

УДК 630\*232.42 + 630\*236.2

*А.И. Соколов, А.Н. Пеккоев, В.А. Харитонов, Т.И. Кривенко*

Институт леса Карельского НЦ РАН

Соколов Александр Иванович родился в 1944 г., окончил в 1971 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией лесовосстановления Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 120 печатных работ в области лесовосстановления, лесной рекультивации, лесоводства и механизации лесокультурных работ.  
E-mail: alexander.sokolov@krc.karelia.ru



Пеккоев Алексей Николаевич родился в 1984 г., окончил в 2006 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории лесовосстановления Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 10 печатных работ в области лесовосстановления и древесиноведения.  
E-mail: pek-aleksei@list.ru



Харитонов Владимир Александрович родился в 1962 г., окончил в 1997 г. С.-Петербургскую лесотехническую академию им. С.М. Кирова, ведущий инженер лесного хозяйства лаборатории лесовосстановления Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 20 печатных работ в области лесовосстановления, лесной рекультивации и лесоводства.  
E-mail: vkharitonov@krc.karelia.ru



Кривенко Татьяна Ивановна окончила в 1978 г. С.-Петербургскую лесотехническую академию им. С.М. Кирова, ведущий инженер лесного хозяйства лаборатории лесовосстановления Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 20 печатных работ в области лесовосстановления, выращивания посадочного материала и лесной рекультивации.  
E-mail: tkrivenk@krc.karelia.ru



## **УСКОРЕННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУР ЕЛИ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ КАРЕЛИИ**

Обоснован способ ускоренного выращивания древостоев ели целевого назначения в условиях средней тайги, которые по продуктивности не уступают плантационным культурам, но менее затратны и более экологичны. Установлено, что древесина 41-летних культур ели, выращенных в ускоренном режиме, по качеству соответствовала древостоям естественного происхождения.

*Ключевые слова:* лесные культуры, ель, ускоренное лесовыращивание, рубки ухода, удобрения, качество древесины.

---

© Соколов А.И., Пеккоев А.Н., Харитонов В.А., Кривенко Т.И., 2013

Леса северо-запада таежной зоны России длительное время подвергались интенсивной эксплуатации, что привело к истощению запасов спелой древесины хвойных пород [1]. В результате, несмотря на наличие современной высокопроизводительной техники, объем лесозаготовок в Карелии не превышает уровня 1950 г., а лесоперерабатывающие предприятия испытывают дефицит качественного хвойного пиловочника и балансов [17], поэтому необходимы меры по восстановлению ресурсного потенциала таежных лесов.

В настоящее время в мировой экономике возрастает интерес к искусственному лесовосстановлению. По данным К. Куусела [9], в Финляндии оборот рубки в ельниках искусственного происхождения составляет 80 лет, в ельниках естественного происхождения, обеспеченного лесоводственным уходом, – 95 лет, без ухода – 160 лет. При этом относительный выход лесоматериалов соответственно 100, 80 и 41 %. О возрастающей роли лесных культур в мировой экономике свидетельствуют следующие цифры. На 2000 г. в мире площадь лесных культур составляла 5 % лесопокрытой площади, в том числе доля культур лесосырьевого назначения – 3 %. При этом в лесных культурах было заготовлено 35 % круглой древесины. Прогнозируется, что к 2020 г. этот показатель увеличится до 44 % [6]. По имеющимся данным [3, 6, 10, 18, 27, 30 и др.], за рубежом высокую эффективность показывает плантационное лесовыращивание.

