974. 197 с.

Ильинов А. А., Политов Д. В., Раевский Б. В. Влияние способов лесовозобновления на генетическую структуру популяций ели финской *Picea x fennica* (Regel) Kom. // Учен. зап. ПетрГУ. 2010. № 4. С. 50–55.

Прошников А. И. Влияние концентрированных рубок на генофонд и продуктивность новых поколений лесообразователей // Проблемы развития лесного комплекса северо-западного региона. Петрозаводск: ПетрГУ, 1996. С. 25–27.

Ипатов В. С. Дифференциация древостоев // Вестник ЛГУ. 1970. № 3. С. 43–53.

Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Самоблагоприятствование в растительных сообществах // Ботан. журн. 1989. Т. 74, № 1. С. 14–21.

Ипатов Л. Ф. Опытные культуры С. В. Алексеева. Архангельск: АГТУ, 2003. 100 с.

Исаченко Х. М. Опыт лесоразведения в центральных областях европейской части СССР. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. 111 с.

Казимиров Н. И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.

Казимиров Н. И. Изменение микроклиматических условий в листовенно-еловых молодняках под воздействием рубок ухода // Рубки ухода в листовенно-еловых молодняках Карельской АССР. М.: Лесн. пром-сть, 1964. С. 20–34.

Казимиров Н. И. Экологическая продуктивность сосновых лесов (Математическая модель). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 132 с.

Казимиров Н. И., Горбунова Т. М. Лесоводственная эффективность применения азотных минеральных удобрений // Структура и производительность сосновых лесов на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1981. С. 60–70.

Казимиров Н. И., Кабанов В. В. Лесотаксационные таблицы. Петрозаводск, 1976. 32 с.

*Казимиров Н. И., Куликова В. К., Морозова Р. М.* Применение удобрений в лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1974. 45 с.

*Казимиров Н. И., Лядинский А. Г., Преснухин Ю. В. и др.* Производительность сосновых насаждений по типам леса (Экологические нормативы). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1990. 42 с.

*Казимиров Н. И., Преснухин Ю. В., Ерофеевская С. Л. и др.* Производительность еловых насаждений по типам леса (экологические нормативы). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1991. 44 с.

*Кайрюкитис Л. А.* Формирование елово-лиственных молодняков. Каунас: ЛитНИИЛХ, 1959. 245 с.

*Кайрюкитис Л. А., Юодвалькис А. И.* Оптимальный способ выращивания еловых молодняков. Вильнюс: Моклас, 1976. 10 с.

*Кайрюкитис Л. А., Юодвалькис А. И.* Текущий прирост и оптимальная густота насаждений. Минск: Урожай, 1975. С. 102–104.

*Калиниченко Н. П., Писаренко А. И., Смирнов Н. А.* Лесовосстановление на вырубках. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 328 с.

*Калиниченко Н. П., Писаренко А. И., Смирнов Н. А.* Лесовосстановление на вырубках. Изд-е 2-е, перераб. и доп. М.: Экология, 1991. 384 с.

*Калякин А. Б.* Рост ели в культурах на вырубках с примесью естественно возобновившихся лиственных пород // Физиолого-лесоводственное обоснование технологии создания культур хвойных пород на вырубках. М.: ВНИИЛМ, 1977. С. 80–97.

*Капелькина Л. П.* Естественное и искусственное лесовозобновление на нарушенных землях Севера // Лесн. журн. 1983. № 1. С. 21–24.

*Капелькина Л. П., Казаков Л. А.* Лесная рекультивация нарушенных земель в Заполярье // Лесн. хоз-во. 1989. № 2. С. 27–29.

*Карьялайнен Т., Оллонквист П., Саастамойнен О., Виштанен Я.* На пути к прогрессивному лесному сектору на Северо-Западе России: Заключительный отчет по исследовательскому проекту. Йоенсуу: НИИЛеса Финляндии, 2008. 112 с.

*Кашир Н. Н.* Перспективы лесовосстановления и лесоразведения в России // Лесная Россия. 2007. № 1–2. С. 84–87.

*Керл Д., Воуринен П., Лунго А.* Состояние и тенденции лесокультурного производства в мире // Лесохозяйственная информация. 2004. № 11. С. 53–58.

*Клинов М. А.* Рост сосновых молодняков при комплексном уходе // Восстановление и мелиорация лесов Карелии. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. Вып. 37. С. 24–33.

*Клинов М. А., Федулов В. С.* Отзывчивость сосновых насаждений на рубки ухода и внесение азотных удобрений // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. II (20–23 сент. 1990 г., г. Минск). М., 1990. С. 372–374.

*Ковалев М. С.* Выращивание плантационных культур сосны и ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 72–75.

*Ковалев М. С.* Некоторые результаты опытных работ по выращиванию плантационных культур ели в Псковской области // Тр. СПбНИИЛХ. 2004. Вып. 2 (12). С. 90–99.

*Ковязин В. Ф.* Эффективность коридорного кронокошения в культурах ели // Лесоводственные способы формирования и оценки насаждений эксплуатационного и рекреационного назначения. Л.: ЛенНИИЛХ, 1989. С. 45–49.

*Козьмин А. В.* Отбор деревьев березы карельской в карьерах // Лесоведение. 1993. № 3. С. 71–74.

*Колданов В. Я.* Смена пород и лесовосстановление. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 172 с.

*Комин Г. Е.* Некоторые аспекты динамики возрастной структуры древостоев // Лесоведение. 2003. № 4. С. 54–61.

*Коржицкая З. А., Матюшкина А. П.* Изменение свойств древесины под влиянием лесохозяйственных мероприятий // Влияние условий произрастания и лесохозяйственных мероприятий на свойства древесины и целлюлозы. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1980. С. 5–33.

*Королев В. К.* Рационально использовать лесные богатства Карелии // Лесн. хоз-во. 1967. № 2. С. 2–4.

*Корчагов С. А.* Повышение качественной продуктивности насаждений на лесоводственной основе: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Архангельск, 2010. 42 с.

*Красновидов А. Н.* Влияние способа лесоводственного ухода на рост культур ели и динамику последующего восстановления лиственных пород // Химический уход за лесом. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 12–17.

*Красновидов А. Н., Мартынов А. Н., Фомин А. В.* Раундап и другие гербициды на основе глифосата: экологические аспекты. СПб.: СПбНИИЛХ. 2000. 73 с.

*Кретов Е. С.* Оптимальная начальная густота посадки культур сосны по эколого-географическим зонам // Проблемы лесовосстановления: Тез. докл. Всесоюз. конф. М.: МЛТИ, 1974. С. 64–67.

*Крутов В. И.* Антропогенное воздействие на лесные сообщества и развитие микоценозов // Научные основы устойчивости лесов к древоразрушающим грибам. М.: Наука, 1992. С. 172–195.

