

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ
ИНСТИТУТ ЛЕСА

Н. И. КАЗИМИРОВ

ЕЛЬНИКИ
КАРЕЛИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД • 1971

Ельники Карелии. К а з и м и р о в Н. И. 1971. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 1—140.

В работе рассматриваются развитие еловых лесов в процессе эндогенных сукцессий, возобновление ели и смена пород при разных способах рубки, формирование лиственно-еловых насаждений, восстановление ели путем сохранения подроста при лесозаготовках и использование второго яруса лиственно-еловых насаждений в лесоводственных целях. Установлено, что ельники в процессе развития постепенно становятся разновозрастными, существенно изменяют строение древостоя и на 30—35% снижают производительность. Сплошные рубки ельников приводят к массовой (на 85% площади) смене ели березой и осиной и снижению (на 35%) продуктивности лесов. Эффективными мероприятиями по восстановлению ели являются сохранение при лесозаготовках подроста предварительного возобновления и использование елового яруса при рубке лиственных насаждений. Этими мерами достигается, кроме того, сокращение на 30—40 лет срока выращивания спелых ельников. Исследования показали, что в условиях Карелии ель растет наиболее интенсивно при полном солнечном освещении и при участии ольхи и березы (2—3 ед.) в составе насаждений. Сильное освещение позволяет ели смолоду быстро наращивать большую массу хвои и увеличить ее продуктивность. Ольха серая и береза способствуют обогащению почвы элементами минерального питания и улучшают гидротермический режим почвы. Илл. — 55, табл. — 69, библи. — 304 назв.

Ответственный редактор
профессор доктор сельскохозяйственных наук
Л. К. ПОЗДНЯКОВ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Еловые леса Карельской АССР имеют важное значение для развития экономики республики. В течение многих лет они являются основным источником получения древесины и других видов лесопродукции, используемых в народном хозяйстве Карелии. Кроме того, благодаря выгодному географическому положению они играют существенную роль в снабжении древесиной многих целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих предприятий других районов страны и в лесоэкспорте.

Большое значение этих лесов в экономике республики сохранится и в перспективе в связи с постоянно растущим спросом на древесину и продукты ее химической переработки. Непрерывно будет расти их водоохранная и защитная роль.

Планомерное развитие лесозаготовительной и деревоперерабатывающей промышленности в Карельской АССР предполагает обеспечение ее на длительный срок лесосырьевыми ресурсами. Между тем запасы спелого леса за период интенсивной эксплуатации весьма заметно сократились, и это вызывает серьезное беспокойство за возможность удовлетворения сырьем основной отрасли промышленности республики в ближайшем будущем. За последние 20 лет запасы древесины в эксплуатационных лесах Карельской АССР уменьшились с 785 млн м³ до 560 млн м³ с учетом около 100 млн м³ в расстроенных недорубах, оставленных мелкими участками в зоне прекратившихся лесозаготовок. В то же время объем лесозаготовок возрос с 5 до 20 млн м³ ликвидной древесины, а отпуск леса на корню — до 25 млн м³ в год. Оставшиеся запасы спелого леса при современном объеме рубок и существующем характере использования лесосечного фонда будут исчерпаны в ближайшие 15—17 лет.

Запасы спелой древесины особенно сильно истощены в южной Карелии, в зоне распространения еловых лесов, где лесозаготовки начаты значительно раньше и ведутся наиболее интенсивно. В настоящее время в неза тронутых рубками спелых ельниках насчитывается не более 100 млн м³ древесины.

С целью продления срока использования лесосырьевой базы в Карельской АССР намечается проведение ряда организационно-технических мероприятий. В числе их предусматривается постепенное сокращение размера главного пользования лесом, уменьшение вывоза древесины в необработанном виде за пределы республики, строительство новых и расширение действующих предприятий по переработке низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок и лесопиления. Осуществление этих мер сыграет важную роль в решении стоящей задачи.

Однако непрерывность лесопользования не может быть обеспечена в достаточном объеме только за счет улучшения использования лесосечного фонда и заготавливаемой древесины. Современный размер лесосеки,

рассчитанный на оборот рубки, составляет всего около 9 млн м³ в год, а внутриреспубликанская потребность в древесине уже достигла 12.5 млн м³, причем с вводом в эксплуатацию дополнительных лесоперерабатывающих мощностей она возрастет до 13.3 млн м³ в год.

Таким образом, сложившееся положение с лесными ресурсами в Карельской АССР ставит перед работниками науки и практики лесного хозяйства и лесной промышленности задачу разработки и внедрения в производство эффективных мероприятий не только по экономному использованию лесосырьевой базы, но и расширенному воспроизводству ее.

В настоящей работе обобщаются результаты исследований автора и других сотрудников Института леса Карельского филиала АН СССР, а также материалы других организаций по изучению природы еловых лесов, их смены при сплошных рубках и анализу процессов роста и развития ели в связи с различными лесохозяйственными мероприятиями. В ней отражены особенности роста и развития еловых, елово-лиственных и лиственно-еловых насаждений, товарность древостоев, требовательность ели к условиям среды, роль лиственных пород в повышении плодородия почвы и другие вопросы.

Проведенными исследованиями установлено, что в Карельской АССР имеются большие возможности восстановления еловых лесов на основной части той территории, где они произрастали до смены их лиственными лесами. Выявлены основные пути их восстановления, причем как в самом процессе смены, так и до его возникновения. Показано также, что с помощью специальных способов рубки можно во многих случаях сократить на 40—50 лет срок выращивания спелых еловых лесов, а путем соответствующего регулирования густоты и состава древостоев значительно повысить их фактическую продуктивность.

Настоящая работа не исчерпывает всей проблемы эксплуатации, восстановления и повышения продуктивности еловых лесов. Она является лишь первой попыткой представить все эти вопросы в их органической связи и дать теоретические основы мероприятий по восстановлению, сокращению срока выращивания и повышению продуктивности еловых лесов Карельской АССР.

Автор выражает искреннюю признательность сотрудникам и лаборантам В. Д. Коржицкому, В. Ф. Крот, Т. М. Горбуновой, А. Г. Лядинскому и В. А. Федорцу, участвовавшим в разные годы в проведении исследований. Автор также благодарен проф. Л. К. Позднякову за ценные замечания, сделанные при просмотре рукописи настоящей работы.

Глава I

Лесорастительные условия и характеристика еловых лесов

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Еловые леса Карельской АССР с давних пор привлекают к себе внимание как источник получения древесины и другого сырья. Уже с XVIII в. они стали объектом постоянного и все возрастающего со временем изучения разными специалистами. Познанию их природы посвящены труды ряда экспедиций, отдельных путешественников и просто любителей леса, а в последнее время — больших коллективов научно-исследовательских учреждений и высших учебных заведений.

Проводимые работы вначале носили описательный характер или затрагивали преимущественно ботанические, флористические и геоботанические вопросы. Результаты этих работ отражены в трудах В. М. Севергина (1805), Н. Озерецковского (1812), С. Берштрессера (1838), А. К. Гюнтера (1867), Р. Регеля и В. С. Половцева (1886), Е. К. Исполатова (1903), Э. К. Безайса (1911), а также ряда финских исследователей (Nylander, 1852; Norrlin, 1871; Wainio, 1878; Cajander, Lindroth, 1900) и др.

После Октябрьской социалистической революции исследования еловых лесов, как и в целом растительности Карелии, становятся более разнообразными и принимают широкий размах. В это время осуществляются работы по лесоустройству, геологические, почвенные и климатические исследования. Они позволили выяснить некоторые особенности еловых лесов, в том числе их распространение в разных районах Карелии, производительность, флористический состав, взаимосвязи с почвой, климатом и другими условиями.

Однако до сих пор имеется мало сведений об истории формирования этих лесов, в связи с чем нет полной ясности в вопросе о распространении ели на данной территории в доледниковый период и о возможных изменениях границ ее ареала в последующее время. Сейчас об этом можно судить лишь по исследованиям сохранившихся остатков пыльцы, проведенным на территориях соседних областей, а также по некоторым косвенным признакам. На основе обстоятельных исследований пыльцы в торфяниках тундры и лесотундры европейского севера, проведенных Н. И. Пьявченко (1955) и К. И. Солоневич (1936), можно считать, что формирование еловых лесов в Карелии происходило после отступления ледника в субатлантический период. Эти данные подтверждают распространенное мнение о том, что в послеледниковый период территория европейского севера была занята вначале тундровой растительностью, которую затем сменила береза, а последнюю — сосна и ель (Герасимов, 1926; Ануфриев, 1928; Цинзерлинг, 1932; Раменская, Яковлев, 1956, и др.).

В исторической связи с указанной схемой находится и современная флора еловых лесов Карелии, которая состоит в основном из бореальных элементов евразийского таежного комплекса, пришедших сюда в восточной и северо-восточной, а также частично из элементов неморальной растительности, распространившихся из южных районов континента.

Согласно «Растительному покрову СССР» (1956), еловые леса Карельской АССР входят в среднетаежную группу ассоциаций европейской темнохвойной тайги. Современные границы их (рис. 1) определены под воздействием рельефа, климата и почвенно-грунтовых условий, которые сложились в разные геологические эпохи и отличаются большим своеобразием.

Рельеф. Территория южной Карелии, занимаемая еловыми лесами, представляет собой крупный обособленный орографический район, получивший название Южного озерного (Борисов, 1956а).

Для этого района характерно невысокое гипсометрическое положение и большое количество озер (около 6 тыс. при площади зеркала более 1 га), из которых наиболее значительными являются Ладожское, Онежское, Янисъярви, Сямозеро, Водлозеро и др.

Современный рельеф данного района, как и всей территории Карельской АССР, формировался в течение длительной истории Балтийского кристаллического щита. В дочетвертичный период были заложены основные его черты, которые затем дополнялись и видоизменялись моренными и озерно-ледниковыми отложениями.

Ледники при своем движении (с северо-запада на юго-восток) в значительной мере сгладили острые вершины возвышенностей, сложенные твердыми кристаллическими породами, и вы-

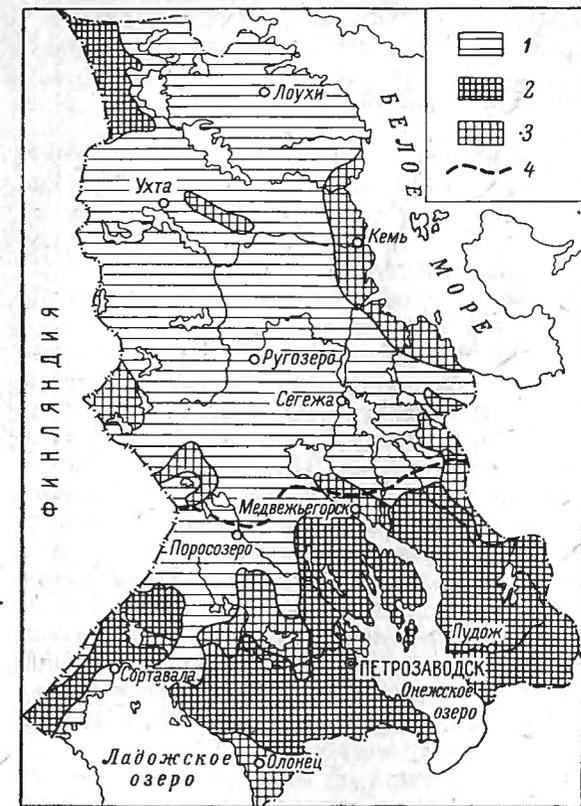


Рис. 1. Леса Карелии.

1 — сосновые, 2 — еловые, 3 — сосново-еловые, 4 — граница северной и средней подзон тайги.

несли все рыхлые отложения из депрессий, расположенных параллельно направлению их движения. В то же время они заполнили продуктами выветривания большинство впадин, поперечных направлению движения ледников. С отступлением последнего ледника шло образование при участии талых вод аккумулятивных форм рельефа: озоз, камов, волнистых равнин и совершенно ровных пространств.

В результате совокупной деятельности рельефообразующих факторов поверхность южной Карелии приобрела расчлененный характер, отличающийся большой пестротой и частой сменой форм рельефа. Эти особенности и связанное с ними значительное разнообразие характера почвообразования дали основание выделить здесь 11 геоморфологических районов (Марченко, 1962) (рис. 2).

Район Северного Приладожья отличается частой сменой гряд и холмов узкими и глубокими понижениями при общем повышении абсолютных отме-

ток (от 5—10 до 150—200 м) в северном направлении. Древние кристаллические породы покрыты (за исключением прибрежной полосы и отдельных высот в северной части района) озерно-ледниковыми отложениями, в связи с чем формы рельефа получили северо-западную ориентацию. В районе сравнительно много озер и болот. Еловые леса занимают около половины территории района, в основном его северо-западную часть.

По характеру рельефа большое сходство с данным районом имеет район Заонежья, расположенный к северо-западу от Онежского озера. Он отличается лишь несколько меньшей высотой гряд и холмов и мень-

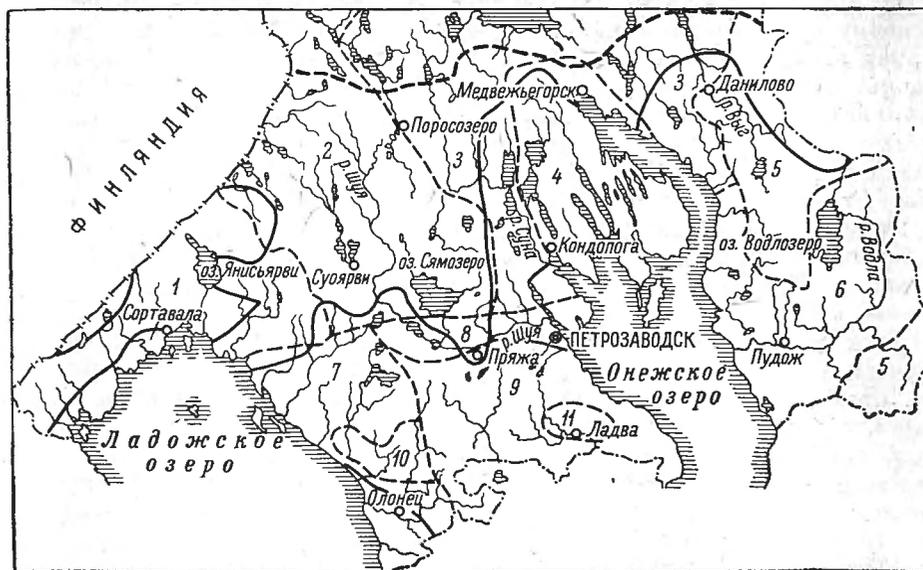


Рис. 2. Геоморфологические районы южной Карелии.

1 — Северное Приладожье, 2 — Низкогорный район Западной Карелии, 3 — Центральный район Средней Карелии, 4 — Заонежье, 5 — Восточно-Карельская возвышенность, 6 — Водлозерская древнеозерная равнина, 7 — Восточное Приладожье, 8 — Шуйская древнеозерная равнина, 9 — Олонецко-Шокшинская возвышенность, 10 — Олонецкая древнеозерная равнина, 11 — Ладвижская озерно-ледниковая впадина. Сплошной жирной линией здесь и на рис. 3, 4 показана граница ареала еловых лесов.

шей заболоченностью. Еловые леса здесь распространены по всей территории, причем они характеризуются относительно более высокой производительностью.

На северо-западе южной Карелии расположена южная оконечность Западно-Карельской возвышенности, именуемая Низкогорным районом Западной Карелии. Данный район сложен архейскими гранито-гнейсами, которые сверху прикрыты рыхлыми ледниковыми отложениями. Поверхность его грядово-холмистая, имеет высоту от 100 до 250 м над ур. м. В северной части встречаются выходы кристаллических пород, в южной — песчаные озы. Еловые леса занимают незначительную (южную) часть района. На большей же площади ель участвует в качестве примеси в сосновых лесах.

С указанным районом во многом сходен расположенный к северо-востоку от Онежского озера район Восточно-Карельской возвышенности. Еловые леса здесь распространены повсеместно, за исключением небольшой полосы на северо-востоке, где из-за значительной заболоченности почв они уступают место сосне, образуя смешанные елово-сосновые насаждения.

К числу районов, характеризующихся относительно высоким гипсометрическим положением, относится также район Олонецко-Шокшин-

ской возвышенности, расположенный на юге республики между Ладожским и Онежским озерами. Западная часть его отличается холмистостью с постепенным увеличением абсолютных отметок в восточном направлении, а восточная часть — грядовым рельефом и террасовыми уступами в сторону Онежского озера. В восточной части находится Ладвинская озерно-ледниковая впадина. Оба этих района характеризуются наибольшим распространением еловых лесов.

Территория южной Карелии включает, кроме того, пять равнинных районов. Из них два (Шуйская и Олонецкая древнеозерные равнины) имеют довольно ровную поверхность, а остальные три — волнистую, сложенную озами и камами. К последним относятся Водлозерская древнеозерная равнина к востоку от Онежского озера, равнина Восточное Приладожье и два отрога равнинного Центрального района Средней Карелии, занимающие территорию к западу и востоку от Заонежья. Еловые леса в этих районах являются преобладающей формацией и лишь на крайнем юге Олонецкой равнины, а также на севере отрогов Центрального района образуют совместно с сосной смешанные леса.

Следует отметить довольно существенное влияние складок местности на формирование лесных ассоциаций, в частности на их флористический состав, а также на производительность ели. Перераспределяя влагу в почве, они в большой мере способствуют группировке отдельных видов растений по определенным местоположениям. Именно поэтому пониженные и сильно переувлажненные места в южной Карелии заняты растениями, отличающимися выраженной гигрофильностью, такими как ольха черная, ивы, хвощи, сфагновые мхи, багульник и др., а вершины холмов и грядовых образований — растениями-ксерофитами, в том числе сосной, можжевельниками, лишайниками, вереском, толокнянкой. Что касается еловых фитоценозов, характеризующихся умеренной требовательностью к влаге, то они занимают пологие склоны возвышенностей, суходолы и слабохолмистые равнины.

Рельеф оказывает заметное влияние на растительность через климатические факторы, воздействуя на термический режим земной поверхности и приземного слоя воздуха. По данным А. Ф. Захаровой (Романов, 1961), южные склоны при крутизне от 10 до 40° получают на 10—75% солнечной энергии больше, а северные — на такую же величину меньше, чем горизонтальная поверхность. Естественно, что при довольно прохладном климате республики еловые насаждения на южных склонах оказываются в лучших температурных условиях и дают более высокий прирост древесины по сравнению с насаждениями на северных склонах.

Неровности рельефа южной части Карельской АССР в значительной мере определяют климат целых геоморфологических районов. В этом отношении заслуживают внимания районы Заонежье и Северное Приладожье, расположенные между 62° и 63° с. ш., которые по тепловому режиму не уступают району Олонецкой равнины, находящемуся на 61° с. ш. Улучшение климатических условий в данных районах вызвано в основном тем, что территория их защищена возвышенностями от холодных воздушных масс Северного Ледовитого океана и открыта для теплых воздушных течений, перемещающихся из Атлантического океана.

Несомненно, вследствие этого в Приладожье и Заонежье распространены такие теплолюбивые древесные породы, как клен, липа и вяз, а основные представители тайги — ель и сосна — характеризуются наибольшей производительностью для данной географической широты.

Климат. Климат южной Карелии определяется ее географическим положением. Располагаясь между 61° и 63° с. ш., территория данного района получает сравнительно мало тепла и характеризуется довольно низкими температурами. Однако многие особенности местного климата

создаются не только количеством приходящей солнечной радиации, но и рядом других природных явлений. Большое влияние на климат южной Карелии оказывают трансконтинентальные циркуляции воздушных масс, в особенности связанные с циклонической деятельностью. Через этот район проходят многие циклоны, формирующиеся в разных областях Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Циклоны, зарождающиеся над Атлантическим океаном и приходящие в Карелию преимущественно во второй половине лета и осенью, составляют около 40% всех воздушных перемещений (Романов, 1961). Они сопровождаются значительным потеплением, а также низкой и довольно плотной облачностью и осадками. Под влиянием их заметно удлиняется теплый период осени и отодвигается срок наступления зимы (рис. 3).

Зимой чаще действуют антициклоны, приходящие с востока и сопровождающиеся тихой ясной погодой и низкими температурами. Однако в этот сезон довольно часто отмечаются воздушные циркуляции меридионального направления со стороны Средиземного моря, которые приносят с собой оттепели.

Передвижение воздушных масс весной имеет преимущественно северное направление. Оно сопровождается низкой температурой и сильными ветрами (нередко при совершенно безоблачном небе), что значительно затягивает таяние снега и отодвигает срок начала вегетации растений.

В южной части Карельской АССР за год выпадает в среднем 570 мм осадков, в том числе за теплое время около 390 мм, или 69%. Ввиду того что основная часть осадков приходится на осенний период (август и сентябрь), когда испарение весьма незначительно (влажность воздуха 75—85%), большая часть их стекает в многочисленные реки, озера и заболоченные понижения. Этому также способствуют сравнительно низкая влагоемкость почв и пересеченный рельеф местности.

Территория южной Карелии является наиболее облачным районом Советского Союза. Количество пасмурных дней летом составляет 65—70%, зимой — около 80%.

В формировании климата южной Карелии немалую роль играет характер земной поверхности, особенно та ее часть, которая занята водой и болотами. Составляя в целом около 1/3 площади республики и обладая свойствами медленно нагреваться и медленно остывать, водные пространства и болота заметно сглаживают суточный и сезонный ход температуры. Наряду с этим они повышают относительную влажность воздуха и увеличивают облачность, чем существенно снижают приход солнечной радиации к поверхности земли.

Аналогично изменяется климат и под влиянием растительного покрова, представленного преимущественно лесами. Лес, образуя внутри себя особый микроклимат, делает лето более прохладным, а зиму — мягкой.

В результате воздействия упомянутых природных факторов климат южной Карелии приобретает специфические особенности, отличающие его от климата других районов земной поверхности той же широты прежде всего своей мягкостью. В целом он характеризуется коротким прохладным летом и продолжительной, относительно теплой зимой, достаточным количеством осадков, значительной облачностью и неустойчивой погодой в течение большей части года.

Среднегодовая температура воздуха по многолетним наблюдениям составляет 2,2°. Температура воздуха наиболее теплого месяца (июля) 16,4°, наиболее холодного (февраля) —10,5°. Сумма температур воздуха с температурой выше 5° составляет в среднем 1867° и с температурой выше 10° — 1497°. Безморозный период колеблется в пределах от 90 до 139 дней.

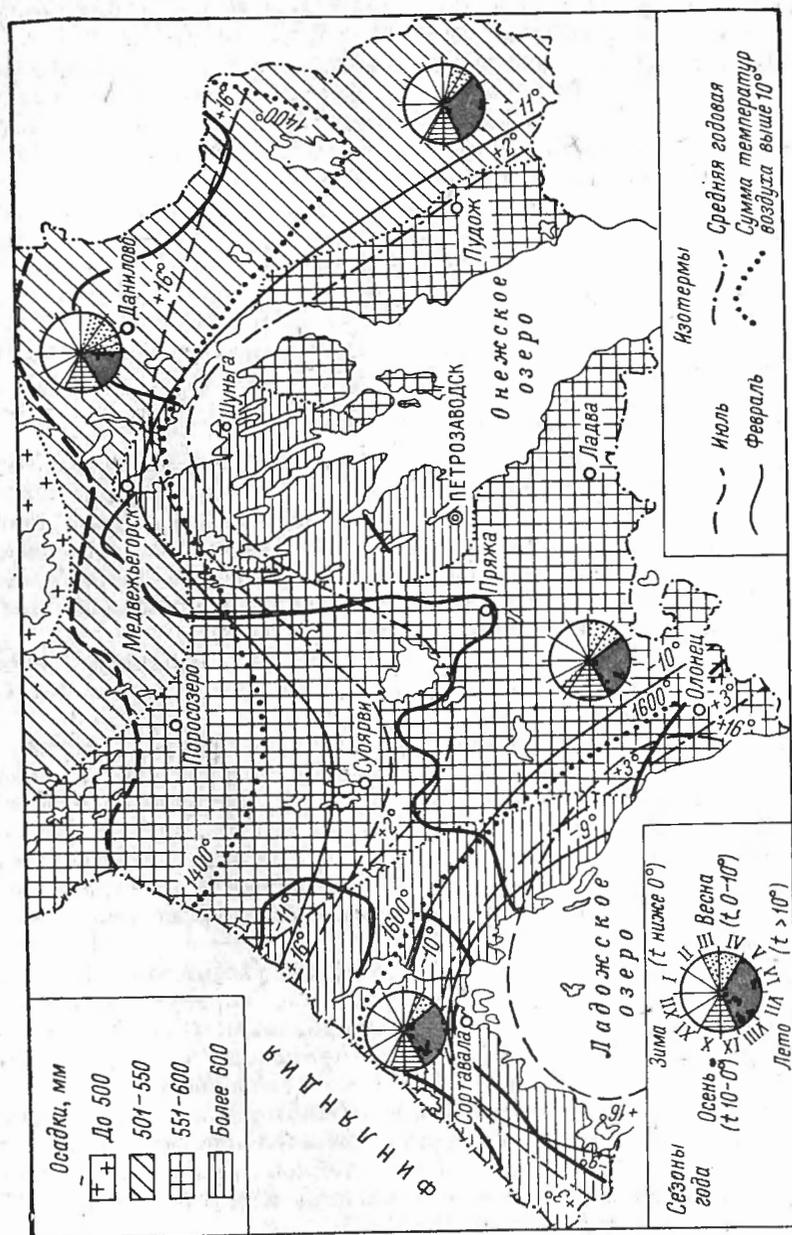


Рис. 3. Основные климатические показатели южной Карелии.

Оценивая климат южной Карелии с точки зрения влияния на производительность, рост и развитие древесной растительности, в первую очередь еловых лесов, следует признать его вполне благоприятным. При хорошей обеспеченности минеральным питанием и влагой еловые насаждения здесь могут давать высокий прирост древесины.

Почвы. На территории южной Карелии наиболее распространенными являются подзолистые, подзолисто-болотные и болотные типы почв (Марченко, 1962).

Процесс почвообразования проходит под воздействием многих природных факторов, в том числе климата, почвообразующих пород, рельефа и растительности. Особую роль в этом процессе играют подстилающие породы, которые весьма существенно определяют как физические и химические свойства почв, так и видовой состав и распространение растительности. Непосредственное участие в формировании почв принимают коренные породы, рыхлые минеральные отложения моренного, озерно-ледникового происхождения и торфяники послеледникового образования.

Из всех почвообразующих пород наиболее распространенными являются озерно-ледниковые отложения. Они занимают около 65% территории южной Карелии (с колебаниями от 15 до 90% по отдельным геоморфологическим районам) и представлены валунными и озерными песками, валунными пылеватými и перемытыми супесями, валунными пылеватými суглинками и ленточными глинами.

Песчаные отложения ледникового происхождения занимают в основном северо-западную часть южной Карелии (рис. 4). Они содержат значительное количество крупнозема (45—70%) и очень мало илистых частиц (2—7%), по химическому составу близки к граниту. На этих отложениях формируются подзолы и подзолистые почвы сравнительно небольшой мощности с железистым и гумусово-железистым иллювиальным горизонтом.

Степень подзолистости и мощность генетических горизонтов определяются преимущественно механическим составом и влажностью почвы, а последние в свою очередь в большой мере — рельефом местности. При сильно пересеченном рельефе на вершинах холмов и гряд в составе отложений обычно преобладают крупнозернистые пески и развиваются чаще маломощные и средней мощности подзолы с глубиной почвенного профиля до 40—50 см, а по склонам, куда с вершин смыываются илистые частицы и вследствие этого уменьшается доля крупнозема в общем объеме почвы, формируются, как правило, подзолистые почвы средней мощности с глубиной профиля до 50—60 см. На песчаных отложениях развиваются, кроме того, торфянисто-гумусово-иллювиальные почвы, которые при равнинном характере рельефа приурочены, как правило, к пониженным местоположениям. На таких почвах произрастают относительно низкопродуктивные сосновые леса. Ель здесь встречается обычно в качестве небольшой примеси или второго яруса в сосновых древостоях (табл. 1).

На супесчаных и легкосуглинистых отложениях, распространенных в средней и южной частях рассматриваемой территории, развитие почв идет в направлении подзолообразования при некоторой аккумуляции гумуса в верхнем горизонте. По сравнению с предыдущими эти подстилающие породы имеют значительно больше илистых частиц (10—20%) и намного меньше крупнозема (5—30%). Основными породообразующими минералами являются кварц и калиевый полевой шпат. Здесь заметно выражен гумусовый горизонт, хотя в целом мощность его также мала, а иллювиальный горизонт отличается менее выраженной железистостью.

На отложениях супесчаного механического состава чаще формируются средне- и сильноподзолистые почвы с глубиной профиля около 50 см,

на легких суглинках — дерново-слабоподзолистые и дерново-среднеподзолистые с профилем 50—60 см. Основным лесообразователем в первом случае является сосна, во втором — ель.

Суглинистые отложения и ленточные глины приурочены к пониженным равнинным формам рельефа, распространенным в основном в Междоозерном районе и в районе Водлозерской равнины. Они отличаются наиболее высоким содержанием илстых частиц (60—80%) и незначительным количеством крупного, слабо выветренного материала. Основными минералами в этих отложениях являются гидрослюда, кварц, хлорит, амфибол. Присутствуют мусковит, биотит, лимонит и др. (Марченко, 1962). При нормальном увлажнении формирующиеся здесь почвы характеризуются развитием дерново-подзолистого процесса и образованием значительной толщи почвенного профиля (до 60—70 см), а при избытке влаги — развитием подзолисто-глеевого процесса и укороченным профилем (до 45—50 см).

На таких отложениях произрастают насаждения с преобладанием ели, которые в условиях суходолов отличаются высокой производительностью, а при переувлажнении почв — сравнительно низкой.

Последниковые отложения в южной Карелии занимают второе место по распространению (около 20% по площади) и представлены в основном торфяниками, образовавшимися в результате зарастания мелких водоемов, плоских замкнутых впадин и неглубоких понижений болотной растительностью. На них формируются два подтипа почв — болотные и подзолисто-болотные. Подзолисто-болотные почвы характеризуются наличием торфянистого горизонта мощностью до 15—20 см и маломощным рыхлым минеральным слоем, подстилаемым твердыми водонепроницаемыми кристаллическими породами или плотными отсортированными глинами. Минеральный горизонт сложен суглинками или ленточными глинами, реже песками, отличается оглеенностью и развитием процесса оподзоливания. Ельники, произрастающие в этих почвенно-грунтовых условиях, отличаются низкой производительностью.

К послеледниковым отложениям относятся также озерные пески, окаймляющие узкой полосой бережья крупных водоемов, таких как Ладожское и Онежское озера. На них формируются среднемощные подзолы с железистым иллювиальным горизонтом. Процесс почвообразования протекает здесь примерно в том же направлении, что и на песчаных отложениях ледникового происхождения.

Моренные отложения на территории южной Карелии принимающие непосредственное участие в почвообразовании, имеют сравнительно небольшое распространение (около 10% по площади). Так как основная часть их погребена под толщей ледниковых отложений. Они представлены безвалунными, хорошо отсортированными глинами и песками. Характер развития почв и формирования состава древостоев на этих отложениях во многом подобен развитию таковых на почвообразующих породах озерно-ледникового происхождения с аналогичным механическим составом.

К числу особых геологических образований, на которых в Карелии формируются почвы, относятся шунгиты, представляющие собой метаморфизованный каменный уголь (Борисов, 1956б). Они распространены в Заонежском районе и занимают около 5% площади южной Карелии. На этих древних отложениях под влиянием растительности формируются дерново-шунгитовые темноцветные почвы мощностью до 70—80 см. Данные почвы в отличие от всех прочих обладают хорошими водными и тепловыми режимами, значительным содержанием гумуса, обменными основаниями и нитратов, а также относительно слабой кислотностью. В связи с этим произрастающие на них преимущественно еловые леса отличаются высокой производительностью.

В зоне распространения еловых лесов встречаются, кроме того, примитивные почвы, формирующиеся на выходах кристаллических пород, которые представлены отдельными небольшими участками, имеют малую мощность (от 1—2 до 10—15 см) и характеризуются начальным периодом формирования. В большинстве случаев на них произрастают сосновые леса низкой производительности с лишайниково-моховым покровом.

Изложенное позволяет заключить, что почвы южной Карелии отличаются значительным разнообразием по своему происхождению, направлению развития, мощности профиля, механическому составу и ряду других признаков. Вместе с тем наблюдается вполне определенная связь их формирования с механическим составом и степенью увлажнения (дренированностью) подстилающих пород. Характерным является то, что с увеличением содержания крупных механических частиц при достаточном дренаже грунта формирование почв идет в направлении усиления подзолообразования, а с повышением доли мелкозема — по пути усиления дернового процесса. При слабом дренаже почвогрунта в почвообразовании доминирует обычно процесс оглеения.

Механический состав почвообразующих пород и связанные с ним дренированность, гидротермический режим и химические свойства почв решающим образом определяют развитие и продуктивность еловых лесов. Из приведенных в табл. 1 данных видно, что с увеличением в почвогрунте мелкозема возрастает количество элементов минерального питания в почве, в составе насаждений появляется больше ели и повышается ее продуктивность.

С механическим составом почвогрунта тесно связаны также пожары, которые не в последнюю очередь определяют видовой состав растительности. На грубых песчаных отложениях, где из-за пересыхания верхнего горизонта почвы чаще возникают пожары, ель уступает место более устойчивой к действию огня сосне. Это подтверждается многочисленными исследованиями лесов европейского севера (Ткаченко, 1911; Мелехов, 1944; Корчагин, 1954, и др.).

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Площадь и запасы древесины. Еловые леса южной Карелии по учету на 1 января 1966 г. занимают 1369 тыс. га с запасом древесины 190.8 млн м³. На долю молодняков приходится 8.1%, средневозрастных насаждений — 23.6, приспевающих — 7.7, спелых и перестойных — 60.6% от общей площади. Запас спелых и перестойных насаждений составляет 134.5 млн м³, или 70.5% от общего. Таким образом, основная часть ельников представлена спелыми и перестойными насаждениями.

Высоковозрастность еловых лесов, как показывают материалы учета лесного фонда, присуща не только ельникам Карельской АССР, но и всем лесам европейского севера. В Мурманской области спелые и перестойные насаждения составляют 96%, в Архангельской — 91, в Вологодской — 61, в Пермской — 80 и в Коми АССР — 94% площади еловых лесов. Несколько меньшая доля таких насаждений в Карелии по сравнению со смежными областями определилась в результате интенсивной их рубки за последние 15—20 лет (табл. 2).

В результате рубок за послевоенный период запасы спелого леса сократились на 37%, а без учета перехода приспевающих насаждений в спелые — на 41%. В настоящее время в эксплуатационной части еловых лесов (исключая леса I группы — 15% и недорубы в районах с прекратившимися лесозаготовками — 16%) осталось около 90 млн м³ древесины, в том числе около 80 млн м³ ликвидной. Эти запасы при современном объеме рубок могут быть исчерпаны в течение 10—12 лет.

ТАБЛИЦА 2

Изменение площади (числитель, тыс. га) и запаса (знаменатель, млн м³) еловых лесов южной Карелии

Год учета	Возрастные группы				всего
	молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные	
1950	54	167	106	1225	1552
	1.3	20.2	15.8	212.7	250.0
1966	111	323	105	830	1369
	3.0	38.1	15.2	134.5	190.8

Типы леса. Ельники Карелии характеризуются заметным разнообразием в типологическом отношении. В южной части республики, по данным Ф. С. Яковлева и В. С. Вороновой (1959), выделяется 9 типов леса, которые могут быть объединены в 3 группы по производительности: относительно высокая, средняя и низкая.

Типы леса относительно высокой производительности (в основном II класс бонитета) распространены преимущественно на крайнем юге республики и в районе Заонежья. Они встречаются небольшими участками, общая площадь их составляет около 1% от всех еловых лесов. Данная группа типов леса представлена ельником липняковым, ельником дубравно-травянистым и ельником кисличным.

Ельник липняковый произрастает на нижних частях склонов гряд и холмов, по долинам ручьев и днищам логов с хорошо дренированными перегнойно-слабоподзолистыми почвами. В составе древостоя присутствуют осина и береза (до 0.3), а также липа, которая образует подлесок. В подлеске часто встречаются черемуха, крушина ломкая, калина, редко — клен остролистный и вяз. Напочвенный покров представлен папоротниками, сочевичником весенним, фиалкой удивительной, ландышем и другими широколиственными растениями. Древостой ельника липнякового наиболее производительны.

Ельник дубравно-травянистый произрастает на дерново-подзолистых суглинистых почвах с хорошо развитым перегнойно-аккумулятивным горизонтом. В составе древостоя присутствуют осина и береза (до 0.2). Подлесок формируют черемуха, ольха серая, рябина, жимолость лесная, иногда встречается клен. Густой травяной покров состоит из сныти, сочевичника весеннего, черники, осоки пальчатой, перловника, кислицы, вороньего глаза, майника, грушанки круглолистной. Моховой покров развит слабо и представлен в основном гилокомием блестящим.

Ельник кисличный (рис. 5) распространен на дренированных равнинах и по подножьям склонов моренных всхолмлений с супесчаными и легкосуглинистыми сильноподзолистыми почвами, подстилаемыми тяжелыми суглинками или ленточными глинами. В древостое присутствуют береза (до 0.1), осина и сосна. Подлесок состоит из ольхи серой, рябины и можжевельника. Напочвенный покров представлен кислицей, голокучником Линнея, костяничкой, седмичником, черникой, гилокомием блестящим, ритидиадельфом треугольным и др. Древостой данного типа леса, по сравнению с предыдущими, менее производительны (II—III класс бонитета), но имеют большее распространение.

Типы леса средней производительности (III—IV класс бонитета) распространены по всей территории южной Карелии, составляя основную

часть еловых лесов (77%). В эту группу входят ельник брусничный, ельник черничный и ельник болотно-травяной.

Ельник брусничный (рис. 6) занимает около 6% площади всех еловых лесов, встречается повсеместно на склонах и вершинах холмов, образованных супесчаными отложениями. Почвы — сильноподзолистые и подзолы с иллювиально-железистым горизонтом. В состав



Рис. 5. Ельник кисличный.

древостоя входит сосна (до 0.2) и в небольшом количестве береза. Подлесок редкий, состоит из рябины и можжевельника. Напочвенный покров образуют брусника, черника, седмичник, вейник, майник и в большом количестве мхи — плевроций Шребера, гилокомий блестящий. По производительности древостой данного типа леса относятся к IV, редко III классу бонитета.

Ельник черничный распространен повсеместно и занимает 69% площади еловых лесов. Древостой его произрастают на равнинах и слабо всхолмленных участках местности (плакорах, средних и нижних частях склонов) с супесчаными и суглинистыми сильноподзолистыми иллювиально-железистыми почвами. В древостоях имеется (до 0.2) примесь сосны, березы и осины. Подлесок редкий, представлен рябиной, ивой, можжевельником и иногда ольхой серой. Напочвенный покров

густой, состоит из черники, мхов (преимущественно плевроция Шребера) седмичника, брусники, луговика извилистого, вейника тростниковидного и др. По производительности ельник черничный относится к III—IV классам бонитета. По сравнению с предыдущим типом леса отличается большей увлажненностью почвы и сильнее развитым микрорельефом. Лесные сообщества, объединяемые в тип леса ельник черничный довольно разнообразны по ряду признаков, в том числе по составу пород



Рис. 6. Ельник брусничный.

производительности, почвенным и физико-географическим условиям. По нашему мнению, он представляет совокупность двух типов леса, различающихся между собой условиями местообитания. Один из них (рис. 7) занимает возвышенные местоположения с более дренированными почвами и характеризуется сравнительно высокой производительностью (III класс бонитета), другой (рис. 8) приурочен к пониженным с более увлажненными почвами и имеет пониженную производительность (IV класс бонитета). На такое различие еще ранее обратил внимание И. С. Мелехов (1959), который указывал на необходимость разделения этого типа леса на два самостоятельных типа и предложил назвать их «ельник черничный свежий» и «ельник черничный влажный».



Рис. 7. Ельник черничный свежий.



Рис. 8. Ельник черничный влажный.

Ельник болотно-травяной занимает около 2% и произрастает по долинам рек и ручьев со слабодренированными перегнойно-болотными почвами при избыточном, но проточном увлажнении. В составе древостоя присутствует (до 0.1) береза. Подлесок средней густоты, представлен черемухой, смородиной, волчьим лыком, шиповником, калиной, рябиной. Напочвенный покров густой, состоит из таволги вязолистной, грушанки, папоротников, вейника ланцетного, бора развесистого, гравилата, кислицы, черники и др. По производительности ельник болотно-травяной относится к IV классу бонитета.

Следует отметить, что данный тип леса, как и ельник черничный, довольно разнороден. М. И. Виликайнен (1957) выделяет из него отдельный тип леса под названием ельника журавельниково-борцевого, отличающийся более дренированными и плодородными почвами. По мнению указанного автора, этот тип леса в эдафо-фитоценологической схеме В. Н. Сукачева стоит ближе к сложным ельникам.

Типы леса низкой производительности распространены повсеместно и занимают 22% площади еловых лесов. Они характеризуются избыточным застойным увлажнением почв и производительностью, соответствующей V—Va классам бонитета. Эту группу типов леса составляют ельник черноольховый, ельник долгомошный и ельник сфагновый.

Ельник черноольховый занимает около 1% площади еловых лесов, распространен по долинам ручьев с перегнойно-торфяно-болотными почвами на суглинистых и глинистых отложениях. В составе древостоев присутствует (до 0.3) ольха черная и единично береза. Подлесок редкий, представлен черемухой и черной смородиной. Напочвенный покров состоит из вейника ланцетного, белокрыльника болотного, вахты трилистной, камыша лесного и таволги вязолистной. Производительность древостоев характеризуется V классом бонитета.

Ельник долгомошный (рис. 9) занимает около 16% площади, произрастая на плоских понижениях при равнинном рельефе и на основаниях пологих склонов, примыкающих к сфагновым болотам в условиях волнистых форм рельефа. Почвы торфяно-подзолистые переувлажненные, значительно оглеенные, с близким залеганием водонепроницаемых пород. В составе древостоев присутствуют сосна и береза (до 0.2). Подлесок редкий, состоит из рябины и ивы. В напочвенном покрове участвуют преимущественно кукушкин лен и сфагновые мхи, реже черника, седмичник, осоки, хвощи. По производительности древостоев данного типа леса относятся к V классу бонитета.

Ельник сфагновый занимает около 5% площади, произрастая повсеместно на сильно переувлажненных (с застойной влагой) торфяно-глеевых почвах. В составе древостоев присутствуют (до 0.2) сосна и частично береза. Подлесок редкий из ивы, часто вовсе отсутствует. В напочвенном покрове преобладают сфагновые мхи, реже багульник, хвощ лесной, пушица, мирт болотный и небольшие группы кукушкина льна. Производительность древостоев характеризуется Va классом бонитета, иногда ниже.

В заключение приведем данные, характеризующие плодородие и некоторые особенности почв в древостоях наиболее распространенных типов еловых лесов (табл. 3). Общими чертами почв ельников являются сравнительно небольшая глубина профиля, высокая кислотность и слабая насыщенность растворимыми основаниями. Минеральные горизонты их бедны гумусом и зольными элементами питания и, наоборот, обогащены окислами кремния, железа и алюминия.

В то же время почвы разных типов леса имеют существенное различие по ряду признаков, при этом обнаруживается вполне определенная связь их с производительностью древостоев. Прежде всего отмечается

постепенное увеличение мощности почвенного слоя по мере повышения производительности ельников. Так, в древостоях V класса бонитета (ельник лишайниково-каменистый) глубина профиля составляет 7—10 см, в древостоях IV—III класса бонитета — 45—50 см и в древостоях II класса бонитета (ельник кисличный) — 60 см и более. Одновременно с этим в них возрастает содержание мелких частиц, особенно физической глины, что благоприятно сказывается на водном режиме почв.

При весьма высокой кислотности почв в целом (рН 3.2—4.8) последняя довольно изменчива в зависимости от типа леса, причем снижается с увеличением производительности древостоев. Так же закономерно изменяется



Рис. 9. Ельник долгомошный.

степень насыщенности почвы основаниями. В почвах наиболее производительных ельников показатель ее примерно в 3 раза больше, чем в наименее производительных древостоях.

В прямой связи с производительностью ели находится валовое содержание в почве углерода, азота и основных зольных элементов питания. В ельнике лишайниково-каменистом на 1 га содержится около 14 т гумуса и около 0.6 т азотных соединений, в ельнике черничном — соответственно 72 и 3.1 т и в ельнике кисличном — 98 и 4.8 т. С повышением производительности древостоев особенно заметно возрастает количество этих элементов в минеральных горизонтах почвы. Последнее несомненно указывает на более глубокое и интенсивное течение почвообразовательного процесса в указанных ельниках.

Каждому типу леса соответствует определенное содержание в почве подвижных и воднорастворимых форм азота и зольных элементов питания. Оно более, чем другие признаки и свойства почвы, тесно связано с производительностью древостоев. Количество этих форм элементов питания (кроме калия) возрастает по мере повышения производительности лесов.

Необходимо отметить, что приведенные закономерные связи отдельных свойств почв с производительностью древостоев относятся только к ель-

ТАБЛИЦА 3

Механический состав и химические свойства почв основных и переходных типов еловых лесов

Горизонт	Глубина, см	Содержание частиц, %			рН солевой	Степень насыщенности основаниями, %	Валовое содержание, %					Подвижные формы, мг на 100 г почвы			Воднорастворимые формы, мг на 100 г почвы	
		крупновес	мелковес	физическая глина			С	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO + MgO	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Ельничек лишайниково-каменистый																
A ₀	0-3	—	—	—	3.3	20.6	37.0	1.43	1.25	1.34	5.80	—	14.5	53.4	21.5	2.7
A ₁	3-7	1.9	56.4	41.7	3.3	14.0	10.4	0.50	0.41	1.01	4.80	—	32.8	17.4	24.9	7.5
В слое почвы 0-7 см (кг/га)		—	—	—	—	—	14194	646	—	—	—	5.2	30	36	44	12
Ельничек зеленомошно-брусничный																
A ₀	0-8	—	—	—	3.6	42.5	31.5	0.98	1.33	2.02	13.4	—	26.5	86.4	53.6	6.2
A ₂	8-14	35.8	55.0	9.2	3.2	6.5	1.0	0.25	0.05	1.74	1.94	—	4.0	3.7	2.4	0.7
A ₂ B ₁	14-22	51.1	38.7	10.2	3.6	20.9	1.3	0.08	0.06	1.57	2.79	—	Следы	2.9	2.2	0.8
B ₁	22-40	46.6	45.4	8.0	4.5	84.0	2.1	0.11	0.14	1.61	2.88	—	11.7	11.2	1.4	0.1
B ₂	40-50	40.6	52.6	6.8	5.0	49.1	0.3	0.06	0.09	1.56	2.33	—	16.9	2.9	1.0	0.0
В слое почвы 0-50 см (кг/га)		—	—	—	—	—	75058	4759	—	—	—	38	105	168	172	37
Ельничек черничный																
A ₀	0-4	—	—	—	3.5	31.6	42.3	1.62	1.53	3.38	6.18	—	36.8	137.0	44.4	4.0
A ₁ A ₂	4-7	7.2	84.4	8.4	3.7	5.1	0.9	0.07	0.02	1.64	1.22	—	Следы	5.0	2.4	1.2
A ₂	7-15	4.7	88.0	7.3	3.6	12.0	0.4	0.02	0.02	1.72	1.26	—	»	3.1	1.8	0.6
B ₁	15-37	6.6	90.6	2.8	5.1	0.0	0.7	0.10	0.05	1.67	1.77	—	6.8	5.6	2.0	0.0
B ₂	37-50	70.7	27.5	1.8	4.8	46.5	0.3	0.08	0.09	1.77	2.71	—	12.3	4.2	1.2	0.1
В слое почвы 0-50 см (кг/га)		—	—	—	—	—	71621	3077	—	—	—	25	92	115	165	22

ТАБЛИЦА 3 (продолжение)

Горизонт	Глубина, см	Содержание частиц, %			рН солевой	Степень насыщенности основаниями, %	Валовое содержание, %					Подвижные формы, мг на 100 г почвы			Воднорастворимые формы, мг на 100 г почвы	
		крупновес	мелковес	физическая глина			С	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO + MgO	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Ельничек кислично-черничный																
A ₀	0-5	—	—	—	4.4	69.0	40.0	2.15	Не опр.	1.95	5.55	—	40.0	95.0	27.0	8.2
A ₁ A ₂	5-12	7.2	79.3	13.5	3.6	21.0	6.2	0.19	0.33	1.70	2.00	—	0.2	4.8	1.2	2.0
A ₂	12-24	14.0	73.8	12.2	4.0	9.0	0.2	0.01	0.27	1.90	2.48	—	1.2	0.7	0.7	1.1
B ₁	24-36	17.4	73.8	8.8	4.8	22.0	0.7	0.04	0.07	1.88	2.50	—	1.0	2.8	1.6	4.2
B ₂	36-50	17.9	72.4	9.7	4.8	24.0	0.5	0.0	0.06	2.03	2.67	—	14.0	2.3	1.2	1.7
В слое почвы 0-50 см (кг/га)		—	—	—	—	—	78496	2338	—	—	—	23	324	148	68	109
Ельничек кисличный																
A ₀	0-5	—	—	—	4.7	67.0	39.3	1.70	1.87	2.36	8.68	—	22.0	—	75.0	24.0
A ₁ A ₂	5-10	Не определялось			3.9	31.0	6.5	0.32	0.32	1.98	1.67	—	3.0	—	5.0	0.7
A ₂	10-22	» »			—	—	—	—	0.09	1.70	1.34	—	—	—	—	—
B ₁	22-40	» »			4.6	34.0	0.7	0.04	0.06	2.02	2.18	—	5.0	—	3.0	0.2
B ₂	40-60	» »			—	—	—	—	0.10	2.28	2.85	—	—	—	—	—
В слое почвы 0-60 см (кг/га)		—	—	—	—	—	98139	4822	—	—	—	39	153	66	220	23
Ельничек болотно-травяной																
AT ₀	0-5	—	—	—	6.0	84.1	36.9	2.06	2.12	0.86	12.74	—	4.6	Не опр.	25.3	8.0
AT ₁	5-20	—	—	—	—	72.6	43.0	2.25	1.83	0.97	10.69	—	24.4	»	—	—
AT ₂	20-40	—	—	—	5.8	80.0	31.5	1.39	0.80	1.13	8.45	—	46.2	»	217.2	90.0
B ₁	40-50	Не определялось			6.1	59.5	1.7	Не опр.	0.14	1.28	2.46	—	310.0	»	39.2	39.2
B ₂	60-70	» »			6.2	76.7	0.9	»	0.10	1.40	2.71	—	489.0	»	28.0	20.1
В слое почвы 0-70 см (кг/га)		—	—	—	—	—	177813	14833	—	—	—	120	406	—	2328	1602

Примечание. В таблице приведены данные В. К. Куликовой, А. И. Гордеевой и Г. И. Вогдановой.