В России целенаправленно плантационное выращивание древесины стало развиваться с 1981 г., когда была утверждена целевая комплексная программа по созданию в Европейско-Уральской зоне постоянной лесосырьевой базы, но из-за отсутствия финансирования исследования были прекращены [18]. Технологии плантационного лесовыращивания, разработанные в тот же период за рубежом и на Северо-Западе России, трудоемки, требуют больших финансовых затрат и не в полной мере отвечают современным экологическим требованиям к ведению лесного хозяйства. Наиболее сложное положение складывается с выращиванием ели, которая требует плодородных почв, в первые годы растет медленно, часто повреждается заморозками, угнетается травянистой растительностью и лиственными породами. В результате эффективность искусственного лесовосстановления оказывается низкой. В то же время ель является лучшей породой для производства бумаги. Дефицит еловой древесины постоянно растет, что требует неотложного обоснования мер по ее целевому выращиванию. Однако следует учитывать особенности природно-климатических условий Карелии (пересеченный рельеф, высокая завалуненность, неоднородность и невысокое плодородие почв, короткий и неустойчивый вегетационный период и др.), которые значительно ограничивают применение имеющихся технологий плантационного выращивания. В данном случае основное внимание должно быть уделено разработке способов ускоренного выращивания лесных культур в зонах действия крупных лесоперерабатывающих предприятий. Ранее доказана возможность ускоренного выращивания в условиях средней тайги культур сосны целевого назначения, по продуктив-

ности не уступающим плантационным культурам, но более экономичным и экологически безопасным [15]. В культурах ели такие исследования начались в 70-е гг. прошлого столетия на Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа, но после ее закрытия они были прекращены. В результате продуктивность и устойчивость культур ели, выращенных в режиме, приближенном к плантационному, в условиях средней тайги остались неизученными.

Цель наших исследований – изучение продуктивности культур ели, выращенных по интенсивным технологиям в условиях средней тайги Карелии.

Объектом исследований были 41-летние культуры ели (табл. 1), заложенные Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа на свежей вырубке ельника черничного [28, 29].

Таблица 1

**Мероприятия, проведенные при выращивании культур ели разной густоты**

Густота культур, тыс. шт./га		Мероприятия по уходу за культурами ели в возрасте, лет		
исходная	в год учета	Удаление лиственных пород	Разреживание культур	Внесение удобрений
4,0	1,473	7 и 15	15 и 20	12 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> )
				17 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 21 (N <sub>150</sub> )
3,0	1,368	7 и 15	15 и 20	Без удобрений
	1,294	7 и 15	20	17 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 21 (N <sub>150</sub> )
2,0	1,396	7 и 15	20	Без удобрений
	1,520	7 и 15	–	12 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 17 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 21 (N <sub>150</sub> )
1,0	1,430	7 и 15	–	Без удобрений
	0,915	7 и 15	–	12 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 17 (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> ) 21 (N <sub>150</sub> )
	0,910	7 и 15	–	Без удобрений

Почва на опытном участке пятнисто-подзолистая, супесчаная, сильно завалуненная. По всему профилю встречались валуны от 3 до 45 см в поперечнике. Встречаемость их в верхнем 15-сантиметровом горизонте почвы составляла 39 %, а в 20-сантиметровом – 51 %. Средняя глубина залегания камней 18 см. Посадка произведена 4-летними саженцами (2+2) без подготовки почвы и 2-летними сеянцами в площадки с удаленной подстилкой 0,2 × 0,2 м. Культуры выращивали с первоначальной густотой от 1,0 до 4,0 тыс. шт./га. Агротехнические уходы проводились только за сеянцами. Лесоводственный уход выполнен в 7- и 15-летнем возрасте. В последний прием лиственные породы были удалены 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 4,0, 2,0, и 1,0 тыс. шт./га удобрения вносили 3 раза, с густотой 3,0 тыс. шт./га – 2 раза. В варианте с посадкой сеянцев с густотой 2,0 тыс. шт./га удобрения не применяли, изреживание не проводили. Изучение состава, роста, продуктивности древостоев вели с помощью общепринятых в лесокультурных и лесоводственных исследованиях методов [2, 4, 12, 14, 20 и др.]. На постоянных пробных площадях выполняли сплошной пересчет деревьев по породам. Диаметры деревьев на высоте 1,3 м измеряли с точностью до 0,1 см, определяли расстояния между растениями в ряду. Высоту деревьев измеряли с помощью шеста или высотомера. Средние высоты вычисляли по графику высот [2]. У учетных деревьев брали керны для анализа приростов ствола по диаметру методом ступенчатого представительства.