*Крутов В. И.* Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1989. 208 с.

*Крутов В. И.* Характер консортивных отношений между патогенными грибами и высшими растениями при формировании лесных фитоценозов на вырубках // Микосимбиотрофизм и другие консортивные отношения в лесах Севера. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1985. С. 133–142.

*Крутов В. И., Волкова И. П.* Лесопатологическое состояние естественного возобновления и лесных культур хвойных пород // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1975. С. 122–179.

*Крутов В. И., Кивиниemi С. Н., Савченко Т. Г.* Динамика влажности древесины и микофлора осины и березы, обработанных 2,4-Д (С<sub>6</sub>-С<sub>9</sub>) // Воздействие 2,4-Д на биогеоценозы лиственно-сосновых молодняков. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1976. С. 51–57.

*Крутов В. И., Тимофеев А. Ф.* Лесопатологическое состояние сосновых молодняков после химического ухода // Состояние лесных биогеоценозов после обработки 2,4-Д. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1983. С. 12–16.

*Крутов В. И., Яковлев Е. Б., Кивиниemi С. Н.* Влияние грибных болезней и вредных насекомых на успешность искусственного лесовосстановления в Карелии // Вопросы лесовосстановления и лесозащиты в Карелии. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1983. С. 36–45.

*Крышень А. М.* Динамика растительности в первые годы после рубки вторичных ельников черничных // Лесоводство. 1998. № 6. С. 55–62.

*Крышень А. М.* Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 264 с.

*Крышень А. М.* Структура и динамика растительного сообщества вейниковой вырубки в Южной Карелии. 1. Видовой состав // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 48–62.

*Кузьмин И. А.* Изменение состава древостоев различными способами ухода // Состояние лесных биогеоценозов после обработки 2,4-Д. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1983. С. 5–12.

*Кузьмин И. А.* Оценка эффективности химического ухода за культурами сосны // Воздействие 2,4-Д на биогеоценозы лиственно-сосновых молодняков. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1976. С. 13–32.

*Кузьмин И. А.* Применение гербицидов при выращивании сосны и ели. Петрозаводск: Карелия, 1971. 60 с.

*Кузьмин И. А.* Применение удобрений и гербицидов в культурах сосны на супесчаных почвах // Повышение эффективности лесовосстановительных мероприятий на Севере. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1977. С. 88–92.

*Кузьмин И. А., Крутов В. И.* Состояние древесных пород, обработанных арборицидами // Удобрения и гербициды в лесном хозяйстве европейского севера СССР. Л.: Наука, 1971. С. 83–91.

*Кузьмин И. А., Стрелкова А. А.* Лесовосстановление и формирование почвенного профиля на техногенных землях // Вопросы лесовосстановления и лесозащиты в Карелии. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1983. С. 71–78.

*Кузьмин И. А., Стрелкова А. А.* Почва и растительный покров объектов исследования // Воздействие 2,4-Д на биогеоценозы лиственно-сосновых молодняков. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1976. С. 4–12.

*Кулик А. В.* Мышевидные грызуны: отношение к синтетической «паутине» // Защита растений. 1994. № 4. С. 46.

*Курхинен Ю. П., Данилов П. Н., Ивантер Э. В.* Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

*Куусела К.* Динамика бореальных хвойных лесов. Хельсинки: Metsateollisuus, 1991. 210 с.

*Ларин В. Б.* Смена древесных пород на Севере: Науч. докл. (препринт). Сыктывкар, 1987. Вып. 174. 16 с.

*Ларин В. Б., Паутов Ю. А.* Формирование хвойных молодняков на вырубках. Л.: Наука, 1989. 144 с.

*Лаур Н. В.* Выращивание сортового материала березы карельской в Карельской АССР // Селекционно-генетические исследования древесных растений в Карелии. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1987. С. 135–139.

*Лаур Н. В.* Лесная селекция и семеноводство в Карелии. М.: МГУЛ, 2012. 160 с.

*Лаур Н. В.* Селекционные методы выращивания карельской березы в Карелии по методикам проф. А. Я. Любавской // Лесной вестник. 2006. № 5. С. 81–88.

*Лаур Н. В.* Состояние и учет насаждений карельской березы в Карелии // Биоиндикация и оценка повреждения организмов и экосистем. Петрозаводск, 1997. С. 95–96.

*Левин В. И.* Сосняки европейского Севера. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 152 с.

*Левит С. Я., Пикалова Г. М., Дороненко Е. П.* Лесовосстановление площадей, нарушенных при добыче железной руды на Урале // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых. Тарту, 1975. С. 63–70.

*Леонтьева С. И., Стенина И. П.* Фитопатологическое состояние лесных культур сосны и ели на Северо-Западе РСФСР // Микол. и фитопатол. 1989. Т. 23, вып. 4. С. 389–392.

*Лесные экосистемы искусственного происхождения: структура, динамика и продуктивность: Отчет о НИР (заключительный) № гос. регистрации 0120. 0 505546 / Институт леса КарНЦ РАН. Руководитель А. И. Соколов. Петрозаводск, 2007. 187 с.*

*Леспром-информ.* Новости отрасли. 30.03.2015 г.

*Лир Х., Польстер Г.-И.* Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 424 с.

*Листов А. А.* За сохранение и преумножение сосновых лесов на Европейском Севере // Лесн. хоз-во. 1971. № 1. С. 34–36.

*Лосицкий К. Б., Чуенков В. С.* Эталонные леса. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 192 с.

*Львов П. Н., Ипатов Л. Ф., Плохов А. А.* Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 112 с.

*Любавская А. Я.* Селекция и разведение карельской березы. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 124 с.

*Любомирский.* Засыхание еловых насаждений // Лесн. журн. 1882. XII, кн. 9. С. 624–625.

*Лямеборшай С. Х.* Оптимизация воспроизводства и использования лесных ресурсов // Лесн. хоз-во. 1985. № 9. С. 24–27.

*Майоров С. Л.* Влияние первоначальной густоты еловых культур на дальнейший рост насаждений // Лесн. хоз-во. 1968. № 5. С. 26–29.

*Максимов В. Е.* Уход за лиственно-еловыми молодняками в целях ускоренного выращивания еловых насаждений // Лесоводственные способы формирования и оценки насаждений эксплуатационного и рекреационного назначения. Л.: ЛенНИИЛХ, 1989. С. 37–42.

*Максимов В. Е., Степанов В. М.* Улучшение качества культур проведением интенсивных осветлений // Восстановление и мелиорация лесов Карелии. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 88–93.

*Максимов В. Е., Степанов В. М., Исаков Л. Г., Чевидаев В. А.* Лесоводственный уход за культурами ели (Методические рекомендации). Л.: ЛенНИИЛХ, 1982. 45 с.