никам, произрастающим на минеральном субстрате, и не имеют отношения к ельникам, растущим на торфянистых почвах. Так, например, в ельнике болотно-травяном количество валовых, подвижных и воднорастворимых форм элементов питания в несколько раз больше, чем в ельнике кисличном, а производительность его намного ниже последнего. В указанном типе леса более благоприятна для роста ели и кислотность почвы (рН 5.8-6.2). В данных условиях производительность древостоев определяется совершенно иными свойствами почв, прежде всего количеством влаги в аэрации и температурой.

Возрастная структура спелых и перестойных древостоев. Большинство еловых лесов Карелии отличается выраженной разновозрастностью. В спелых и перестойных древостоях, особенно при среднем возрасте более 150 лет, почти всегда имеются деревья в возрасте от 80—100 до 250—300 лет, а также значительное количество молодняка в виде тонкомера и подросту.

А. Д. Волков (1967), изучая возрастную структуру данных лесов, пришел к заключению, что среди них встречаются три категории древостоев: а) абсолютно-разновозрастные, б) относительно-разновозрастные и в) относительно-однообразные.

Абсолютно-разновозрастные древостои являются наиболее распространенной категорией (около 90% еловых лесов эксплуатационного возраста).

В абсолютно-разновозрастных древостоях ель представлена непрерывным рядом особей, начиная от всходов и кончая предельным, наиболее высоким возрастом. В ельнике черничном, например, возрастное колебание достигает 15—17 классов возраста. Наибольшее количество деревьев приходится на первые классы возраста и низшие ступени толщины, а наибольший запас — на центральные классы (на 150—200 лет) и средние ступени толщины. Запас в средних ступенях (по 4 см) составляет не более 20% от общего запаса древостоя. Полог леса отличается ступенчатостью значительной глубиной и постепенным уменьшением горизонтальной сомкнутости снизу вверх.

В Карельской АССР встречается, кроме того, небольшая часть одновозрастных и переходных в данном отношении категорий ельников. Для этих древостоев характерны относительно небольшое возрастное колебание (3—4 класса), значительная концентрация запаса в одном классе возраста, слабое возобновление ели, относительно большая горизонтальная сомкнутость полога при небольшой его глубине.

Производительность и качество лесов. Показателями производительности лесов являются, как известно, запас и прирост древесины, приходящиеся на единицу площади. Такие данные по классам возраста и бонитета для ельников южной Карелии представлены по материалам лесоучетного материала в табл. 4. Наибольший запас древесины на 1 га имеют ельники V и VIII классов возраста. Начиная с IX класса возраста запас их постепенно уменьшается. Такая закономерность отмечается во всех лесорастительных условиях (классах бонитета), что указывает на переход ельников в возрасте 150—160 лет из категории спелых в перестойные. О перестойности древостоев IX класса возраста и выше более наглядно свидетельствуют показатели текущего прироста, которые в этом периоде становятся отрицательными или близкими к нулю.

Запас древесины на 1 га во многом зависит от условий местопроизрастания ели. Так, в возрасте технической спелости (110 лет) он изменяется по классам бонитета от 63 до 271 м³, а в возрасте 50 лет — от 33 до 162 м³.

В настоящее время средний запас эксплуатируемых (спелых и перестойных) ельников сравнительно невелик и составляет 162 м³ на 1 га. Это определяется в основном низким плодородием почвы, разновозрастностью древостоев и различными выборочными рубками.

ТАБЛИЦА 4

Запас и прирост еловых лесов (м³/га) по классам возраста (по Кищенко и Ковлову, 1966)

Класс бонитета	Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X—XI
II	Запас	21	89	162	214	250	271	283	287	287	277
	Средний прирост	2.1	3.0	3.2	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	1.4
	Текущий прирост	2.1	3.7	3.2	2.2	1.5	0.9	0.4	0.1	-0.1	-0.3
III	Запас	16	63	116	161	195	218	229	233	232	225
	Средний прирост	1.6	2.1	2.3	2.3	2.2	2.0	1.8	1.5	1.3	1.1
	Текущий прирост	1.6	2.6	2.4	1.9	1.3	0.8	0.4	0.1	-0.1	-0.3
IV	Запас	10	40	77	111	142	163	174	180	179	175
	Средний прирост	1.0	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	0.9
	Текущий прирост	1.0	1.7	1.8	1.6	1.2	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.3
V	Запас	6	26	49	72	94	108	117	121	120	114
	Средний прирост	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
	Текущий прирост	0.6	1.1	1.2	1.1	0.9	0.6	0.3	0.0	-0.2	-0.3
Va	Запас	3	17	33	48	58	63	65	66	65	58
	Средний прирост	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
	Текущий прирост	0.3	0.7	0.8	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.2
В целом по ельникам	Запас	11	49	89	123	146	158	163	163	162	157
	Средний прирост	1.1	1.6	1.8	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
	Текущий прирост	1.1	2.0	1.9	1.6	0.9	0.5	0.2	0.0	-0.1	-0.3

Большое влияние на полноту и средний запас всей совокупности ельников эксплуатационного возраста оказали и продолжают оказывать сплошные концентрированные рубки. Результаты учета лесосечного фонда показывают, что при данных рубках вырубались, как правило, более производительные насаждения, а насаждения с небольшими запасами или исключаются из лесосеки под разными предлогами, или оставляются в виде недорубов. Только в связи с этим за период с 1950 по 1966 г. средний запас всех ельников понизился со 172 м³ до 162 м³ на 1 га, а в районе Западного Прионежья, где лесозаготовки ведутся наиболее интенсивно и начаты значительно раньше, — со 178 м³ до 153 м³, или на 13%.

Качественная характеристика еловых лесов Карелии приводится по данным С. П. Ускова (1959), детально изучавшего распространение основных пороков древесины по типам леса, динамику фауности древостоев с изменением их возраста и влияние разных видов фауны на выход деловой древесины.

Общая фауность еловых лесов (табл. 5) составляет в среднем около 30% с колебаниями по типам леса от 28 до 36%. Чем хуже условия роста ели, прежде всего аэрация (дренаж) почвы, тем выше фауность древостоев. Она увеличивается с возрастом ели. В пределах от 80 до 240 лет общая фауность ельника черничного повышается от 15 до 40%, а всех типов леса — от 14—22% до 36—52%. В изменении фауности ели обнаруживаются два периода (от 80 до 120 лет и от 200 лет и далее) быстрого увеличения общего числа фауных стволов и один период (от 120 до 200 лет) замедленного роста фаутов. Это дает основание сделать вывод, что рубку ельников следует проводить в возрасте не старше 180—200 лет.

В образовании фаутов принимают участие многие виды пороков, имеющие различную распространенность и разную приуроченность к условиям местопроизрастания ели. Основные виды пороков в преобладающих типах леса могут быть представлены следующим убывающим рядом: кривизна ствола, стволовая гниль (гриб *Trametes abietis* Fr.), бурая ком-

ТАБЛИЦА 5

Динамика общей фауны ельников южной Карелии
(по Ускову, 1959)

Возраст древостоев, лет	Количество фауных стволов, % от общего числа				
	ельник кисличный	ельник черничный	ельник долго- мошный	ельник приру- чейный	ельник сфагновый
80	15.4	14.9	14.4	21.2	21.8
120	25.8	25.3	25.5	31.0	30.2
160	30.5	29.8	30.4	35.4	36.1
200	31.3	34.2	35.8	39.4	42.4
240	35.5	39.5	43.0	46.5	52.3
Среднее . .	28.5	28.8	30.1	34.8	36.4

левая гниль, суховершинность, сучковатость, корневая гниль (гриб *Fomes annosus* Fr.), морозобой и метик (табл. 6).

Стволовая и корневая гнили развиваются в большей мере в древостоях с лучшими лесорастительными условиями, а комлевая гниль, наоборот, — в насаждениях с менее благоприятными условиями роста, особенно при избыточном увлажнении почв. В древостоях, произрастающих на переувлажненных почвах, также больше распространены кривизна, морозобой, суховершинность и сучковатость ствола.

ТАБЛИЦА 6

Поврежденность 200-летних еловых древостоев южной
Карелии (в %) отдельными видами пороков
(по Ускову, 1959)

Тип леса	Ство- ловая гниль	Корневая гниль	Комлевая гниль	Метик	Моро- зобой	Кривизна	Суховер- шинность	Сучкова- тость
Е. брусничный . .	5.9	1.7	3.0	3.1	1.3	8.0	2.3	1.3
Е. кисличный . .	5.6	1.5	3.4	2.7	1.2	4.5	1.6	1.0
Е. черничный . .	5.0	1.5	4.0	1.1	1.3	7.9	2.3	1.8
Е. долгомошный	3.4	0.4	7.3	0.6	1.8	8.3	5.3	0.7
Е. приручейный	5.8	3.2	10.4	—	2.1	9.0	1.3	1.1
Е. сфагновый . .	4.2	—	1.9	—	5.7	6.8	5.1	3.7

По данным С. П. Ускова, наибольшее влияние на выход деловой древесины оказывают гнили, кривизна ствола и морозобойные трещины. Так стволовая губка снижает выход деловой части ствола в среднем на 45—50%, бурая комлевая гниль (напеныш) — на 30—35%, корневая губка — на 33%, кривизна ствола — в пределах от 27 до 100% и морозобойные трещины — на 17%. Остальные виды пороков практически не влияют на общий выход деловой древесины, но снижают в той или иной мере выход более ценных сортиментов и сортов.

Глава II

Рост и развитие
еловых лесов

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В лесах Карельской АССР, как и в других районах европейской лесной зоны СССР, осуществляется ряд мероприятий по восстановлению и повышению продуктивности насаждений. Однако многие общепринятые приемы и методы ведения хозяйства в ельниках Карелии пока мало эффективны, а в ряде случаев вовсе не дают положительных результатов. Иллюстрацией сказанному могут служить, например, сплошные концентрированные рубки, которые, как правило, приводят к смене ели лиственными породами, а также посевы сосны, практикуемые на местах коренных еловых типов леса, которые без ухода обычно гибнут или в лучшем случае формируют насаждения с очень малым участием культивируемой породы. Основной причиной указанных неудач является отсутствие должного научного обоснования применяемых способов рубки и восстановления ели в связи с недостаточностью общих знаний о природе еловых лесов.

Большое значение для научной разработки мероприятий по ведению хозяйства в ельниках имеют результаты изучения их роста и развития.¹ Они необходимы для обоснования способов рубки, мер ухода за лесом, гидротехнической мелиорации, посева и посадки леса, а также ряда других лесохозяйственных мероприятий.

В связи с этим вполне понятен тот повышенный интерес, который проявляется в настоящее время в отношении возрастной структуры и строения древостоев формирующихся насаждений. Изучение ельников европейского Севера (Воропанов, 1950; Алексеев, Молчанов, 1954; Баранов и Григорьев, 1955; Валяев, 1962; Гусев, 1964; Дыренков, 1966а; Волков, 1967) и Дальнего Востока (Шавнин, 1967), сосняков Сибири (Побединский, 1963; Шанин, 1965; Комин, 1967) и Казахстана (Смирнов, 1967), кедровников (Семечкин и др., 1962; Поликарпов, 1966) и пихтарников Сибири (Фалалеев, 1964; Поляков, 1967) показало, что многие перестойные древостои в значительной мере разновозрастны и отличаются своеобразным распределением деревьев по толщине с преобладанием тонкомерной и относительно молодой группы. По мнению А. И. Толмачева (1954), разновозрастность еловых лесов является неотъемлемым их свойством. На основе этого делается вывод о целесообразности таксации таких древостоев с выделением отдельных поколений и рекомендуется использовать наиболее молодое поколение в лесоводственных целях. Для таких древостоев предлагаются специальные способы рубки, направленные на обеспечение естественного возобновления и одновременно на повышение продуктивности леса (Побединский, 1964; Дыренков, 1966а, и др.).

¹ Под ростом насаждений мы понимаем изменение во времени основных таксационных признаков древостоя, под развитием — изменение состава пород, возрастной структуры и строения древостоя, динамики видового состава кустарников, наземного покрова, физических и химических свойств почвы.

Более глубокое познание характера развития естественных насаждений позволяет также выявить некоторые черты их строения, при которых обеспечивается наивысший прирост древесины в определенных лесорастительных условиях. А это является одной из важнейших предпосылок, необходимых для решения общей проблемы повышения продуктивности лесов.

В Карелии изучение особенностей роста и развития ельников проводилось нами в наиболее распространенном типе леса — ельнике черничном растущем на свежих супесчаных и суглинистых почвах. На 27 пробных площадях, заложенных в разных по возрасту еловых насаждениях и относящихся к разным периодам развития типа леса, срублено 568 деревьев и сделан полный анализ их роста.¹ У ряда деревьев определяли фитомассу отдельных частей дерева, их прирост и продуктивность хвои. Детальная таксация древостоев проведена с выделением отдельных поколений ели.

Необходимо остановиться на принципах обобщения полученных материалов, поскольку этот вопрос является исключительно важным при проведении анализа исходных данных. Большое значение его определяется тем, что изучаемый объект характеризуется длительным (более 500 лет) и сложным развитием, сопровождающимся значительным изменением большинства таксационных признаков древостоя. Поэтому очень важно и вместе с тем довольно трудно определить для каждого конкретного насаждения его место в общем ряду развития типа леса. Трудности в этом отношении усугубляются еще и тем, что на начальном этапе ельники, произрастающие в одинаковых почвенно-грунтовых условиях, развиваются по нескольким совершенно разным рядам, но в дальнейшем развитие идет по более или менее сходным линиям и в конечном итоге сливается в один общий ряд. Следовательно, возникает задача установить для каждого насаждения не только его место в ряду развития ельника, но также и принадлежность к изучаемому ряду вообще.

Нами проведено изучение роста и развития одного ряда ельника черничного, начало которого характеризуется захватом елью лесной площади после катастрофического распада (разрушения) материнского древостоя. Такой ряд, называемый в лесной таксации «нормальным», в настоящее время возникает сравнительно редко, однако в прошлом, когда катастрофические сукцессии (смены) насаждений были результатом действия исключительно стихийных явлений (пожаров, повальных ветров и пр.), доля его в числе всех рядов развития несомненно была значительной. Для наших же целей этот ряд представляет наибольший интерес, так как позволяет проследить не только общую динамику насаждений, но и изменение продолжительности ели в процессе эндогенных сукцессий биogeоценоза.

К первому этапу развития ельника, характеризующего период жизни первого поколения леса до начала его распада, отнесены все не задержанные в росте, чистые по составу, однообразные и одноярусные насаждения. Колебания возраста допускались в пределах до 30—40 лет, а участие других пород в составе древостоя — не более 0.1. Место каждой таксационной пробной площади в ряду развития ельника определяли по среднему возрасту древостоя.

К следующему этапу развития ельника отнесены те насаждения, характеристика которых полностью совпадает с предыдущими, но включает дополнительный признак — наличие подроста, молодого (второго по счету) поколения ели. Этот признак является показателем идущего распада древостоя первого поколения, при котором освобождается место и значительно повышается освещенность под его пологом, благодаря чему создают

¹ В работе принимали участие старший научный сотрудник Петрозаводского ЛОС А. Д. Волков и главный инженер Карельской конторы «Леспроект» В. В. Кабанов.

условия для поселения и развития подроста. Место таких насаждений в ряду развития ельника устанавливали также по среднему возрасту древостоя.

Завершающий этап развития первого поколения составили насаждения с двумя поколениями, в которых возраст деревьев первого поколения больше возраста наиболее старых деревьев второго поколения на величину, равную периоду развития древостоя первого поколения до появления подроста второго поколения. При этом учитывались в качестве обязательной характеристики задержка в росте деревьев второго поколения и численное меньшинство деревьев первого поколения при значительном превосходстве последних по высоте и диаметру. Место данных насаждений в общем ряду развития ельника устанавливалось по возрасту деревьев опять-таки первого поколения.

Выбор насаждений, характеризующих дальнейшее развитие ельника (после окончательного распада первого поколения), составляет наибольшую трудность, поскольку главный и самый точный показатель, каким является возраст древостоя первого поколения, отсутствует. При решении этого вопроса нами принята за основу следующая гипотеза. Весь цикл развития рассматриваемого ряда ельника состоит (условно) из трех сравнительно длительных периодов, в первом из которых насаждения отличаются, как показано выше, относительной одновозрастностью, а в последнем характеризуются наивысшей разновозрастностью, свойственной «наиболее выработавшимся» (Сукачев, 1964) биogeоценозам коренных типов леса. В соответствии с этим в среднем (промежуточном) периоде развития данного типа леса насаждениям должна быть присуща относительная разновозрастность, причем в начале его она должна быть менее, а в конце, наоборот, — более выраженной. Исходя из этого, привязка относительно разновозрастных насаждений к календарному времени развития изучаемого ельника¹ осуществлялась с учетом последовательного и естественного изменения лесоводственно-таксационных признаков и присутствия некоторых неизменяющихся особенностей древостоя. В частности, учитывались наличие угнетения ели в первые годы (десятки лет) жизни, количество поколений и возрастное различие их, наибольший возраст старшего поколения, его средний диаметр и высота, наличие и жизненное состояние подростов, характер распределения деревьев по ступеням толщины и ряд других признаков. При этом в качестве наиболее важных ориентиров привязки вторичных древостоев были приняты: а) возраст первого насаждения (первого поколения), в котором начинается распад древостоя и появляется подрост второго поколения, б) продолжительность жизни одного поколения леса, в) возраст наиболее старого дерева последующих поколений.

К третьему (последнему) периоду развития ельника отнесены все насаждения, отличающиеся наивысшей разновозрастностью и наибольшим количеством поколений (обычно трудно различаемых), а также непрерывным рядом распределения деревьев по толщине с самой высокой амплитудой колебания. Точная привязка этих насаждений к календарному времени развития ельника не имеет существенного значения, так как все они представляют завершающую фазу развития древостоя коренного типа леса и характеризуются относительно неизменным состоянием. Важно лишь установить начало этого периода, или конец второго периода, когда насаждения уже теряют признаки относительной разновозрастности и становятся абсолютно-разновозрастными.

Ниже приведена таксационная характеристика исследованных насаждений и показано их место в ряду развития ельника (табл. 7).

¹ Под календарным временем развития ельника понимается срок, прошедший с момента заселения не покрытой лесом площади елью первого поколения.

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА

Возрастная структура насаждений ельника черничного в процессе развития претерпевает коренные изменения (рис. 10, табл. 7). Вначале, примерно до 180 лет, насаждения характеризуются выраженной одновозрастностью и наличием одного поколения леса. Возраст всей совокупности деревьев колеблется в очень узких пределах, а средний возраст насаждений соответствует календарному времени развития типа леса. Эти особенности структуры древостоев отражают выбранный для анализа ряд развития ельника, возникающего на не покрытой лесом площади за счет обильного налета семян ели.

На следующем этапе развития первого поколения (от 180 до 320 лет) возрастная структура насаждений претерпевает существенные изменения. В это время резко возрастает амплитуда колебания возраста, причем вначале за счет только двух крайних возрастных групп (самой молодой и наиболее старой), а затем и средних по возрасту групп деревьев. Данная особенность обусловлена начинающимся со 140—150 лет распадом древостоев первого поколения и постепенным появлением (в 170—180 лет) на месте выпавших старых деревьев молодого, второго по счету, поколения.

Одновременно с этим установлено, что средний возраст насаждений еще много лет спустя после начала распада древостоев остается равным возрасту первого поколения, или календарному времени развития ельника. Переломный период наступает лишь в 270—290-летнем возрасте, когда в результате усиления распада древостоев первого поколения преобладающим по запасу древесины становится второе поколение. Средний возраст насаждений в это время резко падает — до 80—100 лет, уменьшаясь примерно в 3 раза.

Наибольшая разница в возрасте деревьев наблюдается через 300—320 лет после поселения ели на данной территории. К этому времени общая амплитуда возраста вследствие появления всходов и подроста третьего поколения на месте последних представителей первого поколения ели увеличивается до 300—320 лет. Иллюстрацией к сказанному может служить пробная площадь № 164 (табл. 7). Средний возраст насаждения 105 лет оно состоит из трех возрастных групп деревьев, в числе которых самую старшую представляют 4 дерева в возрасте 314 лет, среднюю по возрасту (80—120 лет) и наибольшую по запасу — 1398 деревьев и самую младшую (до 40 лет) — 4200 экземпляров подроста.

С завершением распада древостоев первого поколения резко снижается верхняя возрастная граница, а вследствие этого сильно сужается амплитуда возраста деревьев древостоев. Верхний предел ее ограничивается возрастом наиболее старых деревьев второго поколения, а нижний — возрастом наиболее молодых экземпляров подроста третьего поколения. Примером может служить насаждение пробной площади № 165 (табл. 7). Его средний возраст — 112 лет, верхний возрастной предел — 146 лет и нижний — около 10 лет (подрост).

В дальнейшем развитии ельника (календарное время 200—320 лет) возраст древостоев снова повышается, а вместе с ним растет и амплитуда его колебания. Однако средний возраст повышается сравнительно медленно, в то время как размах возрастного колебания растет быстро — адекватно изменению календарного времени. Последнее, по-видимому, не нуждается в особом пояснении, поскольку верхний предел колебаний, определяющийся возрастом наиболее старых деревьев, изменяется соответственно течению времени, а нижний предел очень мал и находится почти постоянно на одном уровне (всходы). Что касается замедленного повышения среднего возраста насаждений в данный период развития, то этот факт определяется постепенным увеличением разновозрастности древостоев и в связи с этим увели-

нием удельного веса относительно более молодых поколений леса. Причиной же данного явления является, с одной стороны, в замедленном характере распада древостоев первого поколения, с другой — в способности ели произрастать в условиях относительно сильного затенения.

Выше отмечалось, что второе поколение ели поселяется под пологом (точнее в «окнах») древостоев первого поколения в начале его распада, т. е. в возрасте 170—180 лет, а третье — в период завершения распада того же поколения, или в 280—300 лет. Таким образом, из-за растянутости процесса распада первого поколения при его жизни возникают два поколения, причем разница в возрасте между смежными поколениями становится

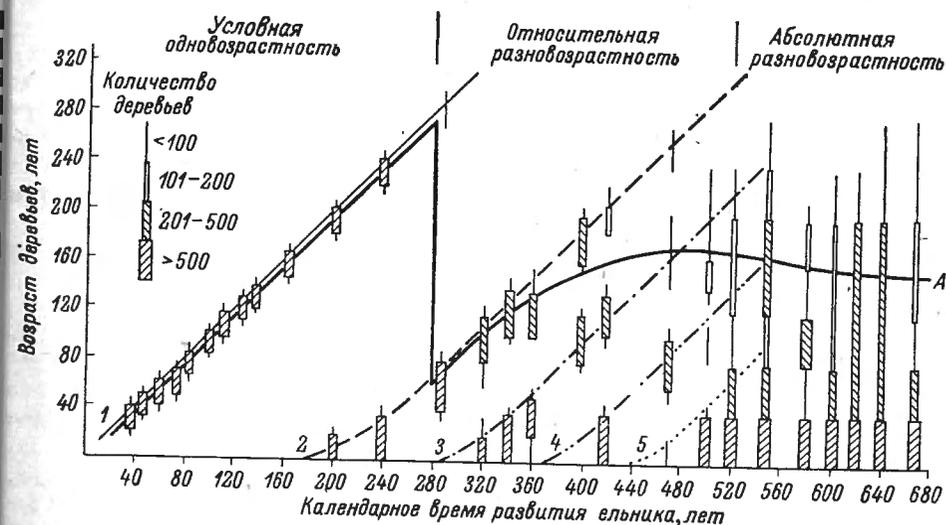


Рис. 10. Возрастная структура насаждений ельника черничного в динамике.
1—5 — номера поколений, А — средний возраст насаждений.

меньше и меньше. Период между появлением второго и первого поколений составляет в среднем 180—200 лет, а между третьим и вторым — только 100—110 лет.

Следующие поколения ели возникают за еще более короткие отрезки времени, чем два предыдущих. Так, четвертое по счету появляется спустя 30—90 лет после третьего, а пятое — примерно через 60—70 лет после четвертого. Возникновение четвертого поколения леса связано с начинающимся распадом второго поколения, которое происходит примерно в 400 лет с начала развития ельника. Пятое же поколение появляется в период начала распада третьего поколения и совпадает с завершением распада второго поколения. Этот момент приходится на 460—480 лет от начала формирования изучаемого ельника.

Отмечающееся сокращение периода между поколениями леса идет, по-видимому, и в дальнейшем, что нам, однако, не удалось проследить из-за неясности границ следующих поколений. Но сам факт стирания границ поколений и является, вероятно, подтверждением высказанного предположения. Кстати, следует отметить, что хорошо выраженные границы наблюдаются лишь у первого и второго поколений, у остальных же они довольно расплывчаты.

Приведенные особенности возникновения отдельных поколений вполне объясняют постепенное превращение одновозрастных насаждений ели в относительно разновозрастные, а далее — в абсолютно разновозрастные.

Условные возрастные границы этих категорий древостоев приходится соответственно на 260 и 520 лет с момента развития данного ельника.

Изменение возрастной структуры насаждений в результате появления многих поколений леса является также причиной замедленного увеличения среднего возраста насаждений и приближения его к средней части амплитуды возрастного колебания, т. е. к 160—170 годам. В настоящее время в Карелии большинство ельников характеризуется именно таким средним возрастом, что указывает на принадлежность их к третьему периоду развития.

Заканчивая обсуждение возрастной структуры еловых насаждений в процессе их развития, следует отметить еще одну деталь. Средний возраст каждого поколения, кроме первого, оказывается, как правило, несколько меньше (на 15—30 лет) того периода, который прошел с начала их возникновения. Данное обстоятельство может быть объяснено длительностью процесса возобновления ели, в результате чего средний возраст подроста из-за постоянного пополнения молодняка повышается замедленными темпами. Возможно также некоторое влияние на этот показатель гибели наиболее крупных экземпляров подроста от падающих деревьев разрушающегося поколения.

СТРОЕНИЕ ДРЕВОСТОЕВ

В процессе развития ельника черничного одновременно с превращением разновозрастных насаждений в разновозрастные происходит существенное преобразование строения древостоев.¹ Постепенное увеличение в них количества поколений ели сопровождается своеобразным колебанием числа деревьев, изменением строения полога леса и определенной динамикой средних значений ряда лесоводственно-таксационных признаков. С некоторыми из этих признаков тесно связаны энергия роста деревьев и производительность насаждений, которые тоже подвержены изменениям. Поэтому целесообразно рассмотреть результаты исследований строения древостоев по отдельным структурным признакам.

Число деревьев. Динамика числа деревьев в процессе развития ельника черничного подвержена значительным колебаниям (рис. 11). Для разновозрастного древостоя первого поколения характерно быстрое уменьшение числа деревьев в возрасте до 80—100 лет, затем (до 220—240 лет) замедление темпов снижения и, наконец, с 240 лет снова быстрое падение их, завершающееся к 300—320 годам гибелью деревьев этого поколения.

Детальный анализ пробных площадей показал, что уменьшение количества деревьев в насаждениях до 140—150 лет происходит преимущественно за счет отстающих в росте деревьев в процессе самоизреживания древостоев. За этот период общее число их на 1 га уменьшается до 600—800 штук, или до 5—10% от первоначального количества. В дальнейшем уменьшение числа деревьев идет, как правило, во всех классах роста, в том числе и в господствующем, что указывает на наличие процесса распада древостоя. Данный процесс, начавшись в 140—160 лет, резко усиливается в возрасте 240—280 лет. В это время ежегодный отпад составляет около 10—12 деревьев на 1 га, а в период от 140 до 240 лет — в среднем только 4—5 деревьев.

С началом разрушения древостоя первого поколения отмечается появление второго поколения, которое к 180-летнему возрасту ельника накапливается в количестве около 5 тыс. экз. на 1 га. Это поколение по мере во-

¹ Под строением древостоя мы понимаем густоту его (число деревьев на единицу площади), распределение деревьев по толщине и высоте и сомкнутость полога древостоя.

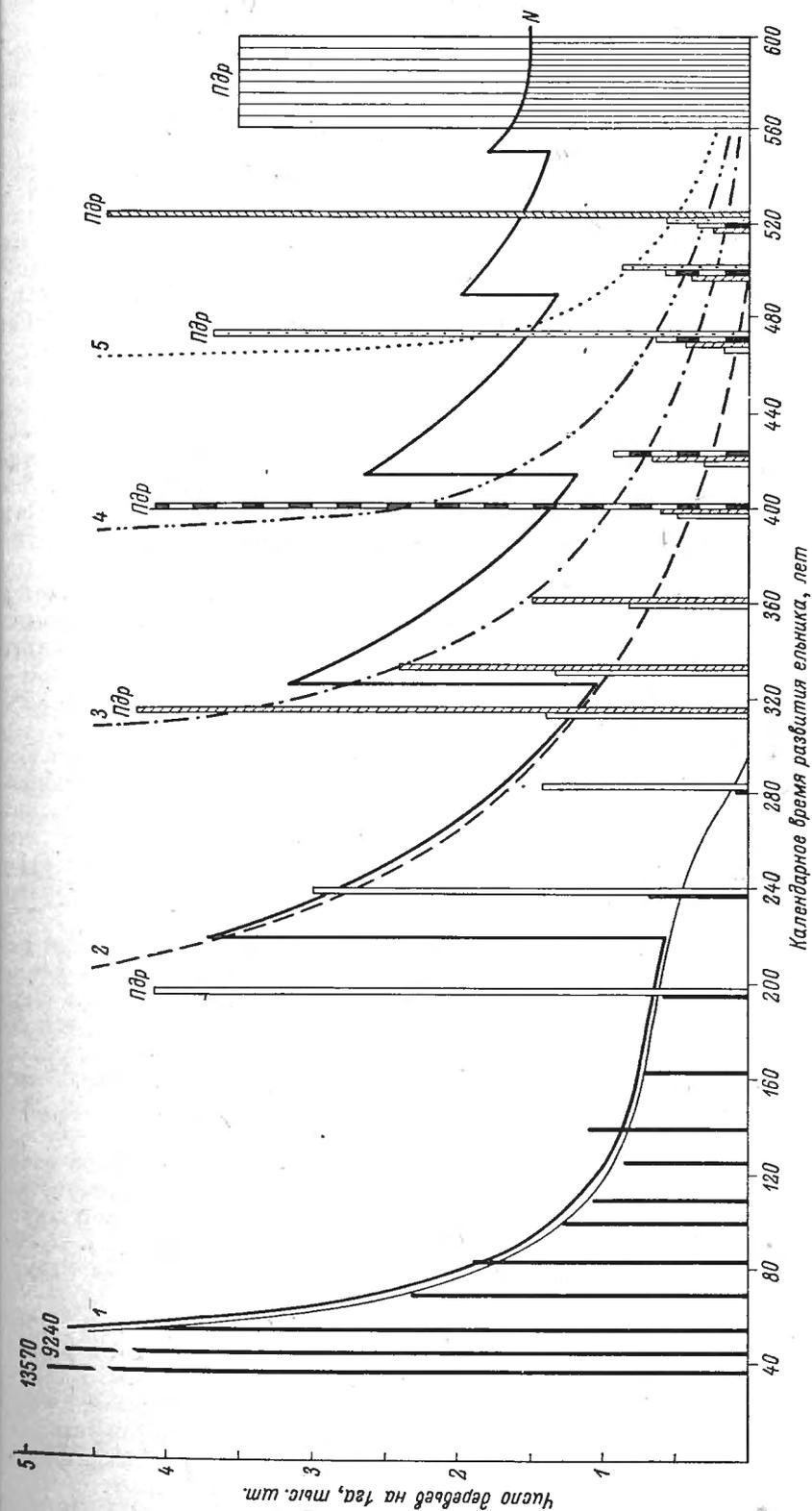


Рис. 11. Число деревьев в насаждениях в процессе развития ельника черничного. N — общее число деревьев, Пдр — подрост, 1—5 — кривые числа экземпляров ели отдельных поколений.

мужания постепенно уменьшается численно и через 280—300 лет также как и первое поколение, разрушается. Подобная картина повторяется у ряда последующих поколений, в связи с чем ход изменения общего числа деревьев приобретает вид постепенных спадов и резких подъемов.

Однако волнообразная динамика численности деревьев, отражающая определенную периодичность в возобновлении и отмирании ели, продолжается не бесконечно, а только лишь на этапе относительной разновозрастности древостоев. Гребни «волн» постепенно становятся все меньше и меньше и с наступлением абсолютной разновозрастности насаждений исчезают совсем: число деревьев становится постоянной величиной. Это

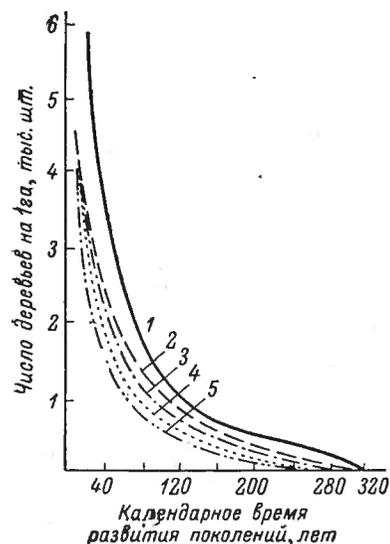


Рис. 12. Сравнительные показатели динамики числа деревьев по поколениям.

1—5 — номера поколений.

Сокращение в древостоях площади, благоприятной для появления нового поколения ели, происходит как в результате увеличения со временем количества поколений, так и, что наиболее существенно, в результате разрастания крон относительно старых деревьев после освобождения их от притенения деревьями предыдущего поколения. Ширина кроны у наиболее старых елей (200—250 лет) оказалась равной в разновозрастных насаждениях в среднем 4.7 м, а в разновозрастных — 5.8 м, или на 23% больше.

Что касается слабого возобновления ели под кронами деревьев старых поколений, то его можно объяснить, по-видимому, большой мощностью (5—7 см) и сухостью грубогумусной подстилки, которая препятствует проникновению корешков всходов в минеральный горизонт почвы. Существование такой связи неоднократно отмечалось в специальной литературе (Молчанов, 1934; Мелехов, 1937; Корчагин, 1954, и др.).

Все это, вместе взятое, постепенно (от одного поколения к другому) ведет к увеличению расстояния между деревьями и, естественно, к уменьшению общей густоты древостоев. Здесь уместно также отметить, что уменьшение числа деревьев в процессе эндогенных сукцессий ельника является одной из важнейших причин снижения запаса и производительности древостоев, которые, как будет показано ниже, характеризуются наименьшими величинами в абсолютно-разновозрастных насаждениях.

означает, что в абсолютно-разновозрастных древостоях за каждый сравнительно небольшой отрезок времени возникает столько деревьев, сколько и отмирает.

При переходе насаждений в абсолютно-разновозрастное состояние отмечается, кроме того, постепенное уменьшение общего количества деревьев на единицу площади (рис. 11). Если в начале периода относительной разновозрастности древостоев (календарное время развития ельника 260 лет) деревьев толщиной более 3 см на высоте груди насчитывается в среднем (по сумме максимума и минимума) 2.3 тыс. на 1 га, то в конце этого периода (календарное время 550—600 лет) — только 1.5 тыс., или на 35% меньше. Анализируя это явление, мы пришли к заключению, что оно обусловлено в основном сокращением одновременно (или в сравнительно короткий срок) освобождаемой отмирающими деревьями площади и слабой способностью ели появляться и расти под кронами взрослых деревьев.

В динамике числа деревьев отдельных поколений обнаруживается закономерное уменьшение количества особей ели с увеличением порядкового номера поколения, если считать первым поколение одновозрастного древостоя (рис. 12). Так, в 80-летнем возрасте первое поколение состоит из 2 тыс. деревьев, второе — из 1.6, третье — из 1.3, четвертое — из 1.0 и пятое — из 0.8 тыс., а в 160-летнем возрасте — соответственно из 0.7, 0.5, 0.4, 0.3 и 0.2 тыс. деревьев. Эта особенность является следствием прежде всего увеличения с течением времени количества поколений в древостое, что приводит к сокращению жизненного пространства для деревьев каждого последующего поколения.

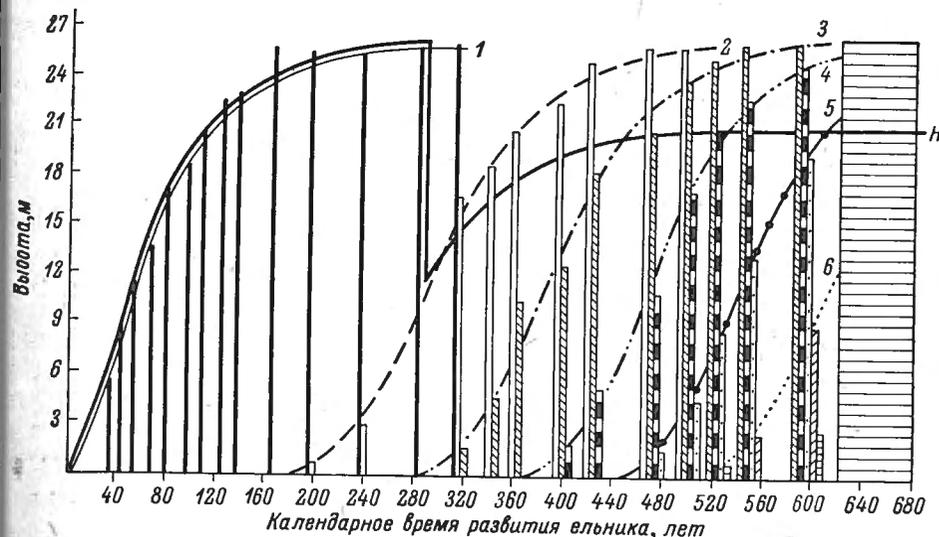


Рис. 13. Изменение средней высоты древостоев (Н) и высоты отдельных поколений ельника черничного.

1—6 — номера поколений.

Высота деревьев и строение полога леса. В процессе эндогенных сукцессий ельника черничного происходит существенное изменение структуры древостоев по высоте. Если в первом периоде развития ельника древостой отличается простым (одноярусным) строением с обычными колебаниями высоты деревьев, то во втором и третьем периодах они характеризуются сложным (многоярусным) строением с весьма выраженной разновысотностью составляющих полог леса особей (от 1 до 30 м) (рис. 13). Такое изменение данного признака происходит исключительно из превращения одновозрастных насаждений в разновозрастные, при котором древостой, состоящий из одного поколения, постепенно сменяется древостоями из 3—4 и более поколений.

Формирование насаждений на разных этапах развития ельника сопровождается своеобразной динамикой величины средней высоты древостоев. Вначале она изменяется в соответствии с ростом среднего дерева первого поколения, а с появлением третьего поколения идет по линии среднеарифметического значения из суммы средних высот отдельных поколений. При этом в 280-летнем возрасте первого поколения, когда в результате его разрушения преобладающим по запасу становится второе поколение, средняя высота древостоев резко снижается, однако затем снова увеличивается, но уже никогда не достигает размеров, равных высоте спелых одноярусных насаждений. Таким образом, для еловых насаждений характерно

постепенное уменьшение средней высоты древостоя по мере увеличения в них числа поколений.

Иллюстрацией отмеченной закономерности могут служить насаждения пробных площадей №№ 160 и 174 (табл. 7). Насаждение первой пробы, состоящее из одного поколения, имеет возраст 163 года и среднюю высоту 25.8 м, а насаждение второй пробы из четырех поколений при среднем возрасте 160 лет — только 21.4 м, хотя высота наиболее старого (220 лет) поколения в нем равна 25.2 м.

В соответствии с ходом изменения характера распределения деревьев по высоте в насаждениях ельника происходит постепенная перестройка

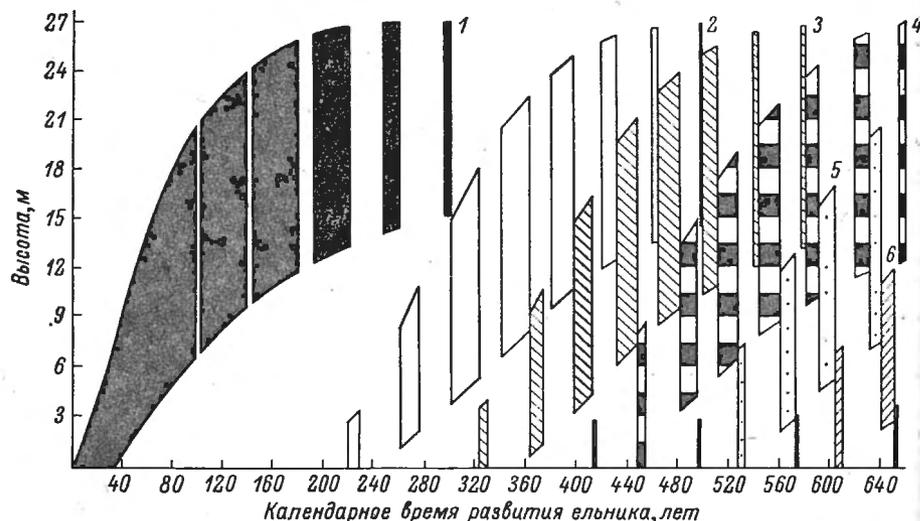


Рис. 14. Высота, глубина и сомкнутость полога леса в процессе развития ельника черничного.

1—6 — номера поколений; расстояние между диаграммами — относительная величина просветов в пологом отдельных поколений.

полога леса (рис. 14). В разновозрастных древостоях (на первом этапе развития ельника) он отличается наивысшей сомкнутостью и относительно небольшой глубиной, а в абсолютно-разновозрастных древостоях, наоборот, — минимальной сомкнутостью (в пределах 0.5—0.6 от полной) максимальной глубиной. Относительно-разновозрастные древостои в этом отношении характеризуются промежуточными показателями.

Полог леса первого поколения ели является важнейшим фактором развития ельника в процессе его эндогенных смен. От его прозрачности, глубины и степени сомкнутости зависят появление и формирование второго и третьего поколений, а от характера строения и возрастной структуры этих двух поколений — все особенности роста, сложения и развития последующих поколений, составляющих древостой последнего (третьего) периода развития ельника.

Выше отмечалось, что начало разрушения древостоя первого поколения приходится на 140—150-летний возраст, а подрост второго поколения появляется только в 170—180-летнем возрасте. Этот разрыв во времени как раз и определяется пологом леса, в частности все еще высокой его плотностью, не обеспечивающей прохождение необходимого для роста всходов ели минимума света. В 140-летних насаждениях освещенность у поверхности почвы составляет не более 2% от открытого места. Лишь в насаждениях 180—200-летнего возраста, когда полог в результате продолжающегося

отпада деревьев разреживается до 0.7—0.8 и к поверхности почвы проникает от 5 до 8% света, всходы ели появляются в массовом количестве и начинают проявлять способность к росту. Однако более благоприятные (хотя не оптимальные) для роста ели световые условия создаются только с 230—240-летнего возраста при сомкнутости полога меньше 0.6 и освещенности нижних ярусов растительности около 25% (табл. 8). Такая зависимость возобновления и успешности роста всходов и подрост ели от сомкнутости материнского древостоя и освещенности в нем неоднократно отмечалась в литературе (Любименко, 1908; Ничипорович, 1955; Гар, Гудилова, 1960; Касимов, 1960; Тышкевич, 1962; Картушенко, 1967; Комиссаров, Штейнвольф, 1967; Леина, 1967; Чибисов, 1968, и др.), и она вполне закономерна.

ТАБЛИЦА 8

Сомкнутость полога леса, освещенность и состояние подроста в разновозрастных древостоях ельника черничного

Возраст древостоев, лет	Состав	Сомкнутость полога	Освещенность ¹ у поверхности почвы		Подрост ели		
			тыс. лк	%	число, шт./га	высота, м	состояние
138	10E + Б	0.94	0.8	1.3	0	—	—
163	10E	0.86	1.4	2.2	1	0.2	Сильно угнетенное.
196	10E	0.73	3.9	6.1	4100	0.7	Угнетенное.
238	8E2C	0.56	18.2	28.3	3500	2.6	Удовлетворительное.

¹ Освещенность в древостоях измерялась в безоблачные дни в 12—14 час. при освещенности открытого пространства 60—65 тыс. лк.

Со строением полога древостоя первого поколения связаны также формирование относительно-разновозрастных насаждений и весьма длительное (около 250 лет) превращение их в абсолютно-разновозрастные. Нами установлено, что разреживание древостоя первого поколения в процессе его разрушения идет, как правило, не равномерно по всему участку леса, а отдельными очагами (рис. 15). В результате в пологом леса образуются большие «окна», и в них возникает относительно-однообразное (второе по счету) поколение. На остальной площади участка, где деревья благодаря более высокой устойчивости к загниванию и действию ветра доживают до глубокой старости (250—300 лет), формируется после их отмирания тоже относительно однообразное поколение, но оно значительно моложе (на 80—100 лет) второго и по существу является третьим поколением. Таким образом, при жизни древостоя первого поколения возникают два новых относительно-однообразных поколения, которые в целом составляют первое относительно-разновозрастное насаждение (рис. 16).

В таком состоянии древостой из двух поколений существует до тех пор, пока не начнется распад их и не появятся два-три следующих поколения. И только когда процесс отпада старых деревьев и ход возобновления ели становятся более или менее непрерывными и исчезает территориальная особенность деревьев отдельных возрастных групп, древостой формируются абсолютно-разновозрастными (рис. 17).

Изменение толщины деревьев. На рис. 18 представлены данные пробных площадей, характеризующие колебание толщины деревьев и величину диаметра среднего дерева за весь цикл развития ельника. Они показывают, что в первом поколении диапазон колебания толщины деревьев непрерывно возрастает и достигает в конце его жизни наибольшей величины — 64 см.

При этом нижний предел толщины насаждений в возрасте от 40 до 240 лет постепенно повышается до 10—12 см в связи с отпадом тонких деревьев при самоизреживании древостоя, а потом благодаря появлению подроста второго поколения снижается до нуля. С завершением распада древосто

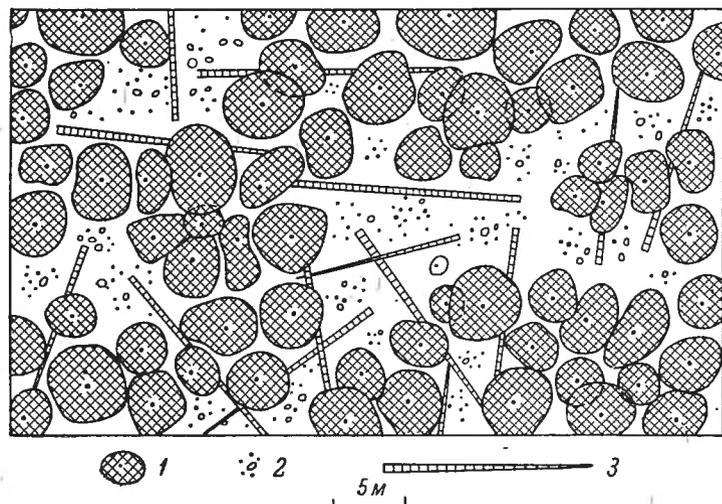


Рис. 15. Размещение деревьев в 196-летнем одновозрастном ельнике (пробная площадь № 161).

1 — первое поколение, 2 — подрост второго поколения, 3 — валеж.