Таксационная характеристика 41-летних культур ели, выращенных с применением удобрений и разреживаний, приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Таксационная характеристика 41-летних культур ели разной первоначальной густоты, выращенных по интенсивным технологиям**

Густота, тыс. шт./га		Посадочный материал	Вариант опыта	Средние показатели		Полнота	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га
исходная	стояния			Диаметр, см	Высота, м		
4,0	1,47	Саженьцы	Удобрения	16,5	15,8	1,1	253
	1,37	«	Контроль	16,9	15,9	1,1	249
3,0	1,29	«	Удобрения	17,0	15,2	1,3	280
	1,40	«	Контроль	15,2	14,0	0,8	181
2,0	1,52	«	Удобрения	16,5	16,3	1,2	266
	1,43	Сеянцы	Контроль	14,8	13,8	0,8	175
1,0	0,92	Саженьцы	Удобрения	18,0	14,8	0,9	177
	0,91	«	Контроль	16,3	13,3	0,8	132

Результаты показали, что, несмотря на удаление части деревьев при разреживании, в молодняках прослеживается тенденция повышения 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. Аналогичное явление отмечено в культурах ели, созданных по разным технологиям на Урале [25]. Это указывает на перспективность искусственного лесовосстановления при ускоренном выращивании древесины ели.

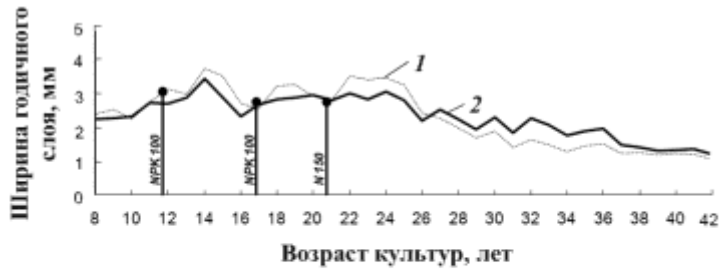
Сеянцы на протяжении всего периода наблюдений отставали от саженьцев в росте по диаметру и накоплению запаса. Но за последние 8 лет их текущий годичный прирост по запасу превысил 11 м<sup>3</sup>/га, а культуры росли уже по II классу бонитета. Применение минеральных удобрений способствовало ускорению роста культур ели и повышению продуктивности древостоя на один класс

бонитета. Более эффективным оно оказалось в вариантах с начальной густотой 3,0 и 2,0 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).

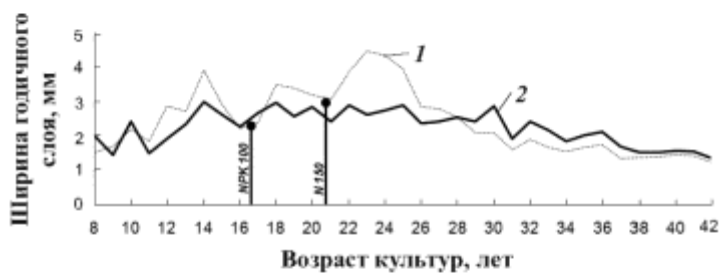
Культуры с густотой посадки 1,0 тыс. шт./га, выращенные без разреживаний с применением удобрений, к этому возрасту имели максимальный средний диаметр и объем ствола, что согласуется с данными, полученными для 26-летних плантационных культур ели в условиях Ленинградской области [13]. Однако запас древостоя и текущий прирост по запасу при густоте 1,0 тыс. шт./га были значительно ниже, чем в остальных вариантах с удобрением. Средний прирост по запасу 41-летних культур ели, созданных саженцами, в вариантах с применением удобрений составил 4,3...6,8, а в контрольных – 3,2...6,1 м<sup>3</sup>/га. При посадке сеянцев (без удобрений) он равнялся 4,3 м<sup>3</sup>/га. Показатели текущего прироста по запасу с возрастом увеличивались и значительно превосходили средний. Это указывает на то, что древостой не достигли количественной спелости. Полученные результаты свидетельствуют о том, что культуры ели целевого назначения с применением удобрений и крупномерного посадочного материала высотой 30 см и диаметром 7 мм допустимо создавать с густотой 2,5...3,0 тыс. шт./га, при использовании отборных саженцев [8, 13, 16] 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 его проведении.