*Мамаев С. А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1972. 284 с.

*Маркова И. А., Онацевич Е. М.* Послепосадочная депрессия роста культур ели и сосны // Посадочный материал для создания плантационных культур. Л., 1986. С. 79–87.

*Маркова И. А., Шестакова Т. А., Большакова Н. В., Бутенко О. Ю.* Обобщение 30-летнего опыта плантационного лесовыращивания в таежной зоне России // Тр. СПбНИИЛХ. 2004. Вып. 2 (12). С. 58–76.

*Маркова И. А., Шутов И. В., Маслаков Е. Л.* Организация и технология плантационного лесовыращивания: Временные практические рекомендации. Л.: ЛениИЛХ, 1981. 94 с.

*Мартинович Б. С.* Рост и взаимодействие ели и осины в различных экологических условиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1967. 21 с.

*Мартынов А. Н.* Густота культур хвойных пород и ее значение. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1974. 60 с.

*Мартынов А. Н.* Пороки развития сосны и ели при неправильном использовании арборицидов // Пути повышения эффективности и экологической безопасности химического ухода за лесом: Сб. науч. тр. Л.: ЛениИЛХ, 1985. С. 122–124.

*Марченко А. И.* Почвы Карелии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 400 с.

*Марченко И. С.* Как выращивать высокопродуктивный лес // Лесн. хоз-во. 1989. № 7. С. 24–27.

*Маслаков Е. Л.* Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.

*Маслаков Е. Л.* Эколого-лесоводственные проблемы восстановления леса на вырубках // Экологические предпосылки и последствия лесохозяйственной деятельности. СПб.: ЛениИЛХ, 1992. С. 40–49.

*Маслаков Е. Л., Кузнецов А. Н.* Об особенностях динамики социальной структуры древостоев ели плантационного типа в возрасте 25–30 лет // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб.: ЛениИЛХ, 1992. С. 48–61.

*Маслаков Е. Л., Мойко М. Ф., Маркова И. А., Ковалев М. С.* Исследование роста лесных культур. Л.: ЛениИЛХ, 1978. 72 с.

*Маслаков Е. Л., Покрывайло В. Д., Товкач Л. Н.* Математические методы при изучении лесных культур: Методические указания. Л.: ЛениИЛХ, 1983. 61 с.

*Масленков П. Г.* Химический уход за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 120 с.

*Маслов А. Д.* Усыхание еловых лесов от засух на европейской территории СССР // Лесоведение. 1972. № 6. С. 77–87.

*Машкина О. С., Табацкая Т. М., Исаков Ю. Н.* Использование методов биотехнологии в лесной генетике и селекции // Лесохозяйственная информатика. 2008. № 3–4. С. 46–47.

*Мелехов В. И., Бабич Н. А., Корчагов С. А.* Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: АГТУ, 2003. 110 с.

*Мелехов И. С.* Рубки главного пользования. Изд. 2-е, исправ. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 374 с.

*Мелехов И. С., Чертовской В. Г., Моисеев Н. А.* Леса Архангельской и Вологодской областей // Леса СССР. Т. 1. М.: Наука, 1966. С. 78–156.

*Мерзленко М. Д.* Густота культур сосны и ели в зоне смешанных лесов // Лесоразведение и лесомелиорация: Обзорн. информ. ЦБНТИ Гослесхоза. № 2. М., 1981. 28 с.

*Мерзленко М. Д.* Целевой подход к решению проблемы густоты лесных культур // Науч. тр. МЛТИ: Рациональное использование, охрана и воспроизводство лесных ресурсов. 1958. Вып. 198. С. 23–25.

*Мерзленко М. Д., Бабич Н. А.* Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. унт-та, 2002. 220 с.

*Минин Н. С., Москалева С. А.* Влияние рубок ухода на физико-механические свойства древесины культур сосны // ИВУЗ. Лесн. журн. 1986. № 2. С. 68–71.

*Моисеев Б. Н.* Проблемы устойчивого использования лесов на Северо-Западе России // Лесохозяйственная информация. 2008. № 1–2. С. 10–14.

*Моисеев В. С.* Таксация молодняков. Л.: ЛТА, 1971. 342 с.

*Моисеев Н. А.* Леса и лесной сектор Архангельской области: историческая роль и место в национальной лесной политике России // ИВУЗ. Лесн. журн. 2012. № 4. С. 7–15.

*Моисеев Н. А.* Леса России: реформы, проблемы, решения // Лесн. хоз-во. 2010. № 1. С. 8–13.

*Моисеев Н. А.* Лесная наука и практика в тисках экономического кризиса: пути выхода // Лесн. хоз-во. 1998. № 6. С. 2–5.

*Молоткова Н. Д., Шабунин Д. А.* Влияние густоты и режима выращивания на устойчивость культур ели и сосны к болезням // Экологические предпосылки и последствия лесохозяйственной деятельности. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1993. С. 66–72.

*Молчанов А. А., Преображенский И. Ф.* Леса и лесное хозяйство Архангельской области. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 238 с.

*Мороз В. К.* Фацидиоз (снежное шютте) – опасная болезнь сосны. Петрозаводск: Карельск. кн. изд-во, 1962. 59 с.

*Морозов В. А., Шиманский П. С., Штукин С. С.* Плантационное выращивание хвойных пород (обзор). М.: ЦБНТИлесхоза, 1983. № 1. 44 с.

*Морозов Г. Ф.* Учение о лесе. Изд. 7-е. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1949. 456 с.

*Морозова Р. М.* Изменение процессов почвообразования под влиянием концентрированных рубок леса // Возобновление леса на вырубках и выращивание семян в питомниках. Петрозаводск: Карел. кн. изд-во, 1964. С. 55–73.

*Морозова Р. М.* Почвенный фонд Карелии // Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана. Петрозаводск: Карел. кн. изд-во, 1992. С. 6–17.

*Моторина Л. В., Овчинников В. А.* Промышленность и рекультивация земель. М., 1975. 240 с.

*Наставление по рубкам ухода в лесах Республики Карелия.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 38 с.

*Научные основы* экологически чистых приемов лесовосстановления в условиях средней тайги Республики Карелия. Отчет о НИР (заключительный). Кн. II. Институт леса КарНЦ РАН. Руководитель А. И. Соколов. № ГР 01.90.0 037736. Инв. № 02.9.50 001880. Петрозаводск, 1994. 416 с.

*Нахабцев И. А.* Плотность древесины – количественный показатель характеристики древесного сырья // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1990. С. 38–40.

*Нилов В. Н.* Жизнеспособность молодняка ели предварительной генерации в зависимости от экологических условий на вырубках // Природа и хозяйство Севера. Вып. 6. Петрозаводск, 1977. С. 137–145.

*Новицкая Л. Л.* Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Петрозаводск: Verso, 2008. 144 с.