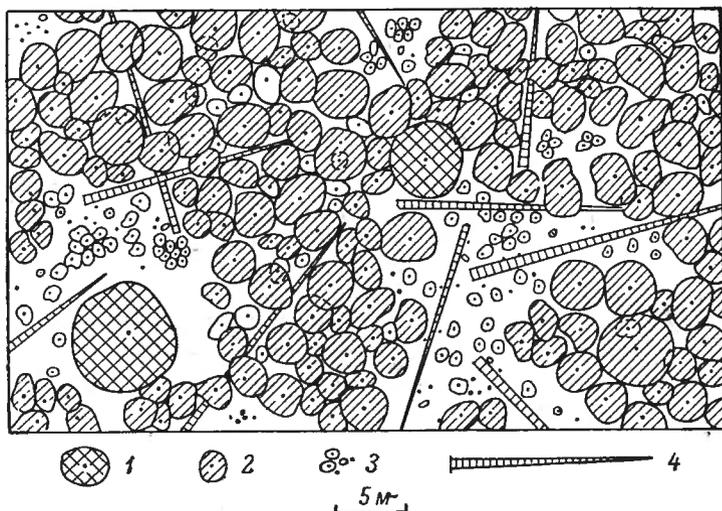


Рис. 16. Размещение деревьев в относительно-разновозрастном ельнике (пробная площадь № 164).

1 — первое поколение (314 лет), 2 — второе поколение (90—120 лет), 3 — третье поколение (подрост 10—40 лет), 4 — валеж.

первого поколения количество ступеней толщины заметно уменьшается, но затем снова сравнительно быстро возрастает и, достигнув наибольшей величины, стабилизируется.

В числе важных особенностей развития ельника следует отметить изменение со временем количества деревьев по ступеням толщины. Оно

подчинено строгой закономерности, суть которой состоит в том, что с увеличением разновозрастности древостоев, возрастающей адекватно календарному времени развития ельника, постепенно убывает относительное

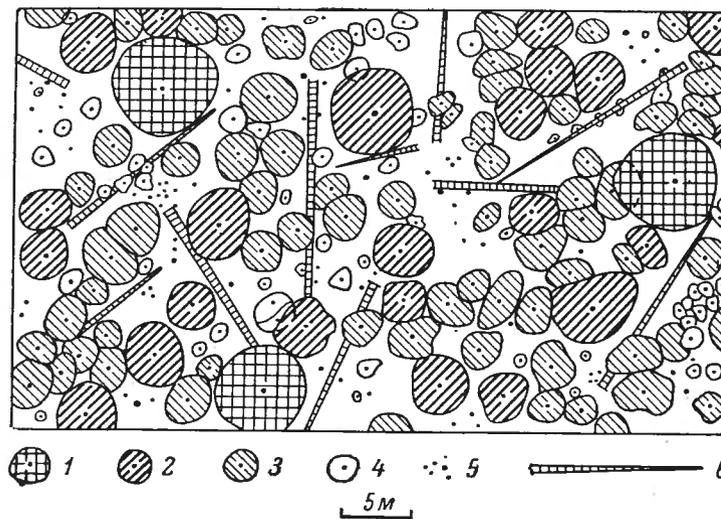


Рис. 17. Размещение деревьев в абсолютно-равновозрастном ельнике (пробная площадь № 172).

1 — третье поколение (280—290 лет), 2 — четвертое поколение (170—210 лет), 3 — пятое поколение (110—150 лет), 4 — шестое поколение (60—100 лет), 5 — подрост (10—40 лет), 6 — валеж.

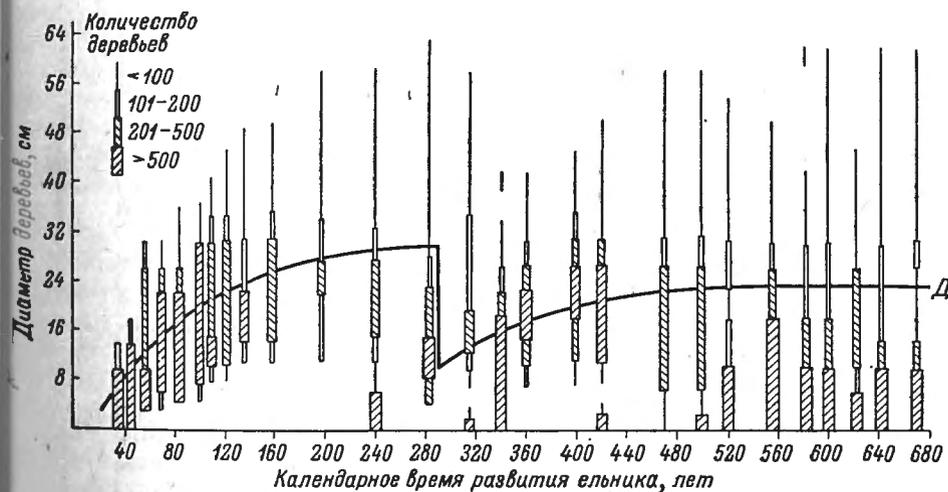
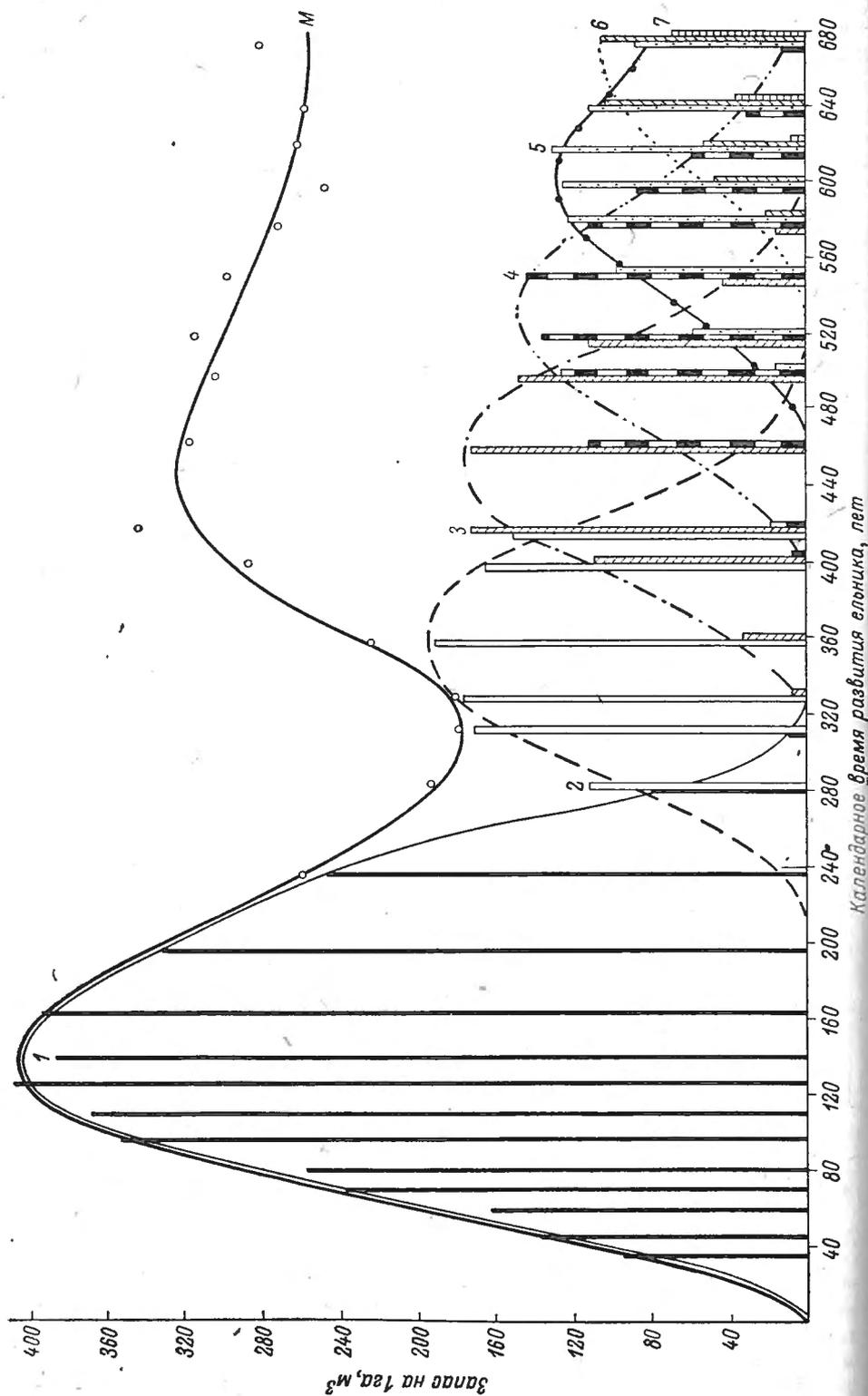


Рис. 18. Амплитуда колебания толщины деревьев и диаметр среднего дерева (D) насаждений в процессе развития ельника черничного.

количество деревьев высших ступеней толщины. В одновозрастных насаждениях преобладающая часть общего числа деревьев сосредоточена в ступенях, близких к средней, а в абсолютно-разновозрастных — в самых низших (рис. 18). В относительно-разновозрастных насаждениях большинство деревьев приходится на ступени между средней по величине и самой низшей.



В соответствии с указанными особенностями колебания толщины и изменения количества деревьев по ступеням толщины в процессе развития ельника наблюдается своеобразная динамика величины диаметра среднего дерева насаждений. До 100—120 лет диаметр его увеличивается довольно быстро, затем все медленнее и медленнее и в возрасте 280—290 лет, достигнув наибольшего размера (около 30 см), резко уменьшается до 10—15 см. Однако с этого времени он снова возрастает, но уже значительно медленнее, чем в начале развития ельника, и никогда не достигает размера, характерного для среднего диаметра древостоя первого поколения. В абсолютно разновозрастных насаждениях его величина колеблется в пределах 23—30 см, что составляет 0.8 от максимального среднего диаметра насаждений первого периода развития.

ЗАПАС И ТОВАРНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ

Изменение запаса насаждений и отдельных поколений ели в процессе развития рассматриваемого ельника (рис. 19) на отдельных этапах характеризуется как усилением его прироста, так и снижением и относительно стабильным положением. За период более 500 лет кривая запаса имеет два подъема и два спада.

Наибольший запас насаждений соответствует периоду развития первого поколения и приростится на возраст 140—150 лет. К этому времени при среднем приросте 2.9 м³ он достигает 300—400 м³ на 1 га. На следующем этапе, характеризующемся распадом древостоя первого поколения и появлением подроста второго поколения, запас насаждений быстро уменьшается. К 300-летнему возрасту, когда древостой состоит только из второго поколения, запас его не превышает 170—180 м³ на 1 га.

После завершения распада древостоя первого поколения с появлением третьего запас насаждений начинает снова возрастать. Однако темпы его накопления (рис. 20) не достигают тех величин, которые характерны для древостоя первого поколения, поэтому и запас этих насаждений оказывается меньше. Максимальное значение его в относительно разновозрастных насаждениях равно 300—310 м³ на 1 га, что на 25% меньше максимума запаса древостой первого поколения.

В процессе дальнейшего развития ельника при переходе относительно разновозрастных насаждений в абсолютно разновозрастные происходит второе снижение запаса, которое в отличие от первого характеризуется сравнительно медленными темпами и завершается стабилизацией его. В этот период запас на 1 га убывает до 260—270 м³, а текущий прирост становится равным нулю. Таким образом, производительность абсолютно разновозрастных насаждений на 34—35% ниже по сравнению с однообразными насаждениями.

Из рассмотренного следует, что выращивание разновозрастных еловых насаждений является существенной мерой повышения производительности лесов.

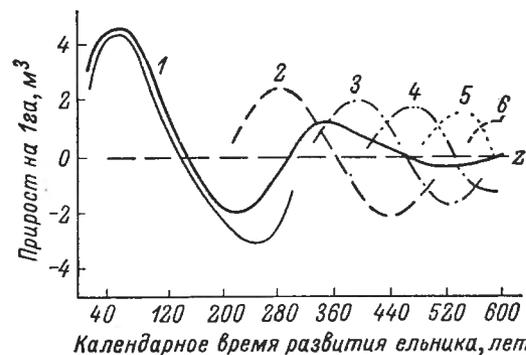


Рис. 20. Текущий прирост запаса насаждений и отдельных поколений ельника черничного.

z — насаждение в целом, 1—6 — номера поколений.

Анализ изменения запаса ели по поколениям показывает, что по мере увеличения порядкового номера поколений он постепенно убывает (рис. 19). Так, если в первом поколении максимум его равен около 400 м³ на 1 га, то во втором — только 210 м³, в третьем — 180 м³, в четвертом и пятом соответственно 140 и 130 м³. Эта особенность связана с постепенным уменьшением числа деревьев во всех последующих поколениях, что в свою очередь обусловлено увеличением количества поколений в древостое.

Древостой ельника черничного на протяжении всего цикла развития обладает относительно высокой товарностью. Деловая часть древесины составляет от 76 до 82% общего запаса на корню. В то же время доля деловой древесины в общем запасе изменчива, причем по мере развития ельника она постепенно снижается до 76%. Причину этого явления следует искать, по-видимому, в увеличении фауности древостоев, а также в повышении участия лиственных пород в их составе по мере старения ельника.

В заключение приводим сводную таблицу хода роста и развития ельника черничного в процессе его эндогенных смен (табл. 9).

РОСТ ДЕРЕВЬЕВ

Показателем роста деревьев в толщину в первом периоде развития ельника черничного может служить рис. 21, отражающий динамику диаметра среднего дерева первого поколения ели. Из приведенной кривой роста видно, что деревья данного поколения растут вначале (примерно до 100 лет)

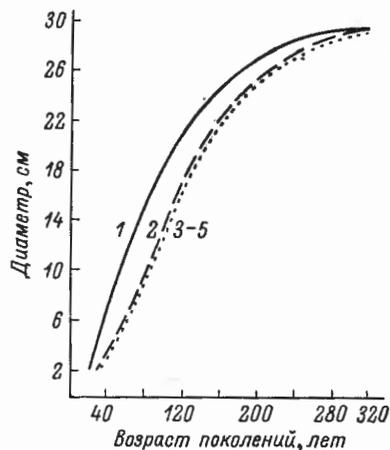


Рис. 21. Изменение диаметра среднего дерева поколений ели.
1—5 — номера поколений.

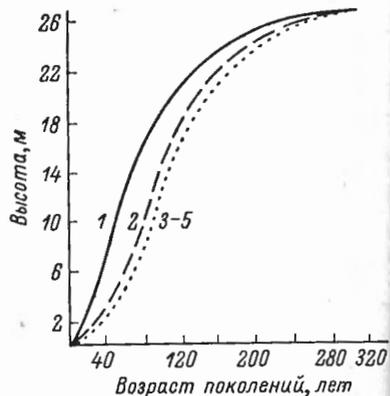


Рис. 22. Изменение средней высоты среднего дерева поколений ели.
1—5 — номера поколений.

быстро, затем, в возрасте от 100 до 200 лет, рост сильно замедляется и по достижении 200-летнего возраста становится малозаметным. В указанные сроки прирост по диаметру за каждые 10 лет составляет в среднем 2 см, 0,8 см и 0,1 см. В 100-летнем возрасте диаметр среднего дерева равен 20 см, в 200-летнем — 27—28 см и в 300-летнем — 30—31 см.

Иначе растут деревья второго и последующих поколений, составляющих относительно- и абсолютно-разновозрастные насаждения, т. е. насаждения второго и третьего периодов развития ельника. В течение 160—180 лет текущий прирост по диаметру у них не превышает 1,2 см за каждое 10-летие, что в 1,6—1,7 раза меньше, чем у первого поколения. В дальнейшем

рост их становится еще слабее, однако при этом они достигают, хотя и в более высоком возрасте, такой же толщины, как и деревья первого поколения. Деревья второго и последующих поколений растут особенно медленно в первые 40—60 лет. Прирост по диаметру у них в эти годы составляет не более 0,8 см за 10-летие.

В отношении роста деревьев по высоте наблюдаются примерно такие же закономерности. Деревья первого поколения до 80—100 лет прирастают сравнительно быстро (в среднем по 20 см в год), затем медленнее, и с 200-летнего возраста их рост практически прекращается (рис. 22). Следующие же поколения вначале (до 60—80 лет) растут очень медленно, затем усиливают рост и в конечном итоге достигают такой же высоты, как и деревья первого поколения.

Следует отметить удивительную способность ели сохранять высокую потенциальную энергию роста до глубокой старости. При анализе срубленных деревьев нередко приходилось отмечать интенсивный рост ели даже тогда, когда она более 170 лет находилась в сильном угнетении и представляла собой тонкомер высотой до 8—10 м. В отдельных же случаях подобное явление наблюдалось у ели в возрасте 200—220 лет.

В основе медленного роста деревьев второго и последующих поколений лежит низкая продуктивность хвои, обусловленная слабым освещением. Как отмечалось выше, деревья этих поколений в отличие от первого появляются еще при жизни деревьев предыдущих поколений, поэтому им приходится многие годы расти в условиях затенения, причем тем дольше, чем больше поколений в древостое. В этих условиях продуктивность хвои оказывается в 2—2,5 раза ниже, чем у ели одновозрастных насаждений, где вершины деревьев освещены полным солнечным светом (табл. 10).

ТАБЛИЦА 10

Прирост древесины и продуктивность хвои ели на разных этапах развития ельника черничного

Категория насаждения по возрастной структуре	Характеристика модельных деревьев						Продуктивность 1 кг хвои, кг сухой древесины в год
	возраст, лет	высота, м	диаметр, см	объем, дм ³	годовой прирост древесины, кг сухого вещества	вес сухой хвои, кг	
Одновозрастное	43	6.8	7.1	15	0.75	1.76	0.43
Относительно-разновозрастное	41	3.5	3.6	2.1	0.11	0.48	0.23
Абсолютно-разновозрастное	46	2.8	3.0	1.6	0.07	0.39	0.18
Одновозрастное	87	17.0	17.2	202	4.06	10.3	0.39
Относительно-разновозрастное	98	10.7	11.2	64	1.24	5.1	0.24
Абсолютно-разновозрастное	92	9.8	10.3	42	0.72	3.6	0.20

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЕЛЬНИКОВ

Заканчивая разбор особенностей роста и развития ельника черничного, представляется целесообразным привести сравнительную характеристику производительности ельников европейского севера. Для этого имеется благоприятная возможность ввиду опубликования таблиц хода роста ельников для соседних районов, в частности для Архангельской области (Гусев, 1964) и Финляндии (Yalava et al., 1957).

Как видно из табл. 11, ельники Карелии по производительности занимают среднее положение между ельниками Финляндии и Архангельской области. В 100-летнем возрасте их запас на 1 га на 99 м³, или на 28%,

ТАБЛИЦА 11

Производительность ельников черничных европейского севера,¹ м³

Возраст насаждений, лет	Финляндия		Карелия		Архангельская область	
	запас	текущий прирост	запас	текущий прирост	запас	текущий прирост
40	114	6.0	95	4.2	75	3.2
60	249	6.6	190	4.8	158	4.0
80	366	4.9	278	4.0	225	3.2
100	445	3.1	346	2.7	274	2.2
120	—	—	390	1.5	308	1.7
140	—	—	402	0.0	335	1.4
160	—	—	391	-1.0	330	-0.3

¹ Из-за отсутствия данных по отпаду для ельников Карелии в целях сравнения приведены только запасы и текущие приросты для древостоев при полноте 1.0. Согласно таблицам хода роста большинства ельников, общая производительность их находится в таком же соотношении, как и запасы.

меньше, чем в Финляндии, и на 72 м³, или на 21%, больше, чем в Архангельской области. Примерно в таком же соотношении находятся и максимумы текущего прироста этих насаждений.

Значительное различие производительности ельников черничных в этих районах, расположенных на одинаковой географической широте (около 62° с. ш.), объясняется разными климатическими условиями. Так, в Финляндии, расположенной наиболее близко к Атлантическому океану, количество дней с температурой воздуха более 5° составляет 165, в Карелии — 155 и в Архангельской области (наиболее удаленной от океана) — 102. По направлению с запада на восток, кроме того, заметно уменьшается количество осадков, особенно в теплый период года. Все это свидетельствует об ухудшении условий роста влаго- и теплолюбивой ели в данном районе при передвижении в указанном направлении.

Интересно отметить, что производительность ельников в рассматриваемом районе изменяется в среднем на 3% на каждый градус долготы.

Глава III

Рубки, возобновление
и смена еловых
лесов

ВЫБОРОЧНЫЕ РУБКИ

Рубка еловых лесов в Карелии осуществлялась в основном тремя способами: выборочным, сплошным узколесосечным и сплошным концентрированным. Наиболее ранним из них является выборочный, который широко применялся в течение нескольких столетий, до 1928 г. Позднее этот способ утратил свое значение, но в отдельных случаях им пользовались до конца 30-х годов.

Выборочные рубки вначале велись в небольшом размере, затем объем их постепенно возрастал и к 1928 г. достиг около 3 млн м³ в год (табл. 12). Средний отпуск леса в расчете на 1 га всей лесопокрытой площади увеличился в последние годы до 1.0 м³.

ТАБЛИЦА 12

Отпуск леса в Карелии за последний период применения
выборочных рубок
(по Первозванскому, 1949)

Годы	Среднегодовой отпуск леса		Районы лесозаготовок
	всего, тыс. м ³	в расчете на 1 га лесопокрытой площади, м ³	
1889—1898	140	0.1	Южная Карелия » »
1899—1908	235	0.2	
1912	1039	0.6	
1921—1924	1268	0.7	} 80—85% в южной Карелии, остальное — в северной Карелии
1925—1928	3070	1.0	

По своему содержанию выборочные рубки прошлых лет относятся к наименее совершенной форме рубок, так называемой подневольно-выборочной. При них вырубали только здоровые, высококачественные деревья, дающие деловое бревно (или два бревна) определенного размера, и оставляли все фаутные, тонкомерные и чрезмерно крупные, хотя и здоровые, стволы, а также неиспользуемые части стволов. В результате такой рубки остающаяся часть древостоя оказывалась, как правило, сильно фаутной, обычно с двумя поколениями (ярусами), различающимися между собой по толщине и качеству деревьев. Значительно ухудшалось их санитарное состояние.

В настоящее время представляется возможность оценить эффективность выборочной системы хозяйства, в частности выявить влияние дан-

ных рубок на прирост и качество древостоя, а также на характер возобновления леса. Такая работа частично проведена Институтом леса Карельского филиала АН СССР совместно с Карельской аэрофотолесоустроительной конторой «Леспроект». Исследования показали, что разреженные выборочные рубки древостоев обладают высокой устойчивостью против неблагоприятных факторов среды. Отпад деревьев при интенсивности рубки 40—50% составляет в среднем 10—15% от оставленного запаса. Он распределяется более или менее равномерно по ступеням толщины, но в основном идет за счет более старых деревьев.

Текущий прирост насаждений при выборке 44% запаса оказался равным в первом десятилетии после рубки 2.5%, во втором — 2.35%, в третьем — 2.2% и в четвертом — 2.1%. За 34-летний период, прошедший с начала рубки, он в 1.5 раза превысил показатели прироста не затронутых рубкой древостоев. В результате этого запас насаждений на 1 га увеличился с 99 до 196 м³, причем стал на 20 м³, или на 11.4%, больше, чем до рубки. После разреживания древостоев наиболее сильный рост отмечен у тонкомерных деревьев, а при одинаковой их толщине — у более молодых.

Естественное возобновление леса идет успешно и преимущественно за счет ели. Вследствие этого в составе насаждений значительно уменьшается примесь сосны.

Таким образом, выборочные рубки в ельниках имеют ряд положительных сторон. Они, в частности, избавляют от необходимости выращивания довольно дорогостоящих лесных культур, без которых не обойтись в сплошно-лесосечных рубках, позволяют заготавливать в основном крупные (более ценные) сортаменты древесины, обеспечивают сохранение водоохранно-защитных функций леса и др.

Однако оставшееся невыясненным качество формирующихся древостоев не позволяет сделать окончательных выводов о влиянии выборочных рубок на продуктивность насаждений и на общий размер лесопользования. Между тем этот вопрос в отношении ельников весьма существен, поскольку ель очень чувствительна к разного рода механическим повреждениям, а последние являются постоянными спутниками выборочных рубок.

По данным Т. И. Кищенко (Кищенко и др., 1966), при механизированной промышленно-выборочных рубках повреждается в среднем 15% деревьев с колебаниями от 5 до 25%. Такие же цифры приводят в своей работе С. В. Алексеев и А. А. Молчанов (1954), изучавшие результаты выборочных рубок прошлых лет в лесах Архангельской области. Последнее, кроме того, установили, что через 10 лет после рубки качество поврежденных деревьев (по выходу деловой древесины) в связи с поражением гнилями снижается на 16%, а по истечении полного оборота рубки (около 30 лет) оно, по их мнению, уменьшится до предельно минимальной величины. Можно предположить, что выход деловой древесины в ельнике при выборочном хозяйстве будет примерно на 8—10% ниже, чем при сплошно-лесосечном.

В современных условиях отрицательным моментом выборочных рубок является, кроме того, сокращение ими примерно на 15% продуктивной лесной площади. Это связано с устройством постоянно или периодически действующих погрузочно-разгрузочных площадок и транспортных путей (дорог, трелевочных волоков). Естественно, что при этом заготавливается меньше древесины, приходящейся на каждый гектар лесной площади, будучи в расчете на ту же площадь.

Приведенные положительные и отрицательные стороны выборочных рубок дают основание считать, что данная система рубки в еловых лесах

промышленного значения не имеет лесоводственных преимуществ перед сплошно-лесосечной. Главным недостатком этих рубок является невозможность увеличить размер лесопользования, что вытекает из формирования ими разновозрастных насаждений, обладающих, как показано выше, меньшей производительностью. В то же время они более сложные, что вызывает затруднения в механизации лесосечных работ и удорожание лесозаготовок.

Большой опыт применения выборочных рубок в еловых лесах имеется в лесоводах Финляндии. После тщательного анализа результатов этих рубок финские специалисты Ильвессало и Лайтакари (Ilvessalo ja Laitakari, 1949), Ниссонен (Nyssönen, 1954), Сарвас (Sarvas, 1956), Калела (Kalela, 1961) и другие пришли к выводу, что выборочные рубки, в том числе добровольные, не повышают производительности лесов. Они это объясняют многими причинами, в числе которых наиболее важными называются суровость климата, недостаточная теневыносливость ели и негативная селекция.

Выборочных рубок (в том понимании, какое принято в нашей стране) финны не проводят ни в еловых, ни тем более в сосновых лесах уже с 40-х годов текущего столетия. От них отказались в свое время также Швеция и Норвегия.

В настоящее время в Финляндии в качестве основных способов рубок главного пользования приняты постепенные трехприемные — в еловых лесах, рубки с оставлением семенных деревьев (по содержанию сходные с нашими постепенными двухприемными) — в сосновых лесах и сплошные — в тех и других лесах, где неаффективны по лесорастительным условиям указанные выше способы (Kalela, 1961).

В заключение следует отметить, что применение выборочных рубок в ельниках Карелии будет, по-видимому, оправдано лишь в лесах специального назначения (в запретных и защитных полосах, в зеленых зонах и т. п.), где вопросы лесопользования отступают на второй план.

СПЛОШНЫЕ УЗКОЛЕСОСЕЧНЫЕ РУБКИ

Сплошные узколесосечные рубки в лесах Карелии получили широкое распространение в 20-х годах текущего столетия. Они пришли на смену выборочным рубкам, которые с этого времени по экономическим соображениям перестали удовлетворять предъявляемым требованиям. Узколесосечные рубки были осуществлены на большей части территории южной Карелии, причем как в еловых, так и в сосновых лесах.

При данных рубках лесосеки нарезали шириной 80—100 м и длиной около 2 км (по протяженности квартала). Длинная сторона их имела направление с севера на юг. Лесозаготовки проводили в основном в зимнее время с привлечением наемной рабочей силы и гужевого транспорта.

За период применения узколесосечных рубок, которые в ряде районов продолжались до 1937—1938 гг., в республике ежегодно заготавливалось в среднем около 5 млн м³ древесины. Несмотря на это, общий запас спелых насаждений, составлявший по Карелии более 800 млн м³, долгое время оставался практически неизменным. Мало изменился и запас еловых насаждений, который при относительно незначительной эксплуатации постоянно пополнялся за счет прироста в насаждениях, пройденных выборочными рубками.

Как показало обследование узколесосечных рубок, проведенное в последние годы при лесоустройстве, около 70% вырубок возобновляется либо с тем или иным участием березы и осины и лишь небольшая часть — за счет лиственных пород. Но успешное восстановление ели при данных рубках определялось не самой системой рубки, а главным образом

наличием в насаждениях значительного количества жизнеспособного подроста предварительного возобновления, сохранившегося при рубке. Об этом свидетельствует, в частности, высокий возраст еловых насаждений, превышающий на 20—40 лет период, прошедший с момента рубки леса. На это указывает также и подчиненное положение ели в лиственных насаждениях, сформировавшихся за счет самосева последующего возобновления.

СПЛОШНЫЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ РУБКИ

Сплошные концентрированные рубки в лесах Карелии, как и в большинстве районов европейского севера, начали внедряться с 1929 г. Однако в течение многих лет они не были сплошными в буквальном смысле слова и носили условно-сплошной характер. На лесосеках, особенно в еловых лесах, вопреки установленным правилам, оставляли несрубленные все лиственные деревья, а также наиболее крупные и фаутовые деревья осины и ели. Полностью оставляли на корню и тонкомерные деревья, рубка которых была менее выгодной.

За период до Великой Отечественной войны в Карельской АССР было вырублено указанным способом более 500 тыс. га леса. Основная часть лесозаготовок осуществлялась на юге республики, где дорожная сеть была более развита, а лесные массивы находились ближе к пунктам потребления древесины.

Сплошные концентрированные рубки получили наиболее широкое распространение в послевоенный период, когда потребовалось большое количество древесины для восстановления народного хозяйства страны. Для предприятий лесной промышленности создавались специальные лесовозные автомашины, трелевочные тракторы, электрические и бензиновые моторные пилы, узкоколейные паровозы и мотовозы, прокладывались железные дороги, пути автомобильного и водного транспорта. Древесина с лесосек стали вывозить хлыстами, а разделку ее на сортименты производить на нижних механизированных складах. При нижних складах возникли крупные рабочие поселки с большим коммунальным хозяйством.

За короткий срок объем лесозаготовок в Карелии вырос до 17—18 млн м³ в год, а отпуск леса на корню (с учетом недорубов) — до 23—25 млн м³. Годичная лесосека по площади достигла 140—160 тыс. га.

При концентрированных рубках лесосеки вначале отводили полукварталами или целыми кварталами (1×1 км и 1×2 км) с непосредственным примыканием через 2—3 года. Но этот порядок просуществовал недолго и был заменен рубками с неограниченной шириной лесосеки, при этом без соблюдения сроков примыкания.

Несмотря на высокую механизацию лесозаготовительных работ, достигнутую за последнее десятилетие, рубка леса во многих случаях осуществляется по-прежнему с оставлением на корню или у пня лиственных деревьев и тонкомера хвойных. В результате площадь рубки ежегодно превышает на 25—30% размер лесосеки, необходимой для выполнения установленного плана лесозаготовок, что, естественно, ведет к преждевременному истощению лесосырьевых ресурсов. В целом по Карелии на 1 января 1966 г. в спелых и перестойных лесах осталось около 400 млн м³ ликвидной древесины, которые при сохранении современного объема лесозаготовок и существующего характера использования лесосеки к концу фонда будут исчерпаны в течение 16—17 лет.

Запасы спелого леса особенно сильно истощились в южной Карелии, т. е. в зоне распространения еловых лесов. В настоящее время здесь имеется всего 130 млн м³ древесины, причем из них около 40 млн м³ приходится в районах прекратившихся лесозаготовок и представляет со-

бразованные участки тонкомерного леса и недорубы. Массивы еловых лесов, более или менее не затронутые рубкой, сохранились лишь в Пудожском районе (в верховьях р. Водлы), однако и они быстро вовлекаются в эксплуатацию.

Если в ближайшее время не произойдет существенного сокращения объема лесозаготовок и не будут приняты меры по восстановлению лесосырьевых запасов, лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность может оказаться в очень тяжелом положении. Примерно с 1980 г. производство древесины по главному пользованию будет составлять всего 30—35% объема ее внутреннего потребления с годовым дефицитом около 9 млн м³. В связи с этим многие лесоперерабатывающие предприятия останутся без древесины и будут вынуждены прекратить свое существование или ввозить лес из-за пределов республики.

Сплошные концентрированные рубки в ельниках оказывают большое влияние на ход естественного лесовозобновления. Результаты проведенных исследований (табл. 13) показывают, что вырубки возобновляются

ТАБЛИЦА 13

Количество подроста ели и лиственных пород на концентрированных вырубках в ельниках Карелии

Год рубки	Год учета	Количество подроста, тыс. шт. на 1 га		
		ель	лиственные	всего

Вырубки ельника кисличного

1937	1948 *	2.0	14.0	16.0
1947	1961	7.1	20.3	27.4
1948	1961	4.4	16.2	20.6
1953	1963	6.2	31.4	37.6

Вырубки ельника черничного

1937	1948 *	0.7	11.8	12.5
1951	1961	4.2	21.3	25.5
1952	1961	2.6	34.6	37.2
1953	1963	2.8	48.7	51.5
1955	1961 **	2.6	2.0	4.6
1955	1961 **	1.2	—	—

Вырубки ельника чернично-долгомошного

1937	1948 *	2.6	9.0	11.6
1947	1962	2.0	23.6	25.6
1953	1961	3.2	35.0	38.2
1955	1961 **	0.5	15.8	16.3

Примечание. Одна звездочка — данные З. Я. Солицева (1950); две звездочки — данные Н. И. Ронколен (1964).

преимущественно за счет лиственных пород (березы, осины и частично ели) при очень малом участии хвойных, в том числе ели. Правда, количество ели в этих условиях постепенно возрастает, но в первые годы после рубки, когда определяется состав молодняка, ее насчитывается не более 2—3 тыс. экземпляров на 1 га, а лиственных пород — до 30—40 тыс.

Слабое возобновление ели на сплошных вырубках является характерной особенностью данной породы. Ее отмечали Н. Е. Декатов (1931), З. Я. Солнцев (1950), М. В. Колпиков (1956), Е. М. Марьин (1957), Т. И. Кищенко и М. И. Виликайнен (1957), А. А. Извеков (1962), М. Н. Прокопьев (1963), Г. А. Чибисов (1963), Н. И. Ронконен (1964), И. С. Мелехов (1966) и ряд других исследователей. Это явление определяется прежде всего резким изменением внешней среды и особенностями биологических свойств древесных пород.

Под влиянием сплошных рубок существенно изменяется температурный режим приземного слоя воздуха, усиливается колебание гидротермического режима почвы, резко повышается освещенность поверхности вырубков, заметно возрастает движение воздуха, повышается физическое испарение влаги из почвы. Эти новые условия среды в большинстве случаев соответствуют требованиям лиственных пород, которые по своей природе светолюбивы и обладают способностью размножаться не только семенным, но и порослевым путем. Появлению березы и осины в массовом количестве способствуют также оставляемые на лесосеках несрубленные лиственные деревья. По исследованиям Н. Е. Декатова (1961), каждое дерево березы ежегодно дает до 700—900 тыс. семян со всхожестью 60—70%, а осины — корневые отпрыски на площади около 400 м².

Для возобновления хвойных пород, в особенности ели, условия сплошных концентрированных вырубков чаще оказываются неблагоприятными. Появлению и развитию их всходов здесь сильно препятствуют мощные моховой покров, задерненность верхнего горизонта почвы, недостаток семян, ингибирующее влияние кустовых злаков и другие причины.

По данным Р. М. Морозовой (1964а), в ельниках черничных подстилки, состоящая из отмерших мхов, хвои и кустарничков, имеет толщину около 5—7 см и представляет собой рыхлую грубогумусовую массу. Поэтому возобновление ели и сосны здесь часто зависит от способности проростков их семян проникнуть до минерального горизонта почвы, а это для большинства из них оказывается практически недоступным (Мелехов, 1966; Алексеев, Молчанов, 1938, 1954; Корчагин, 1954).

На вырубках после частичного разложения грубой подстилки, кон проросткам семян удастся значительно легче достичь минерального слоя почвы, укоренению и развитию всходов препятствует быстро развивающаяся злаковая растительность. Через 1—2 года после рубки вейсельной и луговик извилистый нередко образуют сплошные заросли, которые после усыхания и полегания прижимают всходы к поверхности почвы и закрывают их от дневного света. Кроме того, эти растения своими корнями густо пронизывают до 80% объема верхнего горизонта почвы и образуют дернину (Воронова, 1957, 1964), а из их опада выделяют токсические фенольные вещества (Титов, 1965).

На вырубках в ельнике черничном влажном и ельнике долгомошном возобновление ели сильно сдерживается разрастающимися влаголюбивыми мхами — кукушкиным льном и сфагнумом. В данных условиях кукушкин лен за 3—4 года образует настолько мощные «подушки», что попадающие сюда семена, дав проростки, зависают в его сплетениях и затем загнивают, а редко появляющиеся всходы в большинстве своем гибнут от избытка влаги (Веретенников, 1964).

К числу факторов, определяющих слабое возобновление ели, относятся недостаточное обеспечение вырубков семенами. Наблюдениями установлено, что в Карелии ель плодоносит периодически, не чаще одного раза в 5—7 лет, причем многие деревья оказываются вообще не плодоносящими (Кищенко, Виликайнен, 1957). Недостаток семян ели обусловлен также вредным действием насекомых и низших грибов, которые нередко

поражают до 70—80% шишек и семян (Алексеев, Молчанов, 1938; Яковлев, 1961).

Наконец, возобновление ели во многом зависит от пожаров, являющихся постоянными спутниками лесозаготовок. Ими охватывается до 70% вырубков и при этом уничтожаются не только почвенный запас семян, но и оставляемые обсеменители и почти весь сохранившийся в процессе рубки леса подрост предварительного возобновления.

Таковы кратко лесорастительные условия и состояние сплошных концентрированных вырубков в ельниках, определяющие неудовлетворительный ход естественного возобновления ели и вызывающие смену ее лиственными породами.

ИНТЕНСИВНОСТЬ СМЕНЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Для выяснения интенсивности смены ели лиственными породами при сплошных концентрированных рубках нами проанализировано состояние лесного фонда 11 лесхозов южной Карелии общей площадью 4.1 млн га за период с 1950 по 1965 г. В результате проделанной работы установлено, что за 16 лет было вырублено 379 тыс. га спелых и перестойных ельников. На 1 января 1966 г. эта площадь по состоянию возобновления леса распределилась так: не покрытая лесом (в основном вырубки 1961—1965 гг.) — 208 тыс. га и облесившиеся лесосеки — 171 тыс. га. В числе возобновившихся вырубков 25 тыс. га приходится на молодняки с преобладанием ели и 146 тыс. га — на молодняки с преобладанием лиственных пород, преимущественно березы. Таким образом, из приведенных цифр следует, что смена ели лиственными породами при сплошных рубках за указанный период произошла на 85% площади лесосек и только на 15% ель восстановила свое господство.

Следует отметить, что Карелия в этом отношении не является исключением, причем, если сопоставить ее с другими областями таежной зоны, то обнаруживается, что здесь смена ели происходит даже несколько менее интенсивно, чем в ряде других (табл. 14). Так, в Мурманской, Архангельской, Костромской, Кировской, Горьковской областях и Коми АССР ею охватывается в среднем 92% (с колебаниями от 88 до 99%) площади вырубков и лишь в Ленинградской, Вологодской и Пермской областях — примерно в одинаковом с Карельской АССР размере (79—85%).

Широкое распространение смены ели лиственными породами определяется прежде всего хозяйственной деятельностью человека. Ниже будет показано, что восстановление ели происходит, как правило, только за счет подроста предварительного возобновления, причем преимущественно крупного (высотой более 1 м), способного конкурировать в росте с лиственной порослью. В большинстве еловых лесов имеется вполне достаточное количество такого подроста для формирования после рубки молодняков с преобладанием ели. В Карельской АССР его насчитывается в среднем 4 тыс. экземпляров на 1 га, в Архангельской области — от 1 до 10 тыс. (Львов, Панов, 1962), в Костромской — от 2 до 40 тыс. (Протопопов, 1955; Касимов, 1960; Шумская, 1961), в Вологодской — от 3 до 14 тыс. (Шиманюк, 1955; Извеков, 1960), в Ленинградской — от 2 до 12 тыс. (Декатов, 1937; Прокопьев, 1957; Пфальц, 1965), в Коми АССР — от 1 до 10 тыс. (Лазарев, 1957) и в Удмуртской АССР — от 2 до 4 тыс. (Г. П. Тимофеев, 1961). Однако этот подрост в практике лесоводства еще не стал тем источником естественного лесовозобновления, на который возлагают большие надежды лесоводы. В процессе лесозаготовок он всюду уничтожается в массовом количестве, несмотря на ряд указаний по его сохранению. Это и приводит к смене еловых лесов лиственными на огромных пространствах концентрированных вырубков.

ТАБЛИЦА 14

Участие ели в составе спелых насаждений и в молодняках в разных районах СССР

	Спелые и перестойные насаждения			Молодняки до 20 лет			Интенсивность смены ели, %
	тыс. га	в том числе ель		тыс. га	в том числе ель		
		тыс. га	%		тыс. га	%	
Мурманская обл.	1629	790	48.5	408	1	0.2	99
Коми АССР	18742	11838	63.0	1903	62	3.3	95
Архангельская обл.	12538	9170	73.1	1172	106	9.0	88
Карельская АССР (южная часть) . . .	1280	712	55.7	362	35	9.7	83
Ленинградская обл.	421	145	35.3	420	27	6.7	81
Вологодская обл.	2368	1401	59.1	1556	192	12.3	79
Костромская обл.	845	452	53.4	970	58	6.0	89
Кировская обл.	1943	1022	52.5	1076	60	5.6	89
Пермская обл.	5528	3876	70.1	995	106	10.7	85
Горьковская обл. (северная часть) . . .	446	109	24.4	874	16	1.8	93
По всем областям и АССР	45740	29515	64.6	9736	663	6.8	89

Примечание. Площади насаждений приведены для лесов II и III групп по состоянию 1 I 1961.

Между тем применение широкого комплекса механизмов на лесопромышленных предприятиях вовсе не является препятствием для сохранения основной части подростка. По данным А. В. Побединского (1951, 1957), И. С. Мелех (1953), В. В. Протопопова (1955), И. Е. Ситникова, В. М. Ракова (1955), К. А. Гаврилова, А. А. Извекова (1957) и ряда других исследователей, при механизированной рубке леса его можно сохранить до 60-70%, причем без снижения производительности труда. Об этом говорят также результаты работы передовых лесозаготовительных бригад (Т. Писова в Поназыревском ЛПХ, Ф. Кошкина в Олонецком ЛПХ), применяющих специально разработанные технологии лесозаготовок.

Сохранение подростка в максимальном количестве несомненно сыграло бы важную роль в предотвращении нежелательной смены пород. Как показывают исследования, подрост ели в большинстве (80-85%) успешно приспосабливается к новым условиям (табл. 15), через 3-4

ТАБЛИЦА 15

Состояние елового подростка на вырубках ельника черничного

Давность рубки, лет	Число обследованных вырубок	Учетный подрост			
		всего экз.	в том числе по состоянию, %		
			жизнеспособный	сомнительный	усохший
2	4	865	68	17	15
3	3	850	65	15	20
4-5	11	1651	77	7	16
6-7	7	851	84	3	13

начинает быстро расти и образует с листовым подростом общий полог леса, а впоследствии успешно вытесняет березу и осину из состава древостоя.

Указанное выше различие в интенсивности смены еловых лесов по отдельным районам таежной зоны связано в основном с географическим изменением количества и высоты елового подростка в спелых ельниках и энергии роста листовых пород на вырубках. По направлению с юга на север отмечается постепенное уменьшение численности подростка от 30-

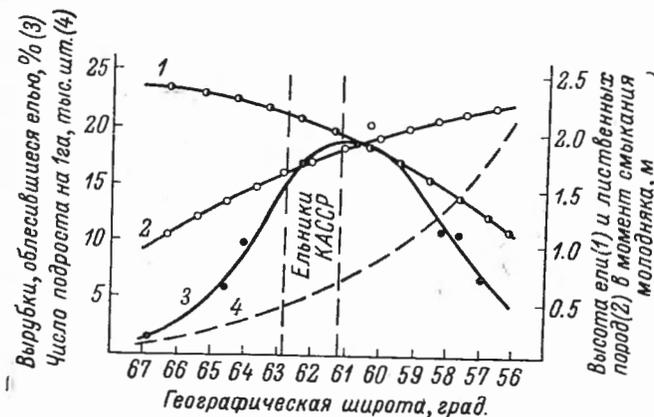


Рис. 23. Площадь вырубок, возобновившихся елью, на разной географической широте в европейской лесной зоне.

40 тыс. до 1 тыс. экземпляров на 1 га и увеличение средней его высоты от 0.1-0.2 до 2-3 м. В то же время рост листовых пород при передвижении в указанном направлении ослабевает. В результате этого в южных областях лесной зоны ель в большей мере сменяется листовыми из-за неспособности ее подростка конкурировать в росте с березой и осиной, а в самых северных областях — из-за малочисленности этого подростка. В Карелии же, как и в других областях среднетаежной подзоны, где подрост имеется в количестве 4-6 тыс. штук на 1 га и высота его не менее 1-1.5 м, условия для смены пород менее благоприятны (рис. 23).

В заключение следует подчеркнуть, что сплошные концентрированные рубки при современном их исполнении являются главной причиной широко распространеннейшей смены еловых лесов листовыми. Чтобы избежать этого нежелательного явления необходимо либо усовершенствовать эти рубки, либо вовсе заменить их такими, которые позволяли бы сохранять основную часть елового подростка независимо от применения той или иной лесозаготовительной техники.

Глава IV

Рост и развитие лиственно-еловых насаждений

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАЖДЕНИЙ

Лиственно-еловые насаждения в Карельской АССР являются производными типами леса, возникающими преимущественно в результате сплошных рубок ельников. Поскольку они рано или поздно вновь сменяются коренными еловыми лесами, их иногда называют временными типами. По этой же причине формирование данных лесов можно с достаточным правом считать первым этапом развития особого и наиболее распространенного в настоящее время ряда ельников.

Лиственно-еловые леса возникают во всех основных местообитаниях ели. Этому способствуют, как показано в предыдущей главе, лесорастительные условия вырубок, наиболее благоприятствующие возобновлению лиственных пород. В то же время появление в массовом количестве березы и осины содействует постепенному накоплению под их пологом самосева ели, что обуславливает формирование смешанных насаждений. Согласно данным лесоустройства и рекогносцировочного обследования, проведенного нами в шести южных лесхозах на площади около 300 тыс. га, такие насаждения произрастают на 70% площади сплошных вырубок. Остаточную часть вырубок занимают елово-лиственные древостои (около 15%) и чистые по составу березняки и осинники.

Наиболее существенной и ярко выраженной особенностью лиственно-еловых насаждений является двухъярусное строение древостоя с елью в подчиненном ярусе (рис. 24). Для них характерно также явное преобладание и часто безраздельное господство березы в верхнем ярусе и отсутствие сопутствующих древесных пород в еловом ярусе.

Предварительное изучение показало, что березово-еловые насаждения в зависимости от лесорастительных условий заметно различаются между собой по энергии роста, примеси лиственных пород, состоянию ели и ряду других признаков внутреннего и внешнего строения. Поэтому детальное исследование проводилось по типам леса. Ими охвачены насаждения, возникающие в условиях ельника кисличного, ельника черничного на свежих и на влажных почвах.

При изучении этих лесов установлено также, что формирование насаждений сопровождается значительным изменением в них условий среды, в особенности светового и теплового режимов, и качества лесного подстилочного покрова. Эти изменения оказывают большое влияние на почвенный покров, трансформируя его видовой состав и обилие. Эдификаторная роль березы в наибольшей мере проявляется на раннем этапе развития насаждений, когда участие ее в общем составе пород максимально. С увеличением возраста заметно усиливается средообразующая роль ели, которая постепенно восстанавливает прежнюю лесную обстановку. В связи с этим для рассматриваемых типов леса нами введены двойные названия живого почвенного покрова, отражающие начальный и конечный этапы его развития.

Березово-еловые насаждения разнотравно-кисличного типа являются производными ельника кисличного. Они произрастают преимущественно на юге республики и занимают около 2% площади всех лиственных лесов. Производительность их характеризуется II классом бонитета. Условия местопроизрастания отличаются всхолмленным рельефом и слабо развитым микрорельефом. Почвы суглинистые и супесчаные, слабо- и среднеподзолистые, относительно дренированные и богатые элементами минерального питания. Молодняки данного типа леса сравнительно рано (в 5—6-летнем возрасте) образуют сомкнутый полог. В составе насаждений основную долю



Рис. 24. 60-летний березняк разнотравно-черничный с еловым ярусом.

занимает береза, встречаются ольха, осина и ива. Ольха серая из-за резкого снижения прироста с 10—15-летнего возраста рано переходит в подчиненную часть древостоя и затем усыхает, вследствие чего участие ее в формировании древостоев заканчивается в основном в фазе развития молодняка.

