

Н.Н. Теринов, Г.Г. Терехов, О.В. Толкач

**ВОЗРАСТ ДЕРЕВЬЕВ НИЖНЕГО ЯРУСА
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ
ПОСЛЕ РУБКИ**

Введение. Способ восстановления коренных древесных пород предусматривается еще на стадии проектирования лесосечных работ. В разновозрастном темнохвойном или производном от него мягколиственном древостое таким объектом могут быть несколько поколений хвойных древесных пород. Наиболее перспективное поколение должно обеспечить формирование к возрасту рубки спелого древостоя с удовлетворительными таксационными показателями в максимально короткие сроки. В этом отношении наиболее перспективным является сохраненный после рубки темнохвойный подрост предварительной генерации средней и крупной категории высот [Теринов, 2013]. Крупный подрост возрастом до 30 лет успешно конкурирует с подростом мягколиственных деревьев и формирует насаждение со значительным участием в составе темнохвойных древесных пород [Зарубина, Беляков, 2021]. Необходимо также отметить, что сокращение оборота рубки связано с возрастом подростка предварительной генерации. Наиболее перспективными в этом отношении являются деревья ели, появившиеся под пологом 20–30-летних производных березняков [Рубцов, Дерюгин, Никитин, 2000]. Таким образом, выбираемый для лесовозобновления объект должен соответствовать ряду характеристик, и возраст, наряду с количеством, высотой и состоянием деревьев подростка, является одной из них. Эффективность хозяйственных мероприятий определяется обязательным их выполнением в определенные сроки. Такая ситуация складывается объективно, так как реакция деревьев в разном возрасте на изменение в результате рубок условий природной среды не одинаковая. Обратимся к классикам. Кравчинский Д.М. на основании своих исследований пришел к выводу, что в производных от темнохвойных насаждений березняках ель нижнего яруса в возрасте 70–80 лет не является перспективной для формирования ельников, и для этой цели необходимо ориентироваться на более молодой возраст деревьев. Позднее Тихонов А.С., на основании результатов рубок Д.М. Кравчинского, сделал вывод, что при определенных условиях удовлетворительные результаты можно получить при сохранении после вырубки

80-летних деревьев ели [Тихонов, 1967]. Нестеров В.Г. полагал, что 40–60-летняя ель имеет наивысший прирост деревьев по запасу, а свой рост эта древесная порода заканчивает в 120 лет [Нестеров, 1954]. По данным Ткаченко М.Е. при изменении среды произрастания деревьев ели могут активно увеличивать свой диаметр в возрасте 185 лет [Ткаченко, 1952]. Алексеев П.В. утверждает, что для подростка ели, произрастающего в производном мягколиственном насаждении, возраст 35–40 лет является критическим [Алексеев, 1983]. Более поздние исследования не опровергают того факта, что основная часть погибших деревьев приходится на эту возрастную группу [Дерюгин и др., 2023]. По отношению к мягколиственным в высокополотных темнохвойных древостоях массовое отмирание подростка начинается с возраста 15...25 лет [Дебков, 2015]. В то же время, при изменении после рубки условий среды у деревьев ели в возрасте 50–60 лет активно протекают обменные процессы [Журавлева, 1970].

С целью установления возраста деревьев темнохвойных пород для успешного процесса возобновления вырубки, с одной стороны, и сокращения срока оборота рубки – с другой, были предприняты собственные исследования. Критерием являлось изменение радиального прироста у подростка и тонкомерных деревьев сохранившихся после рубки.