*Нуреева Т. В., Шалагина М. А.* Итоговый отчет 3-го Международного конгресса «Плантационные леса на планете – возобновляемые ресурсы будущего» // Размножение лесных растений в культуре *in vitro* как основа плантационного лесовыращивания: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Йошкар-Ола, 25–26 сент. 2014 г.). Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологич. ун-т, 2014. С. 140–167.

*Основные направления* деятельности Правительства в области развития лесопромышленного комплекса Республики Карелия на период 2001–2004 гг. Петрозаводск, 2001. 70 с.

*Основы* лесного хозяйства в Финляндии / Т. Фредрикссон и др.; пер. с фин.: А. Юнтунен, М. Лейнонен. Хяменлинна: Metsakustannus Oy, 2006.

*Павлов И. Н., Миронов А. Г., Юшкова Т. Ю.* Активизация патогенных свойств грибов комплекса *Armillaria mellea sensu lato* в хвойных лесах юга Восточной Сибири // Хвойные бореальные зоны. 2007. № 1. С. 9–20.

*Павлов И. Н., Рухуллаева О. В., Барабанова О. А., Агеев А. А.* Оценка роли корневых патогенов в ухудшении состояния лесного фонда Сибирского федерального округа // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 3–4. С. 262–268.

*Панков Я. В.* Фитомелиорация нарушенных земель КМА // Лесная рекультивация нарушенных земель. Воронеж, 1991. С. 6–34.

*Паплаускас В. В.* Влияние минеральных удобрений и рубок ухода на продуктивность сосновых культур // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Материалы науч.-координац. совещания. Минск, 1974. С. 20–22.

*Первозванский И. В.* Очерки по развитию лесного хозяйства и лесной промышленности Карелии // Тр. Карельск. фил. АН СССР. 1959. Вып. 19. С. 5–75.

*Первозванский И. В.* Смена пород в лесах Карело-Финской ССР и ее народнохозяйственное значение // Изв. Карело-Финского фил. АН СССР. Петрозаводск, 1949. С. 23–27.

*Пигарев Ф. Т., Беляев В. В., Сунгуров Р. В.* Комплексная оценка посадочного материала и его применение на Европейском Севере: Методические указания. Архангельск: АИЛиЛХ, 1987. 15 с.

*Пигарев Ф. Т., Сенчуков Б. А., Беляев В. В.* Состояние и рост лесных культур в зависимости от вида, возраста и размера посадочного материала // Искусственное восстановление леса на Севере. Архангельск: АИЛиЛХ, 1979. С. 85–97.

*Писаренко А. И., Мерзленко М. Д.* Основные подходы к решению вопросов густоты посадки лесных культур // Лесоведение. 1979. № 2. С. 49–55.

*Писаренко А. И., Редько Г. И., Мерзленко М. Д.* Искусственные леса: В 2-х ч. М.: Изд. ЮНИФИР, 1992. Ч. 1. 308 с.; Ч. 2. 240 с.

*Писаренко А. И., Страхов В. В.* Перспективы развития лесных плантаций как основы лесовосстановления // Лесн. хоз-во. 2014а. № 5. С. 2–6.

*Писаренко А. И., Страхов В. В.* Управление лесами и развитие лесного хозяйства России // Лесн. хоз-во. 2014б. № 2. С. 2–7.

*Письмеров А. В., Барабанов В. П.* Воспроизводство лесных ресурсов на основе естественного лесообразовательного процесса // Лесохозяйственная информация, рекомендуемая для внедрения: Науч.-техн. информ. сб. № 6. М., 1990. С. 9–17.

*План действий* Правительства Республики Карелия по совершенствованию системы управления лесным комплексом на период до 2010 года // Распоряжение Правительства РК от 09.02.2008 г. № 58р-П. Петрозаводск, 2008. 24 с.

*Плохинский Н. А.* Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.

*Побединский А. В.* Лесоводственная оценка смены коренных лесов тайги производными // Лесн. хоз-во. 1991. № 11. С. 19–22.

*Победов В. С., Булавик И. М., Лебедев Е. А. и др.* Справочник по удобрениям в лесном хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1986. 172 с.

*Подшиваев Е. Е.* Лесоводственно-биологические основы защиты лесных культур от повреждений мелкими грызунами: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.: СПбНИИЛХ, 2001. 24 с.

*Подшиваев Е. Е.* Мелкие грызуны как фактор лесовосстановления на северо-западе России // Тр. Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. СПб., 2009. С. 130–138.

*Подшиваев Е. Е.* О численности и вредоносности полевок рода *Clethrionomys* на лесокультурных площадях // Посадочный материал для плантационных культур. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. С. 156–161.

*Подшиваев Е. Е., Быковский В. А.* Пути защиты хвойных культур от грызунов на северо-западе РСФСР // Применение пестицидов в лесном хозяйстве. Л.: ЛенНИИЛХ, 1991. С. 50–54.

*Подшиваев Е. Е.* Мелкие грызуны // Плантационное лесоводство / Под общ. ред. И. В. Шутова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. С. 288–290.

*Полевая геоботаника.* М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. 532 с.

*Поликарпов И. П.* Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 172 с.

*Полубояринов О. И.* Плотность древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 160 с.

*Поляков А. Н., Ипатов Л. Ф., Успенский В. В.* Продуктивность лесных культур. М.: Агропромиздат, 1986. 240 с.

*Попов В. Я., Поташева Ю. И., Файзулин Д. Х., Трубин Б. В.* Оценка наследственных свойств еловых популяций по продуктивности потомства // Экологические проблемы Севера: Межвузовский сб. науч. тр. Вып. 6. Архангельск, 2003. С. 35–40.

*Попов В. Я., Тучин П. В., Сурс М. В., Васильев А. А.* Рост и развитие форм ели на плантации семенного происхождения // Материалы отчетной годичной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1984 г. Архангельск, 1985. С. 31–32.

*Попов Ю. А., Федулов В. С.* Восстановление еловых лесов в южной Карелии // Лесн. хоз-во. 1989. № 11. С. 30–33.

*Попов Ю. А., Цинкович Л. К.* Густота и продуктивность древостоев в культурах // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 62–65.

*Потахин С. Б.* Ретроспективный анализ традиционного природопользования населения восточной части таежной Фенноскандии (финно-угорский и русский ареалы расселения) // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты. Петрозаводск, 2004. С. 344–351.

*Потылев В. Г.* Создание высокоэффективных семейственных лесосеменных плантаций ели // Лесн. хоз-во. 1983. № 4. С. 35–36.

*Правдин Л. Ф.* Вопросы генетики популяций в изучении естественного возобновления лесов Севера // Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках северо-запада европейской части СССР. Архангельск, 1971. С. 75–76.