Ель представлена разным количеством деревьев: от нескольких сотен до 9—10 тыс. штук на 1 га, чаще в пределах 5—7 тыс. Она имеет сильно угнетенный вид и пониженный текущий прирост. Средний возраст ее на 4—5, иногда на 6—8 лет меньше возраста лиственных пород.

Подлесок состоит из небольшого количества черемухи, рябины и шиповника. Встречаются волчье лыко, черная смородина, можжевельник. В почвенном покрове преобладают кислица, ландыш, костяника, встречаются сныть, дудник и другие растения.

Максимальная характеристика лиственно-еловых насаждений разнотравно-кисличного типа приведена в табл. 16.

Березово-еловые насаждения разнотравно-черничного типа занимают около 55% площади лиственных лесов и распространены по всей территории южной Карелии. Они возникают на вырубках ельника черничного свежего, по производительности отно-

ТАБЛИЦА 16

Таксационная характеристика березово-еловых насаждений разнотравно-кисличного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³
9	I	7Б30л	Б	3.5	2.5	29600	7.2	20
	II	10Е	Ол	4.7	3.6	2300	1.5	5
13	I	7Б30л	Б	5.2	3.6	18400	8.0	30
	II	10Е	Ол	5.7	4.8	1900	2.6	11
			Е	0.6	—	7100	—	—
16	I	8Б20л	Б	6.4	4.9	13200	10.3	39
	II	10Е	Ол	6.7	5.9	1350	2.6	11
			Е	0.9	—	3800	—	1
20	I	7Б30л	Б	8.3	6.7	6400	11.4	48
	II	10Е	Ол	8.5	7.0	1300	3.4	17
			Е	1.3	—	5700	0.8	3
24	I	10Б	Б	10.4	8.5	5510	17.1	93
	II	10Е	Е	1.8	2.6	6380	2.8	11
28	I	7Б30л	Б	11.4	9.6	1625	11.1	76
	II	10Е	Ол	10.0	9.0	1784	7.8	37
33	I	10Б	Б	13.5	11.0	2960	19.2	128
	II	10Е	Е	3.0	3.8	5080	3.3	13
			Е	2.3	2.9	3442	1.9	7
38	I	7Б30л	Б	14.9	12.9	2135	14.0	98
	II	10Е	Ол	11.5	11.0	1120	8.1	50
			Е	3.3	4.0	3895	3.2	12
42	I	10Б	Б	16.4	14.5	1950	21.6	174
	II	10Е	Е	5.7	6.7	3759	9.1	33
48	I	10Б	Б	18.0	16.2	1150	18.9	160
	II	10Е	Е	5.9	6.7	3495	7.4	27
53	I	10Б	Б	19.1	17.8	1527	23.9	208
	II	10Е	Е	6.0	7.2	3780	9.8	36
59	I	10Б	Б	20.2	18.9	1038	23.4	218
	II	10Е	Е	6.5	7.6	3600	11.5	46
63	I	10Б	Б	21.1	19.8	1030	23.5	231
	II	10Е	Е	7.0	7.7	3044	9.9	46
74	I	10Б	Б	22.8	21.4	852	23.3	236
	II	10Е	Е	8.4	9.1	2452	10.0	46

сятся к III классу бонитета. Эти насаждения произрастают преимущественно на склонах холмов, а при слабо волнистом рельефе — и на положительных, и на отрицательных его формах. Почвы средне- и сильноподзолистые, завалуженные, относительно дренированные, но менее богаты элементами минерального питания по сравнению с предыдущими.

Молодняки образуют сомкнутый полог леса в 8—10-летнем возрасте. Состоят они из березы, осины, ели, небольшого количества ольхи серой и ивы. Средний состав всей совокупности насаждений выражается формулой 8Б10с 1Е+Ол. Примесь ольхи серой отмечается в основном в фазе развития молодняков.

Насаждения с преобладанием березы занимают преимущественно равнинные и слабо всхолмленные участки рельефа. Однако возобновление и рост их протекают не менее успешно и на вырубках с лучшими почвенно-гидрологическими условиями, если на них не появляется осина.

Количество ели в молодняках составляет в среднем около 5 тыс. деревьев на 1 га с колебанием от нескольких сотен до 10—15 тыс. и более. До 12—15 лет ель имеет хороший прирост и здоровый вид, а в дальнейшем рост и общее состояние ухудшаются. По возрасту ель уступает березе (на 4—7 лет).

Подлесок представлен небольшим количеством рябины, ивы и можжевельника. Напочвенный покров состоит из черники, седмичника, брусники, костяники, вейника тростниковидного, плевроция Шребера, гилокомия блестящего и других мхов. Кустарничковый покров хорошо развит преимущественно в насаждениях старше 45—50 лет.

Таксационная характеристика данных насаждений приведена в табл. 17.

ТАБЛИЦА 17

Таксационная характеристика березово-еловых насаждений разнотравно-черничного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³
8	I	10Б	Б	2.1	0.8	34600	1.9	9
	II	10Е	Е	0.3	—	2600	—	—
10	I	10Б	Б	3.0	2.0	44800	6.0	15
	II	10Е	Е	0.4	—	3700	0.1	—
12	I	10Б	Б	3.7	2.6	37600	6.9	21
	II	10Е	Е	0.7	—	16300	0.6	3
16	I	10Б	Б	4.8	3.2	29200	10.5	34
	II	10Е	Е	1.2	—	5850	0.4	2
19	I	10Б+Ос	Б	6.0	4.7	24700	12.4	40
	II	10Е	Ос	6.2	5.1	700	0.8	3
			Е	1.1	—	5900	0.4	2
25	I	8Б20с	Б	7.8	6.2	12060	13.4	54
	II	10Е	Ос	8.9	6.6	800	2.5	10
27	I	7Б30с	Б	2.8	2.5	2140	0.6	2
	II	10Е	Ос	8.9	6.4	8033	10.5	46
			Е	8.8	7.7	1133	4.5	24
35	I	9Б10с	Б	2.7	2.4	3660	1.3	6
	II	10Е	Ос	10.8	9.3	3851	15.3	87
			Е	11.2	9.6	567	2.3	14
39	I	7Б30с	Б	2.1	1.6	16600	2.2	12
	II	10Е	Ос	12.6	10.5	2829	12.1	73
			Е	13.0	10.2	1277	5.9	37
48	I	10Б	Б	3.2	2.9	7397	2.9	12
	II	10Е	Е	15.0	12.8	2562	20.9	138
55	I	10Б	Б	6.6	6.9	4767	10.7	45
	II	10Е	Е	16.6	14.7	1612	21.1	166
60	I	10Б	Б	7.6	8.3	4738	15.6	70
	II	10Е	Е	17.5	15.7	1508	20.1	166
67	I	10Б	Б	7.2	7.3	3838	11.1	53
	II	10Е	Е	18.7	16.9	1210	20.1	174
76	I	10Б	Б	8.9	9.1	2780	11.6	56
	II	10Е	Е	19.7	18.1	1020	21.3	195
84	I	10Б	Б	10.1	10.8	3188	19.0	101
	II	10Е	Е	20.9	20.4	851	21.4	216
95	I	10Б	Б	11.6	12.9	1503	14.1	85
	II	10Е	Е	21.8	21.1	746	21.6	222
106	I	10Б	Б	12.4	13.1	1752	15.9	103
	II	10Е	Е	22.4	22.5	637	21.0	222
			Е	14.2	13.9	1832	17.9	123

Березово-еловые насаждения чернично-долгомошного типа составляют около 25% лиственных лесов, возникающих на сплошных вырубках в ельниках. Эти насаждения произрастают по пониженным местоположениям при всхолмленном рельефе и на плоских равнинах, сменяя ельники черничные влажные. По производительности они относятся к IV классу бонитета. Почвы подзолисто-

глеевые, супесчаные, значительно переувлажненные, подстилаемые тяжелыми водонепроницаемыми породами.

Смыкание крон лиственных деревьев происходит во втором десятилетии, что определяется их медленным ростом и неравномерным (куртинным) расположением. В верхнем ярусе безраздельно господствует береза (иногда с единичной осинкой), в нижнем — ель.

Ель имеет пониженный текущий прирост, но состояние ее вполне удовлетворительное. Возобновление ее обычно приурочено к микроповышениям, образованным за счет валежа и старых пней. Общее количество ели на 1 га колеблется в пределах от 1 до 5 тыс. деревьев, составляя в среднем 3.5 тыс.

Подлесок представлен небольшим количеством рябины и низкорослой ивы. Напочвенный покров состоит из мха кукушкина льна и черники, в микропонижениях — из сфагновых мхов.

Таксационная характеристика березово-еловых насаждений чернично-долгомошного типа приведена в табл. 18.

ТАБЛИЦА 18

Таксационная характеристика березово-еловых насаждений чернично-долгомошного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³
8	I	8Б20с	Б, Ос	1.0	—	35000	—	4
	II	10Е	Е	0.3	—	3250	—	—
15	I	10Б	Б	3.6	2.2	23650	5.0	19
	II	10Е	Е	0.6	—	3450	—	1
18	I	10Б	Б	4.4	2.8	27700	8.7	28
	II	10Е	Е	0.7	—	3450	0.1	2
22	I	10Б	Б	5.1	3.6	20150	10.1	31
	II	10Е	Е	1.1	—	3700	0.4	2
24	I	10Б	Б	6.0	4.4	14240	9.6	32
	II	10Е	Е	1.6	0.6	3600	0.5	2
29	I	10Б	Б	6.9	5.5	12080	14.2	50
	II	10Е	Е	2.0	1.8	3740	0.8	5
33	I	10Б	Б	8.1	6.5	8480	13.6	55
	II	10Е	Е	2.3	2.5	3620	1.5	5
38	I	10Б	Б	9.8	8.1	5740	15.3	70
	II	10Е	Е	3.4	3.3	3870	3.2	11
44	I	10Б	Б	11.2	9.9	3930	17.8	93
	II	10Е	Е	4.5	4.5	3340	4.4	16
48	I	10Б	Б	12.1	10.1	3380	16.5	90
	II	10Е	Е	5.0	4.8	3730	5.5	23
52	I	10Б	Б	12.7	10.8	3225	16.6	94
	II	10Е	Е	5.7	5.6	3456	6.9	29
58	I	10Б	Б	14.1	12.5	2281	18.0	117
	II	10Е	Е	6.9	6.9	2981	8.3	36
64	I	10Б	Б	14.9	13.2	2070	18.7	126
	II	10Е	Е	7.7	7.6	2930	9.6	43
69	I	10Б	Б	15.8	14.1	1640	18.9	137
	II	10Е	Е	8.4	8.2	2615	10.2	48
77	I	10Б	Б	17.0	15.6	1364	19.5	151
	II	10Е	Е	9.2	9.2	2244	11.7	63

ФОРМИРОВАНИЕ НАСАЖДЕНИЙ

Изменение числа деревьев. В процессе развития любых достаточно сомкнутых насаждений непрерывно идет отпад деревьев, называемый самоизреживанием древостоев. Это явление представляет собой закон

мерный результат постоянного роста деревьев и увеличения их потребности в жизненных условиях при относительной неизменности последних. В большинстве естественных насаждений отпад за 100-летний срок достигает нескольких десятков тысяч деревьев на 1 га, составляя 95—98% от общего их числа.

Указанное явление широко используется в практике лесного хозяйства при регулировании состава пород, возрастной структуры и строения насаждений, а также с целью увеличения размера пользования лесом. Наряду с этим оно является предметом специальных теоретических исследований, направленных на выяснение его биологической сущности.

Изменение числа деревьев в березово-еловых насаждениях разнотравно-кисличного, разнотравно-черничного и чернично-долгомошного типов показано на рис. 25. Приведенные данные свидетельствуют о весьма интенсивном самоизреживании древостоев, особенно в период формирования молодняков. За 20 лет с момента возникновения насаждений в отпад переходит около 75% деревьев, за 60 лет — 90% и за 90—100 лет — 95%. Вместе с тем отпад происходит преимущественно за счет деревьев верхнего (лиственного) яруса. К началу самоизреживания (в 10—12-летнем возрасте) в этом ярусе насчитывается 40—50 тыс. деревьев на 1 га, а в 40-летнем возрасте — уже 2—5 тыс. деревьев и в 60—70-летнем — 1—2 тыс.

При сопоставлении динамики числа березы в данных насаждениях с таковой же «нормальных» березняков (Третьяков и др., 1952) обнаруживается довольно большое сходство их характеристик. Это говорит о том, что еловый ярус не оказывает существенного влияния на дифференциацию и самоизреживание березового яруса.

Изменение численности ели в процессе развития березовых двухъярусных насаждений характеризуется некоторым своеобразием. Для ели характерен длительный срок возобновления, в связи с чем количество ее даже в период наиболее интенсивного изреживания лиственного яруса не только не уменьшается, но даже возрастает. Начало уменьшения ее числа наступает в березняке разнотравно-кисличном только в 20-летнем возрасте (по березе), в березняке разнотравно-черничном — в 30-летнем и в березняке чернично-долгомошном — в 35—40-летнем. К этим возрастам ель накапливается в соответствии с указанным порядком типов леса в количестве 6 тыс., 5 тыс. и 3.5 тыс. деревьев на 1 га.

Процесс самоизреживания ели в двухъярусных березняках протекает медленно. За 40-летний период с его начала (от 30—40 до 70—80 лет) в отпад уходит только 1—2.5 тыс. деревьев на 1 га, или 35—50% от общего их числа (табл. 19). Количество усыхающей ели особенно мало в березняках с низким плодородием почвы, где изреживание яруса начинается позднее, а первоначальное число ели значительно меньше, чем в березняках с более плодородными почвами. В связи с этим относительное количество ели в общем числе деревьев постепенно растет, и с 30—40 лет ее становится больше, чем березы. Отсюда следует, что ель, произрастая во втором ярусе, довольно успешно выдерживает затеняющее влияние лиственного полога леса.

Для обоснования мероприятий по восстановлению ельников за счет елового яруса в березняках важно знать, на какое количество ели можно рассчитывать на разных этапах роста и развития данных насаждений. Какой вопрос возникает в связи с тем, что еловый ярус не всегда равномерен, причем часть деревьев в нем нередко растет под кронами других елей. Эти деревья, естественно, не могут участвовать в формировании основного полога елового насаждения после удаления или сильного изреживания лиственного яруса при проведении ухода за елью. Учитывая это обстоятельство, мы провели отдельный учет ели с выделением деревьев соответствующей части яруса.

Количество деревьев господствующей части елового яруса значительно меньше общего количества ели и с возрастом непрерывно убывает (рис. 26). В среднем по всем насаждениям они составляют около 70%, а по отдельным периодам — следующие величины: в 20-летних насаждениях от 80 до 90%

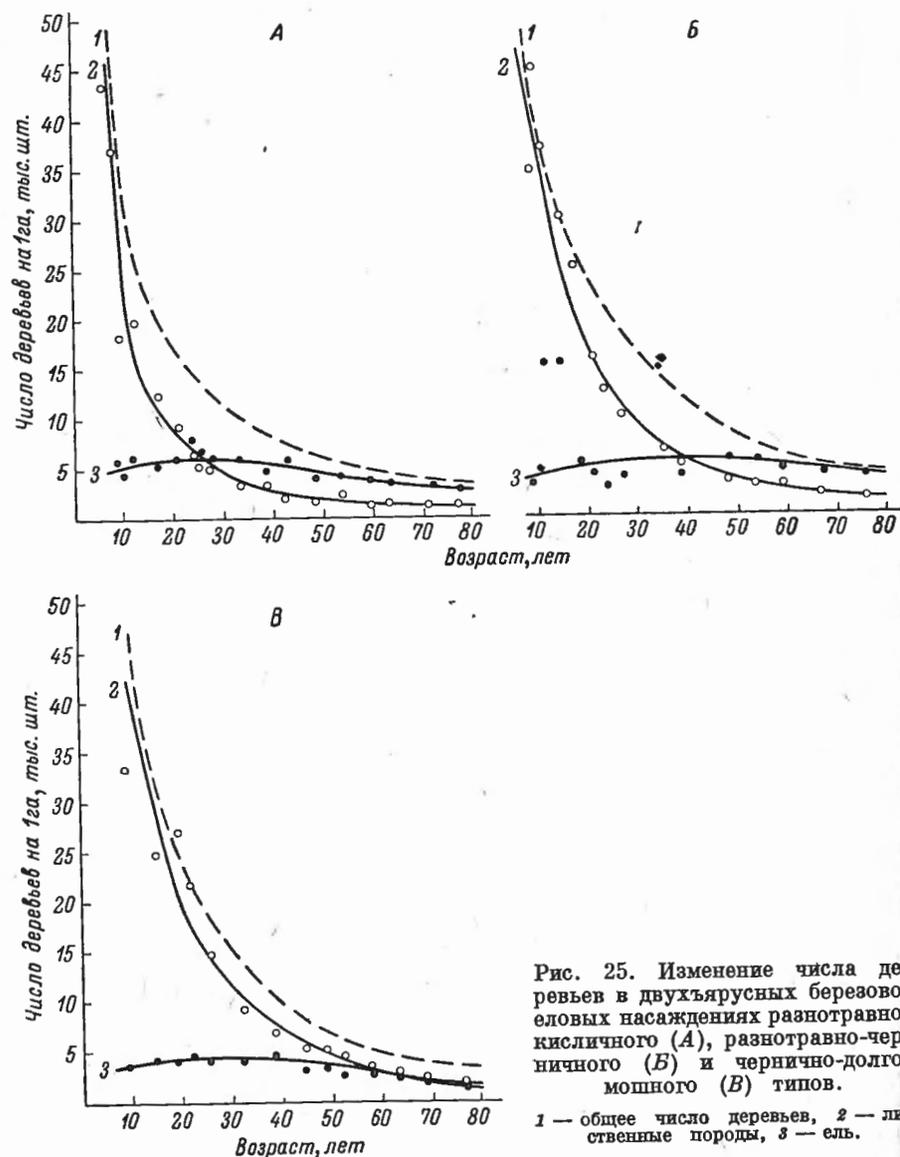


Рис. 25. Изменение числа деревьев в двухъярусных березово-еловых насаждениях разнотравно-кисличного (А), разнотравно-черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

1 — общее число деревьев, 2 — лиственные породы, 3 — ель.

в зависимости от типа леса, в 40-летних — от 70 до 80%, в 60-летних — около 65% и в 80-летних — около 60%. Однако абсолютное количество таких деревьев в данных типах леса можно считать вполне достаточным для восстановления ели на любом этапе развития насаждений. Даже в 80-летнем возрасте они составляют не менее 1.3 тыс. штук на 1 га, а в возрасте до 50 лет — свыше 2.5 тыс., штук.

Рост деревьев, формирование лиственного яруса. Рост деревьев в смешанных, тем более многоярусных насаждениях является важным показателем состояния отдельных древесных пород. Он, как известно, от-

ТАБЛИЦА 19

Отпад ели в двухъярусных березово-еловых насаждениях

Возраст, лет	Березняки кисличные			Березняки черничные			Березняки долгомошные		
	растущие деревья, шт./га	усохшие деревья		растущие деревья, шт./га	усохшие деревья		растущие деревья, шт./га	усохшие деревья	
		шт./га	% от общего числа		шт./га	% от общего числа		шт./га	% от общего числа
1—10	5100	—	—	3150	—	—	3250	—	—
11—20	5550	40	0.7	5875	—	—	3450	—	—
21—30	6380	235	3.6	2900	—	—	3713	—	—
31—40	4488	978	17.9	5063	377	6.9	3745	85	2.2
41—50	3627	1148	24.1	4767	642	11.8	3535	143	3.9
51—60	3690	2190	37.2	4288	1574	26.9	3218	460	12.5
61—70	3044	2820	48.1	2780	1516	35.2	2773	816	22.0
71—80	2452	2508	50.5	3188	2318	42.1	2244	1124	33.3
81—100	—	—	—	1696	2080	55.1	—	—	—

Примечание. В насаждениях старше 60—70 лет фактический отпад ели, по-видимому, несколько больше, чем указано в таблице. Отдельные наиболее мелкие экземпляры ели после усыхания могли полностью разложиться за 30—40 лет и вследствие этого оказаться неучтенными.

жает итог воздействия определенного комплекса факторов среды на исторически сложившийся характер обмена веществ у растений, и по нему легче уловить внешне малозаметные особенности взаимоотношений разных пород.

О взаимоотношениях ели и березы в литературе имеются довольно значительные сведения, при этом большинство исследователей (Осетров, 1916; Декатов, 1931; Колпиков, 1956; Алексеев, 1958; Кайрюкшис, 1959, 1967; Георгиевский и др., 1962; Мелехов, 1966; Картушенко, 1967; Коссович, 1967; Лейна, 1967; Чертовской, 1968; Чибисов, 1968, и др.) указывает на угнетающее влияние березы по отношению к одновозрастной с ней ели. В то же время расхождение взглядов лесоводов о сроке восстановления еловых лесов на местах производных типов леса свидетельствует о разной оценке степени влияния березы на рост ели. По мнению Г. Ф. Морозова (1913), А. И. Тарашкевича (1916), Н. П. Анучина (1933), П. В. Воропанова (1950), В. Г. Нестерова (1954), О. А. Труль (1955) и А. А. Жанет (1957), ель при одновременном появлении с лиственным молодняком способна без посторонней помощи восстановить свое господство через 70—90 лет, а согласно указаниям М. Е. Ткаченко (1931), М. А. Демина (1931), И. С. Мелехова, И. В. Занина (1935), В. П. Тимофеева (1936), А. А. Молчанова (1938), Г. И. Нестерова (1940), Ф. Н. Турецкого (1940), А. В. Давыдова (1951), Н. Е. Декатова (1961) и других авторов, — только в 120—130-летнем и более высоком возрасте. Наши исследования подтверждают вторую точку зрения.

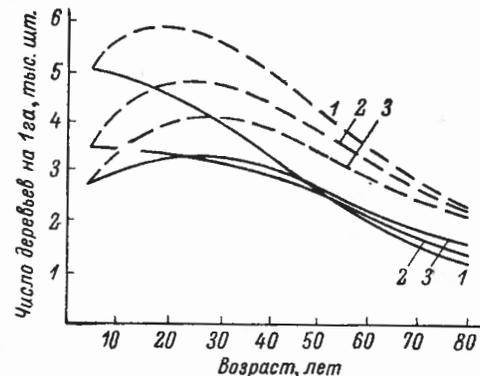


Рис. 26. Изменение общего числа деревьев и деревьев господствующей части елового яруса в березняках разнотравно-кисличного (1), разнотравно-черничного (2) и чернично-долгомошного (3) типов.

Штриховая линия — общее число ели, сплошная — господствующие деревья.

Кривые изменения высоты ели и березы (рис. 27) показывают, что рост этих пород при совместном произрастании характеризуется разными темпами, причем энергия роста березы до 60—70 лет значительно выше, чем у ели. Разница в темпах роста наиболее значительна в первые 2—3 десятилетия, когда береза имеет наивысший прирост, а ель, наоборот, — наименьший. В результате этого уже с первых лет в березово-еловых насаждениях намечается формирование двух ярусов: верхнего из березы и нижнего из ели.

Интенсивность роста березы зависит от плодородия почвы. Среди исследованных нами типов леса она наиболее быстро растет в условиях

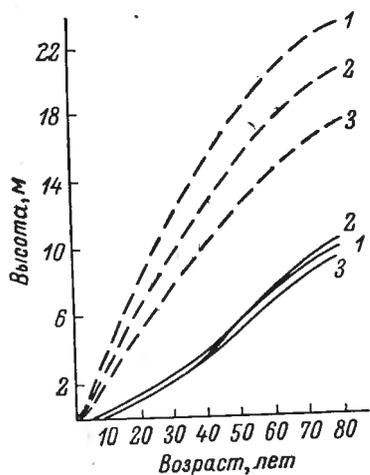


Рис. 27. Изменение средней высоты березы и ели в березово-еловых насаждениях разнотравно-кисличного (1), разнотравно-черничного (2) и чернично-долгомошного (3) типов.

Штриховая линия — береза, сплошная — ель.

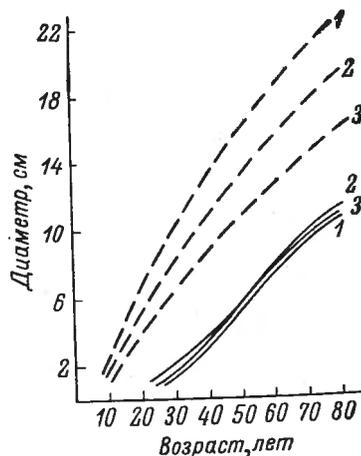


Рис. 28. Изменение среднего диаметра березы и ели в березово-еловых насаждениях.

Обозначения те же, что на рис. 27.

разнотравно-кисличного типа. Здесь до 40-летнего возраста ежегодный прирост в высоту составляет 37—40 см, в 50—60 лет — 22—25 см и в 70—80 лет — 10 см. К 80 годам она достигает в среднем 23—24 м высоты. В насаждениях разнотравно-черничного типа береза в возрасте до 40 лет ежегодно растет по 30—33 см, в 50—60 лет — по 20—23 см и в 70—80 лет — по 10 см. В дальнейшем прирост ее становится еще меньшим и к 100-летнему возрасту практически заканчивается. К этому сроку она вырастает в среднем до 22 м. Наименьшие темпы роста березы отмечают в условиях чернично-долгомошного типа, где она за 80-летний период вырастает в среднем до 17—18 м. Прирост ее за отдельные сроки характеризуется следующими показателями: до 40 лет — 25—27 см, в 50—60-летнем возрасте — 20—22 см и в 70—80-летнем — 10—12 см.

Характер роста березы в толщину (рис. 28) во многом подобен росту в высоту. Вначале, примерно до 40 лет, диаметр среднего дерева увеличивается быстро, затем прирост постепенно снижается и к 80—100 годам становится малозаметным. В целом рост березы в двухъярусных насаждениях протекает так же, как и в чистых березняках. Это говорит о том, что ель не оказывает заметного влияния на жизненные процессы одноярусной с ней березы.

Иными темпами характеризуется рост ели (рис. 29). Прирост ее по высоте в первом десятилетии составляет в среднем 3—5 см, во втором — 7—8 см, в третьем — 10—12 см, в четвертом и пятом — 15—17 см. В 40-летнем возрасте она вступает в период кульминации прироста, который длится около 15 лет, после чего рост замедляется и к 80 годам становится около 10 см в год. В итоге к 100-летнему возрасту еловый ярус достигает 13—14 м высоты, что почти вдвое меньше высоты лиственного яруса и ели «нормальных» насаждений. Эти показатели свидетельствуют о явном угнетении ели березой.

Обращают на себя внимание практически одинаковые темпы роста ели во всех исследованных типах леса, хотя последние заметно различаются между собой по плодородию почвы и приросту лиственного яруса. Этот факт несомненно отражает ограниченную потребность ели в элементах минерального питания при сложившихся экологических, прежде всего световых условиях.

При сопоставлении хода роста ели второго яруса с елью в чистых по составу насаждениях обнаруживается явное ее отставание с самого начала жизни под пологом березы. При этом до 30—40 лет оно постепенно усиливается. В 40—100-летних березняках текущий прирост ели по высоте не превышает 55% прироста «нормальных» ельников. Отсюда следует, что в процессе формирования двухъярусных березово-еловых насаждений до 80 лет происходит постепенное ухудшение условий роста ели. Об этом же свидетельствуют постепенное уменьшение числа интенсивно растущих деревьев и возрастание числа отстающих в росте (рис. 30).

Наряду с этим изменение числа деревьев разных классов роста указывает на более значительное ухудшение жизненных условий ели в березняках с относительно высоким плодородием почвы. Так, если в березняке чернично-долгомошном (почвы малоплодородные) количество ели IV класса роста в возрасте 30 лет составляет около 50% от общего числа деревьев, то в березняке разнотравно-черничном в том же возрасте — 65—70% и в березняке разнотравно-кисличном — около 80%. Это явление несомненно связано с лучшим развитием полога лиственного яруса и уменьшением его ажурности на более плодородных почвах. Последнее подтверждается результатами ряда специальных исследований (Сахаров, 1940; Гар, 1954; Молчанов, 1961, и др.).

Приведенные показатели состояния и роста ели безусловно заслуживают внимания при разработке мероприятий, направленных на формирование желательного состава насаждений и повышение прироста ели.

Полог лиственного яруса березово-еловых насаждений играет исключительно большую роль в росте и развитии ели. С ним связано проникновение к нижним ярусам растительности и почве того или иного количества и качества света, солнечного тепла, осадков, а также ряда химических соединений, выделяемых листьями деревьев в процессе их жизнедеятельности. Между тем строение его остается почти неизменным, что не пов-

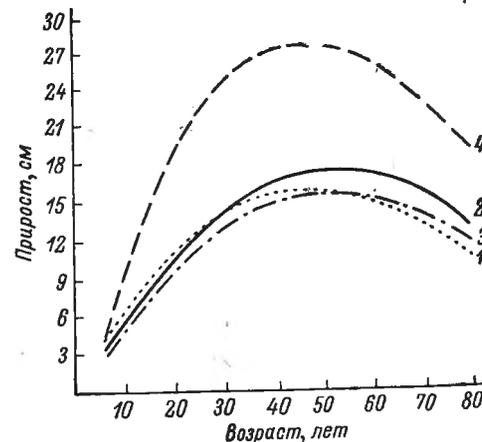


Рис. 29. Текущий прирост ели по высоте в березняке разнотравно-кисличном (1), разнотравно-черничном (2), чернично-долгомошном (3) и в ельнике черничном (4).

воляет установить связь состояния и энергии роста ели непосредственно со структурой древостоя.

По данному вопросу нам известна лишь работа Г. А. Чибисова (1968), изучавшего сомкнутость 5—50-летних березняков Архангельской области. Автор пришел к заключению, что сомкнутость полога всей березы с самого начала развития молодняков непрерывно, хотя и медленно, убывает с 0.9 до 0.6, а деревьев толщиной от 2 см и выше — вначале (от 5 до 25 лет) растет до 0.75, а затем тоже постепенно снижается до 0.6.

Наши исследования строения полога березняков разнотравно-черничных указывают на такую же закономерность изменения его сомкнутости

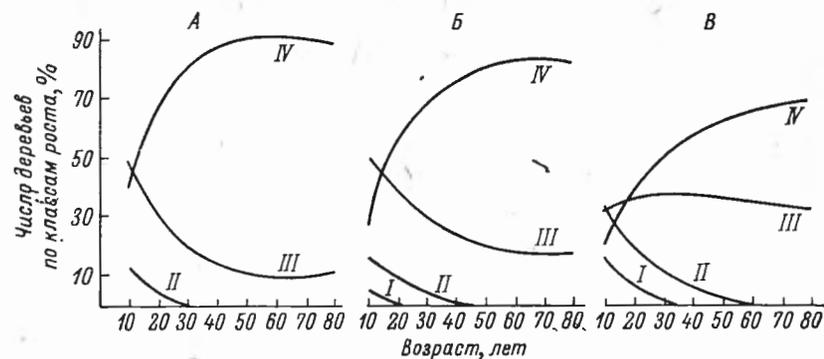


Рис. 30. Соотношение числа деревьев ели по классам роста в двухъярусных березняках разнотравно-кисличного (А), разнотравно-черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

I—IV — классы роста.

с возрастом древостоев, но плотность его оказалась на 10—15% выше чем в Архангельской области. Это, по-видимому, связано с лучшими климатическими условиями произрастания березы в Карелии. При исследовании, кроме того, обнаружена определенная динамичность показателя ряда других признаков полога леса, в частности площадей проекции взаимного перекрытия крон деревьев, глубины и объема полога леса (табл. 20).

ТАБЛИЦА 20

Строение полога лиственного яруса березово-еловых насаждений разнотравно-черничного типа

Возраст насаждения, лет	Площадь, тыс. м ² /га		Просветы в пологе на 1 га		Глубина полога, м	Объем полога без просветов, тыс. м ³ /га
	проекции крон деревьев	взаимного перекрытия крон	тыс. шт.	тыс. м ²		
10	10.7	0.26	2.2	1.9	2.5	20.3
19	11.8	0.26	2.7	0.8	3.6	33.1
28	12.1	0.29	2.1	0.8	4.8	44.2
38	10.9	0.18	1.8	0.9	5.8	52.8
51	9.1	0.12	1.2	2.1	6.7	53.0
84	6.3	0.01	0.4	3.7	8.3	52.2

Площадь проекций крон березы в возрасте от 10 до 30 лет характеризуется постепенным ростом от 0.9 до 1.2 по отношению к площади поверхности участка леса, а затем, к 80—90-летнему возрасту, — непрерывным постепенным снижением до 0.6. Такое изменение данного признака

как показал детальный анализ, связано с неравномерностью возобновления березы на вырубках, довольно высоким ее светолюбием и увеличением размеров деревьев с повышением их возраста. Этот признак отражает среднюю горизонтальную сомкнутость полога леса.

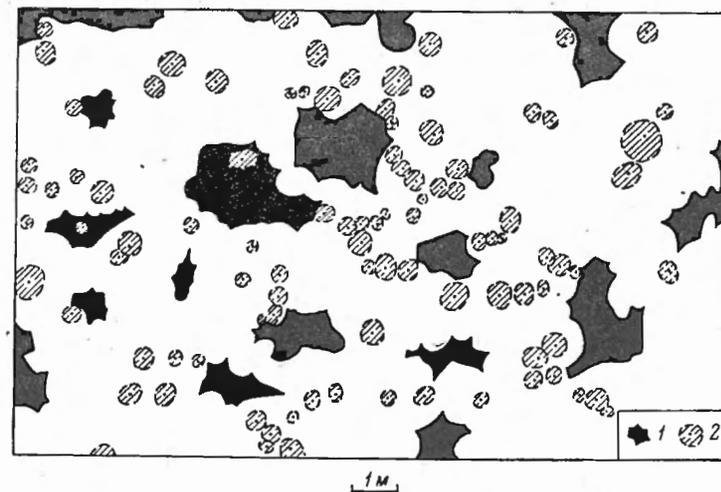


Рис. 31. Проекция крон деревьев в 10-летнем березняке с еловым подростом.

1 — просветы в пологе березы, 2 — ель.

Более конкретную характеристику горизонтальной сомкнутости полога дают показатели его плотности и мозаичности, выражаемые соответственно площадью взаимного перекрытия крон деревьев и количеством

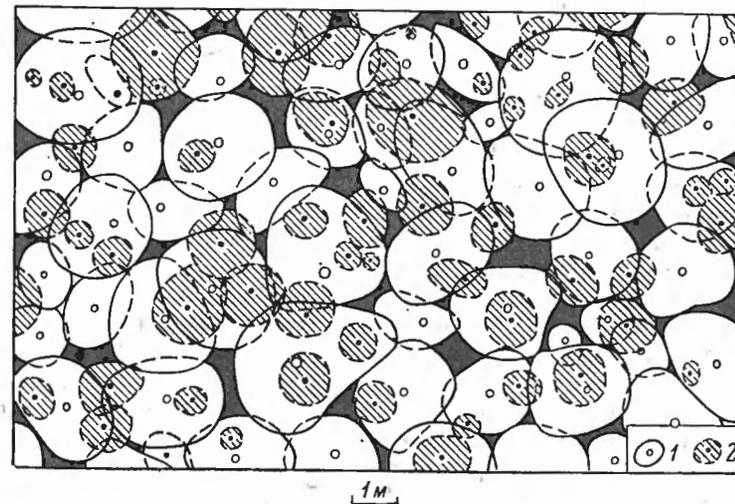


Рис. 32. Проекция крон деревьев в 38-летнем березняке с еловым ярусом.

1 — береза, 2 — ель.

и площадью просветов. С этими признаками тесно связана светопропускная способность полога березняка и энергия роста елового яруса. Как видно из табл. 20, с увеличением возраста березняков заметно уменьшается площадь взаимного перекрытия крон деревьев. В возрасте до 30—

35 лет она составляет 26—29% от общей площади проекций крон, в 50 лет — около 12% и в 80—90 лет — около 1%. Одновременно с этим в пологе леса происходит увеличение площади просветов. Если до 35—40 лет общая их площадь равна примерно 10% от площади участка леса, то в 50 лет — около 20% и в 80—90 лет — 35—40%. С возрастом древостоя постепенно увеличивается также площадь одного просвета, о чем свидетельствует непрерывное уменьшение их числа на единице площади (рис. 31—33). К 80-летнему возрасту березняков многие просветы уже сливаются друг с другом, образуя целую систему прогалин. Все эти изменения в пологе леса, по нашему мнению, обусловлены постепенным увеличением

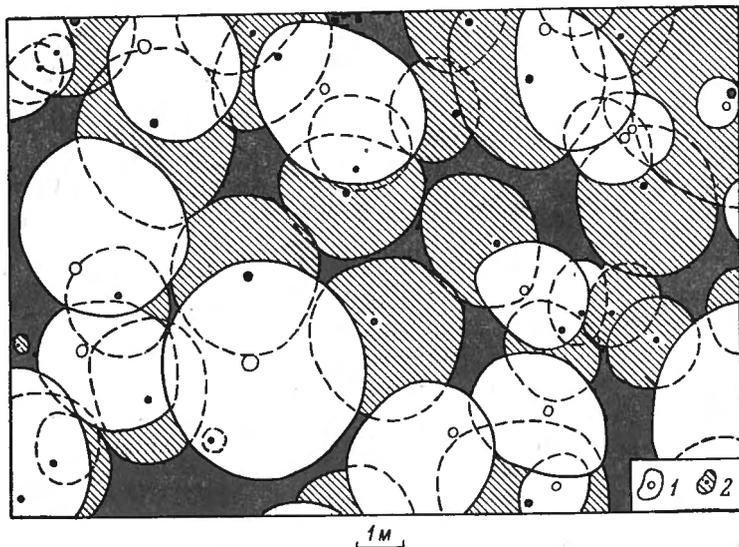


Рис. 33. Проекция крон деревьев в 84-летнем березняке с еловым ярусом.
1 — береза, 2 — ель.

высоты деревьев, что приводит к более сильному раскачиванию их ветром и усилению взаимного охлестывания боковых ветвей.

Таким образом, начиная с 40 лет (высота деревьев 12—13 м) полог леса в березняках постепенно становится все более ажурным.

По мере роста деревьев в высоту постепенно растет также глубина полога леса, что вносит определенную поправку в его светопропускную характеристику. При этом, естественно, происходит изменение объема полога, с которым, по нашему мнению, наиболее тесно связана его светопропускная способность. Характерно, что до 35—40 лет объем полога березового яруса постепенно возрастает до 53 тыс. м³ на 1 га, а затем, до 80—90 лет, остается почти неизменным.

Световой режим и продуктивность хвой ели. Световой режим и, следовательно, рост ели под пологом березняков зависят главным образом от светопропускной характеристики листового яруса. Поэтому важно знать не только характер изменения структуры полога этого яруса, но и динамику пропускания им света. Между тем последняя весьма изменчива и определяется как строением самого полога, так и рядом других факторов.

В. А. Алексеев (1964) установил зависимость пропускания света березняком от высоты стояния солнца. По его данным, количество физиоло-

гически активной радиации (ФАР), проходящей сквозь полог леса, при увеличении высоты солнца от 0° до 10—15° постепенно уменьшается до некоторого минимума, а при дальнейшем повышении уровня его стояния — возрастает.

Указанным автором отмечена также весьма выраженная сезонность пропускания света пологом березняка, связанная со сбрасыванием деревьями листьев. Это явление имеет место во всех древостоях листопадных пород, о чем свидетельствуют результаты исследований ряда авторов (Roussel, 1953; Ovington, Madgwick, 1955; Кожевникова, 1965; Созыкин, Кожевникова, 1965, и др.).

На пропускание древостоями лучистой энергии оказывают большое влияние сомкнутость, глубина и ажурность полога, сквозистость и высота прикрепления крон (Иванов, 1946; Цельникер и др., 1967; Ильющенко, 1968), которые в свою очередь существенно изменяются с возрастом древостоев (Сахаров, 1940, 1948; Mitscherlich, 1940) и лесорастительными условиями (Гар, 1954; Молчанов, 1961).

Количество проходящей сквозь полог леса солнечной радиации связано, кроме того, со временем суток, экспозицией склонов, географической широтой местности и скоростью ветра (Сахаров, 1949; Казимиров, 1964; Алексеев, 1967).

Полог леса, в том числе березняков, в значительной мере трансформирует качественный состав света. По данным Ю. Л. Цельникер и др. (1967), в рассеянной пологом леса радиации содержится в 3—5 раз меньше синих, зеленых и красных лучей по сравнению с дальними красными и инфракрасными лучами. Доля ФАР в общей радиации в лиственном лесу составляет 15—20%, а на открытом месте — от 35 до 55% в зависимости от участка прямой и рассеянной радиации.

Такое многообразие условий, формирующих светопропускную характеристику полога леса, сильно осложняет определение ее расчетным путем, хотя отдельные слагаемые и поддаются учету (Цельникер и др., 1967). Поэтому при исследованиях обычно применяют метод непосредственного измерения солнечной радиации под пологом леса с помощью оптических приборов.

В наших исследованиях освещенности в березняках черничных применялись люксметры типа ОЛ-3 (АФИ), регистрирующие в основном физиологически активные лучи света. Измерения света проводились на разной высоте от поверхности почвы при пасмурной и безоблачной погоде. В течение дня освещенность измерялась в полуденное время, а в необходимых случаях — с 7 до 19 час. с интервалами в 3 часа. Одновременно с наблюдениями под пологом леса велись измерения освещенности на открытом месте.

Как видно из табл. 21, освещенность под пологом 10—51-летних березняков довольно слабая, но вместе с тем заметно различающаяся в зависимости от возраста насаждений и срока вегетации. В среднем за вегетационный период к кронам ели второго яруса проникает от 17 до 30% солнечного света. Наибольшее количество его отмечено в молодняках 10-летнего возраста, наименьшее — в насаждениях старше 30 лет. Освещенность ели с увеличением возраста березняков наиболее значительно уменьшается в период формирования молодняка, т. е. в возрасте до 20 лет. Начиная же с 30—35 лет количество приходящего света колеблется в небольших пределах, составляя практически одинаковую величину. Эта особенность динамики световых условий находится в тесной зависимости от изменения объема полога леса (см. табл. 20) и несомненно является первопричиной медленного роста елового яруса в возрасте старше 35—40 лет.

Освещенность елового яруса постепенно снижается от начала к концу вегетационного периода (табл. 21). В конце мая—первых числах июня,

ТАБЛИЦА 21

Освещенность елового яруса в березняках разнотравно-черничных

Возраст насаждений, лет	Средняя освещенность за вегетационный период				Освещенность в отдельные сроки вегетации, % от открытого места			
	при безоблачном небе		при сплошной облачности		27 V—3 VI	12—17 VI	2—12 VII	8—15 VIII
	тыс. лк	% от открытого места	тыс. лк	% от открытого места				
10	9.0	28	1.9	30	49	27	19	16
19	6.7	20	1.4	22	41	20	13	11
28	6.4	18	1.3	21	35	18	14	10
38	6.4	19	1.2	19	34	18	12	11
51	6.1	17	1.7	19	31	16	13	9

когда ель только трогается в рост, освещенность ее составляет в среднем 38% от освещенности открытого места, а во второй половине июня и в июле (наиболее теплое время года) — только 14% и в августе — 11%. В июне—июле в ясные дни полог сомкнутых средневозрастных березняков понижает силу светового потока с 50—70 тыс. до 4—6 тыс. лк и в пасмурные дни — с 6—8 тыс. до 1—1.5 тыс. лк.

Освещенность в березняках характеризуется определенной изменчивостью в зависимости от высоты над поверхностью почвы. В целом она понижается от нижней границы полога леса к поверхности почвы. В связи с этим мелкие, наиболее поздно появившиеся экземпляры ели получают меньше света (табл. 22) и растут медленнее.

ТАБЛИЦА 22

Изменение средневидной освещенности под пологом березняка разнотравно-черничного

Высота от поверхности земли, м	Интенсивность света в насаждениях (лет)					
	10		19		28	
	тыс. лк	% от открытого места	тыс. лк	% от открытого места	тыс. лк	% от открытого места
5	—	—	—	—	5.6	17
3	—	—	—	—	4.1	13
2	—	—	5.9	17	—	—
1.5	—	—	5.3	15	—	—
1.0	6.0	18	4.5	13	1.9	6
0.5	5.5	18	—	—	—	—
0.0	3.7	12	2.2	6	1.5	5

Примечание. Наблюдения проведены в безоблачные дни.

Ослабление освещенности под пологом леса вызывает у ели значительные сдвиги в процессах ее жизнедеятельности. По данным ряда авторов (Коссович, 1940, 1967; Гар, Гулидова, 1960; Картушенко, 1967; Комиссаров, Штейнвольф, 1967; Леина, 1967, и др.), хвоя ели в этих условиях фотосинтезирует в 1.5—2 раза менее интенсивно, влажность ее становится на 8—12% выше (Дыренков, 1967; Казимиров, Новицкая, 1967), а содержание углеводов, особенно воднорастворимых форм, на 15—30% ниже

(Казимиров, Новицкая, 1967; Комиссаров, Штейнвольф, 1967). В то же время значительно возрастает (на 15—25%) относительное содержание в хвое хлорофилла и каротина (Казимиров, Новицкая, 1967; Леина, 1967; Новицкая, 1967), уменьшается количество азота и фосфора (Дыренков, 1967; Подольская, 1967, и др.), снижаются прочность и лабильность хлорофилл-белкового комплекса (личное сообщение Ю. Я. Новицкой и С. О. Царегородцевой).

Мы не ставили перед собой задачу обстоятельно осветить данный вопрос, но уже и по приведенному перечню изменений в хвое можно судить о большом и разностороннем влиянии световых условий на состояние ели. В плане нашей работы больший интерес представляют конечные результаты жизнедеятельности хвои, в частности ее продуктивность, под чем понимается величина ежегодного прироста древесины, приходящаяся на единицу веса хвои.

Как видно из табл. 23, продуктивность хвои ели под пологом березы характеризуется низкими показателями. На 1 кг ее сухого веса приходится от 198 до 243 г прироста стволовой древесины в сухом виде. По сравнению с елью в чистых по составу насаждениях, где вершины деревьев находятся на полном солнечном свете (см. табл. 10), продуктивность ее примерно в 2 раза ниже. Об ослаблении жизнедеятельности хвои ели с уменьшением освещенности наглядно свидетельствуют также показатели ее продуктивности у деревьев разной высоты, произрастающих под пологом березы (табл. 24).

Охлестывание ели березой. Явление охлестывания ели березой широко известно в лесоводстве, о нем упоминается в каждом учебнике. Однако, несмотря на это, в специальной литературе почти совсем нет сведений о распространении его в связи с ростом насаждений. Между тем такие данные совершенно необходимы для установления сроков и разработки способов ухода за елью применительно к ряду категорий насаждений.

Охлестывание ели березой носит разный характер. В одних случаях, когда ель находится в одном пологе с березой, у нее повреждаются обычно только боковые ветви, и крона деревьев приобретает флаговидную форму. В других же случаях охлестыванием затрагивается верхний побег, что ведет, как правило, к многовершинности деревьев и загниванию древесины ствола. Такой характер охлестывания наиболее часто встречается в двухъярусных насаждениях, когда ель вклинивается вершинами в кроны лиственных (рис. 34) или других пород деревьев.

В табл. 25 приведены количественные показатели охлестывания ели второго яруса кронами березы в древостоях 55—84-летнего возраста. Охлестывание ели с увеличением возраста постепенно возрастает и к 80—90 годам достигает весьма значительной величины (более 40% всех деревьев). В то же время разные по толщине и высоте деревья повреждаются не в одинаковой мере. Наиболее сильно страдают от этого крупные ели, толщиной более 14 см на высоте груди, из числа которых охлестывается свыше 70% особей.

Указанные особенности охлестывания ели связаны всецело с определенным соотношением скорости роста ели и подъема нижней границы полога березового яруса (рис. 34). Рост ели, начиная с 35—40 лет, опе-

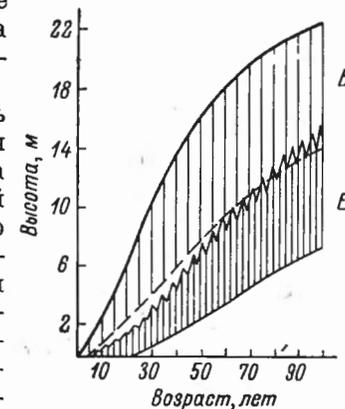


Рис. 34. Изменение глубины и высоты полога яруса березы (B) и яруса ели (E) в насаждениях разнотравно-черничного типа.