Объекты и методика исследований. Исследования проведены в трех лесорастительных округах Свердловской области: округ широколиственно-хвойных лесов, южнотаежный лесорастительный округ, среднетаежный лесорастительный округ [Колесников и др., 1973]. Объектами исследований являлись средне- и высокополотные производные от ельников спелые березняки I–III класса бонитета с участием в составе верхнего яруса от 6 до 9 единиц мягколиственных деревьев с нижним ярусом и подростом темнохвойных пород. Общий запас древостоев варьировал от 230 до 280 м³/га. Эти насаждения в разное время были пройдены сплошными и выборочными рубками. Березовые леса приурочены к разнотравной, липняковой и травяно-зеленомошной группам типов леса, которые в регионе исследований занимают соответственно до 40, 15 и 37% от покрытой лесом площади [Побединский, Исаева, 1984]. На объектах заложено 48 пробных площадей («Площади пробные лесоустroительные» ОСТ 56-69-83), на которых перечислительным методом устанавливалась полная таксационная характеристика древостоя, уточнялась возрастная и вертикальная структура. Непосредственно в липняковой группе типов леса заложено 13 пробных площадей, травяно-зеленомошной – 19, разнотравной – 16. Пример такой пробной площади с установленной таксационной характеристикой насаждения представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Пример таксационной характеристики насаждения
(округ широколиственно-хвойных лесов)**

**The example of the forest stand taxation characteristics
(the broad-leaved-coniferous forests district)**

Таксационные показатели	До рубки	После первого приема равномерно-постепенной рубки
Тип леса – ельник липняковый. Класс бонитета – II		
Верхний ярус:		
состав	6Б1Ос2Е1П	9Б1Ос+Е+П
относительная полнота	0,7	0,5
возраст, лет	85	85
средний диаметр, см	26	24
средняя высота, м	22	22
запас, м ³ /га	240	165
В т.ч по элементам леса		
Ель, пихта: возраст, лет	120	120
средний диаметр, см	30	26
средняя высота, м	24	22
запас, м ³ /га	70	–
Береза, осина: возраст, лет	85	85
средний диаметр, см	24	24
средняя высота, м	22	22
запас, м ³ /га	200	150
Нижний ярус:		
состав	3Е5П2Б	5Е3П2Б
относительная полнота	0,15	0,10
возраст, лет	70	70
средний диаметр, см	12	12
средняя высота, м	13	13
запас, м ³ /га	20	17
количество, шт./га	170	165
Подрост:		
состав	8П2Е	8П2Е
количество, шт./га	5300	4400
в т. ч., крупный	650	450
средний	2600	2100
мелкий	2050	1850
средняя высота, м	1,3	1,2
средний возраст, лет	25	25

Для исследования радиальных приростов у хвойного подроста и хвойных деревьев нижнего яруса древостоев были взяты керны и спилы в количестве более 600 образцов. Анализ результатов исследования осуществ-

лялся на основе измерений радиальных приростов годовичных колец прибором LINTAB 6. Обработка результатов исследования производилась в программе «Statistica 6». При определении достоверности различий между показателями радиальных приростов и приростов в высоту с точностью 95% использовался t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования. Первое, что было принято во внимание – это снижение выживаемости подроста и тонкомерных деревьев в нижнем ярусе с увеличением полноты верхнего яруса древостоя [Мельников и др., 2009]. В наибольшей степени это отражается на деревьях, миновавших возраст подроста (табл. 2).

Таблица 2

Количество подроста и тонкомерных деревьев ели в нижнем ярусе производного мягколиственного древостоя, тыс. экз./га
The number of undergrowth and undersized spruce trees in the lower store of secondary soft – leaved stand, thousand trees per ha

Абсолютная полнота верхнего яруса древостоя, м ² /га	Относительная полнота верхнего яруса древостоя	Состояние					
		подроста			тонкомерных деревьев		
		здо- ровый	погиб- ший	гибель, %	здо- ровый	погиб- ший	гибель, %
9	0,3	2,6	0,2	7,1	1,0	0,1	10,0
15	0,5	5,8	0,8	12,1	0,9	0,2	18,2
22	0,7	5,2	0,7	11,8	0,7	0,2	22,2

В спелом древостое составом верхнего яруса 9Б1Еед.П гибель подроста при переходе от низкой полноты к средней увеличивается в среднем в 1,7 раза, а тонкомерных деревьев – в 2,5 раза. Второе – разные условия для роста подроста разного происхождения: рост подроста предварительной генерации происходит некоторое время успешно под пологом древостоев и продолжается после их вырубki, в отличие от подроста последующей генерации. Это позволяет ему участвовать в составе молодняков, а позднее – верхнего яруса древостоев. Нижний (второй) темнохвойный ярус, как правило, формируется из подроста последующей генерации. Установлено, что возраст деревьев ели в верхнем ярусе древостоев на 25–40 лет больше, чем у доминирующих деревьев березы. Следовательно, деревья ели и пихты в возрасте 40 лет достаточно активно реагируют на изменение условий среды и в перспективе могут или преобладать в составе древостоя, или, в случае производного мягколиственного насаждения, выступать в качестве материнских деревьев.