Подтверждением этому являются результаты опытов М.С. Ковалева [8]. 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 м<sup>3</sup>/га), чем культуры с исходной густотой 4,0 тыс. шт./га (302 м<sup>3</sup>/га) и разреженные до 2,0 тыс. шт./га, но превосходили последние по среднему диаметру (соответственно 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 древостоя аналогичной густоты без разреживаний.

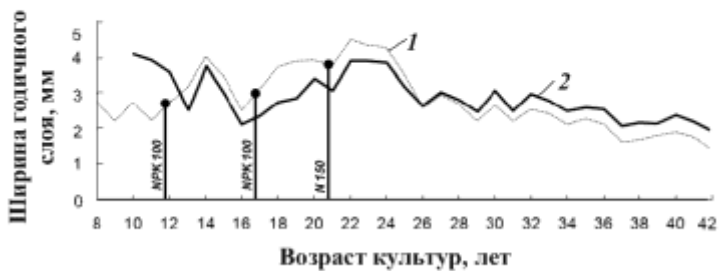
Следует отметить, что в наших опытах при исходной густоте 4,0 тыс. шт./га в 33-летнем возрасте влияние удобрений на средние диаметр и высоту уже не прослеживалось, хотя в 20-летнем возрасте оно еще было существенным [28]. Это объясняется, во-первых, селекционным отбором при рубках ухода быстрорастущих особей и увеличением их площади питания, во-вторых тем, что действие минеральных удобрений закончилось и без дополнительного воздействия извне биологическая система стала приходить в соответствие с продуктивностью условий местопроизрастания, что подтверждают показатели текущего годовичного прироста по диаметру (см. рисунок).



*a*



*б*



*в*

Динамика годичного прироста по диаметру в 41-летних культурах ели разной первоначальной густоты: *a* – 4,0 тыс. шт./га; *б* – 3,0 тыс.; *в* – 1,0 тыс. шт./га

В 41-летнем возрасте распределение деревьев по ступеням толщины в вариантах с исходной густотой 4,0 тыс. шт./га было близким к нормальному, а древостой имели одинаковые таксационные показатели ( $250 \text{ м}^3/\text{га}$ ). Высокие показатели текущего прироста по запасу 11 (удобрения) и 15  $\text{м}^3/\text{га}$  (контроль), а также относительной полноты (1,1) указывают на целесообразность разреживания этих культур с оставлением 700...800 шт. лучших деревьев на доращивание [22] для 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 с соавторами [5]. Целесообразность применения рубок ухода в целях улучшения генофонда ели на лесосеменных плантациях также показана в работе В.Г. Потылева [21]. Данный лесоводственный прием с отбором деревьев-лидеров рекомендуется использовать при плантационном лесовыращивании сосны и ели [18]. Основным его недостаток – увеличение затрат на посадочный материал и посадку, а также на рубки ухода.

Снижение первоначальной густоты культур от 4,0 до 1,0 тыс. шт./га сопровождалось увеличением средней ширины годичного слоя древесины от 2,4 до 2,9 мм, что могло негативно сказаться на плотности древесины, являющейся одним из основных показателей ее качества.