ТАБЛИЦА 23

Прирост древесины и продуктивность хвой у ели, растущей под пологом березняка черничного (средние по высоте деревья)

Возраст насаждений, лет	Высота ели, м	Объем ствола, дм ³	Годичный прирост древесины, г сухого вещества	Вес сухой хвой, г	Продуктивность 1 кг хвой, г сухой древесины в год
10	0.3	—	0.7	3.4	206
14	0.6	0.03	4.7	23	204
18	1.6	0.21	33	154	217
36	3.3	2.07	90	603	198
51	5.9	10.6	196	805	243
67	9.2	35.6	910	3917	232
84	11.8	86.8	1324	5632	235

ТАБЛИЦА 24

Продуктивность хвой ели второго яруса в зависимости от высоты деревьев (черничный тип леса)

Высота ели, м	Годичный прирост древесины, г сухого вещества	Вес сухой хвой, г	Продуктивность 1 кг хвой, г сухой древесины в год	Освещенность верхних деревьев, % от открытого места
1.7	35	344	101	5
3.1	53	328	162	11
3.3	90	503	198	—
3.7	99	440	225	—
4.6	117	577	206	15
5.2	430	1906	226	—
7.5	880	3650	241	17
8.8	1750	7840	223	—

36-летний березняк

1.7	35	344	101	5
3.1	53	328	162	11
3.3	90	503	198	—
3.7	99	440	225	—
4.6	117	577	206	15
5.2	430	1906	226	—
7.5	880	3650	241	17
8.8	1750	7840	223	—

51-летний березняк

3.8	100	718	139	6
5.9	196	805	243	12
9.1	877	3430	255	—
11.4	2195	7843	280	20

67-летний березняк

4.3	95	598	159	—
8.6	708	2986	237	—
9.2	910	3917	232	—
11.6	2280	8636	264	—

84-летний березняк

7.0	157	1070	146	9
10.8	1324	5458	243	14
14.0	2545	11420	223	—
14.1	1700	6819	250	18

ТАБЛИЦА 25

Количество охлестанных деревьев елового яруса в березняках разнотравно-черничных

Ступени толщины, см	Возраст насаждений (лет)							
	55		67		76		84	
	всего учтенной ели, шт.	в том числе охлестано, %	всего учтенной ели, шт.	в том числе охлестано, %	всего учтенной ели, шт.	в том числе охлестано, %	всего учтенной ели, шт.	в том числе охлестано, %
2	441	—	141	—	—	—	—	—
4	702	—	238	—	205	—	139	—
6	517	—	172	—	347	—	184	—
8	327	10	107	23	189	55	149	—
10	235	33	76	47	167	55	154	70
12	102	51	55	76	116	72	140	80
14	39	72	27	78	79	89	109	80
16	6	83	15	80	30	97	63	95
18	—	—	3	100	3	100	29	83
20	—	—	—	—	—	—	29	76
22	—	—	—	—	—	—	13	100
24	—	—	—	—	—	—	5	80
Всего	2369	8	834	17	1136	34	1014	42

режает по темпам скорость подъема полога березы, поэтому наиболее крупные экземпляры ели уже через несколько лет начинают вклиниваться в лиственный полог. Позднее это явление захватывает все большее число деревьев.

На основании приведенных цифр можно заключить, что уход за елью с целью предотвращения ее охлестывания березой необходимо проводить в возрасте до 60 лет, когда количество поврежденных деревьев еще невелико. Однако в каждом конкретном насаждении предельный срок ухода может быть и другим, так как ель появляется в разные сроки и растет разными темпами.

ЗАПАС И ПРИРОСТ ДРЕВЕСИНЫ

Накопление запаса древесины в двухъярусных березняках идет сравнительно быстро, но неравномерно в зависимости от возраста и лесорастительных условий (рис. 35). Наибольший текущий прирост в березняке разнотравно-кисличном приходится на 30—35-летний возраст и равен 5.2 м³ на 1 га, в березняке разнотравно-черничном — на 40-летний возраст (4.3 м³) и в березняке чернично-долгомошном — на 45-летний возраст (3.1 м³). Максимум среднего прироста наступает соответственно в 50-, 60- и 70-летнем возрасте. В 80-летнем возрасте общий запас древесины в данных типах леса составляет соответственно 326, 282 и 219 м³ на 1 га (рис. 36).

При сопоставлении рассматриваемых насаждений с «нормальными» березняками (Варгас-де-Бедемар, 1850) обнаруживается, что двухъярусные березняки более производительны, причем как раз на величину, равную запасу елового яруса. Этот факт, с одной стороны, подтверждает высказанное выше положение о том, что еловый ярус не оказывает отрицательного влияния на рост и развитие лиственного, а с другой — указывает на возможность значительного повышения производительности березняков, если в них формировать ярус ели.

В настоящее время представляется возможным провести сравнение производительности березняков в географическом аспекте и таким путем оценить, хотя бы приближенно, лесорастительные условия Карелии. Приведенные в табл. 26 данные показывают, что березняки Карелии по производительности занимают промежуточное положение среди березняков

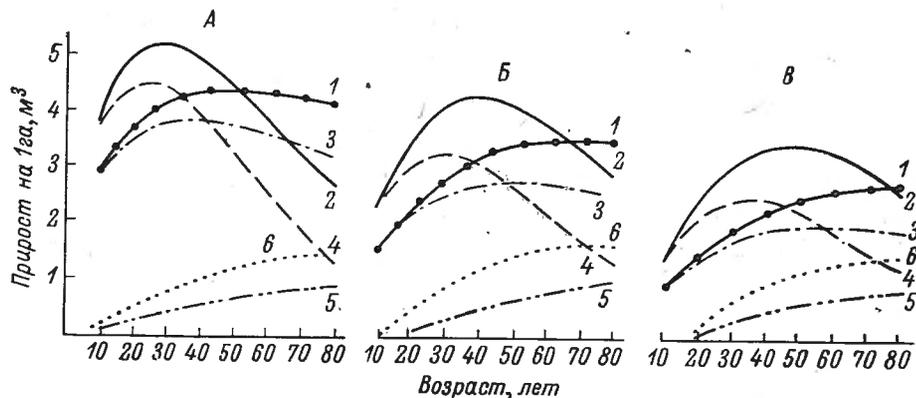


Рис. 35. Прирост древесины в двухъярусных березняках разнотравно-кисличного (А), разнотравно-черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

1 — средний общий, 2 — текущий общий, 3 — средний по лиственному ярусу, 4 — текущий по лиственному ярусу, 5 — средний по еловому ярусу, 6 — текущий по еловому ярусу.

произрастающих на той же географической широте в европейской части лесной зоны. Запасы их в среднем на 5—8% меньше запасов березняков Финляндии и на 10—11% больше березняков Архангельской области. В целом получается, что на данной широте производительность березняков уменьшается в среднем на 1% через каждый градус долготы по направлению с запада на восток.

ТАБЛИЦА 26

Запас березняков на 1 га по отдельным районам европейской лесной зоны

Возраст насаждений, лет	Серия кисличных типов леса			Серия черничных типов леса			
	Карелия (61—62° с. ш.)	Финляндия (61—62° с. ш.)	Марийская АССР (56—57° с. ш.)	Карелия (61—62° с. ш.)	Финляндия (61—62° с. ш.)	Архангельская обл. (61—62° с. ш.)	Костромская обл. (58° с. ш.)
50	191/100	186/97	248/130	189/100	183/96	128/92	172/124
60	218/100	228/105	279/128	164/100	166/101	147/90	205/126
70	239/100	258/108	308/127	184/100	194/105	164/89	230/125
80	264/100	278/109	320/128	200/100	216/108	177/89	246/128

Примечания. 1. В числителе запас дан в м³/га, в знаменателе — в % от запаса насаждений Карелии.

2. Запасы насаждений приведены для Архангельской области по Н. П. Чупрову (1964), для Костромской — по Н. В. Огородову (1950), для Марийской АССР — по П. В. Алексееву (1958, 1961), для Финляндии — по Ильвессало (цит. по: Yalava et al., 1957).

Следует отметить, что производительность ельников в том же направлении и на той же широте снижается, о чем говорилось выше, в среднем на 3% на каждый градус долготы. Такое различие продуктивности указанных древесных пород определяется, по-видимому, меньшей требовательностью березы к условиям увлажнения и, следовательно, большей приспособленностью ее к континентальному климату.

Определенная закономерность изменения производительности березняков обнаруживается также в связи с изменением широты их местопроизрастания. Производительность их заметно повышается по мере передвижения с севера на юг, причем в условиях Карелии, как в наиболее се-

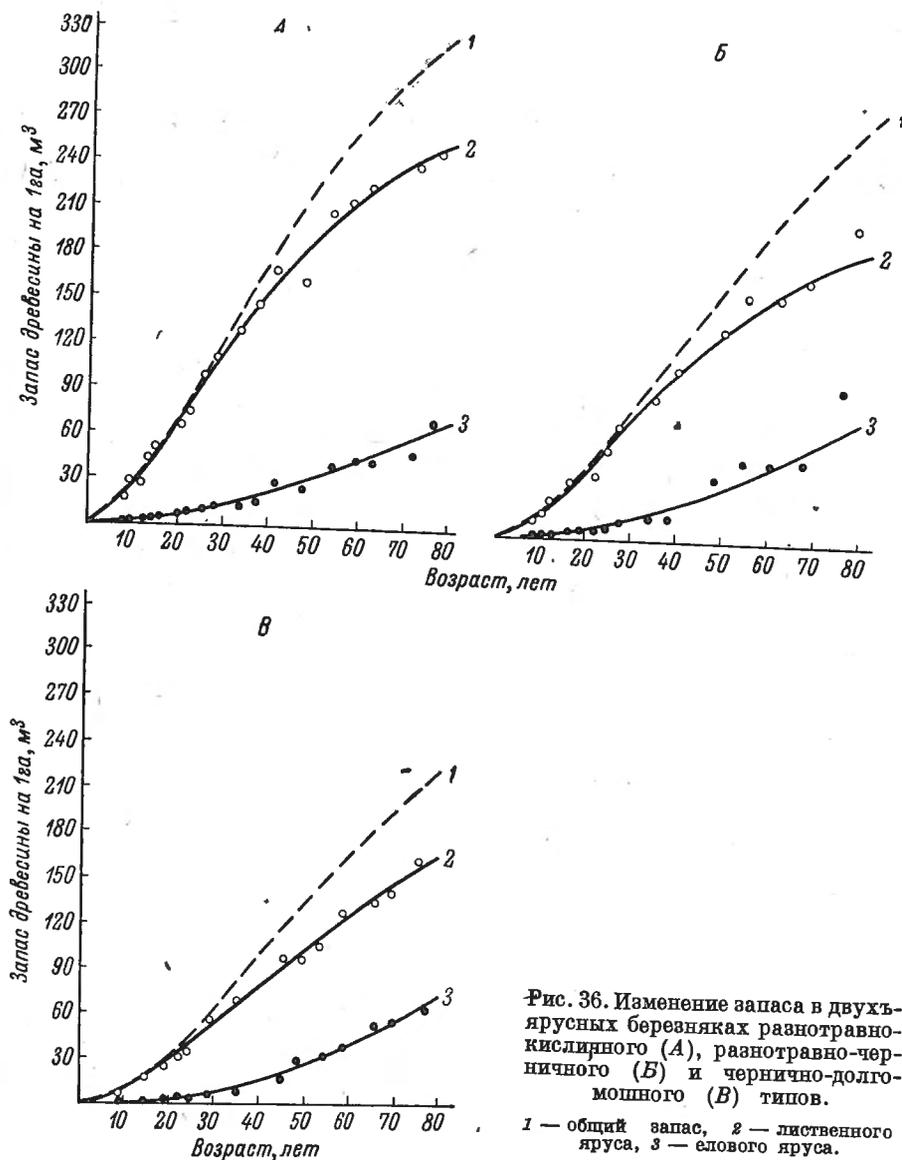


Рис. 36. Изменение запаса в двухъярусных березняках разнотравно-кисличного (А), разнотравно-черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

1 — общий запас, 2 — лиственного яруса, 3 — елового яруса.

верном районе из числа рассматриваемых, она характеризуется наименьшей величиной. Повышение производительности насаждений составляет в среднем 6% на каждый градус широты, считая от широты южной Карелии.

Производительность отдельных типов леса в Карелии, отражающая плодородие почв их местопроизрастания, характеризуется следующими показателями. Если принять березняк разнотравно-черничный за 100%, то производительность березняка разнотравно-кисличного составит 130%, а березняка чернично-долгомошного — 75%. Примерно в таком же соот-

ношении находится производительность одноименных типов леса в условиях Костромской области и в Финляндии.

Изменение запаса елового яруса с увеличением возраста насаждений существенно отличается от динамики запаса березового яруса. В еловом ярусе на протяжении всего рассматриваемого периода наблюдается хотя и очень медленное, но непрерывно ускоряющееся со временем увеличение прироста. Темпы роста при этом не имеют определенной связи с типами леса и плодородием почвы (рис. 35).

Текущий прирост елового яруса по запасу характеризуется следующими показателями: в возрасте 20 лет в березняке равнотравно-кисличном — 0.5 м³/га, в березняке равнотравно-черничном — 0.4 м³/га и в березняке чернично-долгомошном — 0.2 м³/га; в возрасте 40 лет соответственно 1.0, 1.3 и 0.9 м³ и в возрасте 70—80 лет — 1.4, 1.6 и 1.4 м³. К 80-летнему возрасту в нем накапливается в соответствии с тем же порядком типов леса 72, 82 и 67 м³/га, или 22.1, 29.1 и 30.6% от общего запаса насаждений. Приведенные данные еще раз свидетельствуют о том, что процесс смены ели березой охватывает длительный период, завершение которого лежит за пределами 100-летнего срока.

ТАБЛИЦА 27

Запас елового яруса в березняках по отдельным районам лесной зоны

Возраст насаждений, лет	Липняковый тип леса	Серия кисличных типов леса			Серия черничных типов леса		Долгомошный тип леса
	Приветлунье (56—57° с. ш.)	Марийская АССР (56—57° с. ш.)	Костромская обл. (58° с. ш.)	Карельская АССР (61—62° с. ш.)	Карельская АССР (61—62° с. ш.)	Архангельская обл. (61—62° с. ш.)	
50	24/6.8	32/11.4	33/11.2	31/14.0	34/19.6	44/25.6	26/20.5
60	42/9.9	49/14.9	44/12.9	44/16.8	50/23.4	60/29.0	39/24.4
70	61/13.2	62/17.0	59/15.2	58/19.5	66/28.4	76/31.7	52/27.4
80	76/15.7	70/17.9	76/18.1	72/22.1	82/29.1	90/34.2	67/30.6

Примечания. 1. В числителе запас дан в м³/га, в знаменателе — в % от общего запаса насаждений.

2. Запас ели в березняках липняковых приведен по данным П. В. Алексеева (1958, 1961), а в других типах — по данным авторов, указанных в табл. 26.

В отношении темпов роста и динамики запаса елового яруса отмечается весьма интересная картина в связи с изменением географической широты и условий местообитания насаждений. Из данных табл. 27 видно, что эти признаки с увеличением возраста насаждений изменяются почти одинаково во всех районах лесной зоны и в большинстве условий местообитания. Так, в 70-летнем возрасте наибольшее колебание запаса елового яруса на 1 га по четырем сериям типов леса (от липняковой до долгомошной) в пределах от 56° до 62° с. ш. составляет всего 24 м³, или ±19% от среднего запаса яруса, а для 85% насаждений — не более ±13%. Для сравнения отметим, что колебание запаса лиственного яруса в том же возрасте и других равных условиях составляет 264 м³, или ±50% от среднего запаса яруса.

Из приведенных показателей следует, что рост ели в условиях притенения сомкнутым березовым ярусом в пределах лесной зоны очень мало связан с почвенно-климатическими условиями. Эта особенность определяется, по нашему мнению, сходными микроклиматическими, прежде всего световыми условиями, создаваемыми березовым ярусом. Однородность же последних обеспечивается густотой древостоя лиственного яруса, точнее сомкнутостью полога леса, которая изменяется в соответствии с почвенно-климатическими условиями.

Из данных табл. 27, кроме того, видно закономерное повышение доли запаса ели в общем запасе двухъярусных насаждений по мере ухудшения почвенно-климатических условий. Это явление находит свое объяснение в том, что с ухудшением указанных условий прирост и запас у лиственного яруса снижаются, а у елового яруса остаются неизменными.

ТОВАРНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ

Изучение товарности березово-еловых насаждений представляет важную часть познания хозяйственного аспекта смены еловых лесов. Полученные при этом сведения позволяют более правильно оценить значение смены пород, уточнить применительно к существующим экономическим условиям сроки проведения лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода, реконструкции насаждений), а также разрабатывать вопросы лесопользования и способов рубки. Поэтому при исследовании роста и развития двухъярусных березняков мы проанализировали и динамику их товарности, которая для условий Карелии оставалась неизученной.

На пробных площадях (66 штук) при переците деревьев выделяли деловые, полуделовые и дровяные стволы. Позднее при камеральной обработке исходных материалов полуделовые стволы были отнесены поровну к деловым и дровяным. Товарность деловых стволов (выход деловой древесины, дров и отходов) устанавливали по срубленным для анализа хода роста деревьям. Общее число их по всем пробным площадям составило 4786, в том числе 2234 дерева березы и 2552 ели. При разделке стволов на одно- или двухметровые отрезки (в зависимости от их длины) проводилось описание пороков древесины. Деловая часть ствола подразделялась на мелкую (диаметр в верхнем отрубе 7.1—14 см), среднюю (14.1—25 см) и крупную (25.1 см и более). Минимальный размер деловых отрезков ствола по длине принят равным 1 м, минимальная толщина дров — 3 см.

Количество и товарность деловых деревьев. Исследования показали, что товарность березово-еловых насаждений отличается большой динамичностью и зависит от многих факторов, среди которых основную роль играют возраст насаждений, плодородие почвы и микроклимат ярусов. Эти факторы определяют численность, качество и размеры деловых деревьев, от которых зависит в конечном итоге товарность насаждений.

В лиственном ярусе деревья, достигающие размера деловых, появляются в конце второго десятилетия и составляют вначале небольшую долю в общем числе растущих деревьев. Однако с возрастом количество их быстро повышается и к 40—50 годам составляет в среднем около 50%, а к 80-летнему возрасту — около 80% от общего числа стволов яруса (рис. 37).

В лучших лесорастительных условиях деловые деревья появляются, как правило, в более раннем возрасте (примерно с 15 лет) и количественный рост их идет относительно быстрее. В этом сказываются одновременно

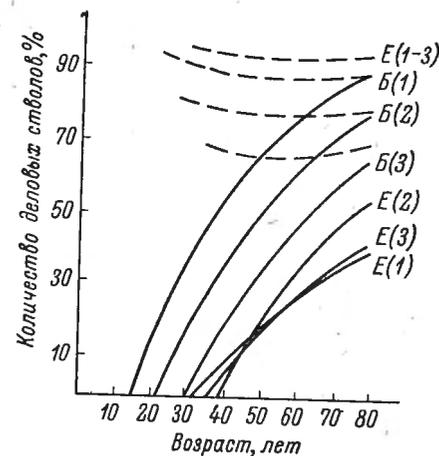


Рис. 37. Динамика количества деловых стволов в двухъярусных березняках равнотравно-кисличного (1), равнотравно-черничного (2) и чернично-долгомошного (3) типов (B — береза, E — ель).

Сплошная линия — процент от общего числа стволов породы, штриховая — от числа стволов толщиной > 7 см.

более быстрый рост и лучшее качество деревьев, обусловленные плодородием почвы. Последнее хорошо иллюстрируется количеством деловых стволов в разных типах леса при одинаковом среднем диаметре древостоев (рис. 38) и характером изменения их числа по ступеням толщины (рис. 39).

В еловом ярусе динамика количества деловых стволов характеризуется совершенно иными показателями (рис. 37). Первые деловые деревья в нем появляются на 10—20 лет позднее, чем в лиственном ярусе, и численный рост их идет медленными темпами. В результате к 80-летнему возрасту насаждений количество таких деревьев достигает не более половины от общего числа ели. Ель по сравнению с березой формирует стволы более высокого качества. Свидетельством этого является большее количество деловых стволов в общем

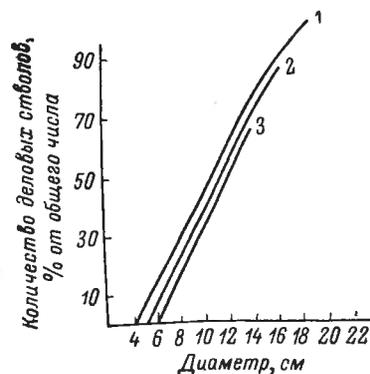


Рис. 38. Изменение числа деловых стволов березы в насаждениях равновесно-кисличного (1), равновесно-черничного (2) и чернично-долгомошного (3) типов в зависимости от среднего диаметра древостоев.

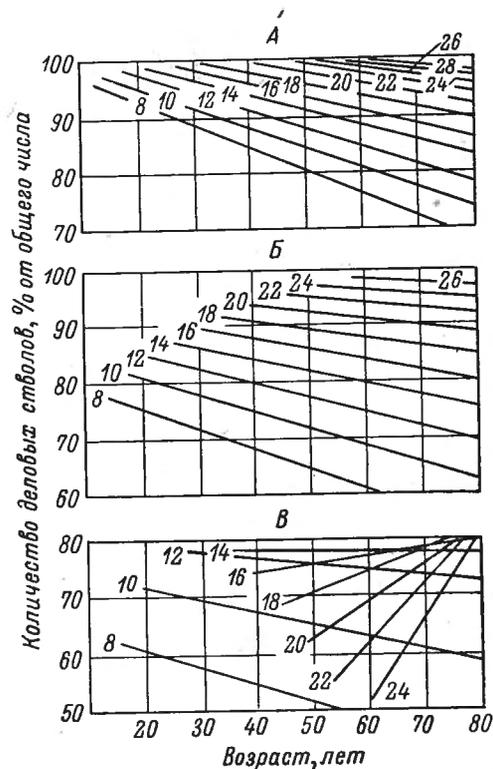


Рис. 39. Динамика числа деловых стволов березы по ступеням толщины в двухъярусных березняках равновесно-кисличного (А), равновесно-черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

числе деревьев, достигших деловых размеров (толщиной более 7 см на высоте груди). В 20—80-летнем возрасте они у ели составляют 93—98%, а у березы — 68—91% (в среднем 80%). В этом наглядно отражается различие биологических свойств ели и березы, в частности более высокая способность ели к строго вертикальному росту и сохранению более правильной формы ствола.

При изучении товарности деловых деревьев березы было выяснено следующее (табл. 28):

- а) выход деловой древесины возрастает с 30% у деревьев толщиной 8 см до 80—82% у деревьев толщиной 18 см и более;
- б) максимум мелкой деловой древесины (74%) дают деревья толщиной 14 см, средней (77%) — толщиной 26 см;
- в) выход крупной древесины у деревьев толщиной до 30 см не превышает 32%;

Товарность деловых де

выше
елв

по породам и ступеням

Ступени толщины, см	11—30								51—70				
	деловая древесина		дрова	отходы	деловая древесина		дрова	отходы	деловая древесина			дрова	отходы
	средняя	мелкая			средняя	мелкая			крупная	средняя	мелкая		
8	—	33	53	14	—	32	56	12	—	—	29	59	12
10	—	58	30	12	—	56	33	11	—	—	54	36	10
12	—	68	22	10	—	68	22	10	—	—	67	23	10
14	—	74	17	9	—	74	17	9	—	—	75	16	9
16	23	54	14	9	25	53	13	9	—	24	54	13	9
18	49	30	12	9	49	31	11	9	—	49	31	11	9
20	—	—	—	—	60	20	11	9	—	62	19	10	9
22	—	—	—	—	70	11	10	9	—	72	10	9	9
24	—	—	—	—	74	7	10	9	—	75	7	9	9
26	—	—	—	—	76	5	9	10	—	77	5	8	10
28	—	—	—	—	—	—	—	—	16	62	4	8	10
30	—	—	—	—	—	—	—	—	30	48	3	8	11

ТАБЛИЦА 28 (продолжение)

Ступени толщины, см	Береза по возрастным группам (лет)					« Береза в целом				Ель в целом						
	71—90					деловая древесина				деловая древесина						
	крупная	средняя	мелкая	дрова	отходы	крупная	средняя	мелкая	итого	дрова	отходы	средняя	мелкая	итого	дрова	отходы
8	—	—	26	59	15	—	—	30	30	57	13	—	42	42	43	15
10	—	—	50	38	12	—	—	55	55	34	11	—	61	61	27	12
12	—	—	65	24	11	—	—	67	67	23	10	—	71	71	19	10
14	—	—	74	16	10	—	—	74	74	17	9	—	78	78	13	9
16	—	18	60	13	9	—	—	23	55	78	13	9	30	52	82	9
18	—	47	33	11	9	—	—	49	31	80	11	9	54	30	84	7
20	—	64	17	10	9	—	—	62	19	81	10	9	65	20	85	7
22	—	73	9	9	9	—	—	72	10	82	9	9	72	14	86	6
24	—	75	7	9	9	—	—	75	7	82	9	9	—	—	—	8
26	—	77	5	8	10	—	—	77	5	82	8	10	—	—	—	—
28	18	60	4	8	10	17	61	4	82	8	10	—	—	—	—	—
30	32	46	3	8	11	32	47	3	82	8	10	—	—	—	—	—

г) доля дровяной древесины понижается от низших ступеней толщины к высшим с 59 до 8%;

д) отходы, включающие вершину и кору деловой части ствола, составляют 9—15% от общего объема дерева;

е) товарность деловых деревьев одинаковой толщины не зависит от их возраста.

В отношении товарности деловых стволов ели отмечаются примерно такие же закономерности, какие присущи березе. Отличием ее является лишь то, что выход деловой древесины по всем ступеням толщины на 4—5% больше, а выход дров — на столько же меньше.

Динамика товарности насаждений. На основе данных динамики общего количества деревьев, а также количества и товарности деловых стволов по ступеням толщины нами вычислены запасы деловой и дровяной древесины и отходов по породам для каждой пробной площади. Затем эти показатели были выравнены и выражены в абсолютных и относительных величинах для соответствующих возрастов и типов насаждений.

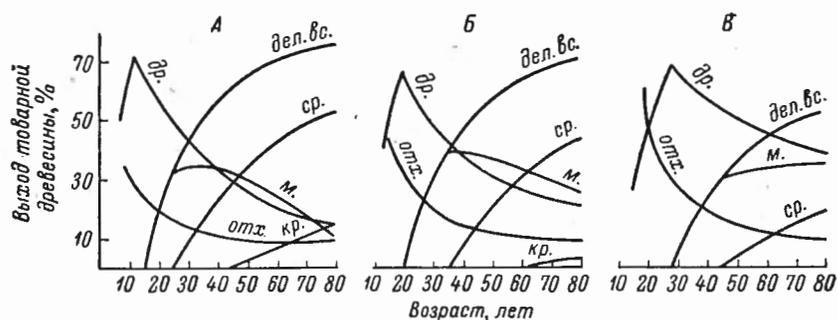


Рис. 40. Выход товарной древесины в двухъярусных насаждениях разнотравно-кисличного (А), разнотравно-черничного (В) и чернично-долгомошного (В) типов.

дел. вс. — деловая всего, м. — мелкая, ср. — средняя, кр. — крупная, др. — дровяная, отх. — отходы.

Рассматривая соотношение отдельных категорий древесины березы с изменением возраста насаждений (рис. 40), необходимо отметить следующее:

а) основная масса деловой древесины формируется в период от 20 до 60 лет;

б) выход деловой древесины по разным типам леса колеблется в значительных пределах, составляя в 60 и 80 лет в березняке разнотравно-кисличном 70 и 74%, в березняке разнотравно-черничном — 62 и 69% и в березняке чернично-долгомошном — 44 и 52%;

в) начало преобладания средней и крупной деловой древесины над мелкой в березняке разнотравно-кисличном приходится на 45 лет и в березняке

ТАБЛИЦА 29

Запас (числитель) и средний прирост (знаменатель) деловой древесины в двухъярусных березняках, м³/га

Возраст, лет	Березняк разнотравно-кисличный			Березняк разнотравно-черничный			Березняк чернично-долгомошный		
	береза	ель	насаждение в целом	береза	ель	насаждение в целом	береза	ель	насаждение в целом
20	14/0.70	—	14/0.70	—	—	—	—	—	—
30	49/1.63	—	49/1.63	24/0.80	—	24/0.80	4/0.13	—	4/0.13
40	89/2.28	1/0.03	90/2.25	53/1.32	1/0.03	54/1.35	20/0.50	7/0.08	21/0.53
50	128/2.56	9/0.18	137/2.74	80/1.60	10/0.20	90/1.80	36/0.72	7/0.14	43/0.86
60	157/2.62	19/0.31	176/2.93	109/1.75	22/0.37	127/2.12	52/0.87	16/0.26	68/1.13
70	177/2.53	31/0.44	208/2.97	125/1.79	36/0.51	161/2.30	67/0.96	25/0.35	92/1.31
80	192/2.40	44/0.55	236/2.95	140/1.75	51/0.63	191/2.38	80/1.00	38/0.48	118/1.48

разнотравно-черничном — на 65 лет; в березняке чернично-долгомошном в течение 80 лет постоянно преобладает мелкоствольная древесина;

г) с увеличением возраста выход дровяной древесины непрерывно уменьшается, снижаясь к 80 годам в зависимости от типа леса до 15—38%.

Выход деловой древесины ели практически одинаков во всех типах леса и составляет в возрасте 60 лет около 45% и в возрасте 80 лет — 60% от общего запаса яруса. Основная часть ее представлена мелкой деловой, древесина средней крупности появляется только в 60-летнем возрасте (рис. 41).

В табл. 29 приведены запасы и средний прирост деловой древесины. С увеличением возраста насаждений количество деловой древесины растет сравнительно быстро, но по-разному в разноименных типах леса и у разных пород. Изменение его в целом по насаждению отражает прямую связь с плодородием почвы, а по породам — с положением их в древостое. За 80-летний срок в березняке разнотравно-кисличном на 1 га формируется 236 м³ деловой древесины, в том числе 192 м³ березовой, в березняке разнотравно-черничном — соответственно 191 и 140 м³ и в березняке чернично-долгомошном — 118 и 80 м³.

Наибольший средний прирост всей деловой древесины в березняке разнотравно-кисличном приходится на 70-летний возраст, в березняке разнотравно-черничном — на 90-летний возраст, в березняке чернично-долгомошном лежит за пределами 100 лет. По березовому ярусу этот показатель для указанных типов леса соответствует 60-, 70- и 80-летнему возрасту. Что касается елового яруса, то здесь максимум среднего прироста не наступает даже к 100 годам.

Учитывая малое участие елового яруса в формировании деловой древесины и возможность использования его в лесоводственных целях, техническую спелость насаждений целесообразно определять по березовому ярусу. В целом для всех типов березняков она соответствует 70-летнему возрасту древостоев.

ЭСКИЗЫ ТАБЛИЦ ХОДА РОСТА

В настоящее время в связи с расширением лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода, осушительной мелиорации, производства лесных культур и др.) в лесном хозяйстве Карельской АССР можно считать назревшей задачей составления местных (региональных) таблиц хода роста насаждений. Потребность в таких таблицах особенно заметно ощущается в отношении смешанных и сложных по строению насаждений, которые являются первоочередными объектами лесохозяйственного воздействия.

Учитывая это и располагая рассмотренными выше материалами, мы составили эскизы таблиц хода роста двухъярусных березняков разнотравно-кисличного, разнотравно-черничного и чернично-долгомошного типов (табл. 30—32). В таблицах большинство таксационных признаков показано для господствующей и подчиненной частей древостоев элементов леса. В подчиненную часть отнесены все деревья, составляющие нижний полог яруса, которые могут быть выбраны при рубках ухода. Таблицы построены с применением аналитического и графического методов выравнивания данных 66 пробных площадей. При этом учтены установленные ранее закономерные связи таксационных признаков с возрастом древостоев и между собой (Курбатский, Мокеев, 1937; Третьяков, 1941, и др.).

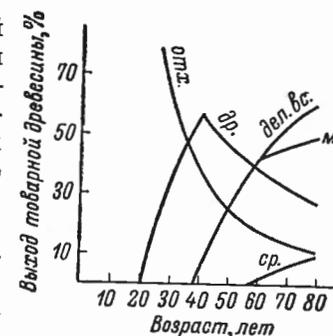


Рис. 41. Выход товарной древесины ели в двухъярусных насаждениях.

Обозначения те же, что на рис. 40.

ТАБЛИЦА 30
Ход роста березово-еловых насаждений равнотравно-кисличного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Возраст, лет	Господствующая часть					Подчиненная часть				Запас всего насаждения, м³						Прирост		
					высота, м	диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	общий	деловая древесина				дрова	отходы	средний, м³	текущий	
														крупная	средняя	мелкая	итого				м³	%
10	I	7.2Б2.80л 10Е	Б Ол Е	10	3.8	2.7	9100	5.2	17	12700	1.2	3	20	—	—	—	—	15	5	2.0	3.0	16.0
	10			5.2	4.5	1070	1.6	7	540	0.4	8	—	—	—	—	—	6	2	0.8	0.7	9.5	
20	I	8.0Б2.00л 10Е	Б Ол Е	20	7.9	6.4	3660	11.7	48	4900	1.8	3	56	—	—	—	—	33	9	2.8	4.1	6.9
	20			8.6	7.2	590	2.4	11	520	0.7	14	—	—	—	—	10	4	0.7	0.3	2.1		
30	I	8.7Б1.30л 10Е	Б Ол Е	30	12.0	10.1	1900	15.2	88	2180	2.4	12	100	—	10	39	49	38	13	3.3	4.6	4.7
	30			10.8	9.6	250	1.5	9	480	0.9	6	—	—	—	—	12	3	0.5	-0.2	—		
40	I	9.3Б0.70л 10Е	Б Ол Е	40	15.6	13.5	1220	17.4	130	1280	2.9	16	146	—	36	53	89	42	15	3.6	4.5	3.0
	40			12.5	11.2	80	0.7	4	330	0.9	10	—	—	—	—	8	2	0.2	-0.6	—		
50	I	9.7Б0.30л 10Е	Б Ол Е	50	18.3	16.5	910	19.4	167	680	3.3	21	188	4	66	58	128	43	17	3.7	3.6	1.9
	50			—	—	—	—	—	80	0.4	3	—	—	—	—	2	1	—	-0.4	—		
60	I	10Б 10Е	Б Е	60	20.4	19.0	710	20.3	193	390	3.5	25	218	13	94	50	157	42	19	3.6	2.5	1.1
	60			7.1	7.6	2200	9.0	36	1550	1.6	8	44	—	1	18	19	17	8	0.7	1.3	3.1	
70	I	10Б 10Е	Б Е	70	22.1	21.0	600	20.9	214	260	3.3	25	239	24	115	38	177	41	21	3.4	1.9	0.7
	70			8.4	9.4	1650	10.3	49	1350	1.9	9	58	—	4	27	31	19	8	0.8	1.4	2.4	
80	I	10Б 10Е	Б Е	80	23.4	22.4	540	21.2	230	180	3.2	24	254	36	131	25	192	39	23	3.2	1.4	0.5
	80			9.6	10.9	1200	11.3	62	1100	2.2	10	72	—	8	36	44	20	8	0.9	1.4	2.0	

Примечание. Здесь и в табл. 31, 32 к мелкой деловой древесине отнесены отрезки деловых стволов толщиной в верхнем отрубе от 7 до 14 см, к средней — от 14,1 до 25 см и к крупной — от 25,1 см и более.

ТАБЛИЦА 31
Ход роста березово-еловых насаждений равнотравно-черничного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Возраст, лет	Господствующая часть					Подчиненная часть				Запас всего насаждения, м³						Прирост		
					высота, м	диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	общий	деловая древесина				дрова	отходы	средний, м³	текущий	
														крупная	средняя	мелкая	итого				м³	%
10	I	10Б 10Е	Б Е	10	2.9	1.8	18600	5.3	12	28800	0.7	3	15	—	—	—	—	15	1.5	2.4	18.0	
	10			0.3	—	2900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	I	10Б 10Е	Б Е	20	6.3	4.6	7250	11.2	37	13150	2.3	7	44	—	—	—	—	29	15	2.2	3.1	7.0
	20			1.0	—	3500	—	2	900	—	2	—	—	—	—	—	—	2	0.1	0.4	20.0	
30	I	10Б 10Е	Б Е	30	9.6	7.8	2860	13.6	65	4860	3.2	12	77	—	—	24	24	38	12	2.5	3.3	4.2
	30			2.2	1.9	3550	1.0	6	1400	0.2	2	8	—	—	—	—	3	5	0.3	0.9	11.0	
40	I	10Б 10Е	Б Е	40	12.6	10.7	1690	15.4	94	2170	3.4	16	110	—	8	45	53	42	15	2.7	3.0	2.8
	40			3.8	3.8	3220	3.8	14	1580	0.9	5	19	—	—	1	1	11	7	0.5	1.3	6.7	
50	I	10Б 10Е	Б Е	50	15.3	13.3	1180	16.6	120	1190	3.6	19	139	—	30	50	80	43	16	2.8	2.6	1.9
	50			5.6	5.8	2650	6.8	26	1600	1.4	8	34	—	—	10	10	16	8	0.7	1.5	4.6	
60	I	10Б 10Е	Б Е	60	17.5	15.6	920	17.6	143	690	3.5	21	164	—	51	54	105	43	16	2.7	2.2	1.3
	60			7.4	7.7	2120	8.9	39	1480	1.8	11	50	—	1	21	22	19	9	0.8	1.6	3.2	
70	I	10Б 10Е	Б Е	70	19.2	17.6	750	18.4	162	420	3.3	22	184	2	70	53	125	42	17	2.6	1.8	0.9
	70			9.1	9.5	1640	10.6	54	1260	2.1	12	66	—	5	31	36	21	9	0.9	1.6	2.5	
80	I	10Б 10Е	Б Е	80	20.5	19.3	650	18.9	178	250	2.9	22	200	4	87	49	140	41	19	2.5	1.3	0.6
	80			10.7	11.2	1300	11.9	69	1000	2.3	13	82	—	9	42	51	22	9	1.0	1.6	2.0	
90	I	10Б 10Е	Б Е	90	21.4	20.6	590	19.4	191	160	2.5	21	212	8	101	42	151	40	21	2.4	0.8	0.4
	90			12.1	12.8	1020	12.8	85	780	2.4	13	98	—	15	50	65	23	10	1.1	1.6	1.6	
100	I	10Б 10Е	Б Е	100	22.0	21.6	560	19.6	202	120	2.1	20	222	13	114	33	160	39	23	2.2	0.5	0.2
	100			13.4	14.3	840	13.5	102	610	2.5	12	114	—	23	57	80	23	11	1.1	1.6	1.4	

ТАБЛИЦА 32

Ход роста березово-еловых насаждений чернично-долгомошного типа

Возраст насаждения, лет	Ярус	Состав	Порода	Возраст, лет	Господствующая часть				
					высота, м	диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м ²	запас, м ³
10	I	10Б	Б	10	1.8	0.9	20700	3.2	7
	II	10Е	Е	7	0.3	—	3180	—	—
20	I	10Б	Б	20	4.9	3.2	8800	8.4	22
	II	10Е	Е	15	1.0	—	3320	—	2
30	I	10Б	Б	30	7.7	6.0	4020	11.0	42
	II	10Е	Е	20	2.1	1.8	3230	0.9	5
40	I	10Б	Б	40	10.3	8.5	2170	12.6	65
	II	10Е	Е	30	3.6	3.4	3000	3.2	12
50	I	10Б	Б	50	12.5	10.7	1520	13.8	86
	II	10Е	Е	40	5.2	5.1	2550	5.5	23
60	I	10Б	Б	60	14.4	12.7	1160	14.9	103
	II	10Е	Е	50	6.9	6.9	2120	7.8	35
70	I	10Б	Б	70	16.0	14.5	960	15.6	118
	II	10Е	Е	60	8.5	8.4	1720	9.5	46
80	I	10Б	Б	80	17.3	15.9	820	16.1	131
	II	10Е	Е	70	9.9	9.8	1430	10.7	59

ТАБЛИЦА 32 (продолжение)

Возраст насаждения, лет	Подчиненная часть			Запас всего насаждения, м ³						Прирост		
	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м ²	запас, м ³	общий	деловая древесина			дрова	отходы	средний, м ³	текущий	
					средняя	мелкая	итого				м ³	%
10	15400	—	2	9	—	—	—	9	0.9	1.4	19.0	
20	11800	1.5	5	27	—	—	14	13	1.4	2.1	7.8	
	430	—	—	2	—	—	—	2	0.1	0.2	17.0	
30	6380	2.3	9	51	—	4	4	34	1.7	2.5	4.9	
	720	0.1	1	6	—	—	—	2	0.2	0.6	10.0	
40	3070	2.9	12	77	—	20	20	44	1.9	2.5	3.2	
	900	0.3	2	14	—	1	1	7	0.4	0.9	6.4	
50	1780	3.2	15	101	4	32	36	51	2.0	2.2	2.2	
	1000	0.6	3	26	—	7	7	12	0.5	1.2	4.5	
60	1140	3.3	18	121	12	40	52	55	1.9	1.9	1.6	
	980	0.9	4	39	—	16	16	16	0.6	1.3	3.4	
70	700	3.4	20	138	20	47	67	57	1.6	1.6	1.1	
	900	1.2	6	52	2	23	25	19	0.7	1.4	2.6	
80	480	3.3	21	152	28	52	80	57	1.9	1.2	0.8	
	760	1.5	8	67	6	32	38	21	0.8	1.4	2.1	

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СМЕНЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Рассмотренные выше основные черты хода роста березняков с еловым ярусом и ельников «нормального» ряда развития (гл. II) позволяют путем их сравнения оценить лесоводственное значение смены еловых лесов при сплошных концентрированных рубках. С этой целью в табл. 33 приведены показатели производительности и продуктивности¹ этих насаждений за период развития от 30 до 100 лет.

ТАБЛИЦА 33

Производительность и продуктивность двухъярусных березняков и «нормальных» ельников черничного типа леса, м³/га

Возраст насаждения, лет	Запас		Средний прирост		Текущий прирост		Количество деловой древесины				Средний прирост деловой древесины			
	березняки	ельники	березняки	ельники	березняки	ельники	березняки		ельники		березняки		ельники	
							всего	крупная и средняя	всего	крупная и средняя	всего	крупная и средняя	всего	крупная и средняя
30	85	57	2.8	1.9	4.2	3.3	24	—	19	—	0.8	—	0.6	—
40	129	95	3.2	2.4	4.3	4.2	54	8	57	—	1.4	0.2	1.4	—
50	173	141	3.5	2.8	4.1	4.7	90	30	102	32	1.8	0.6	2.0	0.6
60	214	190	3.6	3.2	3.8	4.8	127	52	146	64	2.1	0.9	2.4	1.1
70	250	236	3.6	3.4	3.4	4.5	161	77	186	97	2.3	1.1	2.6	1.4
80	282	278	3.5	3.5	2.9	4.0	191	100	223	131	2.4	1.25	2.8	1.6
90	310	314	3.4	3.5	2.4	3.4	216	124	256	165	2.4	1.4	2.8	1.8
100	336	346	3.4	3.5	2.1	2.7	240	150	284	197	2.4	1.5	2.8	2.0

По приведенным данным можно видеть, что березняки с еловым ярусом сравнительно мало отличаются от «нормальных» ельников по общему запасу древесины на 1 га. До 70—80 лет для березняков характерен несколько больший запас, а после этого периода, наоборот, — меньший. В таком же соотношении находятся и их средние приросты.

Что касается текущего прироста по общему запасу, то здесь сравниваемые насаждения имеют существенное различие. В березняках текущий прирост повышается только до 40 лет и достигает величины, равной 4.3 м³ на 1 га, а в ельниках он увеличивается до 60 лет и достигает 4.8 м³. В связи с этим с 50-летнего возраста текущий прирост в ельнике оказывается на 15—42% больше, чем в березняке. Расхождение объясняется различием биологических свойств рассматриваемых древесных пород, в частности способностью березы расти интенсивно в молодом возрасте, а ели — в более позднем периоде жизни.

На основе приведенных показателей можно заключить, что смена ельников березняками с еловым ярусом не влечет за собой сколько-нибудь существенного снижения производительности лесов.

Совершенно иные результаты получаются при сравнении продуктивности сопоставляемых насаждений, отражением которой являются запасы и приросты деловой древесины. Обнаруживается, что запас деловой древесины в березняках в течение всего периода их развития намного меньше, чем в «нормальных» ельниках. Так, в 70-летнем возрасте (в период технической спелости березы) он в березняках равен 161 м³, а в ельниках — 186 м³ на 1 га. В 100-летнем возрасте (в период технической спелости ели)

¹ За показатель продуктивности насаждений нами принят средний прирост деловой древесины.

показатели этого признака составляют соответственно 240 и 284 м³ на 1 га, т. е. с разницей в 44 м³, или 18%, в пользу ели.

Преимущество ельников перед березняками еще более значительно по количеству крупной и средней (наиболее ценной) деловой древесины. В возрасте от 70 до 100 лет, т. е. в период между технической спелостью березы и ели, запасы указанной категории древесины в ельниках на 30% больше, чем в березняках с еловым ярусом.

Таким образом, смена еловых лесов лиственными при сплошных концентрированных рубках отрицательно отражается на общей продуктивности леса, снижая ее в среднем на 25—30%. Если учесть еще и относительно низкое качество стволов березы, дающих древесину более низких сортов, то окажется, что потери лесного хозяйства от смены пород составят в целом не менее 35%. Отсюда следует совершенно определенный вывод о том, что при разработке и внедрении в практику научных основ ведения хозяйства в еловых лесах должны предусматриваться меры, полностью исключающие смену ели лиственными породами.

Глава V

Восстановление еловых лесов путем сохранения подроста предварительного возобновления

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Интенсивная смена еловых лесов лиственными при сплошных рубках и неспособность ели последующего возобновления формировать насаждения с ее преобладанием с давних пор приводят лесоводов к мысли об использовании в лесоводственных целях подроста предварительного возобновления. Еще в начале XIX в. видные русские лесоводы П. Перельгин (1831) и А. Боде (1843) рекомендовали выращивать подрост под пологом назначаемых в рубку ельников с тем, чтобы после рубки он мог занять господствующее положение в составе возникающих молодняков. Во второй половине прошлого века эту идею горячо одобряли Н. В. Шелгунов (1858), Ф. К. Арнольд (1858), М. К. Турский (1887), Л. И. Яшнов (1892—1893), Д. М. Кравчинский (1900) и другие специалисты лесного дела. В то же время в Германии, где лесное хозяйство было наиболее развитым, подрост широко использовали в практике лесоводства (Яшнов, 1892).

Данный вопрос приобрел особенно большое значение в текущем столетии в связи с применением сплошных концентрированных рубок и широким распространением смены еловых лесов. Проведенные исследования убедительно показали, что восстановление ели при указанных рубках может быть обеспечено без больших затрат труда только путем сохранения подроста предварительного возобновления. Об этом свидетельствуют работы М. Е. Ткаченко (1930), Н. Е. Декатова (1931, 1937, 1961), М. А. Демина (1931), И. С. Мелехова (1935, 1953, 1966), Н. С. Семенова (1935), В. П. Тимофеева (1936), А. А. Молчанова (1938), С. А. Богословского (1940), С. В. Алексеева (1948), А. В. Давыдова (1951), А. П. Шиманюка (1955), М. В. Колпикова (1956), Н. И. Казиминова (1959, 1961), М. Н. Проккопьева (1963), Хертц (Hertz, 1932), Сирен (Siren, 1951, 1955), Вествельд (Westveld, 1953) и др. Наряду с этими исследованиями А. С. Дмитриева (1953), А. Л. Кошечева (1955), Г. Е. Пятецкого (1959) установлена положительная роль елового подроста в защите почвы от травянистой растительности, в предотвращении заболачивания и улучшении микроклиматических условий вырубок.

В настоящее время продолжается изучение лесоводственной роли подроста во многих районах нашей страны, при этом главное внимание уделяется вопросу формирования елово-лиственных насаждений. Подобные работы в последние годы проводились и в условиях Карелии.

Для анализа формирования ельников из подроста нами заложены 52 пробные площади, характеризующие указанный процесс за 80-летний период с момента рубки леса. На пробных площадях срублено для определения хода роста и товарности древесины 2467 деревьев ели и 1782 березы. С целью получения достаточно однородного материала пробные площади

закладывались в насаждениях, сформировавшихся из подроста высотой 0.5—1.5 м в момент рубки леса при участии березы последующего возобновления. Кроме того, предусматривалось более или менее одинаковое первоначальное количество ели, составляющее 2—3 тыс. штук на 1 га, или 50—60% от числа подроста, имеющегося под пологом назначаемых в рубку насаждений.

Елово-березовые насаждения встречаются в Карельской АССР во всех условиях произрастания ели. Однако количество их пока еще невелико — около 15% от всех насаждений, возникающих на вырубках в ельниках.



Рис. 42. Ельник черничный, сформировавшийся из подроста за 42 года после рубки леса.

Для них характерна простая форма древостоя: ель и береза составляют один ярус (рис. 42). По этому признаку они резко отличаются от березово-еловых насаждений, возникающих за счет последующего возобновления, которые формируют, как показано выше, сложные древостои с елью в нижнем ярусе. Характерной чертой их является также большая изменчивость доли участия ели в составе древостоя.

Внешний облик, строение, состав и ход роста елово-березовых насаждений имеют некоторые особенности в связи с условиями произрастания, прежде всего с плодородием почвы. Поэтому изучение их развития нами проведено по типам леса с выделением насаждений кисличного, черничного и чернично-долгомошного типов. Эти типы леса являются производными соответственно ельника кисличного, ельника черничного на свежих почвах и ельника черничного на влажных почвах.