На другом объекте в ельнике липняковом после вырубki деревьев верхнего лиственного яруса образовался 80-летний низкополнотный (относительная полнота 0,3) елово-пихтовый древостой, имеющий среднюю высоту 12 м и средний диаметр 12 см (рис. 1).



Рис. 1. Деревья ели и пихты в возрасте 80 лет после вырубki мягколиственных деревьев верхнего яруса древостоя

Fig. 1. Spruce and fir trees aged 80 years after cutting of soft-leaved trees of the upper store of the stand

Такие характеристики для этих древесных пород соответствуют насаждению V класса бонитета и для данного типа леса древостой показывает крайне низкую производительность. Кроме этого, при анализе образцов древесины пихты установлено, что 30% деревьев этой древесной породы повреждены стволовой гнилью. Следовательно, в силу явного отставания в росте и высокой фауности деревьев ели и пихты, они не могут рассматриваться в качестве объекта для формирования к возрасту рубки производительного древостоя.

Таким образом, оптимальный возраст деревьев ели и пихты с точки зрения формирования в максимально короткие сроки производительного спелого темнохвойного древостоя теоретически должен находиться в пределах 40–60 лет.

С целью проверки этой гипотезы было произведено исследование образцов древесины у внешне здоровых тонкомерных деревьев ели и пихты возрастом от 40 до 95 лет (табл. 3).

Из таблицы следует, что реакция деревьев ели и пихты в интервалах возраста 40–50 и 55–65 лет примерно одинаковая. Они достоверно увеличили свой радиальный прирост в 1,5–2,0 раза. В более старших возрастах радиальный прирост достоверно не увеличился. У деревьев в интервале возраста 40–65 лет отмечен хороший темп роста до рубки, который сохраняется и после ее проведения. Это подтверждается статистическими вычислениями. В более старших возрастах существенного увеличения радиального прироста не выявлено.

Таблица 3

Среднепериодический радиальный прирост деревьев ели и пихты до и после первого приема равномерно-постепенной рубки, мм (округ широколиственно-хвойных лесов)

Average periodical radial growth of spruce and fir trees before and after the first stage of evenly-gradual cutting, mm (the broad-leaved-coniferous forests district)

Группа возраста, лет	Среднепериодический прирост за 5 лет		Достоверность различий (при $p < 0,05$)	Теснота связи между величиной радиального прироста деревьев до и после рубки	
	до рубки	после рубки		коэффициент корреляции, r	достоверность коэффициента корреляции (при $p < 0,05$)
Ель					
40–50	1,1±0,10	2,1±0,24	0,0262	0,82	0,0436
55–65	1,3±0,09	2,0±0,13	0,0163	0,67	0,0002
75–85	1,1±0,06	1,3±0,11	0,0697	0,72	0,1062
90–95	0,8±0,11	1,2±0,17	0,0508	0,30	0,5662
Пихта					
40–50	1,2±0,13	2,4±0,27	0,0002	0,94	0,0062
55–65	1,1±0,18	1,8±0,18	0,0032	0,85	0,0165

На другом участке образцы древесины были взяты у деревьев ели, участвующих в составе верхнего яруса древостоя. Их возраст на момент рубки составлял от 25 до 50 лет. После обработки результатов у них установлено почти 5-кратное увеличение радиального прироста после изменения в результате рубки условий среды. Также установлено, что на изменение в результате рубки природной среды активно отреагировали экземпляры, отличающиеся высоким темпом роста радиального прироста до рубки ($r = 0,93$, $p = 0,0235$).