Внесение удобрений и комплексный уход способствовали снижению базисной плотности древесины. Однако после окончания периода эффективного действия удобрений и разреживаний (4...7 лет) происходило постепенное повышение плотности по сравнению с контрольным участком (без удобрений). В 41-летнем возрасте средняя плотность древесины ели в вариантах с одинаковой первоначальной густотой не имела достоверных различий. Исключением является вариант с густотой 2,0 тыс. шт./га. Базисная плотность древесины на контроле, где для посадки применяли сеянцы, была достоверно выше на 4 %, чем в варианте с удобрением. В целом средняя базисная плотность древесины 41-летних культур ели (365...379 кг/м<sup>3</sup>) не выходила за пределы средних значений плотности древесины ельников естественного происхождения таежной зоны (365...388 кг/м<sup>3</sup>) [19].

Многие исследователи [7, 11, 23, 26] отмечали 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 (1,0 тыс. шт./га) после удаления листовых пород ель интенсивней повреждалась заморозками. Последствия их проявились в наличии двойчаток и формировании кустистой формы ствола, что отрицательно повлияло на сортиментную структуру древостоя. При первоначальной густоте 2,0 тыс. шт./га количество таких деревьев достигало 5 % и было в 2,3 раза меньше по сравнению с предыдущим вариантом, а при густоте 3,0 тыс. шт./га и более оно сводилось к минимуму и составляло 0,7...2,3 % [24]. 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, которые ведут к потере прироста и повышению сучковатости в комлевой части ствола.

#### *Выводы*

1. В среднетаежной подзоне на вырубках с дренированными завалуненными почвами возможно ускоренное выращивание высокопродуктивных древостоев ели целевого назначения. Основные требования: лесорастительные

условия – ельник кисличный и черничный свежий; первоначальная густота культур, обеспечивающая селективный отбор деревьев-лидеров; применение крупномерного посадочного материала; качественный агротехнический уход; своевременное осветление и разреживание ели.

2. 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 один класс бонитета.

3. Целенаправленный отбор в процессе выращивания посадочного материала в лесных питомниках, а в перспективе клональное микроразмножение ели, позволяют повысить долю деревьев-лидеров в культурах, что при использовании отборного крупномерного посадочного материала, качественной обработки почвы и своевременных уходах дает возможность снизить густоту посадки до 1,7...2,0 тыс. шт./га.

4. В условиях средней тайги при создании культур ели саженцами высотой не менее 30 см первое разреживание культур, пройденных интенсивным уходом (осветлением), необходимо проводить в возрасте 10...15 лет (средняя высота – 3 м). Задержка с уходом ведет к увеличению трудовых и финансовых затрат, захламленности участка порубочными остатками, повреждению корневых систем и стволов деревьев, что способствует проникновению в них патогенных грибов и снижению устойчивости древостоев.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы лесовыращивания на Европейском Севере России в рамках перехода к интенсивной модели ведения лесного хозяйства / Н.И. Бабич [и др.] // Лесн. журн. 2013. № 2. С. 75–83. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
3. *Гелес И.С.* Древесное сырье – стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 500 с.
4. *Кайрюкитис Л.А.* Формирование елово-лиственных молодняков. Каунас: ЛитНИИЛХ, 1959. 245 с.
5. *Калиниченко Н.П., Писаренко А.И., Смирнов Н.А.* Лесовосстановление на вырубках. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Экология, 1991. 384 с.
6. *Керл Д., Воуринен П., Лунго А.* Состояние и тенденции лесокультурного производства в мире // Лесохозяйственная информация. 2004. № 11. С. 53–58.
7. *Ковалев М.С.* Выращивание плантационных культур сосны и ели // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 72–75.
8. *Ковалев М.С.* Некоторые результаты опытных работ по выращиванию плантационных культур ели в Псковской области // Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 2 (12). СПб.: СПб, 2004. С. 90–99.
9. *Куусела К.* Динамика бореальных хвойных лесов. Хельсинки: Изд-во «Metsateollisuus», 1991. 210 с.
10. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны) / Шутов И.В. [и др.]. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 248 с.