Напочвенный покров в рассматриваемых насаждениях характеризуется большой пестротой и значительным разнообразием травянистой и мохово-

ТАБЛИЦА 34

Таксационная характеристика елово-березовых насаждений кисличного типа

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³	Сомкнутость крон
13	4Е4Б2Ол	Е	32	4.1	4.0	2570	3.5	13	0.8
		Б	13	4.2	2.8	3880	2.4	10	
		Ол	13	5.1	4.1	1030	1.6	7	
23	7Е1Б2Ол	Е	37	9.5	10.3	1540	16.3	83	1.0
		Б	23	11.6	10.5	200	1.4	8	
		Ол	23	9.9	7.9	850	4.2	21	
28	7Е3Б	Е	45	11.7	12.6	2038	18.6	109	0.9
		Б	28	13.1	10.8	967	7.9	45	
36	7Е2Б1Ол	Е	53	13.7	14.2	1825	21.8	145	1.0
		Б	36	15.1	14.3	458	5.5	38	
		Ол	34	12.4	15.1	333	2.6	15	
38	8Е2Б	Е	77	15.9	17.1	1605	22.3	164	1.0
		Б	38	17.2	17.5	305	4.9	38	
48	8Е2Б	Е	87	18.8	21.0	1425	28.5	248	1.0
		Б	42	19.8	19.0	220	5.5	49	
53	8Е2Б	Е	68	20.8	22.6	946	26.3	255	0.9
		Б	53	19.5	18.5	458	7.9	67	
58	9Е1Б	Е	72	21.9	23.5	989	31.2	321	0.9
		Б	58	21.5	21.3	119	3.1	29	
69	9Е1Б	Е	89	23.7	25.7	792	34.0	357	1.0
		Б	69	22.7	22.8	119	3.1	31	
75	9Е1Б	Е	94	24.2	26.3	850	33.3	381	0.9
		Б	76	22.0	23.6	157	3.3	34	

ТАБЛИЦА 35

Таксационная характеристика елово-березовых насаждений черничного типа

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³	Сомкнутость крон
8	4Е6Б	Е	36	1.7	1.3	2340	0.3	4	0.7
		Б	8	0.9	—	9770	—	8	
14	6Е4Б	Е	32	4.4	5.4	2247	4.5	18	0.9
		Б	14	4.2	3.0	5100	4.0	14	
18	6Е4Б	Е	52	5.0	6.2	2350	7.8	25	0.8
		Б	18	4.8	3.6	4280	4.3	15	
21	7Е3Б	Е	43	7.0	8.2	2033	8.7	43	1.0
		Б	21	6.4	4.6	2792	3.4	14	
28	9Е1Б	Е	52	9.4	11.6	2140	16.9	95	1.0
		Б	28	9.0	6.3	1700	3.5	16	
33	9Е1Б	Е	63	10.5	12.1	2240	17.1	87	0.9
		Б	33	11.0	10.6	870	3.8	21	
34	6Е4Б	Е	57	12.0	14.2	1375	15.3	93	1.0
		Б	34	12.8	11.5	1220	10.0	63	
36	9Е1Б	Е	70	11.4	13.4	1795	20.3	108	1.0
		Б	36	9.7	10.8	1030	3.5	16	
38	8Е2Б	Е	62	12.8	13.7	1900	20.7	136	0.9
		Б	38	13.0	10.7	950	5.7	34	
42	9Е1Б	Е	71	14.4	15.8	1510	23.7	153	0.9
		Б	42	11.2	8.7	400	2.0	10	
48	8Е2Б	Е	87	15.7	16.9	1727	23.6	170	0.9
		Б	48	14.9	12.8	715	5.2	35	
52	7Е3Б	Е	72	17.0	19.2	1105	21.3	176	1.0
		Б	52	16.9	15.8	685	9.0	69	

ТАБЛИЦА 35 (продолжение)

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³	Сомнутасть крон
55	9Е1Б	Е	82	17.6	19.1	1305	26.5	222	1.0
			55	17.0	15.0	615	4.5	34	
59	8Е2Б	Е	90	18.8	20.2	1167	25.1	221	0.9
			59	17.8	15.7	453	5.5	44	
66	9Е1Б	Е	94	20.2	22.1	1055	28.0	264	1.0
			66	19.0	18.4	253	4.2	36	
69	9Е1Б	Е	102	20.8	23.0	884	29.0	279	1.0
			69	18.0	16.8	474	4.4	34	
71	10Е+Б	Е	102	20.4	22.3	973	30.5	297	1.0
			71	18.3	15.1	140	1.8	13	
84	10Е+Б	Е	122	22.0	24.0	854	31.4	329	1.0
			84	21.6	22.4	75	1.9	19	

ТАБЛИЦА 36

Таксационная характеристика елово-березовых насаждений чернично-долгомошного типа

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³	Сомнутасть крон
16	5Е5Б	Е	39	2.8	3.6	2510	2.3	9	0.8
			17	2.8	2.1	8690	2.3	8	
19	6Е4Б	Е	53	4.4	4.7	2912	4.2	14	0.8
			21	4.2	3.3	5012	2.8	9	
27	6Е4Б	Е	45	7.0	7.7	2923	9.3	39	0.9
			28	6.7	4.6	3090	3.3	13	
39	9Е1Б	Е	62	10.9	12.4	2312	18.4	106	0.9
			42	10.8	7.8	826	2.5	13	
45	6Е4Б	Е	72	12.0	13.7	1199	12.0	74	0.9
			45	11.8	9.2	2587	8.9	51	
52	9Е1Б	Е	84	14.3	15.1	1905	22.1	145	0.9
			52	13.0	10.5	615	2.9	18	
65	9Е1Б	Е	96	16.8	17.6	1360	23.3	176	0.8
			65	16.2	14.3	520	2.2	18	
69	10Е	Е	108	17.6	18.8	1240	23.3	208	0.8
			76	18.2	19.4	1120	26.0	220	0.9
76	9Е1Б	Е	112	18.2	19.4	1120	26.0	220	0.9
			76	17.3	16.0	310	2.2	20	

растительности. Размещение отдельных видов растений тесно связано с расположением древесных пород. В группах и нередко даже под отдельными деревьями ели напочвенный покров формируется из растений, присущих еловому биогеоценозу, а в группах березы — из растений, свойственных березнякам. С увеличением возраста насаждений отмечается прогрессирующее развитие видов растений елового биогеоценоза.

В табл. 34—36 приведена таксационная характеристика елово-березовых насаждений указанных типов леса.

ФОРМИРОВАНИЕ ЕЛОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Состав насаждений. Изучение показало, что формирование состава елово-березовых насаждений отличается большим своеобразием и состоит из двух заметно различающихся фаз. По характеру происходящих явле-

ний первая фаза может быть названа фазой становления исходного породного состава, а вторая — фазой вытеснения березы. Они занимают периоды соответственно от начала возникновения до 15—25 лет и с 15—25 лет до конца жизни насаждений.

В обеих фазах происходят важные с лесоводственной точки зрения изменения, однако значение первой фазы в общем развитии насаждений более существенно. Особое значение первой фазы заключается, во-первых, в том, что в этот период устанавливается первоначальный (на момент полного смыкания молодняка) состав древостоя, и, во-вторых, в том, что определившийся состав оказывает большое влияние на интенсивность и сроки вытеснения березы елью или, иначе, на изменение состава насаждений в последующем их развитии.

Формирование елово-березовых насаждений в первой фазе представляет собой сравнительно несложный процесс. Он по существу отражает динамику устойчивости елового подростка в верхнем пологом леса, в нашем случае в пологе с березой. Однако, учитывая большое количество факторов, влияющих на устойчивость подростка, а также большое различие конечных результатов их воздействия, нельзя не отметить его значительную многогранность. Достаточно сказать, что даже при одинаковом количестве подростка состав насаждений к концу этой фазы может установиться как с явным преобладанием ели, так и с безраздельным господством березы. Поэтому на разборе данного вопроса следует остановиться более подробно.

Способность ели предварительного возобновления удерживаться в пологе с листовыми породами и формировать смешанные насаждения подмечена лесоводами давно. Указания об этом имеются, например, в упомянутых работах Н. В. Шелгунова, М. К. Турского, Л. И. Яшнова, Д. М. Кравчинского и других авторов. Данное свойство елового подростка подтвердилось и специальными исследованиями, проведенными в более поздний период.

Наряду с этим результаты исследований последних лет показали, что не всякий подросток способен конкурировать в росте с листовыми породами и участвовать в сложении верхнего яруса насаждений. Некоторые категории его нередко отстают в росте от березы и осины. Они заглушаются, их прирост снижается, и деревья постепенно переходят в нижнюю часть полога леса, а затем обособляются в подчиненный ярус. В дальнейшем они ведут себя так же, как и ель последующего возобновления, т. е. до конца жизни листовых пород остаются в нижнем ярусе. По данным Е. С. Осетрова (1916), листовыми породами заглушаются те экземпляры ели, которые появились за 1—5 лет до рубки леса, а по М. Н. Прокопьеву (1963), — за 15 лет. При этом М. Н. Прокопьев отмечает, что и более старший (до 25—30 лет) подрост в тот или иной период развития насаждений угнетается листовыми и, следовательно, является также не вполне устойчивым.

Н. Е. Декатов (1931) и М. В. Колшиков (1956) связывают устойчивость подростка ели с его высотой в момент рубки леса. По их исследованиям, категорию неустойчивой части составляют экземпляры до 0.5 м высоты, а совершенно устойчивую — более 1 м. Подрост от 0.5 м до 1 м занимает в данном отношении промежуточное положение.

Наши исследования в Карельской АССР также показывают, что подрост ели не всегда удерживается в пологе с листовыми породами. Около 30—35% его обычно отстают в росте от березы, заглушаются и переходят в нижний ярус насаждений (табл. 37).

Главным признаком, с которым связана устойчивость елового подростка в верхней части полога леса, является его высота в момент рубки материнского древостоя. Эта зависимость особенно четко проявляется при одиночном расположении подростка, когда рост ели и листовых пород происходит в относительно равных условиях. Из данных табл. 38 видно, что

ТАБЛИЦА 37

Количество подроста ели в верхней части полога березняков (черничный тип леса)

Возраст березняков, лет	Учтенный подрост		
	всего, шт.	в том числе в верхней части полога леса	
		шт.	%
7-8	854	716	84
12-13	721	542	75
15-18	930	635	68
20-23	1896	1244	66
28-30	782	498	64
37-38	1001	655	65

с увеличением высоты подроста в момент рубки соответственно возрастает его участие в верхней части полога формирующихся насаждений, причем все экземпляры высотой более 1 м занимают господствующее положение в древостое.

Существенное влияние на рост и устойчивость елового подроста оказывает характер расположения его на вырубке. При групповом расположении в верхнюю часть полога выходит не только весь подрост высотой более 1 м, но и значительная часть мелких экземпляров, в том числе высотой менее 0.25 м. Как следует из данных табл. 39, самый мелкий групповой подрост в 5 раз устойчивее к заглушению листовыми породами по сравнению с одиночным подростом той же категории высоты, подрост высотой 0.26—0.5 м — в 3 раза и высотой 0.5—1.0 м — в 1.5—2 раза.

ТАБЛИЦА 38

Количество одиночного подроста ели в верхней части полога березняков (20—23-летние насаждения черничного типа)

Высота подроста в момент рубки леса, м	Учтенный подрост		
	всего, шт.	в том числе в верхней части полога леса	
		шт.	%
До 0.25	134	5	4
0.26—0.5	78	11	14
0.51—1.0	178	83	47
1.1—1.5	134	121	90
1.6—2.0	156	152	97
2.1—3.0	122	122	100

Более высокая способность мелкого (до 1 м) группового подроста удерживаться в верхней части полога насаждений определяется не непосредственно групповым расположением его, а площадью (точнее, поперечником площади), занятой группой подроста. Так, если поперечник куртины подроста меньше 1 м, возможность удержаться в пологе с березой у подроста минимальна даже при очень большом количестве экземпляров в группе, а при поперечнике более 2—3 м — она весьма значительна и при небольшом числе подроста (табл. 40).

ТАБЛИЦА 40

Количество мелкого группового подроста ели в верхней части полога насаждений в зависимости от поперечника его куртин (черничный тип леса)

Поперечник куртины подроста, м	Высота подроста в момент рубки леса, м	Возраст насаждений (лет)					
		20—23			37—38		
		всего учтенных групп, шт.	из них в верхней части полога, шт.	%	всего учтенных групп, шт.	из них в верхней части полога, шт.	%
До 1	0.3—0.7	17	1	6	25	1	4
1—2	0.2—0.8	14	3	21	31	8	26
2—3	0.3—0.9	22	18	82	18	13	82
Более 3	0.4—0.7	31	31	100	22	22	100

Способность ели предварительного возобновления удерживаться в ярусе с листовыми породами в значительной мере зависит также от плодородия почвы. Эта связь хорошо прослеживается при анализе соответствующих показателей по типам леса. Из приведенных в табл. 41 данных видно, что с понижением почвенного плодородия (при переходе от кисличного типа леса к долгомошному) устойчивость подроста всех категорий высоты закономерно возрастает. Так, подрост высотой 0.5—1 м в момент рубки леса удерживается в пологе с березой в условиях кисличного типа леса в количестве 14% от общего числа экземпляров этой категории, а в долгомошном типе леса — в количестве 88%, или в 6 раз больше. Еще более наглядная картина в данном отношении наблюдается при сравнении устойчивости подроста высотой до 0.5 м.

ТАБЛИЦА 41

Количество одиночного подроста ели в пологе с березой в зависимости от типа леса (20—23-летние насаждения)

Тип леса	Высота подроста в момент рубки леса, м								
	до 0.5		0.5—1.0		1.1—1.5				
	весь подрост, шт.	в верхней части полога, шт.	весь подрост, шт.	в верхней части полога, шт.	весь подрост, шт.	в верхней части полога, шт.			
Кисличный	92	0	0	64	9	14	38	25	66
Черничный	212	16	7	178	83	47	134	121	90
Долгомошный	74	49	66	42	37	88	51	51	100

Детальное изучение рассматриваемого вопроса показало, что недостаточная и вместе с тем разная в зависимости от конкретных условий устойчивость елового подроста в верхнем пологе смешанных молодняков определяется в конечном итоге соотношением высоты ели и листовых пород. Рост ели предварительного возобновления в первые годы после рубки леса характеризуется довольно замедленными темпами, поскольку подрост находится в состоянии депрессии. Его прирост в высоту в это время составляет не более 8—10 см, а у появившейся березы — 15—20 см в год. В последующие годы та и другая породы заметно усиливают рост, однако прирост у березы до 15—18 лет продолжает сохраняться более высоким (рис. 43). В результате этого общий текущий прирост у березы

оказывается в течение примерно 25 лет больше, чем у ели, причем разница в пользу березы достигает 1—2 м. Следовательно, в то время, когда на вырубках происходит смыкание молодняков, основная часть подроста, имевшего при рубке леса высоту менее 1 м, оказывается ниже березы и остается в нижней части полога леса. В дальнейшем такой подрост в результате затенения березой заглушается, его прирост снижается, и он постепенно переходит в нижний ярус. Понятно, что, чем меньше высота подроста во время рубки леса, тем раньше он отстает от березы в росте и тем большее количество его оказывается под кронами березы.

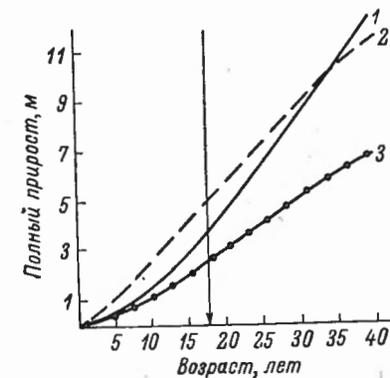
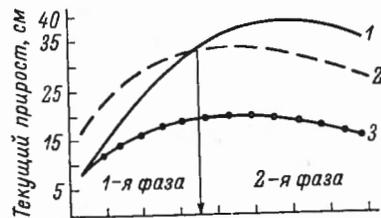


Рис. 43. Прирост ели и березы по высоте в смешанных насаждениях.

1 — ель верхнего полога леса, 2 — береза верхнего полога леса, 3 — ель нижнего полога леса.

Что касается высокой устойчивости мелкого подроста, произрастающего относительно большими группами, то данная особенность определяется в основном неспособностью лиственных деревьев образовать над ним сомкнутый полог леса. Анализ лесовозобновления показал, что береза появляется обычно

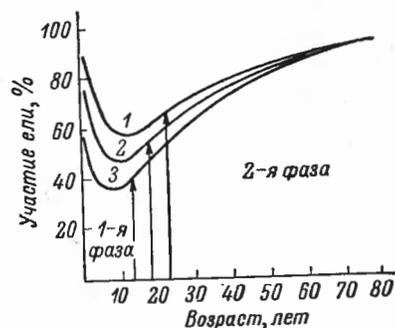


Рис. 44. Участие ели в составе елово-березовых насаждений.

1 — ельнично-чернично-долгомошный, 2 — ельнично-черничный, 3 — ельнично-кисличный.

за пределами групп подроста, располагаясь по периферии их. Поэтому для образования елового полога над такими группами ели необходимо, чтобы ширина кроны была не меньше поперечника групп подроста, а для этого требуется сравнительно большой срок (до 35—40 лет). Но за это время ель, рост которой продолжает усиливаться, догоняет березу по высоте и предотвращает возможность смыкания ее крон над собой.

Таким образом, количество елового подроста в общем пологе смешанных молодняков, определяющее породный состав древостоя в первой фазе формирования насаждений, может быть самым разнообразным. Участие ели в составе основного яруса зависит главным образом от высоты подроста в момент рубки леса. Оно тем выше, чем больше экземпляров высотой более 1 м в общем числе подроста. Разумеется, состав насаждений зависит прежде всего от количества сохранившегося при рубках леса елового подроста. Но этот вопрос достаточно ясен, и мы на нем не останавливаемся. При количестве его, равном 2.5 тыс. штук на 1 га, и преобладании экземпляров высотой около 1 м доля ели в составе насаждений к концу первой фазы достигает в среднем 50% с колебаниями по типам леса от 40 до 65% (рис. 44).

Формирование состава насаждений во второй фазе характеризуется непрерывным увеличением доли участия ели. Это явление наблюдается при всяком первоначальном соотношении пород и отражает в сущности факт постепенного вытеснения березы елью. В рассматриваемом нами случае, когда подрост имеет высоту в среднем 1 м и его насчитывается около 2.5 тыс. штук на 1 га, доля ели в общем составе насаждений повышается к 40-летнему возрасту (по березе) до 75—80%, к 60-летнему — до 85—90% и к 80-летнему — до 90—95%.

Способность крупного подроста ели вытеснять березу из состава насаждений определяется в основном более быстрым его ростом и слабой теневыносливостью березы. Выше уже отмечалось, что береза опережает ель в росте по высоте только до 15—20 лет. В результате ель постепенно догоняет, а затем перегоняет березу, и последняя в конце концов оказывается в нижнем пологе леса. При этом перемещение березы в полог леса сопровождается усилением ее затенения со стороны ели, чего она не выдерживает и, как правило, скоро отмирает. Последнее наглядно иллюстрируется изменением числа деревьев в процессе формирования елово-лиственных насаждений (рис. 45).

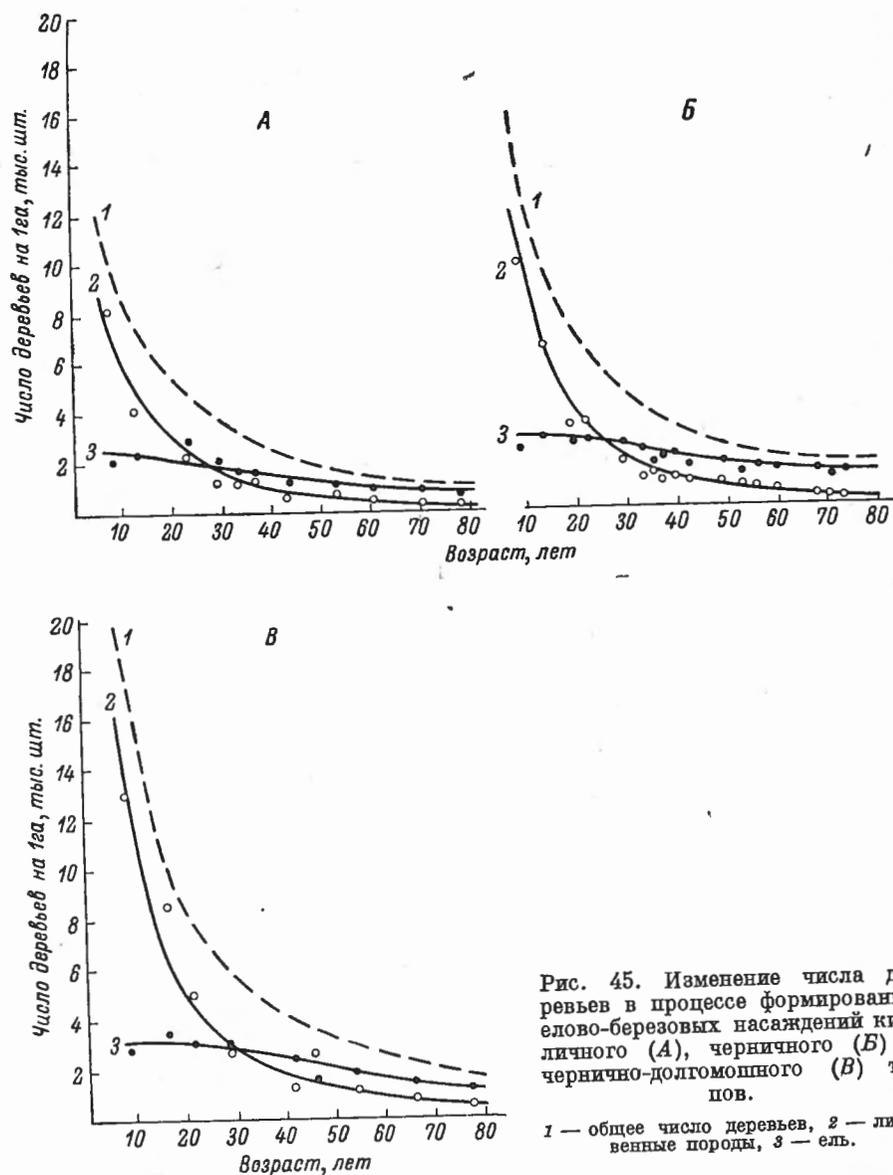
Следует заметить, что переход березы из верхней части в нижнюю часть полога леса не всегда легко установить путем анализа хода роста модельных (учетных) деревьев. Дело в том, что из-за слабой теневыносливости этой породы период угнетения (замедленного роста) у нее составляет всего несколько последних лет, а ослабление прироста, по которому можно судить об этом явлении, связано, как известно, не только с затенением деревьев. Однако указанный факт легко можно обнаружить, если сопоставить ход роста ели и березы в чистых по составу группах (табл. 42), когда деревья березы, растущие в центре своих групп, не испытывают затеняющего влияния ели.

ТАБЛИЦА 42

Рост ели и березы в чистых по составу группах (верхняя часть полога леса)

Показатель среднего дерева	Порода	Период после рубки леса, лет							
		10	20	30	40	50	60	70	80
Ельнично-кисличный									
Высота, м	Ель	3.6	7.9	12.4	16.4	19.5	22.1	23.8	24.9
	Береза	3.5	7.7	11.9	15.7	18.7	20.8	22.3	23.4
Прирост по высоте, см	Ель	25	43	45	40	33	24	17	11
	Береза	35	42	42	38	30	21	15	11
Ельнично-черничный									
Высота, м	Ель	2.8	6.2	9.9	13.5	16.5	18.8	20.4	21.5
	Береза	2.6	6.0	9.6	12.9	15.7	17.8	19.3	20.4
Прирост по высоте, см	Ель	17	34	37	36	30	23	16	11
	Береза	26	34	36	33	28	21	15	11
Ельнично-долгомошный									
Высота, м	Ель	2.1	4.4	7.7	11.1	13.9	16.1	17.7	18.8
	Береза	1.7	4.3	7.3	10.3	12.9	14.9	16.4	17.5
Прирост по высоте, см	Ель	10	23	33	34	28	22	16	11
	Береза	17	26	30	30	26	20	15	11

Рост деревьев, продуктивность хвои ели. Особенности роста ели и березы в первой фазе формирования смешанных насаждений рассмотрены нами выше. Поэтому остается дать характеристику роста этих пород во второй фазе формирования, начало которой приходится на 15—20-летний возраст березы.



В отношении ели отмечается усиление роста в высоту до 25—30 лет. Наибольший текущий прирост деревьев господствующей части древостоя в ельнике кисличном составляет в среднем 46 см, в ельнике черничном — 37 см и в ельнике чернично-долгомошном — 34 см. В дальнейшем рост их постепенно замедляется и в 90—100-летнем возрасте (по березе) почти совсем прекращается. В целом ельники, формирующиеся из подростка растут в этой фазе в 1.5—1.6 раза быстрее «нормальных» ельников (рис. 46). Для них характерен весьма выраженный период «большого роста» с резким

ТАБЛИЦА 43

Прирост древесины, масса и продуктивность хвои ели в зависимости от густоты древостоя

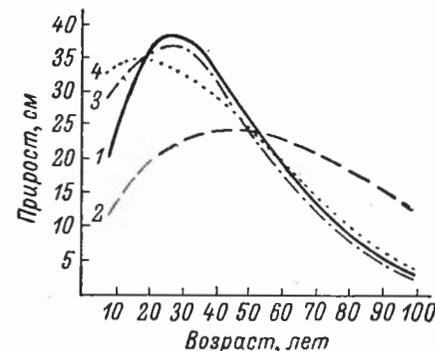
Густота древостоя, шт./га	Возраст древостоя (период после рубки леса), лет	Категория древостоев	Деревья средней ступени толщины				
			высота, м	объем, дм ³	годовой прирост древесины, кг сухого вещества	вес сухой хвои, кг	продуктивность 1 кг хвои, г сухой древесины в год
13570	37	«Нормальный»	6.8	15	0.75	1.76	426
3420	34	Из подростка	9.0	32	1.23	2.92	421
1890	36	»	12.1	84	2.95	6.87	429
9240	45	«Нормальный»	7.5	24	0.84	2.07	406
2120	48	Из подростка	13.7	118	4.77	12.1	394
1760	48	»	15.4	136	4.84	10.7	452
4820	54	«Нормальный»	11.5	62	1.07	2.53	423
1620	55	Из подростка	18.1	391	8.93	21.8	410
2336	68	«Нормальный»	14.4	138	2.40	5.54	433
1898	82	»	17.0	202	4.06	10.3	393

подъемом и столь же резким падением прироста. Эта особенность ельников из подростка связана главным образом с небольшой начальной густотой березы.

Положительное влияние редкого размещения деревьев на их рост отмечается в последние годы многими исследователями, причем в отношении разных по светолюбию древесных пород (Пинчук, 1965; Тимофеев, 1965; Майоров, 1966; Vézina, 1965; Wiksten, 1965; Altherr, 1966, и др.). Как показывают наши исследования (табл. 43), в основе этого явления лежит большее жизненное пространство растущих деревьев, которое позволяет им значительно увеличить массу хвои.

Благоприятное влияние березы на рост ели сказывается в основном через изменение теплового, водного и пищевого режимов почвы. Она способствует более быстрому прогреванию почвы в весенний период в связи с относительно поздним (конец мая) ее облиствением, а также пропускает больше осадков, которые особенно необходимы ели в теплый период лета. В то же время изменение этих факторов среды повышает скорость минерализации растительных остатков, что, естественно, ведет к усилению круговорота веществ и повышению уровня минерального питания ели.

Рост березы в высоту во второй фазе формирования рассматриваемых насаждений отличается несколько меньшей интенсивностью, что связано с особенностями биологических свойств данной породы. Кроме того, обнаруживаются некоторые отклонения динамики высоты среднего дерева березы от нормального хода роста ее в чистых по составу насаждениях. В частности, отмечается более высокий текущий прирост в так называемый период большого роста (с 20 до 40 лет) и, наоборот, менее интенсивный рост после 40—50 лет. Это явление обусловлено в основном притенением ее елью, в результате чего быстрее отмирают отстающие в росте деревья, и среди березы остаются только наиболее рослые экземпляры.



О характере роста ели и березы в разных типах леса можно судить по динамике высоты среднего дерева этих пород (рис. 47). Они показывают, что общий ход изменения их высоты не имеет существенного различия в зависимости от плодородия почвы и отличается только величиной текущего прироста.

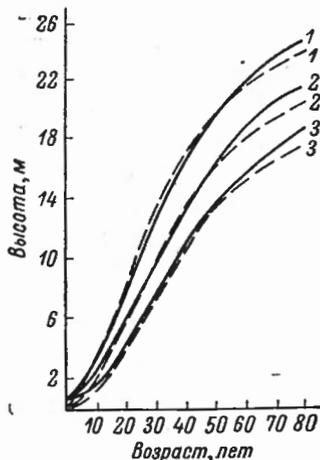


Рис. 47. Изменение средней высоты ели и березы в ельниках кисличного (1), черничного (2) и долгомошного (3) типов.

Сплошная линия — ель, штриховая — береза.

В целом о ельниках, формирующихся из подроста, необходимо сказать, что они за 70—80-летний срок, считая с момента освобождения подроста от материнского древостоя, достигают такой высоты, какую ельники «нормального» развития имеют в возрасте 110—120 лет. Таким образом, потери ели на приросте в первые 3—4 десятка лет жизни (из-за угнетения материнским древостоем) полностью восполняются усиленным ростом ее в последующем периоде жизни на свободе.

Запас и прирост древесины. На рис. 48 и 49 показана динамика запаса и прироста древесины в елово-березовых насаждениях кисличного, черничного и чернично-долгомошного типов. Данные насаждения отличаются весьма интенсивным наращиванием запаса и, как следствие этого, высокой производительностью. За 80-летний период в древостоях ельника кисличного на 1 га нарастает 417 м³, в древостоях ельника черничного — 355 м³ и в древостоях ельника чернично-долгомошного — 257 м³ стволовой древесины.

Общий текущий прирост древесины в период кульминации в ельнике кисличном составляет 7.3 м³ на 1 га, в ельнике черничном — 5.8 м³ и в ельнике чернично-долгомошном — 4.4 м³. Эти показатели прироста

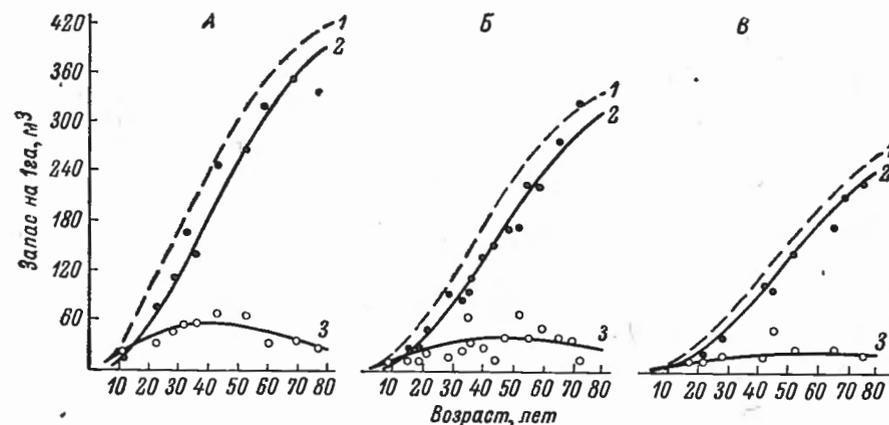


Рис. 48. Изменение запаса в елово-березовых насаждениях кисличного (А), черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

1 — общий запас, 2 — ель, 3 — березы.

приходятся соответственно на 30-, 35-, 40-летний возраст березы или на такой же срок со времени рубки материнского древостоя. Максимум среднего прироста древесины (количественная спелость насаждений) в том же

порядке типов леса равен 6.0, 4.5 и 3.3 м³ на 1 га и соответствует 50-, 60- и 70-летнему возрасту насаждений (по березе). По сравнению с «нормальными» еловыми насаждениями средний и текущий прирост у ельников из подроста в возрасте до 40 лет в 1.5—2 раза выше (рис. 50).

Ель и береза в разное время развития рассматриваемых насаждений принимают неодинаковое участие в формировании запаса древесины.

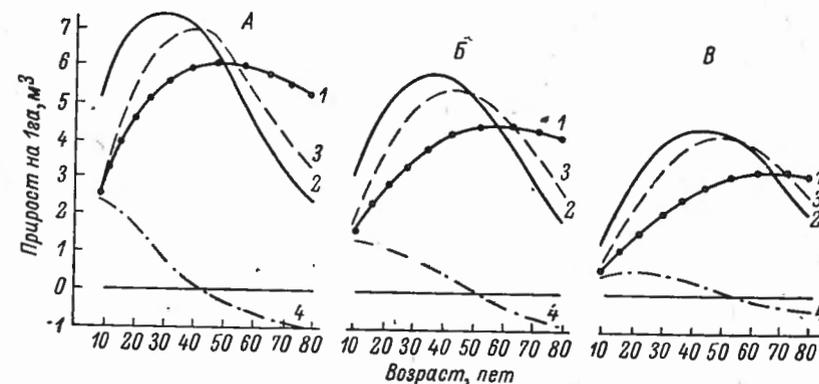


Рис. 49. Прирост древесины в елово-березовых насаждениях кисличного (А), черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

1 — общий средний, 2 — общий текущий, 3 — текущий по ели, 4 — текущий по березе.

Береза в этом процессе играет основную роль в первой фазе формирования древостоев (до 20—25 лет), ель — во второй. Этот факт имеет место во всех рассмотренных типах леса и отражает хорошо известное большое различие теневыносливости ели и березы.

ТАБЛИЦА 44

Запас еловых насаждений в зависимости от высоты подроста при рубке леса (черничный тип леса)

Период после рубки леса, лет	Подрост во время рубки		Насаждение во время исследования		
	высота, м	возраст, лет	запас, м ³	прирост, м ³	
				средний	текущий за последние 10 лет
33	0.5—1	15—25	108	3.3	4.5
	1.5—2	25—40	156	4.6	5.0
48	4—6	40—70	206	6.2	5.6
	1—1.5	20—40	186	3.9	5.6
59	1.5—2	30—50	211	4.4	5.5
	2—3	40—60	232	4.8	5.3
	0.5—1	15—25	238	4.0	5.0
	1—1.5	25—35	265	4.5	4.6

В заключение следует отметить наличие связи между интенсивностью наращивания запаса ельников и высотой подроста в момент его освобождения от материнского древостоя. Обнаруживается, что, чем выше подрост при рубке леса, тем больше его прирост в первые 3—4 десятилетия и тем раньше достигают технической спелости формирующиеся из него насаждения (табл. 44). Эта зависимость распространяется на все ельники

из подроста, причем возраст последнего в пределах до 70—80 лет не играет существенной роли. Следовательно, для ускорения выращивания еловых насаждений целесообразно при рубке леса сохранять как можно больше крупного подроста, особенно высотой более 1.5—2 м.

ТОВАРНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ

Количество и товарность деловых деревьев. Количество деревьев, достигших делового размера, в елово-березовых насаждениях характеризуется определенной динамичностью и зависит от ряда факторов, в том числе от возраста насаждений, плодородия почвы и соотношения лесобразующих пород. Они появляются в середине второго десятилетия, составляя вначале небольшую долю от общего числа растущих деревьев. Но с течением времени численность их быстро повышается: спустя 40 лет после рубки леса они составляют 60—80%, через 60 лет — 75—95% и через 80 лет — 85—97% от общего числа деревьев (рис. 51).

Приведенные особенности изменения количества деловых деревьев ели в некоторой мере присущи также и березе. Однако численный рост их у последней по мере увеличения возраста насаждений идет гораздо медленнее, причем в каждый данный момент относительное количество их примерно вдвое меньше, чем у ели. В отношении березы отмечается

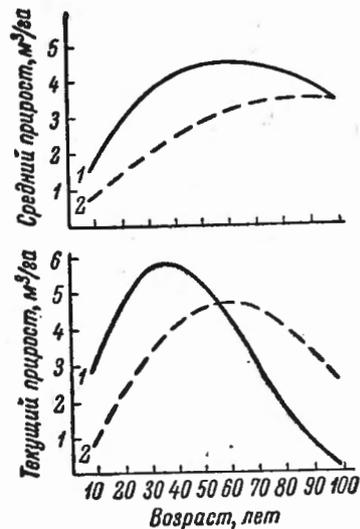


Рис. 50. Прирост древесины в ельниках из подроста (1) и в «нормальных» еловых насаждениях (2).

медленнее, причем в каждый данный момент относительное количество их примерно вдвое меньше, чем у ели. В отношении березы отмечается

ТАБЛИЦА 45

Товарность деловых деревьев в елово-березовых насаждениях, % от общего объема

Ступени толщины, см	Ель				Береза				дрова	отходы		
	деловая древесина				деловая древесина							
	крупная	средняя	мелкая	итого	крупная	средняя	мелкая	итого				
8	—	—	42	42	43	15	—	—	30	30	57	13
10	—	—	61	61	27	12	—	—	55	55	34	11
12	—	—	71	71	19	10	—	—	67	67	23	10
14	—	—	78	78	13	9	—	—	74	74	17	9
16	—	30	52	82	9	9	—	23	55	78	13	9
18	—	54	30	84	7	9	—	49	31	80	11	9
20	—	65	20	85	7	8	—	62	19	81	10	9
22	—	72	14	86	6	8	—	72	10	82	9	9
24	—	76	10	86	6	8	—	75	7	82	9	9
26	—	79	7	86	6	8	—	77	5	82	8	10
28	14	67	5	86	6	8	17	61	4	82	8	10
30	24	59	3	86	6	8	32	47	3	82	8	10
32	32	52	2	86	6	8	—	—	—	—	—	—
34	38	46	1	85	7	8	—	—	—	—	—	—
36	44	40	1	85	7	8	—	—	—	—	—	—
38	49	35	—	84	8	8	—	—	—	—	—	—
40	53	31	—	84	8	8	—	—	—	—	—	—

также некоторая зависимость качества стволов от плодородия почвы, которое оказывает влияние и на количество деловых деревьев, и закономерно понижается с ухудшением почвенного плодородия (рис. 52).

В табл. 45 приведены показатели товарности деловых стволов ели и березы в смешанных насаждениях. Они свидетельствуют о следующем:

- с увеличением толщины деревьев от 8 до 16 см быстро возрастает выход деловой древесины и снижается доля дров и отходов;
- максимальный выход деловой древесины из стволов ели составляет 86%, из березы — 82%, причем приходится он на деревья толщиной на высоте груди более 22 см;
- с увеличением толщины деревьев выход дровяной древесины снижается у ели с 43 до 6%, у березы с 57 до 8%;

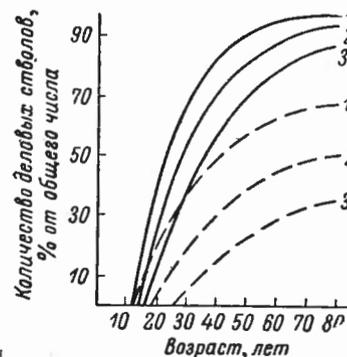


Рис. 51. Динамика числа деловых стволов в елово-березовых насаждениях кислочного (1), черничного (2) и чернично-долгомошного (3) типов.

Сплошная линия — ель, штриховая — береза.

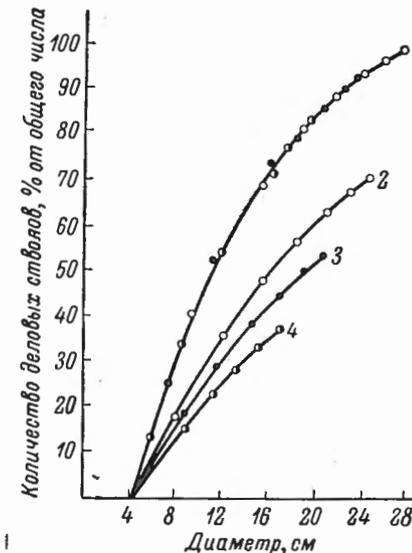


Рис. 52. Число деловых стволов по породам в зависимости от среднего диаметра насаждений.

1 — ель всех типов леса, 2 — береза в ельнике черничном, 3 — береза в ельнике черничном, 4 — береза в ельнике чернично-долгомошном.

г) отходы, включающие вершину и кору, составляют около 10% с колебаниями по ступеням толщины от 8 до 15%.

Динамика товарности насаждений. На основе полученных показателей динамики общего количества деревьев, количества и товарности деловых стволов нами вычислены запасы деловой, дровяной древесины и отходов по породам для каждой пробной площади. Эти данные затем были выравнены и выражены в абсолютных и относительных числах (рис. 53, 54). Ель, формирующаяся из подроста, обладает весьма высокой товарностью, характеризующейся выходом деловой древесины в возрасте старше 60 лет в пределах 80—85%. Основной рост количества деловой древесины приходится на 15—40-летний период после рубки леса, когда выход ее повышается от 0 до 65—75%. Начало преобладания средней и крупной деловой древесины над мелкой устанавливается примерно в 40-летнем возрасте. По типам леса выход товарной древесины ели характеризуется довольно близкими показателями.

В отношении березы отмечается иное соотношение отдельных категорий древесины в общем запасе. Так, количество деловой древесины в насаждениях 70—80-летнего возраста составляет не более 63%, причем

с понижением почвенного плодородия оно закономерно уменьшается. Выход деловой древесины у березы, произрастающей совместно с елью, по сравнению с «нормальными» березняками оказывается на 20% ниже.

В заключение рассмотрим динамику запаса и прироста деловой древесины в абсолютных показателях. Как видно из табл. 46, количество де-

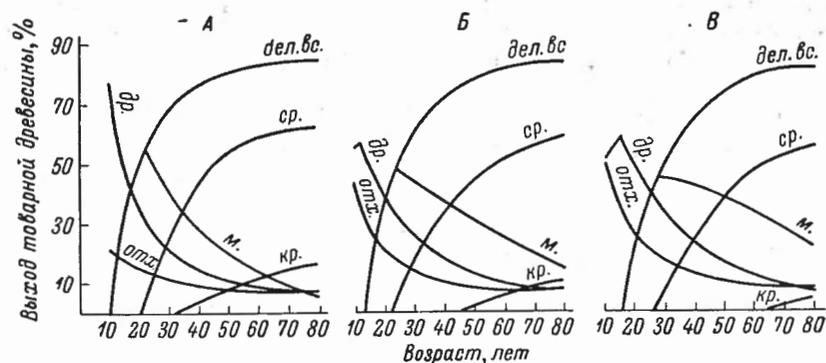


Рис. 53. Выход товарной древесины ели в елово-березовых насаждениях кисличного (А), черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

дел. вс. — деловая всего, м. — мелкая, ср. — средняя, кр. — крупная, др. — дровяная, отх. — отходы.

ловой древесины с увеличением возраста насаждений растет довольно быстро, однако разными темпами в различных типах леса. За 80-летний срок в ельнике кисличном на 1 га формируется 347 м³ деловой древесины,

ТАБЛИЦА 46

Запас (числитель) и прирост (знаменатель) деловой древесины в елово-березовых насаждениях, м³/га

Возраст, лет	Ельник кисличный				Ельник черничный				Ельник чернично-долгомошный			
	ель	береза	всего	в том числе средняя и крупная древесина	ель	береза	всего	в том числе средняя и крупная древесина	ель	береза	всего	в том числе средняя и крупная древесина
40	142 3.5	20 0.5	162 4.0	97 2.4	96 2.4	12 0.3	108 2.7	47 1.2	57 1.4	6 0.2	63 1.6	20 0.5
50	205 4.1	25 0.5	230 4.6	170 3.4	146 2.9	17 0.3	163 3.2	94 1.8	96 1.9	9 0.2	105 2.1	49 1.0
60	258 4.3	25 0.4	283 4.7	236 3.9	192 3.2	18 0.3	210 3.5	145 2.4	136 2.2	10 0.2	146 2.4	84 1.4
70	300 4.3	21 0.3	321 4.6	288 4.1	231 3.3	16 0.2	247 3.5	192 2.7	170 2.4	10 0.1	180 2.5	119 1.7
80	332 4.1	15 0.2	347 4.3	321 4.0	261 3.2	13 0.2	274 3.4	226 2.8	197 2.5	10 0.1	207 2.6	150 1.9

в том числе 332 м³ еловой, в ельнике черничном соответственно 274 и 261 м³ и в ельнике чернично-долгомошном — 207 и 197 м³.

Наибольшая величина среднего прироста всей деловой древесины в указанных типах леса приходится на 60-, 70- и 80-летний возраст. Этим возрастам соответствует и высший показатель среднего прироста деловой древесины ели. Максимум прироста средней и крупной деловой древесины наступает на 10 лет позднее максимума прироста всей деловой и приходится в ельнике кисличном на 70 лет, в ельнике черничном на 80 лет и в ельнике

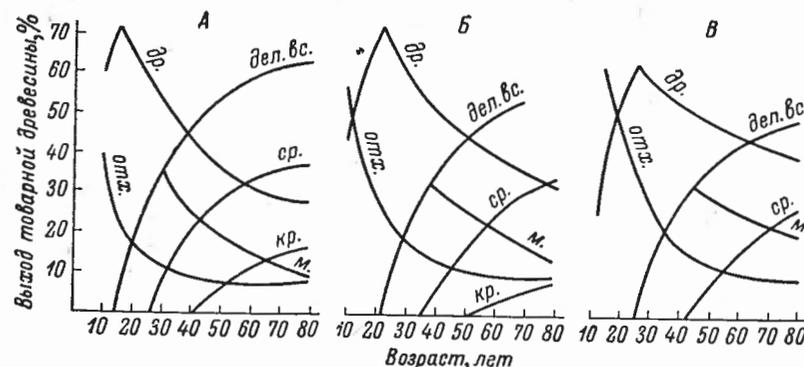


Рис. 54. Выход товарной древесины березы в елово-березовых насаждениях кисличного (А), черничного (Б) и чернично-долгомошного (В) типов.

Обозначения те же, что на рис. 53.

чернично-долгомошном — на 90 лет. Таким образом, техническая спелость данных насаждений наступает соответственно в 65-, 75- и 85-летнем возрасте, считая с момента освобождения подростка ели от материнского древостоя.

ЭСКИЗЫ ТАБЛИЦ ХОДА РОСТА

Необходимость составления и значение местных (региональных) таблиц хода роста насаждений нами уже отмечались при анализе двухъярусных березняков. В отношении таких таблиц для елово-березовых насаждений, формирующихся при участии ели предварительного возобновления, следует, кроме сказанного, добавить, что они позволяют не только более правильно подходить к вопросам ухода за лесом, но и определить с необходимой полнотой размер лесохозяйственного эффекта мероприятий по сохранению подростка при рубках леса. Между тем оценка указанных мер до сих пор давалась лишь на основе показателей затрат труда и средств на лесовозобновление, и вовсе не учитывался эффект, получаемый при выращивании насаждений до возраста технической спелости.

Исходя из этого и имея рассмотренные выше материалы, мы составили эскизы таблиц хода роста елово-березовых насаждений кисличного, черничного и чернично-долгомошного типов (табл. 47—49). При составлении их использованы материалы 52 пробных площадей. Число деревьев, сумма площадей сечений и запас древесины в них приведены отдельно для господствующей и подчиненной частей древостоя. Это сделано для того, чтобы дать представление о минимально необходимой интенсивности рубок ухода в том или ином возрасте насаждений.