*Правила лесовосстановления*: Приказ МПР РФ от 16.07. 2007. № 183 (ред. от 05.11.2013).

*Преображенский А. В.* Вековой опыт ведения хозяйства в Лисинском и Охтинском лесхозах. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1953. 115 с.

*Прогнозные таблицы* хода роста плантационных культур: Методические рекомендации / Сост.: Маслаков Е. Л., Кузнецов А. Н., Старостин В. А. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 33 с.

*Программа* и методика биогеоценологических исследований. М., 1966. 366 с.

*Прокопьев М. Н.* Воспроизводство сосновых лесов южной и средней подзон Европейской тайги: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Л., 1984. 38 с.

*Прокопьев М. Н.* Динамика площадей сосновых лесов южной и средней подзон тайги // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1982. С. 3–10.

*Прокопьев М. Н.* Современное состояние, условия и пути воспроизводства сосновых лесов европейской тайги // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное и рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС: Тез. докл. на Всесоюз. науч.-практ. конф. Архангельск, 1983. С. 16–18.

*Прокушкин С. Г.* Минеральное питание сосны: (на холодных почвах). Новосибирск: Наука, 1982. 190 с.

*Разин Г. С.* Модели роста древостоев еловых культур разной густоты // Лесоведение. 1988. № 2. С. 41–47.

*Разин Г. С.* О закономерностях возрастной динамики древостоев еловых культур различной густоты // Лесн. хоз-во. 1991. № 9. С. 40–42.

*Редько Г. И.* К истории лесного хозяйства России. Л.: РИО ЛТА, 1981. 81 с.

*Редько Г. И., Бабич Н. А.* Корабельный лес во славу флота российского. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1993. 151 с.

*Редько Г. И., Бабич Н. А.* Лесовосстановление на Европейском Севере России. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1994. 188 с.

*Редько Г. И., Евдокимов А. П.* Культуры карельской березы в Охтенском учебно-опытном лесхозе // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. 1977. Вып. VI. С. 98–100.

*Редько Г. И., Шлапак В. П.* Петр I об охране природы и использовании природных ресурсов. Киев: Либідь, 1993. 176 с.

*Рекомендации* по применению удобрений в хвойных лесах Европейского Севера. Архангельск: АИЛиЛХ, 1979. 27 с.

*Рогозин М. В., Разин Г. С.* Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгоновых на Урале: история, законы развития, селекция ели. Пермь: Пермский ГУ, 2011. 192 с.

*Родин А. Р., Мерзленко М. Д.* Методические рекомендации по изучению лесных культур старших возрастов. М.: ВАСХНИЛ, 1983. 36 с.

*Романов А. А.* Климат // Карельская АССР. М., 1956. С. 36–46.

*Ронконен Н. И.* Вырубки и естественное возобновление на них // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1975. С. 36–65.

*Ронконен Н. И.* Лесорастительные условия и естественное возобновление основных типов вырубок южной Карелии // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск: Карельск. кн. изд-во, 1964. С. 33–48.

*Рубцов В. Г.* Фаутность и ее влияние на товарность хвойных насаждений районов севера // Труды Петрозаводской ЛОС: Сб. науч. тр. Вып. 2. Петрозаводск: Карелия, 1973. С. 18–25.

*Руководство* по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия. Петрозаводск, 1995. 85 с.

*Румянцев Д. Е.* Эволюционное значение формы семенной чешуи ели // Стационарные лесозокологические исследования: методы, итоги, перспективы. Материалы и тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар, 2003. С. 130.

*Рябокоть А. П.* Качество древесины при разной интенсивности роста сосновых насаждений // Лесн. хоз-во. 1990. № 11. С. 26–28.

*Рябокоть А. П.* Методология качества древесины // Строение, свойства и качество древесины-2000: Материалы 3-го междунар. симпоз. (11–14 сент. 2000 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. С. 72–74.

*Савин Е. Н.* Коридорный уход за елью в елово-лиственных насаждениях // Лесн. хоз-во. 1963. № 2. С. 10–15.

*Саковец В. И., Иванчиков А. А.* Современное состояние лесного покрова // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 43–48.

*Сбоева Р. М.* Влияние рубок ухода на рост и развитие ели // Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках. М.: Лесн. пром-сть, 1964. С. 47–57.

*Сбоева Р. М.* Некоторые итоги внедрения в производство быстрорастущих и хозяйственно ценных пород в условиях Карелии // Восстановление и защита леса в Карельской АССР. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1961. С. 75–85.

*Сбоева Р. М.* Формирование сосновых молодняков и рубки ухода // Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1974. С. 182–210.

*Сеннов С. Н.* Проблемы лесоведения // Тр. СПбНИИЛХ. 2001. Вып. 5 (9). 57 с.

*Сеннов С. Н.* Рубки ухода за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 160 с.

*Сеннов С. Н.* Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 128 с.

*Сеннов С. Н., Банева Н. А., Игнатъев А. Ф.* и др. Уход за лесом на основе целевых программ. Л.: ЛенНИИЛХ, 1985. 28 с.

*Сеннов С. Н., Банева Н. А., Смирнов А. П.* Корненасыщенность и парцилярная структура в высокопроизводительном ельнике // Лесоведение. 1994. № 1. С. 78–80.

*Сеннов С. Н., Соколовский Б. Г.* Рубки ухода в культурах ели // Выращивание и формирование высокопродуктивных насаждений в южной подзоне тайги. Л., 1984. С. 111–117.

*Синицин С. Г.* Безотходное лесопользование в мире экологических стрессов // Лесн. хоз-во. 1991. № 1. С. 6–9.

*Синников А. С.* Лесопользование на Европейском Севере // Природа и хозяйство Севера. Вып. 6. Петрозаводск: Карелия, 1977. С. 132–136.

*Синькевич М. П.* Об особенностях роста подроста ели на вырубках в ельниках-черничниках Карельской АССР // Сб. работ по лесн. хоз-ву. Вып. 5. Л.: ЛенНИИЛХ, 1962. С. 183–195.

*Синькевич М. П.* Обоснование способов ухода за сосной в смешанных молодняках Южной Карелии // Тр. Петрозаводской ЛОС. Петрозаводск: Карелия, 1971. Вып. 1. С. 34–52.

*Синькевич М. П.* Производительность древостоев, возникших из подроста на сплошных вырубках Карелии // Лесн. хоз-во. 1982. № 6. С. 19–23.

*Синькевич М. П.* Роль подроста хвойных пород в лесовосстановлении сплошных концентрированных вырубок // Восстановление и мелиорация лесов Карелии. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 8–20.

*Синькевич М. С., Цинкович Л. К.* Влияние первоначальной густоты культур сосны на накопление запаса и его качество в брусничном и черничном типах леса // Вопросы практического лесоводства в хвойных лесах Северо-Запада РСФСР: Межвузовский сб. Петрозаводск, 1980. С. 107–137.