11. Мерзленко М.Д. Густота культур сосны и ели в зоне смешанных лесов // Лесо-разведение и лесомелиорация: обзорн. информ. ЦБНТИ Гослесхоза. М., 1981. №2. 28 с.
12. Моисеев В.С. Таксация молодняков. Л.: Изд-во ЛТА, 1971. 342 с.
13. Обобщение 30-летнего опыта плантационного лесовыращивания в таежной зоне России / И.А. Маркова, Т.А. Шестакова, Н.В. Большакова, О.Ю. Бутенко // Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 2 (12). СПб., 2004. С. 58–76.
14. Огиевский В.В., Хиров. А.А. Обследование и исследование лесных культур. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 52 с.
15. Перспективы ускоренного выращивания сосны в среднетаежной подзоне Карелии /А.И. Соколов [и др.] // Лесн. хоз-во. 2010. № 1 С. 42–44.
16. Пигарев Ф.Т., Беляев В.В., Сунгуров Р.В. Комплексная оценка посадочного материала и его применение на Европейском Севере: метод. указания. Архангельск: АИЛЛХ, 1987. 15 с.
17. План действий Правительства Республики Карелия по совершенствованию системы управления лесным комплексом на период до 2010 г. // Распоряжение Правительства РК № 58р-П от 09.02.2008 г. Петрозаводск, 2008. 24 с.
18. Плантационное лесоводство / И.В. Шутов [и др.]; под общ. ред. И.В. Шутова. СПб: Изд-во политехн. ун-та, 2007. 366 с.
19. Полубояринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 160 с.
20. Поляков А.Н., Ипатов Л.Ф., Успенский В.В. Продуктивность лесных культур. М.: Агропромиздат, 1986. 240 с.
21. Потылев В.Г. Создание высокоэффективных семейственных лесосеменных плантаций ели // Лесн. хоз-во. 1983. № 4. С. 35–36.
22. Прогнозные таблицы хода роста плантационных культур: метод. рекомендации / Сост.: Маслаков Е.Л., Кузнецов А.Н., Старостин В.А. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 33 с.
23. Разин Г.С. Модели роста древостоев еловых культур разной густоты // Лесоведение. 1988. № 2. С. 41–47.
24. Соколов А.И. Лесовосстановление на северо-западе России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 215 с.
25. Терехов Г.Г., Усольцев В.А. Формирование, рост и продуктивность опытных культур ели сибирской на Урале. Исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 215 с.
26. Фадин И.А. О густоте посадки культур ели. Красноярск: СибНИИЛХ, 1957. 38 с.
27. Царев А.П. Мировой опыт плантационного лесовыращивания // Ученые записки ПетрГУ. 2010. № 6. С. 42–48.
28. 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.
29. Цинкович Л.К., Синькевич М.С. Опыт создания культур ели крупномерным посадочным материалом в условиях Карелии // Тр. Петрозаводской ЛОС. Вып. 2. Петрозаводск: Изд-во Карелия, 1973. С. 222–230.
30. Штукин С.С. Интенсификация выращивания культур сосны и ели в Беларуси: автореф. дис. ... д-ра с-х. наук. Минск, 2000. 38 с.

Поступила 02.04.13

*A.I. Sokolov, A.N. Pekkoev, V.A. Kharitonov, T.I. Krivenko*

Forest Research Institute, Karelian Research Centre, RAS

**Accelerated Growing of Spruce Cultures in the Middle Taiga Subzone of Karelia**

The paper substantiates a technique for accelerated growing of special-purpose spruce stands in the middle taiga subzone. These stands are equal to plantations in terms of productivity but are less costly and more environmentally friendly. The quality of timber in 41-year-old spruce crops grown by the accelerated method matched that of naturally growing stands.

*Keywords:* forest crops, spruce, accelerated growing, thinning, fertilizers, timber quality.

---