ТАБЛИЦА 47
Ход роста елово-березовых насаждений кисличного типа

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Господствующая часть						Подчиненная часть				Запас всего насаждения, м³						Прирост		
				высота, м	диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	общий	деловая древесина				дрова	отходы	средний, м³	текущий		
													крупная	средняя	мелкая	всего				м³	%	
10	3.7Е4.2Б2.1Ол	Е Б Ол	35	3.6	4.2	1890	2.6	8	680	0.4	1	9	—	—	—	—	7	2	0.9	2.8	27.0	
			10	3.7	2.7	4570	2.8	9	1740	0.2	1	10	—	—	—	6	4	1.0	1.6	14.0		
			10	5.2	4.3	960	1.2	4	720	0.3	1	5	—	—	—	4	1	0.6	0.7	12.0		
20	5.6Е3.0Б1.4Ол	Е Б Ол	45	7.9	9.0	1520	9.7	47	800	1.9	5	52	—	—	26	26	18	8	2.6	5.3	10.0	
			20	8.5	7.6	1040	4.8	24	750	0.5	4	28	—	—	5	5	18	5	1.4	1.6	5.7	
			20	8.5	7.6	470	1.5	10	420	0.4	3	13	—	—	—	10	3	0.5	0.2	1.0		
30	6.9Е2.4Б0.7Ол	Е Б Ол	55	12.4	13.6	1060	15.4	101	750	2.9	13	114	—	30	48	78	23	13	3.8	6.6	5.8	
			30	13.6	11.8	480	5.2	35	380	0.6	5	40	—	—	14	14	21	5	1.3	1.0	2.5	
			30	10.8	9.9	230	1.3	8	230	0.5	4	12	—	—	—	9	3	0.4	-0.3	—		
40	7.8Е1.9Б0.3Ол	Е Б Ол	70	16.4	17.9	820	20.5	165	620	3.5	20	185	7	81	54	142	26	17	4.6	6.9	3.7	
			40	17.2	15.7	250	4.9	37	200	0.7	6	43	—	9	11	20	19	4	1.1	0.4	0.9	
			40	12.5	11.3	90	0.6	5	80	0.2	3	8	—	—	—	6	2	0.2	-0.4	—		
50	8.4Е1.6Б	Е Б	80	19.7	21.5	680	24.5	227	480	3.9	26	253	20	134	51	205	27	21	5.1	6.4	2.5	
			50	19.8	18.8	150	4.5	37	160	0.8	9	46	3	13	9	25	17	4	0.9	-0.1	—	
60	8.8Е1.2Б	Е Б	90	22.1	24.1	610	27.5	281	350	4.0	30	311	37	180	41	258	28	25	5.2	5.3	1.7	
			60	21.6	21.2	95	3.5	33	100	0.7	9	42	5	14	6	25	13	4	0.7	-0.7	—	
70	9.1Е0.9Б	Е Б	100	23.8	26.0	565	29.7	327	260	4.1	30	357	53	218	29	300	29	28	5.1	4.1	1.2	
			70	23.0	23.0	65	2.9	27	50	0.5	7	34	5	12	4	21	10	3	0.5	-0.9	—	
80	9.4Е0.6Б	Е Б	110	24.9	27.4	540	31.5	364	190	3.9	29	393	68	244	20	332	30	31	4.9	3.2	0.8	
			80	24.0	24.5	45	2.4	20	25	0.3	4	24	4	9	2	15	7	2	0.3	-1.0	—	

ТАБЛИЦА 48
Ход роста елово-березовых насаждений черничного типа

Возраст насаждения, лет	Состав	Порода	Возраст, лет	Господствующая часть						Подчиненная часть				Запас всего насаждения, м³						Прирост		
				высота, м	диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	запас, м³	общий	деловая древесина				дрова	отходы	средний, м³	текущий		
													крупная	средняя	мелкая	всего				м³	%	
10	4.4Е5.6Б	Е Б	35	2.9	3.2	2240	1.8	7	380	—	—	7	—	—	—	—	4	3	0.7	1.8	22.0	
			10	2.7	1.9	8800	2.2	8	2990	—	1	9	—	—	—	—	4	5	0.9	1.3	13.0	
20	6.1Е3.9Б	Е Б	45	6.1	7.0	1840	7.1	30	590	1.1	4	34	—	—	13	13	14	7	1.7	3.6	10.0	
			20	6.0	4.6	2300	4.5	19	1680	0.6	3	22	—	—	—	—	15	7	1.1	1.2	6.0	
30	7.1Е2.9Б	Е Б	55	9.9	11.2	1250	12.2	70	730	2.1	9	79	—	14	34	48	21	10	2.6	4.9	6.1	
			30	9.7	8.5	950	5.3	26	860	0.7	5	31	—	—	6	6	19	6	1.0	0.9	3.0	
40	7.8Е2.2Б	Е Б	70	13.5	14.9	950	16.6	118	720	2.7	15	133	—	45	51	96	23	14	3.3	5.4	4.0	
			40	13.2	11.8	470	5.2	30	450	0.8	7	37	—	2	10	12	20	5	0.9	0.4	1.0	
50	8.3Е1.7Б	Е Б	80	16.5	17.9	800	20.2	167	600	3.2	20	187	4	84	58	146	24	17	3.7	5.3	2.8	
			50	16.0	14.7	250	4.3	31	270	0.9	8	39	—	6	11	17	18	4	0.8	-0.1	—	
60	8.7Е1.3Б	Е Б	90	18.8	20.4	700	23.0	213	460	3.5	24	237	12	123	57	192	24	21	3.9	4.6	1.9	
			60	18.0	17.2	145	3.4	29	150	0.8	7	36	1	9	8	18	14	4	0.6	-0.3	—	
70	9.0Е1.0Б	Е Б	100	20.4	22.3	640	25.1	252	330	3.6	27	279	22	159	50	231	24	24	4.0	3.8	1.4	
			70	19.5	19.1	100	2.8	24	180	0.6	6	30	2	9	5	16	11	3	0.4	-0.7	—	
80	9.3Е0.7Б	Е Б	110	21.5	23.7	610	26.7	285	250	3.5	27	312	31	185	45	261	24	27	3.9	2.8	0.9	
			80	20.6	20.7	70	2.3	18	55	0.5	5	23	2	8	3	13	7	3	0.3	-0.9	—	
90	9.5Е0.5Б	Е Б	120	22.2	24.7	580	27.8	310	190	3.3	25	335	40	204	37	281	24	30	3.7	1.9	0.6	
			90	21.2	21.8	55	2.0	12	30	0.4	4	16	1	6	2	9	5	2	0.2	-1.0	—	

Использование елового яруса березняков для восстановления еловых насаждений

Выше показано, что в березняках, сменяющих еловые леса при сплошных концентрированных рубках, имеется в значительном количестве ель, которая из-за недостатка света формирует второй ярус. Этот ярус является важным, а в ряде условий и единственным естественным источником восстановления ели на занимаемой ею ранее площади. В настоящее время в связи с широким распространением смены пород в еловых лесах вопрос об использовании елового яруса в лесоводственных целях приобретает весьма актуальное значение.

В обширной практике рубок ухода и рубок главного пользования известны примеры успешного формирования ельников из второго яруса. В числе их можно назвать сохранившиеся поныне отдельные участки такого леса в Лисинском лесничестве Ленинградской области и в Оленинском лесничестве Калининской области (Тихонов, 1967), образовавшиеся в результате рубок по методу Д. М. Кравчинского (1904). В Ивановской области ельники такого происхождения отмечены Н. В. Огородовым (1950) на площади около 2 тыс. га. Аналогичные древостои имеются и в лесах Карельской АССР, например на территории Нелгомозерского и Деревянского лесничеств.

Однако рубки в лиственных насаждениях, направленные на восстановление ели, по ряду причин не имели до сих пор достаточно широкого применения в лесном хозяйстве. Вследствие этого остаются слабо разработанными и методы по восстановлению ели с использованием елового яруса.

В числе методов ухода за елью двухъярусных лиственных насаждений, разработанных в прошлом и заслуживающих внимания, следует указать на метод Д. М. Кравчинского, широко известный в лесоводстве под названием «проходных», или «осветительных», рубок. Этот метод рекомендован автором для применения в 40—50-летних лиственно-еловых насаждениях и рассчитан на постепенное осветление ели при одновременном использовании древесины лиственных пород. Проводить уход предлагалось в два-три приема с интервалами по 10—20 лет и выбирать за каждый прием 30—40% запаса. В Лисинском лесничестве, где применен данный метод, установлены его лесоводственно-экономическая эффективность и надежность результатов (Байтин, 1930; Тихонов, 1967, и др.).

В последние годы разработкой указанных методов рубок по восстановлению ели занимаются многие научные учреждения и отдельные специалисты (Беляев, 1960; Алексеев, 1962; Шишков, 1962; Гурвич, Румянцев, 1964; Декатов, Гурвич, 1964; Чертовской и др., 1967; Тихонов, 1967, и др.). Результаты исследований показывают, что восстановление ели путем рубки лиственного яруса возможно в более широком возрастном пределе насаждений, чем показано Д. М. Кравчинским. Положительный эффект получен, в частности, в насаждениях от 18—20 лет (Георгиевский и др., 1962; Савин и др., 1962; Чибисов, 1963, 1965; Казимиров, 1964; Сбоева, 1964; Ушатин, 1964) до 70—80 лет (П. В. Алексеев, 1967; Чертовской и др., 1967). Наряду с этим выявляется определенная связь между реак-

цией ели на ее осветление и географическим положением местопроизрастания насаждений. Это указывает на целесообразность разработки региональных методов восстановления ели.

С целью выяснения возможности использования елового яруса в лесоводственных целях в условиях Карельской АССР нами в 1957—1965 гг. заложена серия специальных опытов в двухъярусных березняках 10—85-летнего возраста. На опытных участках проведены равномерное разреживание лиственного яруса интенсивностью 25, 50 и 75%, коридорные рубки с разным направлением коридоров и сплошная рубка лиственных деревьев (реконструкция насаждений). В последующие годы периодически измеряли прирост и освещенность крон ели, осадки, температуру, влажность воздуха.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛИ В МОЛОДНЯКАХ

Опыты по уходу за елью в раннем периоде ее жизни проведены на двух участках березняков в возрасте 10 и 18 лет, возникших на сплошных концентрированных вырубках ельника черничного. Перед рубками ухода в 10-летнем березняке на 1 га имелось в среднем 32 тыс. лиственных деревьев высотой 1.8—2.3 м и 0.8 тыс. деревьев ели высотой 0.4—0.6 м. Запас лиственных пород равнялся 14 м³ на 1 га, ели — 0.2 м³. Опытный участок состоит из 6 секций по 0.3 га (табл. 51).

ТАБЛИЦА 51

Характеристика секций в опытах по уходу за елью в 10-летнем березняке

Способ рубок ухода	Интенсивность рубки лиственного яруса, %	До рубки				После рубки	
		состав по ярусам	высота, м	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³
Равномерное разреживание	50	I. 8Б10с1С	2.2	28.2	15	14.1	7
	75	II. 10Е I. 10Б+Ос, С	0.4 2.3	1.2 27.9	0.2 14	1.2 7.0	0.2 4
Реконструкция	100	II. 10Е	0.6	0.7	0.2	0.7	0.2
		I. 9Б1С II. 10Е	2.1 0.4	35.6 0.6	13 0.1	— 0.6	— 0.1
Коридорная рубка СЮ:	100	коридоры 3 м	2.2	29.1	15	14.5	7
		кулисы 3 м	0	0.7	0.2	0.7	0.2
Коридорная рубка ВЗ:	100	коридоры 3 м	1.8	38.2	10	19.1	5
		кулисы 3 м	0	0.4	0.8	0.2	0.8
Молодняк без ухода (контроль)	—	I. 10Б+С	2.2	33.1	14	33.1	14
		II. 10Е	0.5	1.0	0.2	1.0	0.2

Состав 18-летнего березняка до проведения рубок ухода характеризовался формулой 9Б10с+Ол, Е. На 1 га имелось в среднем 25 тыс. лиственных деревьев высотой 3.8—4.8 м и 7 тыс. ели высотой 0.8—1.2 м. Запас древесины составлял в среднем 32 м³ на 1 га, в том числе 30 м³ лиственной. В опытный участок входит 7 секций по 0.25 га (табл. 52).

Световой режим. Известно, что из всех экологических факторов свет для растений является наиболее важным. Вместе с тем, как справедливо указывал Л. А. Иванов (1946), «свет является единственным фактором, который может быть непосредственно изменен при помощи рубок ухода, а с ним может быть изменен и ряд условий роста деревьев — влажность,

ТАБЛИЦА 52

Характеристика секций в опытах по уходу за елью в 18-летнем березняке

Способ рубок ухода	Интенсивность рубки лиственного яруса, %	До рубки				После рубки	
		состав по ярусам	высота, м	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³
Равномерное разреживание	25	I. 9Б10С	4.4	29.1	35	16.6	24
		II. 10Е	1.1	4.4	1.0	4.5	1.0
	50	I. 9Б10С	4.8	21.2	36	12.1	15
Реконструкция		II. 10Е	1.1	7.5	1.7	7.5	1.7
	75	I. 9Б10С	4.5	24.8	29	7.3	7
		II. 10Е	1.2	7.2	1.9	7.2	1.9
Коридорная рубка СЮ:	100	I. 9Б10С	4.1	23.6	25	—	—
		II. 10Е	0.8	38.3	5.4	6.9	1.2
Коридорная рубка ВЗ:	100	I. 10Б	4.7	23.4	34	14.6	21
		II. 10Е	1.0	5.4	1.3	5.4	1.3
Коридорная рубка ВЗ:	100	I. 10Б	4.7	23.4	34	14.6	21
		II. 10Е	1.0	5.4	1.3	5.4	1.3
Молодняк без ухода (контроль)	—	I. 10Б+0С	4.2	22.1	26	22.1	26
		II. 10Е	1.2	16.0	3.1	8.4	1.6

тепло, химизм и микробиология почвы». Поэтому при постановке опытов по рубкам ухода нами проведен детальный анализ светового режима ели.

Наблюдения за освещенностью проведены в 18-летнем березняке. Световой режим изучали с помощью люксметров ОЛ-3 в 1-й, 2-й, 3-й и 5-й годы после рубок ухода в начале, середине и конце лета в 35—42 постоянных пунктах, равномерно размещенных по площади. Световой поток регистрировали у поверхности почвы, на высоте 0.5, 1.0 и 1.5 м. В течение дня освещенность измеряли в 7, 10, 13, 16 и 19 час. Параллельно с наблюдениями в опытном молодняке проводили измерения света на открытом месте.

Как видно из табл. 53, освещенность на непрореженной секции в целом за вегетационный период довольно незначительная, но она неодинакова

ТАБЛИЦА 53

Средняя освещенность (%) в 18-летнем березняке на высоте 1—1.5 м от поверхности почвы (у вершин ели) на секциях равномерного разреживания (при безоблачном небе)

Секции	27 V—3 VI		12—17 VI		2—12 VII		8—15 VIII	
	от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля
	Молодняк без ухода (контроль)	38	100	20	100	12	100	11
Выборка, %:								
25	45	117	30	153	22	185	20	192
50	51	138	40	200	32	268	30	281
75	65	176	59	268	55	454	52	488

в разные сроки вегетации. В конце мая—начале июня, когда у березы полностью развиты только первые листья, среднесуточная освещенность на высоте крон елового подроста (1—1.5 м от поверхности почвы) составляет 38% от освещенности открытого места. В дальнейшем с наступлением теплой погоды и увеличением листовой массы у березы освещенность в молодняке сильно понижается. К середине июня она становится около 20%, а в период с июля до листопада — 11—12% от освещенности открытого места.

Равномерное разреживание березы способствует значительному повышению освещенности внутри древостоя. В июле и в начале августа при выборке 25% деревьев среднесуточная освещенность возрастает в 1.8—1.9 раза, при выборке 50% деревьев — в 2.7—2.8 раза и при выборке 75% деревьев — в 4.5—4.9 раза. По отношению к открытому месту освещенность на этих секциях составляет соответственно 21, 32 и 53%. Эти данные показывают, что между интенсивностью выборки деревьев и силой светового потока, проходящего сквозь полог леса, существует почти прямая связь (рис. 55). Аналогичная зависимость наблюдалась Е. Н. Савиным (1962) при прореживании 40-летних березово-еловых насаждений в Вологодской области, и она, по-видимому, является закономерной.

Освещенность в равномерно разреженных березняках сравнительно быстро понижается в последующие годы (табл. 54). На второй год после рубок ухода она уменьшается в 1.2—1.3 раза, а спустя 3 года — в 1.6—1.9 раза. Полог березы на секции с выборкой 25% деревьев через 3 года пропускает 13%, на секции с выборкой 50% — 18% и на секции 75% —

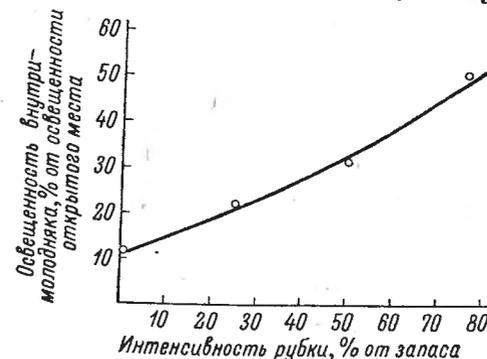


Рис. 55. Зависимость освещенности в березняках от степени разреженности древостоя.

ТАБЛИЦА 54

Освещенность (%) в 18-летнем березняке на высоте 1—1.5 м в последующие после рубок ухода годы

Секции	Через 2 года		Через 3 года		Через 5 лет	
	от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля
Выборка, %:						
25	14	154	13	109	11	102
50	20	223	18	147	12	104
75	41	407	38	313	24	198

38% солнечного света. В связи с ростом деревьев, прежде всего из-за увеличения размера их крон, освещенность в разреженных древостоях уменьшается и в дальнейшем. Через 5 лет после рубок ухода на секциях с выборкой 25 и 50% деревьев свет проходит почти в таком же количестве, как и в молодняке без ухода, а на секции с выборкой 75% деревьев — в 2.5 раза меньше, чем в первый год после рубки.

Рубки ухода коридорным способом изменяют световой режим несколько иначе (табл. 55). Несмотря на сравнительно небольшую среднюю интенсивность рубки (37—40%) освещенность повышается во всем молодняке в среднем в 3.8—4.4 раза, а только в коридорах — в 5.6—6.5 раза. К вершинам ели проходит соответственно 43—47% и 63—65% солнечного света.

ТАБЛИЦА 55

Средняя освещенность (%) в 18-летнем березняке на высоте 1—1.5 м при коридорных рубках ухода (в первый год)

Секции	Интенсивность рубки лиственного яруса, %	27 V—3 VI		27 VI—12 VII	
		от открытого места	от контроля	от открытого места	от контроля
Коридорная рубка СЮ:					
коридор 4 м	100	67	174	63	565
кулиса 6 м	0	50	130	29	262
весь молодняк	40	57	148	43	383
Коридорная рубка ВЗ:					
коридор 3 м	100	68	178	65	646
кулиса 5 м	0	55	146	36	319
весь молодняк	37.5	60	156	47	441

Освещенность при коридорных рубках значительно меньше колеблется в течение вегетационного периода. Если при равномерном разреживании с выборкой 50% деревьев она убывает с весны к середине лета на 19% (с 51 до 32%), то при коридорных рубках — только на 13—14% (с 57—60% до 43—47% от открытого места). Особенно малы колебания средней освещенности в самих коридорах, где за указанный период она снижается всего на 3—4% (с 67—68% до 63—65%).

В лиственных молодняках при коридорных рубках ухода отмечается своеобразное изменение световых условий в течение дня (табл. 56). В коридорах широтного направления сила света в утренние и вечерние часы в 9—10 раз, а в полуденное время — в 3 раза больше, чем на непрореженной секции. При меридиальном же направлении коридоров освещенность в них в утренние часы в 4—5 раз, а в полдень — в 6—7 раз больше, чем на контроле.

ТАБЛИЦА 56

Ход дневной освещенности в 18-летнем березняке на высоте 1—1.5 м при коридорных рубках ухода 27 VI—12 VII (при безоблачном небе)

Секции	7 час.		10 час.		13 час.		16 час.		19 час.	
	тмс. лк	% от контроля								
Коридорная рубка СЮ:										
коридор 4 м	5.8	492	24.5	442	64.0	662	28.4	670	5.7	559
кулиса 6 м	4.5	386	11.1	202	17.2	178	11.1	262	4.1	281
весь молодняк	5.1	429	16.5	297	36.9	371	18.0	425	4.9	392
Коридорная рубка ВЗ:										
коридор 3 м	12.2	1035	23.5	423	28.1	290	21.1	497	10.6	984
кулиса 5 м	3.1	268	21.0	379	26.8	273	18.2	430	2.6	239
весь молодняк	6.5	555	21.9	396	27.2	283	19.3	453	5.6	518

В целом следует сказать, что коридорные рубки ухода в лиственно-еловых молодняках создают благоприятный световой режим для ели в течение большей части дня. В коридорах шириной 4 м при направлении с севера на юг достаточно высокая интенсивность света (более 17—20 тыс. лк в безоблачные дни) обеспечивается в первый год в середине лета в течение 8—9 час., а в коридорах с направлением восток—запад — в течение 10—11 час.

В последующие годы интенсивность света в коридорах и кулисах на высоте вершин ели изменяется очень мало.

Таким образом, коридорные рубки в березняках в большей мере, чем равномерное разреживание, отвечают задаче обеспечения благоприятных световых условий для ели.

Осадки. Карельская АССР по климатическим условиям относится к районам достаточного увлажнения. В южной ее части, как указывалось выше, ежегодно выпадает в среднем 560 мм атмосферных осадков. Однако и здесь отмечаются случаи кратковременного завядания растений, что указывает на периодическое пересыхание почвы. Поэтому при изучении рубок ухода за лесом важно знать, в какой мере данное лесохозяйственное мероприятие оказывает влияние на поступление осадков в почву. В 1960 г. нами проведены такие наблюдения в том же 18-летнем березняке.

Как видно из табл. 57, количество проходящих через полог леса осадков на разных секциях рубок ухода неодинаково и имеет тесную связь с интенсивностью рубки. Наибольшее количество их приходится на секции равномерного разреживания с выборкой 50 и 75% деревьев, на коридоры и на секцию со сплошным удалением березы. Здесь за период с июня по август их оказалось на 18—22% больше, чем в неразрезанном молодняке. На секции с равномерной выборкой 25% лиственных деревьев под полог леса проникает около 105% осадков по отношению к количеству их на контроле.

ТАБЛИЦА 57

Количество осадков, прошедших через полог леса, в 18-летнем березняке

Секции	Осадки, мм			
	VI	VII	VIII	всего за 3 месяца
Выборка, %:				
25	62	52	28	142
50	65	59	36	160
75	66	61	37	164
Реконструкция	70	78	36	164
Коридорная рубка:				
коридор 4 м	71	55	39	165
кулиса 10 м	54	50	29	133
Молодняк без ухода (контроль)	56	53	26	135

Таким образом, рубки ухода, особенно высокой интенсивности, заметно способствуют приходу влаги в почву в летний период.

Температура и влажность воздуха. На тех же опытных объектах в 1960 г. проведены наблюдения за температурой и влажностью приземного слоя воздуха. Результаты исследований показывают, что максимальная температура за май—август на секции с выборкой 50% деревьев выше на 2.1°, на секции с выборкой 100% деревьев — на 2.2° и в коридорах шириной 4 м — на 2.5°, чем в молодняке без ухода. В условиях Карелии при преобладании летом прохладной погоды такое повышение тем-

температуры воздуха имеет довольно существенное значение. Минимальная температура при рубках ухода изменяется незначительно.

Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках оказывают небольшое влияние на относительную влажность воздуха. При полном удалении березы влажность воздуха понижается в среднем на 3%, а при частичном разреживании ее и в коридорах — на 1—2% по сравнению с влажностью в молодняке без ухода. При этом дневной ход ее на всех секциях опыта повторяет обычное изменение влажности на открытом месте.

Учитывая довольно высокую относительную влажность воздуха в Карелии в течение большей части вегетационного периода (60—85%), можно считать такое изменение ее рубками ухода несущественным для роста ели.

Рост ели. Влияние рубок ухода на рост ели в молодом возрасте наглядно отражают показатели прироста деревьев по высоте (табл. 58). В 10-летних березняках рост ели на всех секциях с уходом характеризуется более высокими темпами, чем в молодняке без ухода. При этом положительное влияние разреживания лиственного яруса на рост ели сказывается тем больше, чем интенсивнее проведена рубка. Правда, в первый год после рубок ухода прирост ели в коридорах и на секции сплошного удаления березы характеризуется небольшими величинами, но это свидетельствует лишь о неспособности хвои быстро перестроиться в соответствии с резким повышением силы света (Иванов, 1946).

ТАБЛИЦА 58

Прирост ели в 10-летнем березняке в связи с рубками ухода

Секции	Длина верхушечного побега, см							за 6 лет
	до ухода (среднее за 3 года)	после рубок ухода через (лет)						
		1	2	3	4	5	6	
Без ухода	8	10	12	11	10	11	13	67
Выборка, %:								
50	8	10	14	14	13	16	19	86
75	8	10	14	15	16	20	23	98
Реконструкция	7	8	14	15	15	23	28	103
Коридорная рубка:								
коридоры СЮ	8	9	15	14	17	25	28	100
коридоры ВЗ	9	10	15	16	17	22	25	106

Зависимость роста ели от степени разреживания березы, точнее от освещенности, особенно хорошо видна на пятый и шестой год после рубки, когда у деревьев полностью обновляется хвоя. Прирост деревьев на полном солнечном свете (при сплошной рубке березы) в это время стал больше в 2,2 раза, при равномерном разреживании с выборкой 75% запаса — в 1,8 и при выборке 50% — в 1,5 раза, чем под пологом сомкнутого березняка. В итоге за 6 лет прирост ели в коридорах и на секции сплошного удаления березы оказался больше на 49—58%, а на секции с выборкой 50% деревьев — на 28%.

Таким образом, приведенные цифры говорят о том, что ель смолоду нуждается не только в защитном действии лиственного полога леса, как об этом широко известно в лесоводстве, но одновременно и в более сильном освещении.

Результаты влияния рубок ухода на рост ели в березняках 18-летнего возраста (табл. 59) позволяют отметить большое совпадение их с теми,

которые уже показаны на примере 10-летних березняков. В связи с этим следует остановиться только на тех особенностях, которые отражают дальнейшие (после 6 лет с момента проведения ухода) состояние и рост ели, а также на характере ее роста при выборке 25% запаса.

ТАБЛИЦА 59

Прирост ели в 18-летнем березняке в связи с рубками ухода

Секции	Длина верхушечного побега, см										
	до ухода (среднее за 3 года)	после рубок ухода через (лет)									за 9 лет
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Без ухода	11	12	8	14	12	18	16	15	15	17	127
Выборка, %:											
25	12	13	10	19	18	24	20	18	18	18	158
50	11	11	10	20	20	30	28	22	20	21	182
75	11	10	9	20	21	34	34	32	33	34	227
Реконструкция	12	10	9	21	24	40	40	39	39	42	264
Коридорная рубка:											
коридоры СЮ	12	10	9	20	21	33	32	29	31	36	221
коридоры ВЗ	11	13	10	21	23	36	37	35	32	35	242

Приведенные в табл. 59 показатели прироста говорят о том, что рубки ухода интенсивностью 25% оказывают положительное влияние на рост ели второго яруса в течение 7—8 лет. В первые 3—4 года отмечается постепенное увеличение прироста примерно до 140% по сравнению с контрольной секцией, а начиная с пятого года — постепенное снижение. На восьмом году прирост ели на этой секции становится равным приросту в молодняке без ухода.

При вырубке 50% лиственных деревьев прирост ели начиная с шестого года после ухода тоже постепенно уменьшается, однако остается более высоким (около 120%) по сравнению с контролем даже через 9 лет. В период интенсивного роста текущий прирост деревьев по высоте достигает на этой секции 165—170% по отношению к контролю. Судя по изменению прироста, можно ожидать, что влияние рубок ухода указанной интенсивности закончится через 11—12 лет после их проведения.

Равномерное разреживание лиственного яруса с выборкой 75% деревьев сопровождается усилением роста ели в течение 8 лет. К этому времени прирост ее на данной секции достигает 215—220% по отношению к приросту в молодняке без ухода. Если допустить, что рост ели в последующем периоде будет замедляться такими же темпами, как повышался до максимального значения, что вполне вероятно, то общий срок повышения роста ели составит в этом случае 15—16 лет.

Рост ели на секциях коридорных рубок при ширине коридоров 3—4 м характеризуется примерно такими же особенностями, какие отмечены в условиях равномерно разреженных насаждений с выборкой 75% запаса.

При полном удалении лиственного яруса (реконструкции насаждений) рост ели отличается наиболее высокими темпами. На шестой год прирост деревьев по высоте достигает в среднем 40 см (у отдельных экземпляров до 70 см), или 250% к приросту ели под пологом сомкнутого березняка. Данная величина прироста у полностью освещенной ели сохраняется в течение всех последующих трех лет, и она по-видимому, не изменится еще многие годы.

Таким образом, прирост ели при рубках ухода в березовых молодняках находится в прямой зависимости от степени разреживания листовного яруса. Приведенные показатели свидетельствуют о невозможности восстановления ели путем однократного равномерного разреживания листовного яруса. Даже при интенсивности рубки, равной 75%, повторный уход необходим уже через 8—10 лет, а при 50% — через 5—6 лет. Поэтому во избежание повторных затрат труда и средств на восстановление ели целесообразно проводить реконструкцию насаждений, т. е. сплошное удаление листовного яруса.

Проведенные ранее исследования (Коссович, 1967) показали, что прирост ели в средневозрастных елово-лиственных насаждениях тесно связан с интенсивностью фотосинтеза и массой хвои, которые в свою очередь определяются, как отмечалось выше, характером освещения кроны деревьев. Поэтому было интересно проследить одновременно с приростом молодняка ели также изменение массы и продуктивности хвои.

ТАБЛИЦА 60

Прирост древесины, масса и продуктивность хвои подроста ели в связи с рубками ухода в 18-летнем березняке

Год наблюдений	Интенсивность рубки листовного яруса, %	Характеристика подроста ели				Освещенность кроны подроста ели, %
		высота, м	годовой прирост древесины, г сухого вещества	вес сухой хвои, г	продуктивность 1 кг хвои, г сухой древесины в год	
Год проведения рубок ухода	0 (контроль)	1.1	33	158	209	13
	50	1.1	34	156	218	31
	75	1.1	37	173	214	68
Через 5 лет после рубок ухода	100	1.1	31	150	207	100
	0 (контроль)	1.7	49	226	217	14
	50	1.9	98	334	294	18
Через 9 лет после рубок ухода	75	2.3	152	422	360	46
	100	2.2	177	401	442	100
	0 (контроль)	2.5	67	306	219	12
Через 9 лет после рубок ухода	50	3.0	105	447	235	13
	75	3.4	306	873	351	24
	100	3.8	452	1049	431	100

Полученные данные (табл. 60) указывают на очень тесную зависимость прироста массы хвои ели от степени разреживания листовного яруса. За 5 лет после рубок ухода она у подроста ели на секции с выборкой 50% березы увеличилась на 178 г, на секции с выборкой 75% — на 249 г и при полном удалении березы — на 251 г. По сравнению с контролем, где масса хвои у ели за тот же срок увеличилась на 68 г, прирост ее на указанных секциях повысился соответственно на 262, 366 и 369%.

Прирост хвои у ели на секциях с выборкой 75 и 100% березы еще более значителен за 9-летний срок с момента рубок ухода. На этих секциях он составляет в среднем соответственно 473 и 607% по отношению к контролю. При выборке 50% березы прирост хвои ели составил за 9 лет 202% к контролю, т. е. несколько меньше, чем за первые 5 лет. В этом сказались постепенное снижение освещенности ели (с 31 до 13%), обусловленное повышением сомкнутости полога березняка в связи с ростом деревьев.

Исследования показывают также, что увеличение освещенности в березняках при их разреживании сказывается на продуктивности хвои. Так, если при освещенности 12—14% от открытого места на 1 кг хвои приходится 209—219 г прироста ствольной древесины в сухом виде (конт-

роль), то при полном солнечном свете — уже 431—442 г, или в 2 раза больше. Несомненно, что повышение освещенности хвои ели положительно отражается на ее фотосинтетической деятельности, в зависимости от которой находится и прирост древесины, и прирост массы хвои.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛИ В СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

При выяснении возможности и эффективности восстановления еловых насаждений за счет второго яруса средневозрастных насаждений нами проведен анализ роста ели при рубках ухода в двухъярусных березняках в возрасте 26 и 36 лет.

В 26-летнем насаждении до проведения рубок ухода имелось на 1 га 12.5 тыс. листовных деревьев высотой в среднем 7.3 м и 3.8 тыс. ели высотой 2.1 м. Запас листовного яруса равнялся 60 м³, ели — 2.5 м³ на 1 га. Опытный участок состоит из 6 секций по 0.1 га, характеристика которых приведена в табл. 61.

ТАБЛИЦА 61

Характеристика секций в опытах по уходу за елью в 26-летнем березняке

Способ рубок ухода	Интенсивность рубки листовного яруса, %	До рубки				После рубки	
		состав по ярусам	высота, м	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³
Равномерное разреживание	25	I. 10Б	7.4	13.0	62	9.8	46
		II. 10Е	2.2	3.0	2	3.0	2
Реконструкция	50	I. 8Б2Ос	7.2	13.3	65	7.0	33
		II. 10Е	2.3	3.3	2	3.3	2
Коридорная рубка	100	I. 10Б+Ос	7.0	10.6	52	—	—
		II. 10Е	2.4	2.1	2	2.1	2
Коридорная рубка СЮ:	100	I. 8Б2Ос	7.0	13.5	61	9.0	41
		кулисы 3 м	0	4.6	3	4.6	3
Коридорная рубка ВЗ:	100	I. 8Б2Ос	7.4	12.2	55	8.1	37
		кулисы 10 м	0	5.3	3	5.3	3
Молодняк без ухода (контроль)	—	I. 9Б1Ос	7.5	12.4	64	12.4	64
		II. 10Е	1.9	4.7	3	4.7	3

В 36-летнем насаждении число листовных деревьев до ухода составляло 4.5 тыс. и ели — 4.1 тыс. на 1 га. Средняя высота ярусов равна соответственно 11.1 и 3.1 м. Состав древостоя следующий: I ярус — 9Б1Ос, II ярус — 10Е, запас по ярусам — 98 и 8 м³ на 1 га. Опытный участок состоит из 6 секций площадью от 0.1 до 0.2 га. Характеристика их приведена в табл. 62.

Результаты учета прироста ели по годам после проведения рубок ухода в средневозрастных березняках показаны в табл. 63 и 64. На основе их можно заключить, что рост ели по высоте в этих насаждениях характеризуется в основном такими же закономерностями, какие отмечены в отношении более молодых насаждений. В первые один-два года после рубок ухода ель растет тем быстрее, чем ниже интенсивность рубки листовного яруса, а в дальнейшем, наоборот, — тем быстрее, чем интенсивнее рубка. За 4 года со времени закладки опытов в 26-летнем насаждении наибольший

ТАБЛИЦА 62

Характеристика секций в опытах по уходу за елью в 36-летнем березняке

Способ рубок ухода	Интенсивность рубки листовного яруса, %	До рубки				После рубки	
		состав по ярусам	высота, м	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³	число деревьев, тыс. шт./га	запас, м ³
Равномерное разреживание	16	I. 10Б+Ос	11.6	4.1	102	3.3	86
	25	II. 10Е	3.3	3.7	8	3.7	8
		I. 9Б10с	10.8	4.7	91	3.5	70
Реконструкция	100	II. 10Е	2.9	4.3	9	4.3	9
		I. 8Б20с	11.4	4.0	97	2.0	49
		II. 10Е	3.3	2.9	6	2.9	6
Коридорная рубка ВЗ:	100	I. 9Б10с	11.2	4.5	101	—	—
		II. 10Е	3.2	4.2	8	4.2	8
коридоры 5 м кулисы 10 м	0	I. 10Б+Ос	11.2	4.2	101	2.8	67
Молодняк без ухода (контроль)	—	II. 10Е	3.0	3.7	8	3.7	8
		I. 8Б20с	10.9	4.3	98	4.3	98
		II. 10Е	3.2	5.8	10	5.8	10

ТАБЛИЦА 63

Прирост ели в 26-летнем березняке в связи с рубками ухода

Секции	Длина верхинного побега, см					за 4 года	
	до ухода (среднее за 3 года)	после ухода через (лет)					
		1	2	3	4		
Без ухода	16	16	15	19	21	71	
Выборка, %:	25	15	16	16	24	27	83
	50	15	16	16	26	32	90
Реконструкция	16	15	18	18	31	42	106
Коридорная рубка:	коридоры СЮ	16	15	17	27	33	92
	коридоры ВЗ	15	16	18	31	36	101

ТАБЛИЦА 64

Прирост ели в 36-летнем березняке в связи с рубками ухода

Секции	Длина верхинного побега, см					за 4 года	
	до ухода (среднее за 3 года)	после ухода через (лет)					
		1	2	3	4		
Без ухода	19	23	25	24	23	95	
Выборка, %:	16	19	25	26	27	22	100
	25	19	26	29	31	27	113
	50	18	27	32	35	33	127
Реконструкция	19	24	34	43	45	146	
Коридоры ВЗ	20	26	33	41	42	142	

прирост ели оказался на секции с полностью удаленным листовным ярусом, т. е. при реконструкции насаждений (149% от контроля). Затем в порядке постепенного уменьшения разницы прироста следуют коридорные рубки при направлении коридоров с востока на запад (142%), коридоры меридиального направления (130%), равномерное разреживание древостоя с выборкой 50% запаса (127%) и, наконец, разреживание с выборкой 25% запаса (117%).

В 36-летнем березняке повышение прироста ели при тех же способах и соответствующей интенсивности рубки имеет такую же тенденцию, но в целом прирост в нем на 5—6% выше, чем в 26-летнем. Следует особо отметить реакцию ели на слабую рубку листовного яруса (16% по запасу), часто применяемую в практике лесного хозяйства Карельской АССР. Из данных табл. 64 видно, что указанная интенсивность рубки фактически ничего не дает в отношении повышения прироста ели. За 4 года прирост ее возрос в среднем на 5%, причем за последний год он стал уже таким, как и в насаждении без ухода. Между тем при этой интенсивности в насаждениях вырубается от 10 до 15 м³ древесины на 1 га, что внешне создает впечатление о существенном вмешательстве в жизнь леса и вызывает неоправданную надежду на значительное повышение прироста ели.

Таким образом, восстановление ели и значительное повышение ее прироста в средневозрастных двухъярусных березняках достигаются, как и в молодняках, путем реконструкции насаждений и коридорными рубками. В отношении последних следует заметить, что они принципиально не отличаются от реконструктивных рубок, а являются лишь частным случаем их.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛИ

В ПРИСПЕВАЮЩИХ И СПЕЛЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

Изучение особенностей роста еловых насаждений, формирующихся из второго яруса приспевающих и спелых насаждений, проведено на примере древостоев, возникших в результате производственных реконструктивных рубок в 46—92-летних березняках. Для этого заложено 8 пробных площадей (табл. 65) в участках леса разной давности рубок (от 10 до 41 года), что позволило характеризовать состояние и рост елового яруса за значительный период на свободе.

ТАБЛИЦА 65

Характеристика еловых насаждений, сформировавшихся из второго яруса березняков после их реконструкции (черничный тип леса)

Период после реконструкции, лет	Еловый ярус в год реконструкции ¹						Ельники в год исследований					Номер пробных площадей
	возраст, лет	состав	высота, м	диаметр, см	число стволов на 1 га	запас на 1 га, м ³	состав	высота, м	диаметр, см	число стволов на 1 га	запас на 1 га, м ³	
10	76	8Е2Б	6.7	7.9	2137	35	8Е2Б	8.6	11.6	2125	79	254
11	92	10Е	14.8	16.0	1025	110	10Е	16.3	18.6	873	164	329
15	59	10Е	8.8	8.9	2370	36	10Е	10.9	13.5	2250	115	335
18	64	7Е3Б	6.2	6.7	1881	20	8Е2Б	10.2	13.2	2259	92	256
22	52	7Е3Б	8.3	8.7	3759	53	8Е2Б	13.4	14.6	3335	206	255
41	46	4Е6Б	5.7	6.8	1027	20	8Е2Б	20.3	23.4	1300	301	252
41	58	5Е5Б	7.8	6.3	2627	38	9Е1Б	19.1	19.2	1874	311	253
41	66	5Е5Б	7.1	7.8	1327	22	9Е1Б	19.6	22.2	1217	277	330

¹ Характеристика яруса в год реконструкции приведена по данным анализа хода роста 30—40 деревьев на каждой пробной площади.

Устойчивость ели. Вопросу устойчивости ели в связи с проведением различных рубок придается большое значение. Это вполне объяснимо, поскольку ели свойственно развивать поверхностную корневую систему и ей часто приходится произрастать в условиях затенения и затишья. В рассматриваемом нами случае, когда ель вынуждена приспосабливаться к резко измененным условиям среды, в особенности света и скорости движения воздуха, данный вопрос приобретает тем более важное значение.

Приведенные в табл. 66 показатели свидетельствуют, что ель второго яруса в возрасте до 90 лет вполне успешно переносит происходящее при удалении лиственного яруса изменение внешней среды. Более 85% деревьев, несмотря на относительно редкое их размещение, способствующее усилению воздействия ветра и прямых солнечных лучей, надежно сохраняет связь с почвой и не усыхает.

ТАБЛИЦА 66

Отпад ели после сплошной рубки лиственного яруса

Возраст насаждений в год реконструкции, лет	Период, прошедший после реконструкции, лет	Общее число оставленной ели, шт./га	Отпад, %		
			ветровал	усохшие деревья	всего
59	15	2370	—	5.1	5.1
76	10	2006	0.1	4.2	4.3
92	11	1025	0.3	14.5	14.8

Высокая жизнеспособность ели, выставленной на сильный свет из-под лиственного яруса, характерна не только для условий Карелии. Ее отмечали в Ленинградской (Декатов, 1961) и Московской (Георгиевский и др., 1962) областях и даже в Марийской АССР (П. В. Алексеев, 1967). Об этом же свидетельствуют результаты исследований С. А. Дыренкова (1966) и А. Д. Волкова (1967), изучавших устойчивость тонкомера ели на сплошных концентрированных вырубках.

Таким образом, эти данные не подтверждают распространенное мнение о слабой способности ели переносить действие прямых солнечных лучей. Правда, большинство угнетенных деревьев первые 2—3 года болезненно реагирует на изменение окружающей среды, но после замены теневой хвои на световую полностью восстанавливает свою жизнедеятельность.

Рост елового яруса. О характере роста ели после реконструкции березняков дают представление показатели запаса и размеров деревьев, приведенные в табл. 65. За 10—11 лет роста елового яруса на свободе (пробные площади №№ 254 и 329) запас древесины на 1 га увеличивается в среднем на 50 м³, а за 18—22 года (пробные площади №№ 255 и 256) — на 110 м³ (от 70 до 150 м³). По истечении 41 года после реконструкции прирост древесины составляет около 270 м³ на 1 га. Средний годичный прирост за этот период равен 6.6 м³ на 1 га. Быстрое накопление запаса еловым ярусом в период роста на свободе является результатом усиленного роста деревьев, особенно в толщину. Диаметр среднего дерева в течение четырех десятилетий ежегодно увеличивается на 3—4 мм. Это примерно в 1.7 раза больше текущего прироста одинаковой по возрасту ели «нормальных» насаждений. Рост ели второго яруса по высоте хотя и менее интенсивен, чем по диаметру, однако тоже превышает темпы роста «нормальных» насаждений. Годичный прирост среднего дерева за 40-летний период у сопоставляемых ельников при одинаковом возрасте (от 60 до 100 лет) равен соответственно 29 и 20 см.

В характере роста ельников, формирующихся из второго яруса припевающихся и спелых березняков, отмечаются значительные колебания текущего изменения большинства таксационных признаков в связи с густотой древостоя. Общая закономерность такова, что чем меньше число деревьев в древостое, тем интенсивнее их рост (табл. 67).

ТАБЛИЦА 67

Прирост среднего дерева ели в связи с первоначальной густотой елового яруса

Число деревьев на 1 га, шт.		Период после реконструкции (лет)				Номер пробной площади
всего	ели	1—10	11—20	21—30	31—40	
2627	2497	26/2.7	28/3.2	25/2.7	23/2.4	253
1327	1164	26/3.8	33/3.8	31/3.4	27/3.0	330
1027	977	28/4.4	40/4.8	42/3.8	28/3.3	252

Примечание. Числитель — прирост по высоте (см), знаменатель — прирост по диаметру (мм).

С густотой древостоев тесно связана скорость нарастания запаса древесины. Наилучшим показателем этой зависимости является производительность деревьев, выраженная приростом древесины на 1 м³ оставленного запаса (табл. 68). По приведенным цифровым данным видно, что, чем меньше густота древостоя, тем больше древесины прирастает на каждый кубометр оставленного запаса. Если принять этот показатель в древостое густотой 2.5 тыс. деревьев на 1 га за 100% (пробная площадь № 253), то величина его в древостое густотой около 1 тыс. деревьев (пробная площадь № 252) составит через 10 лет после реконструкции 173%, через 20 лет — 209%, через 30 лет — 224% и через 41 год — 234%.

ТАБЛИЦА 68

Производительность ели в связи с густотой древостоя

Период после реконструкции, лет	Полный прирост (м ³), приходящийся на 1 м ³ оставленного запаса, при числе деревьев на 1 га			Текущий прирост (м ³), приходящийся на 1 м ³ запаса древостоев, при числе оставленных деревьев на 1 га		
	977	1164	2497	977	1164	2497
10	2.6	3.1	1.5	0.23	0.20	0.14
20	9.0	7.7	4.3	0.13	0.12	0.09
30	17.9	13.3	8.0	0.07	0.06	0.05
41	28.8	20.8	12.3	0.04	0.04	0.04

Наряду с этим хорошо видно постепенное сближение с течением времени производительности деревьев в древостоях разной первоначальной густоты. На это указывает, в частности, величина текущего прироста, приходящегося на 1 м³ запаса за отдельные периоды, в нашем случае за 10-летние промежутки. Данная особенность является следствием выравнивания общих запасов древостоев в связи с более интенсивным ростом деревьев в относительно редких древостоях на начальном этапе их формирования.

Величина абсолютного прироста древесины в ельниках, формирующихся из второго яруса, вначале в значительной мере зависит от коли-

чества оставленного запаса. При этом закономерно отмечается более высокий прирост в том насаждении, в котором запас вначале был больше (табл. 69). Однако эта связь существует не более 20 лет (с момента реконструкции), пока запас насаждений не превышает 80—100 м³ на 1 га. В дальнейшем приросты выравниваются, становятся одинаковыми и запасы. Наши исследования показывают, что за 40-летний срок роста елового яруса на свободе одинаковый запас формируется при первоначальном запасе яруса от 10 до 50 м³ на 1 га.

ТАБЛИЦА 69

Изменение запаса (м³) и текущего прироста (м³) ели в зависимости от запаса яруса в год реконструкции

Запас елового яруса в год реконструкции, м ³	Период после реконструкции (лет)							
	10		20		30		40	
	запас	прирост	запас	прирост	запас	прирост	запас	прирост
8	30	2.2	84	5.4	159	7.5	250	8.3
11	35	2.4	93	5.8	161	6.8	244	7.5
20	50	3.0	107	5.7	180	7.3	267	7.9

Таким образом, восстановление еловых лесов и выращивание значительного запаса древесины за сравнительно короткий срок путем реконструкции двухъярусных березняков могут быть обеспечены не только при наличии густого елового яруса, но и при числе ели около 1 тыс. на 1 га.

Заключение

Еловые леса Карельской АССР, являющиеся сырьевой базой лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, играют большую роль в экономике народного хозяйства республики и других районов страны. В то же время значительная часть их, расположенная вокруг крупных озер и вдоль транспортных магистралей, выполняет почвозащитную и водоохранную роль.

Быстрое развитие народного хозяйства сопровождается возрастающим потреблением древесины и вовлечением в эксплуатацию все более крупных лесных массивов. Еловые леса Карелии, как близко расположенные к центру нашей страны, с давних пор подвергаются интенсивной рубке. Только за период с 1950 по 1965 г. общие запасы спелых еловых лесов сократились на 37%, причем запасы, пригодные к рубке по экономическим и другим условиям, уменьшились до 90 млн м³. При современных объемах лесозаготовок они могут быть вырублены за 10—12 лет.

В связи с этим перед лесным хозяйством Карельской АССР возникает задача быстрее осуществить разработку и внедрение в производство эффективных мер по восстановлению и ускорению выращивания спелых насаждений. Особенно остро сейчас стоит вопрос по сокращению срока выращивания спелых насаждений, так как в лесах Карелии нет достаточного резерва приспевающих насаждений.

Проведенными исследованиями установлено, что быстрое истощение запаса спелых еловых лесов обусловлено низкой производительностью перестойных насаждений и сменой ели лиственными породами при сплошных концентрированных рубках. В то же время оно вызвано и чрезмерно интенсивной рубкой леса, размер которой в 2 раза превышает лесосеку равномерного пользования.

Низкая производительность поступающих в рубку еловых лесов сложилась в результате длительного произрастания насаждений на занятой ими территории, что привело их в климаксовое состояние. За период около 500 лет развития одновозрастные ельники полностью превращаются в абсолютно-разновозрастные с характерными для них стабильным положением основных таксационных признаков, нулевым фактическим приростом и производительностью на 35% ниже потенциальной. Непосредственными причинами указанного снижения производительности ельников в процессе эндогенных сукцессий являются постепенное уменьшение густоты древостоев (числа деревьев на единице площади) и замедление роста ели в первые десятилетия жизни. В свою очередь эти явления обусловлены снижением горизонтальной и повышением вертикальной сомкнутости полога древостоев при переходе их в абсолютно-разновозрастное состояние.

Таким образом, важнейшей стороной всех мероприятий, направленных на повышение производительности ельников, следует считать формирование одновозрастных древостоев.

Осуществляемые в настоящее время сплошные концентрированные рубки в эксплуатационных лесах приводят к массовой смене ели лиственными породами. Это явление происходит в результате недостаточного количества оставляемых обсеменителей ели, неблагоприятных микроклиматических условий на вырубках, а также из-за медленного роста ели в первые годы жизни. Но главной причиной смены еловых лесов лиственными следует признать уничтожение подростка ели предварительного возобновления в процессе лесозаготовок.

Смена пород в еловых лесах протекает более 130—140 лет с момента рубки леса. Одновременно с заселением вырубок лиственными породами происходит постепенное возобновление ели, которая, однако, из-за сильного притенения растет медленно и формирует второй ярус. Эта ель не представляет интереса с точки зрения лесозаготовки, но в то же время является ценным лесоводственным резервом.