*Синькевич М. С., Цинкович Л. К.* Густота культур сосны и накопление запаса древесины // Посадочный материал для создания плантационных культур. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. С. 179.

*Синькевич М. С., Шубин В. И.* Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск, 1969. 180 с.

*Синькевич С. М.* Влияние разреживания и удобрения на качество древесины в средневозрастном сосняке // Сосново-лиственные насаждения Карелии и Мурманской области: Сб. науч. тр. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1981. С. 115–122.

*Синькевич Т. А., Синькевич С. М.* Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1991. 136 с.

*Скадорва И. В.* Лесное хозяйство Карелии и его перспективы // Проблемы развития лесного комплекса северо-западного региона: Материалы конф. Петрозаводск, 1996. С. 3–4.

*Сляднев А. П.* Комплексный способ выращивания сосновых насаждений. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 104 с.

*Смирнов А. Д.* Выращивание семян березы карельской в теплицах // Лесн. хоз-во. 1973. № 1. С. 42–43.

*Смирнов Н. А.* Выращивание посадочного материала для лесовосстановления. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 169 с.

*Соколов А. И.* Биологическая мелиорация лесных почв культурой люпина // Структурно-функциональная организация лесных почв среднетаежной подзоны Карелии (на примере заповедника «Кивач»). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 146–156.

*Соколов А. И.* Лесовосстановление на северо-западе России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 215 с.

*Соколов А. И.* Рубка и восстановление леса в Карелии // ИВУЗ. Лесн. журн. 1997. Вып. 5. С. 17–22.

*Соколов А. И.* Создание культур на нераскорчеванных вырубках: Методические указания. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1990. 37 с.

*Соколов А. И., Кривенко Т. И., Харитонов В. А., Лейбонен Е. Э.* Лесная рекультивация отвалов Костомукшского железорудного месторождения // Экологические проблемы Северных регионов и пути их решения: Материалы всерос. науч. конф. Апатиты, 2008. С. 98–101.

*Соколов А. И., Пеккоев А. Н., Харитонов В. А., Кривенко Т. И.* Ускоренное выращивание культур ели в среднетаежной подзоне Карелии // Лесн. журн. 2013. № 5. С. 96–105.

*Соколов А. И., Синькевич С. М., Крутов В. И. и др.* Перспективы ускоренного выращивания сосны в среднетаежной подзоне Карелии // Лесн. хоз-во. 2010. № 1. С. 42–44.

*Соколов А. И., Харитонов В. А.* Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 80 с.

*Соколов Д. В.* Корневая гниль оленка и борьба с ней. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 182 с.

*Соколов Н. О.* Задачи дальнейшего изучения карельской березы // Изв. Карельск. и Кольск. филиалов АН СССР. 1958. № 3. С. 96–102.

*Соколов Н. О.* Карельская береза. Л.: ЛТА, 1959. 36 с.

*Соколов Н. О.* Карельская береза. Петрозаводск: Госиздат КФ ССР, 1950. 116 с.

*Соколов Н. О.* Отбор и выращивание березы карельской в Ленинградской области с использованием самосева // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 277–281.

*Сорока А. И., Ананьев В. А.* Структура лесного фонда, динамика и перспективы лесопользования в Карелии // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (30 сент. – 3 окт. 2009 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 15–17.

*Сортиментные и товарные таблицы* сосновых древостоев Вологодской области, средней и южной частей Архангельской области, Коми АССР и Карельской АССР // Сортиментные и товарные таблицы для Северо-Востока европейской части СССР. М., 1987. С. 24–27.

*Старостин В. А., Турчина О. О.* Обрезка ветвей кроны и рост культур сосны // Выращивание и формирование высокопродуктивных насаждений в южной подзоне тайги. Л.: ЛенНИИЛХ, 1984. С. 117–125.

*Степаненко И. И.* Влияние интенсивных методов лесовыращивания с внесением минеральных удобрений на физико-механические свойства древесины сосны // Лесохозяйственная информация. 2008. № 5. С. 3–10.

*Степанов В. М., Вячкилев В. В., Паянен А. Н.* Влияние азотных удобрений и извести на рост ели и сосны // Восстановление и мелиорация лесов Северо-Запада РСФСР. Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. С. 106–109.

*Столяров Д. П., Полуобяринов О. И., Декатов Н. Н. и др.* Использование ядерной древесины в лесоводственных исследованиях: Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 43 с.

*Стороженко В. Г., Бондарцева М. А., Соловьев В. А., Крутов В. И.* Научные основы устойчивости лесов к древоразрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.

*Суворов В. И.* Особенности морфологии, физиологии и роста ели и сосны в культурах на вырубках с суглинистыми почвами в зависимости от условий почвенного и светового питания // Физиолого-лесоводственное обоснование технологии создания культур хвойных пород на вырубках. М.: ВНИИЛМ, 1977. С. 3–49.

*Суворов В. И., Касимов В. Д., Кураев В. Н., Мальцева И. Г.* Методические указания по лесокультурной оценке сплошных вырубок (для подзоны южной тайги и зоны смешанных лесов европейской части СССР). М.: ВНИИЛМ, 1987. 17 с.

*Сукачев В. Н.* О ботанико-географических исследованиях в Бузулукском бору Самарской губернии: Тр. опытного лесничества. 1904. 104 с.

*Сукачев В. Н.* Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 5–49.

*Сунгуров Р. Ф.* Решение проблемы лесного хозяйства в переходный период // Лесоводственно-экономические вопросы воспроизводства лесных ресурсов на Европейском Севере. Архангельск: АИЛиЛХ, 2000. С. 14–27.

*Технические указания* по селекции и разведению березы карельской в лесах нечерноземной зоны РСФСР. М.: Госкомлес СССР, 1985. 46 с.

*Тимофеев В. П.* Борьба с усыханием ели. М.: Гослесбумиздат, 1944. 47 с.

*Тихонов А. С.* Лесоводственные основы способов рубки леса для возобновления ели. Л.: ЛГУ, 1979. 247 с.

*Ткаченко М. Е.* Общее лесоводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. 599 с.

*Ткаченко М. Е.* Система рубок и возобновление в связи с механизацией лесоразработок и первичного транспорта в лесах КФ СССР. Отчет по теме 175. Рук. М. Е. Ткаченко. Т. 1. Л.: ЛТА, 1949. 469 с. // Архив КарНЦ РАН, оп. 91, № 277.

*Тюрин Е. Г.* Качество молодняков на концентрированных вырубках // Лесн. хоз-во. 1993. № 4. С. 18–20.

*Тюрин Е. Г.* Проблемы Европейского Севера. Воспроизводство хвойных лесов // Лесн. хоз-во. 1987. № 9. С. 42–45.