В ходе исследований было выявлено, что примерно 30% деревьев, отличающиеся по своим внешним признакам от «нормальных», после рубки смогли достоверно увеличить свой радиальный прирост. Для изучения роста таких деревьев было взято около 60 образцов древесины в возрастном интервале от 40 до 120 лет, которые по внешним признакам подразделялись условно на сомнительные и здоровые. Сомнительные деревья отличались от здоровых особей размером и цветом хвои, имели крону шаровид-

ной или овальной формы. У всех деревьев измерялся радиальный прирост и соответствующий ему прирост по высоте за 3 года до и после рубки (табл. 4). Из табл. 4 можно сделать вывод, что рост деревьев разного состояния существенно различается. У здоровых особей в интервале возраста 55–65 лет радиальный прирост и прирост по высоте соответственно в 2,0–3,0 и в 2,7–4,1, достоверно выше, чем у сомнительных деревьев. При этом, в отличие от сомнительных деревьев, у здоровых особей величина радиального прироста и прироста по высоте до и после рубки достоверно связаны. Другими словами, у деревьев категории «сомнительные» не во всех случаях увеличение радиального прироста сопровождается увеличением их прироста по высоте. В ходе исследования было отмечено, что у пихты, начиная с возраста 70 лет, отмечается появление стволовой гнили. В возрасте старше 80 лет гнилью поражено около 35% деревьев, а старше этого возраста – около 65%.

Таблица 4

**Радиальный прирост (мм) и прирост по высоте (см) деревьев
темнохвойных пород за 3 года до и после первого приема
равномерно-постепенной рубки (округ широколиственно-хвойных лесов)**

**Radial growth (mm) and height growth (cm) of dark coniferous trees
for 3 years before and after the first stage of evenly-gradual cutting
(the broad-leaved-coniferous forests district)**

Группа возраста, лет	Состоя- ние де- ревьев	Прирост				Теснота связи между радиальным при-ростом и приро- стом по высоте (r)	
		радиаль- ный, мм	по высо- те, см	радиаль- ный, мм	по высо- те, см	до рубки	после рубки
		до рубки		после рубки			
Ель							
100–120	Сомни- тельное	0,9±0,31	14±1,6	1,5±0,59	13±1,3	0,36	0,29
55–65	Сомни- тельное	1,0±0,10	10±1,4	0,9±0,19	8±0,8	0,21	0,40
55–65	Здоровое	2,3±0,30	29±3,7	2,7±0,44	33±4,2	0,80	0,81
Пихта							
40–65	Здоровое	3,0±0,95	36±7,1	5,1±1,19	66±15,0	0,96	0,83
70–90	Сомни- тельное	1,2±0,17	21±1,3	1,4±0,27	23±2,1	0,21	0,31

В среднетаежном округе объектами исследования являлись две главные лесообразующие породы – ель сибирская и сосна сибирская или кедр сибирский. На одном из участков возраст деревьев на момент рубки находился в интервале возраста от 20 до 70 лет (табл. 5). Из таблицы следует, что наибольший радиальный прирост деревьев ели по отношению к другим возрастным группам отмечен в возрасте 40–50 лет.

Таблица 5

Среднепериодический радиальный прирост деревьев ели и пихты за 5 лет до и через 15 лет после чересполосной постепенной рубки, мм (среднетаежный лесорастительный округ)

Average periodic radial growth of spruce and fir trees for 5 years before and 15 years after strip gradual cutting, mm (middle taiga district)

Группа возраста, лет	Среднепериодический радиальный прирост		Достоверность различий (при $p < 0,05$)	Теснота связи между радиальным приростом деревьев до и после рубки	
	до рубки	после рубки		коэффициент корреляции, r	достоверность коэффициента корреляции (при $p < 0,05$)
Ель					
20–30	0,7±0,23	1,0±0,33	0,4432	0,64	0,1197
40–50	1,1±0,18	3,7±0,35	0,0001	0,85	0,0323
60–65	1,2±0,11	2,2±0,22	0,0040	0,32	0,5977
Ель (контрольный участок)					
65–70	1,1±0,11	1,4±0,15	0,1066	0,56	0,1157
Кедр					
20–30	0,3±2,03	1,0±0,27	0,0437	0,88	0,0498
40–50	0,4±0,11	1,6±0,19	0,0001	0,29	0,4810
60–65	0,3±0,09	2,8±0,58	0,0002	0,82	0,0450

У деревьев кедра по отношению к ели максимальное значение радиально-го прироста после рубки происходит в 60–65 лет, то есть на 10–15 лет позже.