Низкая продуктивность березняков и осинников (на 30—35% ниже продуктивности ельников) определяет отрицательное отношение к смене еловых лесов и вызывает необходимость разработки мероприятий по ее предотвращению. В настоящее время наиболее эффективными путями решения данного вопроса могут быть сохранение подростка ели при лесозаготовках и реконструкция двухъярусных лиственных насаждений.

Сохранение подростка ели при сплошных рубках позволяет одновременно решить несколько задач, в том числе восстановить ель на занимаемой ею площади, повысить продуктивность насаждений и сократить на 25—30 лет срок выращивания спелого леса. Благодаря высокой жизнеспособности и большой потенциальной энергии роста еловый подрост успешно приспосабливается к условиям сплошных вырубок и формирует смешанные насаждения. В то же время, обладая высокой теневыносливостью, он постепенно вытесняет лиственные породы из состава насаждений и таким образом довольно скоро восстанавливает господство ели.

Ельники, формирующиеся из подростка, отличаются быстрым ростом и высокой продуктивностью. Эта особенность связана не только с тем, что подрост в момент рубки леса имеет некоторую высоту, но главным образом с редким расположением его, позволяющим деревьям в первые 20—30 лет пользоваться полным солнечным светом и развить большую крону. В последующий период они растут достаточно быстро вследствие их одновозрастности, точнее одноярусности формирующихся древостоев, а также положительного влияния лиственных пород на плодородие почвы.

Реконструкция лиственных насаждений с использованием в лесоводственных целях елового яруса является не менее эффективным мероприятием, чем сохранение подростка. В ряде же случаев, особенно когда реконструкция подвергается относительно высоковозрастные насаждения, лесохозяйственный эффект может быть значительно больше, так как при этом, кроме восстановления ели, возможно получение дополнительной древесины.

Еловый ярус, оказавшись в результате реконструкции лиственных насаждений на свободе, отличается высокой устойчивостью и быстрым ростом. В основе его усиленного роста лежат те же причины, что и в отношении ельников, формирующихся из подростка. Однако благодаря более значительным размерам деревьев ельники из второго яруса приспевают к рубке раньше и еще больше (на 40—50 лет) сокращается срок выращивания спелых насаждений.

Проведение реконструкции лиственных насаждений несомненно требует определенных усилий со стороны лесного хозяйства, однако результаты, получаемые от этого мероприятия, не только полностью возмещают все затраты труда и средств, но и принесут значительную выгоду.

Важнейшим лесохозяйственным мероприятием по повышению продуктивности еловых лесов является регулирование густоты и состава выращиваемых насаждений. В условиях Карелии ельники смолоду целесообразно содержать в редком стоянии (1.5—2 тыс. экземпляров ели на 1 га), причем свободное между деревьями пространство следует заполнять ольхой серой или березой. Редкое размещение ели с первых лет ее жизни обеспечивает высокую фотосинтетическую деятельность и быстрое наращивание деревьями значительной массы хвой. В то же время указанные лиственные породы заметно повышают содержание основного, недостающего в почве элемента питания растений — азота, улучшают гидротермический режим почвы и в небольшой мере снижают освещенность крон ели. Для того чтобы полностью устранить затеняющее влияние лиственных деревьев, целесообразно их при достижении елью высоты 1.5—2 м «посадить на пеня».

Приведенные рекомендации по повышению продуктивности еловых лесов могут быть распространены на другие районы таежной зоны, где лесорастительные условия достаточно сходны с условиями Карелии.

ЛИТЕРАТУРА

- Акакиев Ф. И. 1957. Влияние технологического процесса лесозаготовок на сохраняемость подроста предварительного возобновления. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии. Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Акакиев Ф. И. 1966. Естественное возобновление сосны и ели на северо-западе Ленинградской области. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Акулова Е. А., Хазанов В. С., Цельникер Ю. Л., Шишов Д. М. 1964. Пропускание света пологом леса в зависимости от падающей радиации и сомкнутости крон деревьев. Физиология растений, т. 11, вып. 5.
- Алексеев В. А. 1964. Оптические свойства и продуктивность некоторых древостоев Северо-Запада европейской части СССР. Автореф. канд. дисс., Л.
- Алексеев В. А. 1967. О пропускании солнечной радиации пологом древостоев. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Изд. «Наука», М.
- Алексеев П. В. 1958. Березово-еловые насаждения Марийской АССР и реконструкция их при главных рубках. Сб. трудов Поволжского ЛТИ, № 53, Йошкар-Ола.
- Алексеев П. В. 1961. Высокопроизводительные березняки Приветлужского района и основы хозяйства в них. Сб. трудов Поволжского ЛТИ, № 55, Йошкар-Ола.
- Алексеев П. В. 1962. Коридорно-пасечные проходные рубки в березово-еловых насаждениях Марийской АССР. Марийск. кн. изд., Йошкар-Ола.
- Алексеев П. В. 1967. Чересполосно- и коридорно-пасечные рубки в елово-лиственных древостоях. Марийск. кн. изд., Йошкар-Ола.
- Алексеев С. В. 1948. Рубки в лесах Севера. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Алексеев С. В., Молчанов А. А. 1938. Сплошные рубки на Севере. Изд. «Севтранлес», Вологда.
- Алексеев С. В., Молчанов А. А. 1954. Выборочные рубки в лесах Севера. Изд. АН СССР, М.
- Анучин Н. П. 1963. Постепенные и выборочные рубки в лесах СССР. Лесное хоз., № 7.
- Ануфриев Г. И. 1928. Опыт применения статистики пыльцы при изучении торфяников Северо-Западной области. Дн. Всесоюз. съезда ботаников в Ленинграде в январе 1928 г.
- Арнольд Ф. К. 1858. [Выступление]. Газ. «Лесоводство и охота», № 1—29, СПб.
- Афанасьев А. В. 1961. Особенности роста ели под пологом мягколиственных молодняков. Лесное хоз., № 4.
- Байтин А. А. 1930. Хозяйство в елово-лиственных насаждениях Лисинского лесничества. Лесное хоз. и лесная пром., №№ 1, 2.
- Баранов Н. И. и Григорьев К. И. 1955. Ельники Севера. Л.
- Безайс Э. К. 1911. Отчет о ботаническом исследовании берегов Онежского озера от Петрозаводска до Повенца. Тр. СПб. общ. естествоисп., отд. бот., т. 42, № 5.
- Беляев И. А. 1960. Опыт рубки двухъярусных древостоев. Лесное хоз., № 5.
- Берштрессер С. 1838. Опыт описания Олонецкой губернии. СПб.
- Богословский С. А. 1940. Способы рубки в еловых лесах Верхнекамского бассейна. Лесное хоз., № 2.
- Боден А. 1843. Ручная книга для хозяйственного обращения с лесами. СПб.
- Болычевцев В. Г. 1965. Влияние освещенности и погодных условий на продолжительность роста и суточный прирост дуба под пологом и в просветах соснового и дубового насаждений. Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, вып. 115, ч. 2.
- Борисов П. А. 1956а. Геологическое строение. В кн.: Карельская АССР. Географиздат, М.
- Борисов П. А. 1956б. Карельские пунгиты. Петрозаводск.
- Валяев В. Н. 1962. Строение, рост и развитие ельников Мезенского района Архангельской области и основы лесоустройства в них. Автореф. канд. дисс. ЛТА.
- Варгас-де-Бедемар. 1850. Исследование запаса и прироста лесонасаждений Санкт-Петербургской губернии. СПб.
- Веретенников А. В. 1964. Влияние временного избыточного увлажнения на физиологические процессы древесных растений. Изд. «Наука», М.
- Виликайнен М. И. 1957. О флоре еловых лесов Карелии. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии, Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Виликайнен М. И. и Кузнецова А. И. 1965. Устойчивость сохраненного при лесозаготовках подростка на вырубках в Карелии. В сб.: Лесовыращивание и лесовозобновление, 2, Изд. ЦНИИТЭИлеспром, М.
- Волков А. Д. 1967. Строение ельников южной части Карельской АССР. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Воронова В. С. 1957. Влияние смен растительного покрова на естественное лесовозобновление вырубок. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии, Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Воронова В. С. 1964. Распределение корней в почве веяниковой вырубке и влияние их на всходы ели. В сб.: Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Воропанов П. В. 1950. Ельники Севера. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Гаврилов К. А., Извеков А. А. 1957. Лесовозобновление на концентрированных вырубках при трелевке лебедкой Л-19. В сб.: Молодые лесоводы соркалетию Великого Октября, Вологда.
- Ганц Г. В. 1940. Лесоводственное значение серой ольхи как азотосбирателя. Тр. ЛТА им. С. М. Кирова, № 58.
- Гар К. А. 1954. Освещенность под пологом дубняков разного возраста и различных типов леса. Сообщ. Инст. леса АН СССР, вып. 3, М.
- Гар К. А., Гулидова И. В. 1960. Режим освещения и фотосинтез у елового подростка в березово-еловых древостоях Вологодской области. В сб.: Физиологические основы роста древесных растений, Изд. АН СССР, М.
- Георгиевский Н. П. 1953. Методика опытных работ по рубкам ухода за лесом. Тр. Инст. лесохоз. проблем АН ЛатвССР, Рига.
- Георгиевский Н. П., Луговой Е. В., Нефедов А. Г. 1962. Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках. Лесное хоз., № 4.
- Герасимов Д. А. 1926. Изменение климата и история лесов Тверской губернии в последнеледниковую эпоху. Изв. Гл. бот. сада, т. 25, вып. 4.
- Горский П. В. 1962а. Руководство для составления таблиц. Гослесбумиздат, М.
- Горский П. В. 1962б. Методические положения по составлению эскизов таблиц хода роста разновозрастных насаждений и техника составления их. Алма-Ата.
- Горшенин Н. М., Шевченко С. В. 1954. О причинах гибели культур ели в Прикарпатье. Научн. зап. Львовск. с.-х. инст., т. 4.
- Гулидова И. В. и Цельникер Ю. Л. 1962. Обмен веществ и процессы роста у березы и ели. В сб.: Физиология древесных растений, Изд. АН СССР, М.
- Гурвич И. Я., Румянцев Г. Т. 1964. Экономические показатели постепенных рубок в двухъярусных лиственно-еловых древостоях. Рефераты н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ, Изд. «Лесная промышленность», М.
- Гусев И. И. 1962. К вопросу о возрастной структуре ельников Архангельской области. Лесной журн., № 2.
- Гусев И. И. 1964. Строение и особенности таксации ельников Севера. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Гюнтер А. К. 1867. Материалы для познания флоры Олонецкой губернии. В кн.: Памятная книжка Олонецкой губ. Петрозаводск.
- Давыдов А. В. 1951. Возобновление лесов в таежной зоне европейской части СССР. Лесное хоз., № 8.
- Давыдов А. В., Кравченко В. И. 1966. Лесохозяйственное обоснование добровольно-выборочных рубок в еловых древостоях Ленинградской области. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ, Изд. «Лесная промышленность», М.
- Давыдов А. В. и Солнцев З. Я. 1935. Рубки ухода за лесом. Гослестехиздат, Л.
- Дадькин В. П., Грушевский В. Н., Потаевич Е. В. 1964. О спектральном составе света под кронами деревьев. Лесной журн., № 1.

- Данилевич В. М. 1968. Влияние минеральных удобрений на микрофлору почв еловых молодняков. В кн.: Первое регион. совещ. почвоведов северо- и средне-таежной подзон евр. части СССР. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Данилов М. Д. 1948. Изменение веса и влажности хвои ели обыкновенной и пихты сибирской в связи с собственным возрастом и возрастом дерева. Докл. АН СССР, т. 61, № 2.
- Данилов М. Д. 1956. Динамика листовой массы и поверхности березовых древостоев с возрастом. Сб. трудов Поволжского ЛТИ, № 5, Йошкар-Ола.
- Декатов Н. Е. 1931. Возобновление ели в Дружносельском и Орлинском районах Сиверского опытлесхоза в связи с прежним хозяйством. Тр. по лесн. опытно-делу, вып. 12.
- Декатов Н. Е. 1937. Сохранение подроста при лесозаготовке. Лесная индустрия, № 6.
- Декатов Н. Е. 1961. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Декатов Н. Е., Гурвич И. Я. 1964. Рубки лиственных древостоев с сохранением второго яруса ели. Изд. ЦНИИТЭИлеспром, М. [Листовка ВДНХ].
- Демин М. А. 1931. Условно-сплошные рубки. Лесное хоз. и лесозаготовка, вып. 12.
- Дмитриев А. С. 1953. Заболачивание и разболачивание концентрированных вырубок в борах-черничниках в бассейне р. Сысолы. Тр. Коми фил. АН СССР, № 1.
- Добровлянский В. Я. 1888. Из русских лесов. СПб.
- Дыренков С. А. 1966а. Биологические основы рационализации рубок главного пользования в ельниках бассейна реки Вычегды. Автореф. канд. дисс., Петрозаводск.
- Дыренков С. А. 1966б. К вопросу об устойчивости и роли елового тонкомера на концентрированных вырубках в среднетаежных ельниках. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Дыренков С. А. 1967. К изучению полиморфности хвои ели обыкновенной в подзоне средней тайги. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз., вып. 11. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Егорова Н. В., Никонова М. Е. 1968. Состав и свойства лесной подстилки в ельниках черничных и кисличных южной Карелии. В кн.: Первое регион. совещ. почвоведов северо- и среднетаежной подзон евр. части СССР. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Жанет В. А. 1957. О смене пород и формировании елово-лиственных насаждений в подзоне южной тайги. М.
- Жуков А. Б. 1965. Итоги и задачи по изучению лесов в 1966—1970 годах. Матер. конф. Инст. леса и древесины, Красноярск.
- Жуков А. Б. 1967. Развитие лесоведения и лесоводства в СССР за пятьдесят лет. В сб.: Достижения лесной науки за 50 лет, Красноярск.
- Жуков А. Б. 1968. Современные задачи лесоведения. Вестн. АН СССР, № 3.
- Зонн С. В. 1960. О взаимодействиях лесной растительности с почвами в свете новых биогеоценотических исследований. Тр. Моск. общ. испыт. природы, т. 3.
- Иванов Л. А. 1946. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд. АН СССР, М.
- Иванов Л. А. 1955. Минеральное питание древесных и кустарниковых пород. Тр. Инст. леса, вып. 24, М.—Л.
- Иванов Н. Н. 1953. Об определении величины континентальности климата. Изв. ВГО, т. 85, вып. 4.
- Иевень И. К., Дикельсон Э. О. 1962. Масса крон осины, березы и ели в кисличниках Латвии. Лесное хоз., № 4.
- Извеков А. А. 1960. Лесовосстановление на концентрированных лесосеках в ельниках. Сообщ. лабор. лесовед. АН СССР, № 2.
- Извеков А. А. 1962. Естественное возобновление ели в основных типах еловых лесов подзоны средней тайги. Тр. Инст. леса и древесины, т. 3.
- Ильющенко А. Ф. 1968. Изменение листовой поверхности березовых древостоев в зависимости от возраста. Лесоведение, № 6.
- Исполоватов Е. К. 1903. Краткий очерк растительности Повенецкого уезда Олонецкой губ. Тр. СПб. общ. естеств., т. 33, вып. 3.
- Казимиров Н. И. 1957. Об устойчивости елового подроста на сплошных вырубках. Лесное хоз., № 12.
- Казимиров Н. И. 1959а. К вопросу о росте еловых древостоев, формирующихся из подроста предварительного возобновления. Изв. Карельск. и Кольск. фил. АН СССР, № 2, Петрозаводск.
- Казимиров Н. И. 1959б. К вопросу о лесоводственном значении елового подроста. В сб.: Исследования по лесовозобновлению в Карелии, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 16).
- Казимиров Н. И. 1960. Берегите подрост хвойных пород. Госиздат КАССР, Петрозаводск.
- Казимиров Н. И. 1961. Развитие и рост елово-лиственных древостоев на сплошных вырубках в ельниках черничных Карелии. В сб.: Восстановление и защита леса в Карельской АССР. Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 25).
- Казимиров Н. И. 1964. Изменение микроклиматических условий в лиственно-еловых молодняках под воздействием рубок ухода. В сб.: Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках Карельской АССР. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Казимиров Н. И., Сбоева Р. М. 1962. Лесу нужен уход. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Казимиров Н. И., Голубев Б. Н., Краев М. В. 1966. Опыт механизированных проходных рубок. Лесное хоз., № 4.
- Казимиров Н. И., Новицкая Ю. Е. 1967. Световой режим, морфологическое строение и физиологическое состояние ели в лиственно-еловых насаждениях. В сб.: Вопросы селекции, семеноводства и физиологии древесных пород Севера, Петрозаводск.
- Казимиров Н. И., Коржицкий В. Д. 1968. Повышение продуктивности еловых насаждений путем внесения минеральных удобрений. Лесохозяйств. информ., реф. вып., № 12, Изд. ЦБ НТИ лесхоз., М.
- Кайрюкштис Л. А. 1959. Формирование елово-лиственных молодняков. Каунас.
- Кайрюкштис Л. А. 1967. Рациональное использование солнечной энергии как фактор повышения продуктивности лиственно-еловых насаждений. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса, Изд. «Наука», М.
- Картушенко И. В. 1967. Фотосинтез подроста ели во вторичных сообществах южной тайги. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса, Изд. «Наука», М.
- Касимов В. Д. 1960. Классификация елового подроста под пологом леса. Лесное хоз., № 7.
- Кищенко Т. И., Виликайнен М. И. 1957. Обсеменители вырубок в ельниках. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии, Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Кищенко Т. И., Козлов И. Ф. 1966. Леса Карельской АССР. В кн.: Леса СССР, т. 1. Изд. «Наука», М.
- Кищенко Т. И., Некрасов М. Д., Трубицын А. И. 1966. Опыт применения механизированных выборочных рубок. Лесная пром., № 6.
- Клепшин А. Ф. 1954. Растение и свет. Изд. АН СССР, М.
- Кожеников С. А. 1965. Динамика проницаемости лесного полога для радиации в периоды облиствения и листопада. В сб.: Матер. по лесной гидрологии и биофизике, изд. «Лесная промышленность», М.
- Колданов В. Я. 1966. Смена пород и лесовосстановление. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Колпиков М. В. 1956. Формирование смешанных елово-лиственных молодняков и рубки ухода в них на концентрированных вырубках. Изд. ЛТА.
- Комин Г. Е. 1967. Некоторые особенности строения разновозрастных древостоев заболоченных лесов. В сб.: Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала, Красноярск. кн. изд.
- Комиссаров Д. А., Штейнвольф Л. П. 1967. Интенсивность фотосинтеза подрост ели в разных экологических условиях. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса, Изд. «Наука», М.
- Корчагин А. А. 1940. Растительность северной половины Печорско-Бьльчского заповедника. Тр. Печор.-Бьльчск. заповедн., вып. 2, М.
- Корчагин А. А. 1954. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на европейском Севере. Тр. Бот. инст. АН СССР, сер. 3 (геобот.), вып. 9.
- Корчагин А. А. 1968. Современная динамика лесной растительности на европейском севере СССР. Лесоведение, № 3.
- Косович Н. Л. 1940. Влияние рубок ухода на ассимиляцию, освещение и прирост ели в елово-лиственном древостое. В сб.: Рубки ухода за лесом, Гослестехиздат, М.—Л. (Тр. ЦНИИЛХ).
- Косович Н. Л. 1945. О фотосинтезе ели и связи его с приростом при сильном прореживании в лесных биоценозах. Тр. Инст. физиол. раст. АН СССР, т. 4, вып. 2.
- Косович Н. Л. 1967. Фотосинтез и продуктивность 45-летних елей в елово-лиственном древостое в результате рубок ухода 6-летней давности. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса, Изд. «Наука», М.

- Кощеев А. Л. 1955. Заблачивание вырубок и меры борьбы с ним. Изд. АН СССР, М.
- Кравченко В. И. 1963. Влияние густоты древостоев на их производительность. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз. ЛенНИИЛХ, вып. 6. Гослесбумиздат, М.
- Кравчинский Д. М. 1900. Из лисинской дачи. Лесной журн., № 4.
- Кравчинский Д. М. 1904. Об улучшительных рубках в лесах северной и средней России. Северное хоз., № 16.
- Крылов Г. В. 1962. Лесные ресурсы и лесорастительное районирование Сибири и Дальнего Востока. Изд. АН СССР, Новосибирск.
- Кузнецов Н. И. 1901. Естественное возобновление сплошных вырубок в районе Петроградской, Новгородской и Тверской губерний. Лесной журн., № 1.
- Куклев Г. Н. 1957. Комбинированные рубки в лиственно-еловых древостоях. Лесное хоз., № 2.
- Куликова В. К. 1968а. Выщелачивание элементов питания из крон деревьев в еловых и березово-еловых насаждениях Карелии. Тр. Всесоюз. научн. конф. по лесн. почвоведению, Красноярск. кн. изд.
- Куликова В. К. 1968б. Динамика подвижных форм элементов минерального питания в еловых и березово-еловых насаждениях в условиях Карелии. Тр. Всесоюз. научн. конф. по лесн. почвоведению, Красноярск. кн. изд.
- Куликова В. К., Морозова Р. М. 1968. Изменение кислотности почв в зависимости от влажности и содержания воднорастворимого органического вещества. В кн.: Первое регион. совещ. почвоведов северо- и среднетаежной подзон евр. части СССР. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Курбатский Н. П., Мокоев Г. А. 1937. Методика исследования хода роста древостоев, установление пригодности существующих и составление новых таблиц хода роста. В сб. трудов ЦНИИЛХ: Вопросы лесной таксации, Гослестехиздат, Л.
- Лазарев Н. А. 1957. Рубка и возобновление леса на Крайнем Севере Коми АССР. Сыктывкар.
- Лебеков В. Ф. 1967. Принципы и методы изучения строения и динамики древостоев. В сб.: Совершенствование методов таксации и устройства лесов Сибири, Изд. «Наука», М.
- Лейна Г. Д. 1967. Фотосинтез елового подроста под пологом и на вырубках ельника черничного в связи с данностью рубки. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Изд. «Наука», М.
- Любименко В. Н. 1908. Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светолюбивых и теневыносливых растений. Тр. по лесн. опытно-делу в России, вып. 13.
- Львов П. Н., Панов А. А. 1962. Содействие естественному лесовозобновлению в таежной зоне. Изд. 2-е. Гослесбумиздат, М.
- Львов П. Н., Чертовской В. Г. 1954. О влиянии лебедочной и тракторной трелевки на возобновление леса. В сб.: Концентрированные рубки в лесах Севера, Изд. АН СССР, М.
- Майоров С. Л. 1966. Продуктивность еловых культур в зависимости от густоты посадок. Лесоэкспл. и лесное хоз., № 6.
- Марченко А. И. 1962. Почвы Карелии. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Марьян Е. М. 1957. Лесохозяйственное значение недорубов, оставляемых на сплошных концентрированных вырубках в условиях Карелии. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии, Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Матвеев-Мотин А. С. 1940. Таксация лесосечного фонда в разновозрастном лесу. Лесное хоз., № 8.
- Мелехов И. С. 1935. Лесные пожары и борьба с ними. Архангельск.
- Мелехов И. С. 1937. О возобновлении ели на гарях. Лесн. хоз. и лесн. пром., № 10.
- Мелехов И. С. 1944. О взаимоотношениях между сосной и елью в связи с пожарами в лесах европейского севера. Бот. ж., т. 29, № 4.
- Мелехов И. С. 1953. Пути повышения производительности лесов в таежной зоне. В сб.: Некоторые вопросы ведения лесн. хоз. на Севере, Архангельск.
- Мелехов И. С. 1959. Основы типологии вырубок. В сб.: Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве, Архангельск.
- Мелехов И. С. 1960. Рубки и возобновление леса на Севере. Архангельск.
- Мелехов И. С. 1966. Рубки главного пользования. Изд. 2-е. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Мелехов И. С., Занин И. В. 1935. Лесовозобновление в связи с механизированной трелевкой. Лесная индустрия, № 9.

- Молчанов А. А. 1934. Естественное лесовозобновление на гарях. Лесн. хоз. и лесн. пром., № 7—8.
- Молчанов А. А. 1938. Естественное возобновление концентрированных лесосек в условиях Севера. Изд. АН СССР, М.
- Молчанов А. А. 1961. Лес и климат. Изд. АН СССР, М.
- Молчанов А. А., Шиманюк А. П. 1949. Восстановительные процессы на концентрированных лесосеках. Изд. АН СССР, М.
- Морозов В. Ф. 1962. Биологические основы ухода за лесом. Госиздат, Минск.
- Морозов Г. Ф. 1913. Смена пород. Лесной журн., №№ 7—10.
- Морозова Р. М. 1964а. Изменение процессов почвообразования под влиянием концентрированных рубок леса. В сб.: Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках, Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Морозова Р. М. 1964б. Влияние рубок ухода в лиственно-еловых молодняках на лесорастительные свойства почвы. В сб.: Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках Карельской АССР, Изд. «Лесная промышленность», М.
- Морозова Р. М., Куликова В. К. 1968. Влияние химического состава почвы на содержание зольных элементов у ели обыкновенной (*Picea excelsa*). В кн.: Первое регион. совещ. почвоведов северо- и среднетаежной подзон евр. части СССР. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Морозова Р. М., Казимиров Н. И., Егорова Н. В., Куликова В. К. 1968. Влияние плодородия почв на продуктивность еловых насаждений в южной Карелии. В кн.: Химия, генезис и картография почв. Изд. «Наука», М.
- Морозова Р. М., Куликова В. К., Казимиров Н. И., Новицкая Ю. Е. 1968. Влияние удобрений на плодородие почв и продуктивность еловых насаждений. В кн.: Первое регион. совещ. почвоведов северо- и среднетаежной подзон евр. части СССР. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Надуткин В. Д., Лазарев Н. А. 1963. Еловые леса Коми АССР, их использование и возобновление. Коми кн. изд., Сыктывкар.
- Нестеров В. Г. 1954. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.
- Нестеров Г. И. 1940. Рубки ухода в елово-лиственных насаждениях. Лесное хоз., № 1.
- Ничипорович А. А. 1955. Световое и углеродное питание растений. Изд. АН СССР, М.
- Новицкая Ю. Е. 1967. Физиолого-биохимические процессы, обуславливающие образование органических веществ, выделяемых растениями. В сб.: Вопросы селекции, семеноводства и физиологии древесных пород Севера, Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Новицкая Ю. Е., Казимиров Н. И., Чикина П. Ф., Манцырева Л. В. 1967. Особенности физиологических и биохимических процессов у хвойных пород в условиях Севера. Докл. на Совещ. по лесн. генетике, селекции и семеноводству, Петрозаводск.
- Обновленский В., Гровдов Б. 1934. Ельники и возобновление их. Смоленск.
- Огородов Н. В. 1950. Об одном лесоводственном мероприятии. Лесное хоз., № 3.
- Огородов Н. В. 1951. Рост сомкнутых березовых насаждений на северо-востоке европейской части СССР. Лесное хоз., № 10.
- Озерцовский Н. 1812. Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг Ильмена. СПб.
- Орлов А. Я. 1966. Значение отмирающих сосущих корней деревьев в круговороте веществ в лесу. Общая биология, т. 27, № 1.
- Осетров Е. С. 1916. К вопросу о развитии и росте елово-лиственных насаждений. Тр. по лесн. опытно-делу, вып. 59.
- Первозванский И. В. 1949. Смена пород в лесах Карело-Финской ССР и ее народнохозяйственное значение. Изв. КФ фил. АН СССР, № 3, Петрозаводск.
- Перелыгин П. 1831. Начертание правил лесоводства. СПб.
- Пинчук А. М. 1965. Влияние густоты древостоев на развитие ассимиляционного аппарата. В кн.: Леса Подмосковья. Изд. «Наука», М.
- Побединский А. В. 1951. Влияние техники и организации лесозаготовок на сохранение подроста. Лесное хоз., № 6.
- Побединский А. В. 1957. Организация лесозаготовок в Скородумском лес-промхозе. Лесное хоз., № 5.
- Побединский А. В. 1963. О возрастном строении сосновых лесов Восточной Сибири. В сб.: Рубки и возобновление в лесах Сибири, Красноярск.
- Побединский А. В. 1964. Рубки главного пользования. Изд. 2-е. Изд. «Лесная промышленность», М.

- А. 1967. О содержании основных элементов питания (азота, фосфора, калия) у подростка ели в связи с осветлением при помощи 2, 4, 5-Т. Лесное хозяйство, вып. 11. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Березин В. И. 1953. О световом режиме лиственничного леса. Докл. АН СССР, т. 107, № 5.
- О роли осадков, проникающих под полог леса, в процессе обмена между лесом и почвой. Докл. АН СССР, т. 107, № 5.
- Методы учета фитомассы лесов при их комплексном обследовании. Докл. АН СССР, № 5.
- Березин В. И. и Гортинский В. И. 1960. Леса и лесные ресурсы Карелии. Изд. АН СССР; М.
- Березин В. И. 1966. Горные кедровые леса Сибири и научные основы лесохозяйственных мероприятий в них. Красноярск. кн. изд.
- Березин В. И., Бабинцев Р. М. 1963. Лесовосстановительные процессы в темнохвойных лесах северной части Западного Саяна. Тр. Инст. леса и древесины СО АН СССР, т. 57, Красноярск.
- Березин В. С. 1967. Разновозрастные пихтово-еловые древостои бассейна среднего течения реки Енисея. В сб.: Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала. Красноярск. кн. изд.
- Прокопьев М. Н. 1957. Уход за подростом ели. Лесник и объездчик, № 5.
- Прокопьев М. Н. 1963. Подрост ели и его использование для восстановления леса. Гослесбумиздат, М.
- Протопопов В. В. 1955. Влияние механизированных лесозаготовок на подрост ели. Лесное хозяйство, № 9.
- Протопопов В. В. 1965. Биоклимат темнохвойных горных лесов Южной Сибири. Изд. «Наука», М.
- Протопопов В. В., Горбатенко В. М. 1967. Биологическая продуктивность и биометрические показатели некоторых типов сосновых древостоев Средней Сибири. В сб.: Географические аспекты горного лесоведения и лесоводства, Чита.
- Пфальц В. 1965. Лесоводственные исследования типа леса ельник черничник. Автореф. канд. дисс., ЛТА.
- Пьявченко Н. И. 1955. Условия заболачивания еловых лесов и гарей по наблюдениям в Великолукской и Вологодской областях. Тр. Инст. леса АН СССР, т. 26.
- Пятецкий Г. Е. 1959а. Влияние уровня грунтовых вод и температуры на рост молодняков ели. Изв. Карельск. и Кольск. фил. АН СССР, № 1, Петрозаводск.
- Пятецкий Г. Е. 1959б. Водный режим и физические свойства почв на сплошных вырубках южной Карелии. Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 16.
- Растительный покров СССР, т. I. 1956. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Раменская М. П., Яковлев Ф. С. 1956. Растительность Карельской АССР. Географиздат, М.
- Регель Р., Половцев В. С. 1886. Список гербария, собранного в 1882 г. А. Георгиевским в с.-в. части бассейна р. Свири. Бот. записки, т. I, СПб.
- Романов А. А. 1961. О климате Карелии. Изд. 2-е, Петрозаводск.
- Ронконен Н. И. 1964. Лесорастительные условия и естественное возобновление основных типов вырубок южной Карелии. В сб.: Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Савин Е. Н. 1963. Коридорный уход за елью в елово-лиственных насаждениях. Лесное хозяйство, № 2.
- Савин Е. Н., Гар К. А. 1962. Структура елово-березовых насаждений средней тайги и изменения освещенности под пологом при разреживании. Тр. Инст. леса и древесины СО АН СССР, т. 53, М.—Л.
- Сахаров М. И. 1940. Радиация и альbedo в лесных фитоценозах. Метеорология и гидрология, № 5—6.
- Сахаров М. И. 1948. О влиянии отдельных ярусов лесных ценозов на радиацию и освещенность. Докл. АН СССР, т. 62, № 5.
- Сахаров М. И. 1949. Влияние ветра на освещенность в лесу. Докл. АН СССР, т. 67, № 5.
- Сбоева Р. М. 1964. Влияние рубок ухода на рост и развитие ели. В сб.: Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках Карельской АССР, Изд. «Лесная промышленность», М.
- Севергин В. М. 1805. Обзорение Российской Финляндии или минералогические и другие примечания, učinенные во время путешествий по оной в 1804 году. СПб.
- Семенов Н. С. 1935. Роль елового подростка в ускорении выращивания балансового сырья. Лесное хозяйство и лесозаготовка, № 10.

- Семечкин И. В., Луценко М. Е., Щербаков Н. М. 1962. Возрастная структура и таксационное строение кедровников северного склона Западного Саяна и Горного Алтая. В сб.: Организация лесного хозяйства и инвентаризация лесов, вып. 1, Красноярск.
- Синельщиков Р. Г. 1958. К вопросу о возрастной структуре ельников. Лесной журнал, № 5.
- Ситников И. Е., Раковская В. М. 1955. Сохранение подростка и оставление обсеменителей при разработке лесосек лебедками Л-19. Л.
- Смирнов В. В. 1963. Запасы хвой в ельниках. Лесное хозяйство, № 6.
- Смирнов Н. Т. 1967. Строение разновозрастных сосново-березовых насаждений Казахского мелкосопочника. В сб.: Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала. Красноярск. кн. изд.
- Созыкин Н. Ф., Коженикова С. А. 1965. Поглощение коротковолновой радиации лесным пологом. Матер. по лесной гидрологии и биофизике. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Соколов С. Я. 1929. К вопросу о классификации типов еловых лесов. В кн.: Очерки по фитосоциологии и фитогеографии. Изд. «Новая деревня», Л.
- Солнцев З. Я. 1950. Рубки и возобновление в лесах III группы северных и северо-западных районов европейской части СССР. Тр. н.-техн. конф. по лесному хозяйству. КАССР, Петрозаводск.
- Солонович К. И. 1936. Геоботанический очерк района западной части Кемь-Ухтинского тракта. Тр. Бот. инст. АН СССР, сер. III (Геобот.), вып. 3.
- Сочава В. Б. 1956. Темнохвойные леса. В кн.: Растительный покров СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Судачков Е. Я. 1956. Экономические показатели лесохозяйственного производства. Лесное хозяйство, № 9.
- Судачков Е. Я. 1965. Оценка продуктивности лесных местообитаний. В сб.: Экономика и организация лесных производств, Красноярск. кн. изд.
- Сукачев В. Н. 1964. Динамика лесных биогеоценозов. В кн.: Основы лесной биогеоценологии. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Тарашкевич А. И. 1916. Развитие и рост елово-лиственных насаждений. Тр. по лесн. опын. делу, вып. 59.
- Тимофеев В. П. 1936. Значение елового подростка при возобновлении вырубок. Лесное хозяйство и лесозаготовка, № 1.
- Тимофеев В. П. 1963. Экспериментальное изучение естественного изреживания и продуктивности древостоев в зависимости от густоты посадки и ярусности лесных насаждений. Матер. по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. Изд. СО АН СССР, Красноярск.
- Тимофеев В. П. 1965. Особенности роста сосновых насаждений естественного происхождения и культур. Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, вып. 109, ч. 2.
- Тимофеев Г. П. 1961. Сохранение подростка ели и пихты на площадях концентрированных вырубок. Лесное хозяйство, № 12.
- Титов Ю. В. 1965. Аллелопатический фактор во взаимоотношениях некоторых лесных растений. Автореф. канд. дисс. ЛТА.
- Тихонов А. С. 1965. К вопросу о качестве ельников, сформировавшихся из второго яруса. Лесной журнал, № 4, Архангельск.
- Тихонов А. С. 1967. Рубки Д. М. Кравчинского по размеру деревьев в двухъярусных лиственно-еловых древостоях. Сб. н.-и. работ по лесн. хоз., вып. 11. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Ткаченко М. Е. 1911. Леса Севера. Тр. по лесн. опын. делу в России, вып. 25, СПб.
- Ткаченко М. Е. 1930. Концентрированные летние заготовки леса. Лесной специалист, №№ 13—14.
- Ткаченко М. Е. 1931. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса. Сельхозгиз, М.—Л.
- Толмачев А. И. 1954. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Третьяков Н. В. 1941. Таблица сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте 1.0. В сб.: Вопросы лесной таксации, Гослестехиздат, Л.
- Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. 1952. Справочник таксатора. Гослесбумиздат, М.—Л.
- Труль О. А. 1955. Смешанные елово-березовые насаждения и динамика их роста и развития. Автореф. канд. дисс. Воронеж.
- Турецкий Ф. Н. 1940. Восстановление еловых насаждений сменой пород. Лесное хозяйство, № 5.
- Турский М. К. 1887. Об естественной смене древесных пород в лесу. Лесной журнал, № 4.
- Тышкевич Г. Л. 1962. Еловые леса советских Карпат. Изд. АН СССР, М.
- Усков С. П. 1930. Типы лесов Карелии. Петрозаводск.

- Ков С. П. 1959. Фауна еловых и сосновых древостоев различных типов леса в Карельской АССР. Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 19, Петрозаводск.
- Ушатин И. П. 1964. Строение смешанных молодняков подзоны южной тайги и рубки ухода в них. Лесное хоз., № 11.
- Фалалеев Э. Н. 1964. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Фалалеев Э. Н., Шанин С. С. 1959. Возрастное строение сосновых лесов Сибири и Дальнего Востока. Красноярск. кн. изд.
- Цельникер Ю. Л., Князева И. Ф., Акулова Е. А. 1967. Видимая и инфракрасная радиация под пологом хвойных и лиственных древостоев. В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса, Изд. «Наука», М.
- Цинзерлинг Ю. Д. 1932. География растительного покрова северо-запада европейской части СССР. Тр. Геоморфолог. инст. АН СССР, вып. 4, Л.
- Чертовской В. Г. 1968. О возобновлении леса в связи с рубками на Севере. В сб.: Рубки и восстановление леса на Севере. Сев.-Зап. кн. изд., Архангельск.
- Чертовской В. Г., Лазарев А. Я., Лобова Л. В. 1967. Опыт проведения механизированных рубок в двухъярусных березово-еловых древостоях Севера. В сб.: Вопросы таежного лесоводства на европейском севере, Изд. «Наука», М.
- Чертовской В. Г., Чибисов Г. А. 1967. Рубки ухода в лесах Севера. В сб.: Вопросы таежного лесоводства на европейском севере, Изд. «Наука», М.
- Чибисов Г. А. 1963. Рубки ухода в лесах Архангельской области. Лесное хоз., № 8.
- Чибисов Г. А. 1965. Механизированный способ рубок ухода. Архангельск.
- Чибисов Г. А. 1968. Световой режим как условие проведения рубок ухода. В сб.: Рубки и восстановление леса на Севере. Сев.-Зап. кн. изд., Архангельск.
- Чупров Н. П. 1964. Рост модальных елово-березовых насаждений Архангельской области. Лесное хоз., № 11.
- Шавнин А. Г. 1967. Строение, рост и особенности таксации ельников Приморского края. В сб.: Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала, Красноярск. кн. изд.
- Шанин С. С. 1965. Строение сосновых и лиственных древостоев Сибири. Изд. «Лесная промышленность», М.
- Шанин С. С. 1967. К вопросу об особенностях таксации разновозрастных сосновых и лиственных древостоев Сибири. В сб.: Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала, Красноярск. кн. изд.
- Шелгунов Н. В. 1858. Газета «Лесоводство и охота», №№ 1—29 (выступление). СПб.
- Шиманюк А. П. 1955. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. Изд. АН СССР, М.
- Шихов И. И. 1962. Новый вариант двухприемных постепенных рубок по методу ЛТА в елово-березовых и березово-еловых насаждениях лесов II группы. Изд. ЛТА.
- Шубин В. И. 1957. К вопросу о росте сосны и ели на органическом субстрате. В сб.: Возобновление ели на сплошных концентрированных вырубках Карелии, Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 7).
- Шумская Е. А. 1961. Как лучше сохранить подрост. Лесное хоз., № 12.
- Щедрова В. И. 1959. Повреждения елового подростка при лесозаготовках и раневая гниль. В сб.: Исследования по лесовозобновлению в Карелии. Госиздат КАССР, Петрозаводск (Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 16).
- Щербатюк А. С. 1965. Влияние корневых выделений растений на прорастание семян и рост проростков лиственницы сибирской. В сб.: Физиологическая характеристика древесных пород Средней Сибири, Красноярск.
- Юргенсон Е. И. 1957. Естественное возобновление ели на концентрированных лесосеках Молотовской области. Лесное хоз., № 1.
- Яковлев Б. П. 1961. Вредители шишек и семян. Карельск. кн. изд., Петрозаводск.
- Яковлев Б. П. 1962. Шишковая листовёртка как вредитель шишек и семян ели в Карелии. В сб.: Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Яковлев Ф. С., Воронова В. С. 1959. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Госиздат КАССР, Петрозаводск.
- Яшнов Л. И. 1892—1893. О сохранении естественного подростка при вырубке лесосек. Русское лесное дело, № 3.
- Altherr E. 1966. Die Bedeutung des Pflanzverbandes für die Leistung der Fichtenbestände. Allgem. Forstzeitschrift, Bd. 21, N 11—12.
- Andréason O. 1965. Gödsling av skogsmark. Bergslaget, bd. 20, N 2.
- Assmann E. 1965. Düngung und Melioration von Waldbeständen in etragskundlicher Sicht. Allgem. Forstzeitschrift, Bd. 20, N 16—17.

- Cajander A. K. ja Lindroth Y. J. 1900. Matkakertomus kasvitieteellisestä retkestä Amuksen Karjalaan (OL) kesänä 1898. Meäd. Sos. et Fl. Fenn., 25. Kuopio.
- Emberger S. 1965. Die Stickstoffvorräte bauerischer Waldböden. Forstwiss. Centralblatt, Bd. 84, N 5—6.
- Fiedler H. J., Hunger W., Palme K. 1965. Über den Ernährungszustand optimalwüchsiger, älterer Fichten auf terrestrischen Böden unterschiedlicher Trophie. Arch. Forstwesen, Bd. 14, N 9.
- Hagner S., Saraste I., Johansson B., Åhgren A. 1966. Timber production by forest fertilization. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift, h. 2.
- Hausser K. 1965a. Erfaringer med godskning af rodgran og skovfyr i buntsandsteinområdet af Schwarzwalds Württemberg'ske del. Dansk skovforen. tidsskr., bd 50, N 6.
- Hausser K. 1965b. Gödsling och kalkning av skogsmark. Erfarenheter fran Schwarzwald i Tyskland. Växt-närings-nytt, bd 21, N 3.
- Hedemann-Gade E. 1965. Klimatets inverkan på skogstillväxten. Norrl. skogsvårdsförbunds tidskr., N 2.
- Henno O. 1965. Kase standardtabel. Eesti Põllumaj. Akad. tead. tööde kogumik, N 41.
- Hertz M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiseen Etelä-Suomen kangasmailla. Metsät. tutkimusl. julkaisuja, 17.
- Holstener-Jorgensen H. 1965. Et kvalitativt godningsforsog i en kultur med rodgran og bjergfyr i gludsted plantage. Forstl. forsogsvaesen Danm., bd. 29, № 3.
- Hunger W., Fiedler H. L. 1965. Düngungsdiagnosen für ältere Fichtenbestände des Erzgebirges und Vogtlandes. II. Wachstum und Ernährung der Fichte. Arch. Forstwesen, Bd. 14, N 9.
- Ilvessalo L. ja Laitakari E. 1949. Harsintahakkaus. Suuri metsäkirja. Helsinki.
- Kalela E. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusiharmas leppäsekametsiköiden kehityksestä. AFF, 44.
- Kalela E. 1961. Metsät ja metsien hoito. Helsinki.
- Kasesalu H. 1965. Mõned nõmmetaimed vesileotise mõjust männiseemnete idanemisele. Eesti Põllumaj. Akad. tead. tööde kogumik, N 41.
- Krapfenbaur A. 1965. Vorläufige Ergebnisse eines Düngungsversuches in Fichtenbestand auf Weinsberger Granit. Allgem. Forstzeitung, Bd. 76, N 12.
- Mitscherlich G. D. 1940. Forstamt Dietzhausen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, Bd. 72, H. 3.
- Mohr H. 1962. Primary effects of light on growth. Ann. rev. of plant physiology, 13.
- Mueller-Dombois D. 1965. Effect of depth to water table on height growth of tree seedlings in a greenhouse. Forest Sci., Vol. 10, № 3.
- Nebe W., Beneš S. 1965. Über Standort, Höhenwachstum und Ernährungszustand optimal wachsender Fichtenbestände der Beskiden, des Böhmer Waldes und Erzgebirges. Arch. Forstwesen, Bd 14, N 9.
- Norrlin I. P. 1871. Flora Karelia Onegensis. Sällskapet pro F. et Fl. Fenn., 12. Helsingfors.
- Nylander W. 1852. Collection in floram Karelicam. Notiser ur Sällskapet pro F. et Fl. Fenn., 2. Helsingfors.
- Nyüssönen A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. AFE, 60.
- Ovington J. D. 1965. Nutrient cycling in woodlands. Exptl. Pedol. London.
- Ovington J. D., Madgwick H. A. 1955. A comparison of light in different woodlands. Forestry, vol. 28, N 2.
- Polge H. 1965. Quelques observations á propos de l'élagage des branches vivantes. Rev. forest. franç., vol. 17, N 11.
- Rehfuess K. E., Moll W. 1965. Orientierende Untersuchungen über den Ernährungszustand von Fichtenbeständen auf Jungmoräne in Oberschwaben. Allgem. Forst- und Jagzeitung, Bd. 136, N 9.
- Rennie P. I. 1962. Some longterm effects of tree growth on soil productivity. Empire Forest Rev., vol. 41, N 3.
- Roussel L. 1953. Recherches théoriques et pratiques sur la lumière dans le milieu forestière influence sur la végétation. Ann. de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, vol. 13, f. 2.
- Roussel L. 1965. Indications provisoires sur les exigences ne lumière de 12 essences forestières résineuses. Bull. rimestr. Soc. forest. France-Comté et prov. Est, vol. 33, № 5.
- Sarvas R. 1965. Metsänhoidon tekniikka. In: Metsäkäsikirja. Helsinki.
- Siren G. 1951. Alikasvoskuusten biologia. AFF, 58.
- Siren G. 1955. The development of spruce forest on raw humisites in northern Finland and its ecology. AFF, 62.

Siren G. 1964. Tavoitteena viljelymetsätalous. Metsätaloudellinen aikakauslehti, 4.
 Skoupý I. 1964. Vliv kořenu mateřského porostu na přirozenou obnovu smrku ztepí-
 lého (*Picea excelsa* Link). Sb. lesn. fak. Vysoké školy zeměd. Praze, 7.
 Stiell W. M. 1965. Five year growth of thinned white spruce plantations. Pulp and
 Paper Mag. Canada, vol. 66, N 8.
 Swan H. S. 1965. Fertilizers in forestry. Journ. of Forestry, vol. 63, N 7.
 Vézina P. E. 1965. Growth and yield of three pulpwood species in Quebec as
 affect by stocking. Pulp and Paper Mag. Canada, vol. 66, N 11.
 Wainio E. 1878. Kasvistonsuhteista Pohjois-Suomen ja Venäjän Karjalan rajaseu-
 duilla. Medd. av Sos. pro F. et Fl. Fenn. Helsingfors.
 Westveld M. 1953. Ecology and Silviculture of the Spruce — Fir Forests of East-
 North America. Forestry, N 6.
 Wiksten A. 1965. Ett förbandsförsök med planterad gran. Rapp. och uppsat. Inst.
 skogsprodukt. Skogshögskolan, N 7.
 Yalava M., Lihtonen V., Heiskanen V., Sippola H. 1957.
 Metsäkasikirja, osa 2. Helsinki.
 Zakořal V. 1965. Jak lépe využít přirozenou obnovu při podrovním hospodář-
 ství. Lesn. práce, sv. 44, N 2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Г л а в а I. Лесорастительные условия и характеристика еловых лесов	5
Природные условия	5
Характеристика еловых лесов	15
Г л а в а II. Рост и развитие еловых лесов	27
Общие сведения	27
Возрастная структура	32
Строение древостоев	34
Запас и товарность насаждений	43
Рост деревьев	46
Оценка производительности ельников	47
Г л а в а III. Рубки, возобновление и смена еловых лесов	49
Выборочные рубки	49
Сплошные узколесосечные рубки	51
Сплошные концентрированные рубки	52
Интенсивность смены еловых лесов	55
Г л а в а IV. Рост и развитие лиственно-еловых насаждений	58
Общая характеристика насаждений	58
Формирование насаждений	62
Запас и прирост древесины	75
Товарность насаждений	79
Эскизы таблиц хода роста	83
Лесоводственная оценка смены еловых лесов	87
Г л а в а V. Восстановление еловых лесов путем сохранения подроста предва- рительного возобновления	89
Общие сведения, краткая характеристика объектов исследований	89
Формирование елово-березовых насаждений	92
Товарность насаждений	102
Эскизы таблиц хода роста	105
Лесоводственная эффективность выращивания ельников из подроста	109
Г л а в а VI. Использование елового яруса березняков для восстановления ело- вых насаждений	110
Восстановление ели в молодняках	111
Восстановление ели в средневозрастных насаждениях	119
Восстановление ели в приспевающих и спелых насаждениях	121
З а к л о ч е н и е	125
Л и т е р а т у р а	128