*Уголев Б. Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учебное пособие. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 368 с.

*Усеня В. В., Крук Н. К.* Состояние и перспективы плантационного лесовыращивания хвойных пород // Лесн. и охотничье хоз-во. 2009. № 10. С. 21–26.

*Ускоренное производство* деловой древесины ели и сосны на лесосырьевых плантациях: Практические рекомендации. Изд-е 3-е, доп. и переработанное. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1991. 67 с.

*Уткин А. И., Сухих В. И.* Трансформация лесного покрова европейского северо-востока (по историческим сведениям и материалам статотчетности) // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты. Материалы междунар. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2004. С. 132–143.

*Фадин И. А.* О густоте посадки культур ели. Красноярск: СибНИИЛХ, 1957. 38 с.

*Федорец Н. Г., Морозова Р. М., Синькевич С. М., Загуральская Л. М.* Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 195 с.

*Федорец Н. Г., Соколов А. И., Крышень А. М.* Первичные этапы формирования биогеоценозов на техногенных землях при добыче рудных ископаемых // Продуктивность и устойчивость лесных почв: III Междунар. конф. по лесному почвоведению (7–11 сент. 2009 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 315–319.

*Федорец Н. Г., Соколов А. И., Крышень А. М. и др.* Формирование лесных сообществ на техногенных землях северо-запада таежной зоны России (на примере Карелии). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 130 с.

*Федорец Н. Г., Соколов А. И., Шильцова Г. В. и др.* Начальные стадии формирования биогеоценозов на техногенных землях Европейского Севера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 74 с.

*Федорец Н. Г., Шильцова Г. В., Германова Н. И. и др.* Начальные этапы почвообразования на отвалах железорудного месторождения в северо-таежной подзоне // Почвоведение. 1998. № 2. С. 133–139.

*Фогилев А. В.* Защитные пластмассовые трубки для сеянцев // Лесн. хоз-во за рубежом: Экспресс-информация, ЦБНТИ Гослесхоза СССР, вып. 18. 1986. С. 4–6.

*Царев А. П.* Мировой опыт плантационного лесовыращивания // Учен. зап. ПетрГУ. 2010. № 6. С. 42–48.

*Цветков В. Ф.* Из опыта интродукции лиственницы на Кольский полуостров // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: Материалы регионального рабочего совещания (1–3 июня 1998 г.). Архангельск, 2002а. С. 114–118.

*Цветков В. Ф.* Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та. 2002б. 380 с.

*Цветков М. А.* Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 203 с.

*Целевые программы рубок ухода и комплексного ухода за лесом (для северо-запада РСФСР): Методические рекомендации / Сост.: Мартынов А. Н., Мельников Е. С., Игнатьев А. Ф., Кавин А. А.* СПб: ЛенНИИЛХ, 1991. 24 с.

*Цепляев В. П.* Леса СССР. М., 1961. 456 с.

*Цинкович Л. К., Барышева Г. И.* Влияние комплексного ухода на рост культур ели // Проблемы лесоведения и лесной экологии: Тез. докл. Ч. II. М., 1990. С. 396–399.

*Цинкович Л. К., Синькевич М. С.* Опыт создания культур ели крупномерным посадочным материалом в условиях Карелии // Тр. Петрозаводской ЛОС. Вып. 2. Петрозаводск: Карелия, 1973. С. 222–230.

*Цыпук А. М., Эгипти А. Э., Соколов А. И.* Расчетно-технологические карты для производства культур хвойных пород на вырубках с использованием лункообразователей Л-2 и Л-22. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1990. 43 с.

*Чевидаев В. А., Максимов В. Е.* Плантационное выращивание леса в Псковской области // Лесн. хоз-во. 1983. № 3. С. 26–29.

*Чекризов Е. А., Иголкин Ю. М.* Жизненное состояние древесных и кустарничковых пород в связи с рекультивацией земель в Мурманской области // Материалы отчетной годичной секции по итогам науч.-исслед. работ за 1984 г. Архангельск, 1985. С. 63–65.

*Чекризов Е. А., Цветков В. Ф.* Использование интродуцентов при рекультивации земель, нарушенных воздействием промвыбросов на Кольском полуострове // Вопросы интродукции хозяйственно ценных пород на Европейском Севере. Архангельск: АИЛиЛХ, 1989. С. 114–148.

*Черемисинов Н. А., Негруцкий С. Ф., Лешковцева И. И.* Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. М.: Лесн. пром-сть, 1970. 392 с.

*Чибисов Г. А.* Лесное хозяйство и рубки леса // Проблемы лесоведения и лесоводства: Матералы 3-х Мелеховских чтений, посвящ. 100-летию со дня рождения И. С. Мелехова. Архангельск, 2005. С. 97–101.

*Чибисов Г. А.* Рост ели в различных экологических условиях, формируемых рубками ухода // Экология таежных лесов. Архангельск: АИЛиЛХ, 1978. С. 92–101.

*Чибисов Г. А.* Рубки ухода в березово-еловых насаждениях типа «черничник свежий» на Европейском Севере: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. 1969. 22 с.

*Чибисов Г. А., Вялых Н. И.* Хозяйственная оценка смены породного состава и рубки ухода как мера повышения продуктивности лесов Севера // Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск: АИЛиЛХ, 1974. С. 65–83.

*Чибисов Г. А., Гущин В. А.* Лесоводственно-экономическая оценка смены сосны елью // Лесоводственно-экономические вопросы воспроизводства лесных ресурсов Европейского Севера. Архангельск, 2000. С. 137–145.

*Чибисов Г. А., Минин Н. С.* Рубки ухода в сосновых культурах на Европейском Севере // Лесн. хоз-во. 1988. № 6. С. 14–17.

*Чибисов Г. А., Москалева С. А.* Влияние комплексных уходов на анатомические свойства древесины сосны // Лесоводственно-экономические вопросы воспроизводства лесных ресурсов Европейского Севера. Архангельск: СевНИИЛХ, 2000. С. 74–82.

*Чибисов Г. А., Нефедова А. И.* Рубки ухода и фитоклимат. Архангельск: СевНИИЛХ, 2007. 266 с.

*Чмыр А. Ф.* Исследование степени угнетенности ели под пологом лиственных молодняков // Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках северо-запада европейской части СССР: Тез. докл. к совещанию (17–20 авг. 1971 г.). Архангельск, 1971. С. 327–329.

*Чуров Н. П.* К проблеме усыхания ельников в лесах европейского севера России // Лесное хоз-во. 2007. № 6. С. 24–26.

*Шегельман И. Р., Щеголева Л. В., Щукин П. О. и др.* Экспертная оценка факторов, характеризующих сквозные технологии лесозаготовок // Изв. СПбЛТА. 2009. Вып. 189. С. 89–95.