Из данных табл. 5 следует, что не во всех случаях между величиной радиального прироста деревьев ели до и после рубки отмечается сильная связь. Предположительно это связано с длительностью прошедшего после рубки периода (15 лет), когда рост и развитие каждой особи начинают все больше зависеть от постепенно меняющейся лесорастительной среды. Чтобы это проверить, было проведено сравнение радиального прироста за 3 года до и после рубки (табл. 6).

Таблица 6

Радиальный прирост деревьев ели и кедра за 3 года до и после выборочных рубок, мм (среднетаежный лесорастительный округ)

Radial growth of spruce and cedar trees for 3 years before and after selective cutting, mm (middle taiga district)

Древесная порода	Группа возраста в год рубки, лет	Радиальный прирост		Достоверность различий (при $p < 0,05$)	Теснота связи между периодическим радиальным приростом деревьев до и после рубки	
		до рубки	после рубки		коэффициент корреляции, г	достоверность коэффициента корреляции (при $p < 0,05$)
Чересполосная постепенная рубка						
Ель	5–10	1,2±0,26	2,3±0,27	0,0138	0,90	0,0366
	20–30	2,2±0,77	3,9±1,29	0,3927	0,73	0,0433
	40–50	3,2±0,48	8,8±1,57	0,0037	0,79	0,0112
	60–65	3,8±0,29	5,3±0,55	0,0361	0,85	0,0713
Кедр	20–30	1,0±0,34	1,7±0,68	0,3620	0,98	0,0013
	40–50	1,0±0,23	2,3±0,41	0,0364	0,33	0,3796
	60–65	1,1±0,29	4,9±1,51	0,0017	0,89	0,0183
Равномерно-постепенная рубка						
Ель	50–65	2,4±0,58	4,4±0,70	0,0763	0,97	0,0069
	75–80	2,1±0,57	3,5±0,47	0,0735	0,52	0,1513

На основании полученных результатов можно констатировать: в относительно короткий период после рубки деревья ели в возрасте 40–65 лет после рубки достоверно увеличивают свой радиальный прирост в 1,4–2,8 раза. Действительно, у этой возрастной категории деревьев отмечается тесная и достоверная связь радиального прироста до рубки с приростом после рубки.

При обследовании насаждений в другом районе исследований (южно-таежный округ) выявлены те же закономерности (табл. 7). Среднепериодический радиальный прирост на лесосеке сплошной рубки у деревьев ели, возраст которых в момент рубки составлял 40–50 лет, после рубки достоверно увеличился в 5,1 раза, когда как у 60–65-летних – только в 2,1 раза. На контрольном участке, где рубка не производилась, у деревьев ели в интервале возраста 40–50 лет зафиксировано снижение среднепериодического радиального прироста в 1,3 раза, а в категории возраста 60–65 лет – в

1,1 раза. На лесосеке чересполосной постепенной рубки между радиальным приростом деревьев до и после рубки у категории деревьев возраста 40–50 лет установлена связь средней тесноты. Эта связь переходит в достоверную и сильную при сокращении периода наблюдений. За 7-летний отрезок времени до и после рубки у деревьев ели этой группы возраста коэффициент корреляции (r) увеличивается до 0,71 вместо 0,60.

Таблица 7

Среднепериодический радиальный прирост деревьев ели на участках после чересполосной постепенной и сплошной рубок 13-летней давности, мм (южнотаежный лесорастительный округ)

Average periodic radial growth of spruce trees in the areas after the interlaced gradual and continuous logging for 13 years, mm (southern taiga district)