- Шемаханова Н. М.* Микотрофия древесных пород. 1962. 375 с.
- Шишков И. И.* Возобновление леса на концентрированных вырубках в Карельской АССР // Тр. Ленингр. лесотехн. академии. 1957. № 87. С. 13–20.
- Шматков Н.* Проект WWW «Плانتации нового поколения»: Значение для России // Устойчивое лесопользование. 2015. № 1 (41). С. 25–33.
- Штукин С. С.* Интенсификация выращивания культур сосны и ели в Беларуси: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Минск: ИЛ НАНБ, 2000. 38 с.
- Штукин С. С.* Плантационное выращивание сосны и ели на дренированных почвах. Минск: ИПП Минэкономики Р. Б., 1997. 172 с.
- Штукин С. С., Пауль Э. Э., Подошвелев Д. А., Майсеенок А. П.* Рост древостоев и качество древесины при ускоренном выращивании сосны обыкновенной // Сб. науч. тр. ИЛ НАН Белоруси. Вып. 69. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2009. С. 325–334.
- Штукин С. С., Подошвелев Д. А.* Рост культур сосны обыкновенной при интенсивном применении лесохозяйственных и мелиоративных мероприятий // Лесохозяйственная информация (ВНИИЛМ). Вып. 12. М., 2004. С. 52–55.
- Шубин В. И.* Макромицеты и живой напочвенный покров // Микосимбиотрофизм и другие консортивные отношения в лесах Севера. Петрозаводск, 1985. С. 93–100.
- Шубин В. И.* Макромицеты лесных биогеоценозов таежной зоны и их использование. Л., 1990. 197 с.
- Шубин В. И.* Микотрофность древесных пород. Л.: Наука. 1973. 264 с.
- Шубин В. И.* Научные основы лесовосстановления в Карельской АССР // Материалы науч.-техн. конф. по вопросам сохранения, восстановления и экономного использования лесных ресурсов Карельской АССР (Петрозаводск, 24–25 янв. 1969 г.). Петрозаводск, 1970. С. 88–103.
- Шубин В. И., Гелес И. С., Крутов В. И. и др.* Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 176 с.
- Шумаков В. С., Кураев В. Н.* Современные способы подготовки почв под лесные культуры. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 160 с.
- Шумаков В. С., Федорова Е. Л.* Применение минеральных удобрений в лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1970. 89 с.
- Шутов И. В.* О главной причине наводнений // Тр. СПбНИИЛХа. Вып. 6 (10). СПб.: СПбНИИЛХ, 2003. С. 150–151.
- Шутов И. В., Маркова И. А., Омеляненко А. Я. и др.* Плантационное лесоводство / Под общ. ред. И. В. Шутова. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2007. 366 с.
- Шутов И. В., Мартынов А. Н.* Арборициды в лесном хозяйстве. М.: Лесная пром-сть, 1974. 168 с.

*Шутов И. В., Мартынов А. Н.* Применение арборицидов в лесу. М.: Лесная пром-сть, 1982. 208 с.

*Шутов И. В., Мартынов А. Н., Товкач Л. Н., Сергиенко В. Г.* Смена пород и химический уход за молодняками: 30 лет спустя // Лесн. хоз-во. 1998. № 2. С. 29–31.

*Шутов И. В., Маслаков Е. Л., Маркова И. А. и др.* Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 248 с.

*Шутов И. В., Маслаков Е. Л., Маркова И. А.* Лесосырьевые плантации в России: сохранение бореальных лесов, дополнительное сырье, сокращение расходов на транспорт // Лесн. хоз-во. 1977. № 6. С. 4–7.

*Щедрова В. И.* О болезнях сосновых культур и самосева в Карелии // Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 113–120.

*Щербаков Н. М., Волков А. Д.* Лесные ресурсы Карельской АССР, их использование и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1985. 30 с.

*Щербакова М. А.* Семеноводство сосны и ели на Европейском Севере // Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1979. С. 38–47.

*Щурова М. Л.* Будущее карельской березы в Карелии // Лесной вестник. 2006. № 5. 64 с.

*Яковлев В. Г.* О факторах, определяющих динамику эпифитотий снежного шютте // ИВУЗ. Лесн. журн. 1968. № 1. С. 165–166.

*Яковлев Ф. С., Воронова В. С.* Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 190 с.

*Kärkkäinen M.* Kärkkäisen tehokas metsätalous – valikoima kolumneja. Hämeenlinna: Paino Karisto Oy, 2006. 192 p.

*Kouki J., Niemela P.* The biological heritage of finish forest // Finnish forests. Finland, University of Joensuu, 1997. P. 13–33.

*Norokorpi Y.* Die Faulnisschaden in nordfinnischen Fichtenbeständen // Allg. Forstztzshr. 1982. Bd. 37, N 8. S. 226–227.

*Paatela J., Palosuo V., Hänninen E. et al.* Tuottava maa. Metsätalous. Helsinki: Kirjahtymä, 1978. 412 p.

*Rousi M., Hentanen H., Kairusolo A.* Resistance of birch (*Betula pendula* and *B. platyphylla*) seeding to vole (*Microtus agrestis*) damage // Scand. J. For. Res. 1990. P. 427–436.

*Teusan A.* Auf der Suche nach Verbißschutzverfahren mit chemischen Mitteln // Forstpflanz.-Forstsam. 1983. N 3. P. 53–55.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	5
2. ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЛЕСОВ КАРЕЛИИ ....	10
2.1. История освоения лесов .....	10
2.2. Смена породного состава .....	21
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	36
4. КУЛЬТУРЫ СОСНЫ .....	47
4.1. Интенсивный уход за молодняками, зарастающими лиственными породами .....	47
4.2. Ускоренное выращивание культур сосны целевого назначения .....	61
5. КУЛЬТУРЫ ЕЛИ .....	89
5.1. Способы осветления культур ели .....	90
5.2. Густота культур ели .....	99
6. КУЛЬТУРЫ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ .....	115
6.1. Культуры карельской березы на вырубках и бывших сельхозугодьях .....	116
6.2. Формирование фитоценозов при разведении карель- ской березы на отвалах вскрышных пород железо- рудного месторождения .....	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	146
ЛИТЕРАТУРА .....	150

*Научное издание*

**Александр Иванович Соколов**

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫМ МЕТОДОМ**

*Печатается по решению Ученого совета  
Института леса  
Карельского научного центра РАН*

Редактор Л. В. Кабанова  
Оригинал-макет Н. Н. Сабанцева

Подписано в печать 15.01.2016. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура Times.  
Уч.-изд. л. 9,1. Усл. печ. л. 10,3.  
Тираж 200 экз. Заказ № 333.

Карельский научный центр РАН  
Редакционно-издательский отдел  
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50