Способ рубки	Группа возраста, лет	Среднепериодический прирост		Достоверность различий (при $p < 0,05$)	Связь между величиной радиального прироста деревьев до и после рубки	
		до рубки	после рубки		Коэффициент корреляции, r	достоверность коэффициента корреляции (при $p < 0,05$)
Сплошная	40–50	0,7±0,05	3,6±0,44	0,0001	0,79	0,0198
	60–65	1,6±0,18	3,3±0,27	0,0001	0,35	0,2707
Чересполосная постепенная	40–50	1,7±0,09	3,1±0,16	0,0001	0,60	0,0009
Лес (контроль)	40–50	1,2±0,05	0,9±0,03	0,0003	0,90	0,0368
	60–65	1,3±0,06	1,1±0,04	0,0691	0,75	0,0192

Выводы

1. Возраст деревьев ели и пихты в интервале 40–50 лет является оптимальным для решения комплексной задачи по возобновлению вырубок темнохвойными породами и сокращению оборота рубки примерно в два раза.
2. Максимальное значение радиального прироста у деревьев кедра сибирского после рубки зафиксировано в возрасте 60–65 лет, на 10 лет позднее по отношению к другим темнохвойным породам.

3. Деревья темнохвойных пород в интервале возраста 40–65 лет, имеющие хороший темп роста под пологом березовых древостоев, продолжают его сохранять после изменения в результате рубки условий среды. Наиболее тесно эта связь проявляется в первые годы после рубки.

4. У здоровых деревьев ели и пихты, в отличие от деревьев, имеющих какие-либо отклонения от нормального развития, увеличение радиального прироста сопровождается достоверным увеличением прироста по высоте.

5. Динамика роста здоровых деревьев ели и деревьев с отклонением от нормального развития одинакового возраста существенно отличаются. У первых радиальный прирост и прирост по высоте, соответственно, в 2,6–3,6 и в 3,5–6,1 раза выше, чем у вторых.

6. В возрасте около 70 лет у деревьев пихты отмечено наличие стволовой гнили. В возрасте 80 лет гнилью повреждается около 35% деревьев, а старше этого возраста – 65%. На этом основании в процессе формирования темнохвойного насаждения состав древостоя должен регулироваться рубками в сторону повышения участия деревьев ели и кедра.

7. Для восстановления темнохвойных лесов с одновременным решением задачи по сокращению оборота рубки в производных мягколиственных насаждениях необходима иная система ведения хозяйства. Заключается она в уходе за подростом ели, пихты и кедра, начиная со средневозрастных березняков и заканчивая приспевающими древостоями.

Сведения о финансировании исследования. Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FUWW-2023-0010 и FEUG-2023-0002

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Алексеев П.В. Рост и развитие елово-лиственных и лиственно-еловых насаждений и особенности хозяйства в них: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: МЛТИ, 1983. 20 с.

Дебков Н.М. Количественные и качественные параметры возобновления под пологом древостоев, сформировавшихся из предварительных генераций // ИВУЗ. Лесной журнал. 2015. № 1. С. 35–44. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2015.1.35

Декатов Н.Е. Рационализировать использование лиственно-еловых древостоев // Лесное хозяйство. 1958. № 12. С. 18–24.

Дерюгин А.А., Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. Динамика структуры популяции ели под пологом березняков южной тайги и смешанных лесов в европейской части России // ИВУЗ. Лесной журнал. 2023. № 2. С. 15–25. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-2-15-25

Журавлева М.В. Анатомо-физиологическая характеристика деревьев ели в насаждениях Среднего Урала, пройденных и не пройденных постепенными рубками: матер. науч. конф. по вопросам лесного хозяйства. Пушкино: ВНИИЛМ, 1970. С. 31–34.

Зарубина Л.В., Беляков Д.В. Естественное возобновление на вырубках ельников зеленомошной группы типов леса в условиях Вологодской области // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. С. 119–123.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 275 с.

Мельников Е.С., Чан Ань Туан, Чан Тхе Хунг, Добровольский А.А. Оценка опыта формирования высокопродуктивных насаждений целевого назначения // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009. Вып. 188. С. 69–80.

Нестеров В.Г. Общее лесоводство. М.: Гослесбумиздат, 1954. 478 с.

Побединский А.В. Рекомендации по ведению лесного хозяйства на зонально-типологической основе в лесах Свердловской области: [науч. издание] / под общ. ред. А.В. Побединского, Р.П. Исаевой. М.: ВНИИЛМ, 1984. 56 с.

Рубцов М.В., Дерюгин А.А., Никитин А.П. Возрастная структура популяции ели под пологом березняков южной тайги // Лесоведение. 2000. № 4. С. 28–34.

Теринов Н.Н. Метод формирования темнохвойных насаждений // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2013. № 1. С. 64–71.

Тихонов А.С. Рубки Д.М. Кравчинского по размеру деревьев в двухъярусных лиственно-еловых древостоях // Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. М.: Лесн. пром-сть. 1967. С. 48–62.

Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 600 с.

References

Alekseev P.V. Growth and development of spruce-deciduous and deciduous-spruce plantations and features of the economy in them: avtoref. diss. ... PhD (Agriculture) / M.: MLTI, 1983. 20 p. (In Russ.)

Debkov N.M. Quantitative and Qualitative Parameters of Renewal Under the Canopy of Forest Stand, Formed from Preliminary Generations. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2015, no. 1, pp. 35–44. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2015.1.35 (In Russ.)

Dekatov N.E. Rationalize the use of deciduous-spruce stands. *Forestry*, 1958, no. 12, pp. 18–24. (In Russ.)

Deryugin A.A., Rybakova N.A., Glazunov Y.B. Dynamics of the Spruce Population Structure Under the Canopy of Birch in Coniferous-Deciduous and

Southern Taiga Forests of European Russia. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2023, no. 2, pp. 15–25. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-2-15-25 (In Russ.)

Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest growing conditions and types of forests of the Sverdlovsk region. Sverdlovsk: UNC of the USSR Academy of Sciences, 1973. 275 p. (In Russ.)

Melnikov E.S., Chan An Tuan, Chan Thae Hung, Dobrovolsky A.A. Assessment of the experience of forming highly productive forests of plantings. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2009, iss. 188, pp. 69–80. (In Russ.)

Nesterov V.G. General forestry. M.: Goslesbumizdat, 1954. 478 p. (In Russ.)

Pobedinsky A.V. Recommendations on forest management on a zonal-typological basis in the forests of the Sverdlovsk region: [scientific publication] / Under the total ed. A.V. Pobedinsky, R.P. Isaeva. M.: VNIILM, 1984. 56 p. (In Russ.)

Rubtsov M.V., Deryugin A.A., Nikitin A.P. Age Structure of the Spruce Population Under the Canopy of Birch Forests of the Southern Taiga. *Forest Science*. 2000, no. 4, pp. 28–34. (In Russ.)

Terinov N.N. Method of formation of dark coniferous plantations. *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2013, no. 1, pp. 64–71. (In Russ.)

Tikhonov A.S. Cutting of D.M. Kravchinsky by the size of trees in two-stored deciduous-spruce stands. *Collection of scientific research works on forestry*, 1967, pp. 48–62.

Tkachenko M.E. General forestry. M.; L.: Goslesbumizdat, 1952. 600 p. (In Russ.)

Zarubina L.V., Belyakov D.V. Natural renewal in the cutting of spruce forests of the green-mosh group of forest types in the Vologda Region. *Effective response to modern challenges taking into account the interaction of man and nature, man and technology: socio-economic and environmental problems of the forest complex: proceedings of the XIII International Scientific and Technical Conference*. Yekaterinburg: Ural State Forestry University, 2021, pp. 119–123. (In Russ.)

Zhuravleva M.V. Anatomical and physiological characteristics of spruce trees in the forests of the Middle Urals, cut and not cut by gradual cuttings: proceedings of the International Scientific Conference on Forestry. Pushkino: VNIILM, 1970, pp. 31–34. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 23.05.2023

Теринов Н.Н., Терехов Г.Г., Толкач О.В. Возраст деревьев нижнего яруса для формирования темнохвойных лесов после рубки // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 247. С. 173–187. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.173-187

Исследование посвящено решению проблемы восстановления коренных (условно-коренных) ельников после вырубki производных березняков. Цель – установление оптимального возраста деревьев темнохвойных пород, произрастающих в нижнем ярусе производных мягколиственных насаждений, для

успешного возобновления вырубки с одновременным сокращением срока оборота рубки. Критерием являлось изменение радиального прироста деревьев, сохранившихся после рубки. Образцы древесины отбирались у подроста и тонкомерных деревьев возрастом от 10 до 90 лет. Наиболее активная положительная реакция деревьев ели и пихты на изменение условий среды отмечена в возрасте 40–50 лет. При достаточном количестве и хорошем состоянии темнохвойных деревьев этот возраст является наиболее перспективным для формирования темнохвойных лесов. По отношению к ним возраст для кедра наступает позже на 15–20 лет и составляет 60–65 лет. Установлено, что темпы роста здоровых деревьев ели, пихты и кедра по диаметру до и первые годы после рубки тесно связаны. В процессе формирования насаждения эта связь может ослабевать. Увеличение радиального прироста после рубки у здоровых деревьев сопровождается достоверным увеличением их прироста по высоте в отличие от деревьев, которые имеют какие-либо отклонения от нормы (высокоподнятая, разреженная, овальная или шаровидная крона). Радиальный прирост и прирост по высоте у первых соответственно в 2,6–3,6 и в 3,5–6,1 раза выше, чем у вторых. В результате высокой повреждаемости деревьев пихты состав древостоя должен регулироваться в сторону повышения участия в древостое деревьев ели и кедра. Для формирования темнохвойных лесов и сокращения оборота рубки уход за подростом ели, пихты и кедра необходимо осуществлять на начальных стадиях формирования производных березняков.

Ключевые слова: радиальный прирост, возраст деревьев, нижний ярус древостоя.

Terinov N.N., Terekhov G.G., Tolkach O.V. The age of the lower store trees for the formation of dark coniferous forests after cutting. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2024, iss. 247, pp. 173–187 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.173-187

The study is devoted to solving the problem of restoring radical (conditionally radical) spruce forests after cutting of birch forest stands. The purpose is to establish the optimal age of dark coniferous trees growing in the lower story of secondary soft-leaved forest stands for the successful restoration of a cut down area and reduction of period before cutting final stand too. The criterion was a change in the radial growth of trees preserved after cutting. Wood samples from undergrowth and undersized trees aged from 10 to 90 years were taken. The most active positive reaction of spruce and fir trees to changes of the forest environment conditions at the age of 40-50 years was noted. With a sufficient number and good condition of dark coniferous trees this age is the most promising for the formation of dark coniferous forests. In relation to them the age for cedar comes later by 15-20 years and is 60-65 years. It was found that the growth rate of healthy spruce, fir and cedar trees in diameter before and the first years after cutting are closely related. During the stand growth this connection may weaken. After cutting an increase of radial growth in healthy trees is accompanied by a

significant increases their height growth unlike trees that have any deviations from the norm (high, sparse, oval or spherical crown). The radial growth and apical growth in the healthy trees accordingly are 2.6–3.6 and 3.5–6.1 higher than trees with deviations from the norm. As a result of the high damage of fir trees the stand composition should be regulated in the direction of increasing the participation of spruce and cedar trees. For a dark coniferous forests form and shortening the period before cutting the improvement cuttings for spruce, fir and cedar must be carried out at the initial stages of the birch secondary forests formation.

Key words: radial growth, age of trees, the lower store of the stand.

ТЕРИНОВ Николай Николаевич – ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0001-5936-208X

620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: n_n_terinov@mail.ru

TERINOV Nikolay N. – DSc (Agriculture), leading researcher, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0001-5936-208X

620144. 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg. Russia. E-mail: n_n_terinov@mail.ru

ТЕРЕХОВ Геннадий Григорьевич – ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0002-2312-9224

620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: terekhov_g_g@mail.ru

TEREKHOV Gennady G. – DSc (Agriculture), leading researcher, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0002-2312-9224

620144. 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg. Russia. E-mail: terekhov_g_g@mail.ru

ТОЛКАЧ Ольга Владимировна – ведущий научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0002-4530-3334

620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: tolkach_o_v@mail.ru

TOLKACH Olga V. – DSc (Agriculture), leading researcher, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0002-4530-3334

620144. 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg. Russia. E-mail: tolkach_o_v@mail.ru