

# ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО



УДК 630\*231

Г.Г. Терехов,  
В.А. Усольцев,  
Н.А. Кряжевских,  
А.А. Маленко

## ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ЕЛОВЫХ КУЛЬТУРЦЕНОЗАХ УРАЛА

**Ключевые слова:** культуры ели, рубки ухода, температурный и влажностный режимы, вторичное восстановление лиственных, порослевая способность.

### Введение

В условиях смены пород после сплошных рубок в темнохвойных лесах лесные культуры являются основным способом сохранения доминирующей роли за коренными породами. Особая роль в этом отводится культивированию теневыносливой ели, которая лучше противостоит затенению травостоем и мелколиственными породами, но при их отсутствии повреждается весенними заморозками и солнечными ожогами [1]. Поэтому необходима разработка режимов ухода за культурами ели, которые обеспечивали бы успешный их рост путем формирования соответствующей экологической обстановки в ценозе. Если исследованию условий освещенности, температуры и влажности почвы и воздушной среды в связи с рубками ухода посвящена обширная литература,

то каких-либо данных по вторичной возобновительной способности лиственных пород в литературе практически нет [2]. Знание ее важно, поскольку вследствие высокой энергии порослевого возобновления и роста мелколиственных однократного их удаления бывает недостаточно для успешного выхода культур ели в основной ярус.

Поскольку слабое изреживание не обеспечивает интенсивный рост и продуктивность культур, а сильное создает опасность повреждения ели поздневесенними заморозками, необходима оптимизация режимов рубок с учетом конкретных лесорастительных условий.

### Объекты и методы исследований

Исследования проведены в Сергинско-Чусовском горном лесохозяйственном районе Свердловской области в подзоне южнотаежных лесов на территории Билимбаевского лесхоза на опытно-производственных участках (ОПУ) культур ели.

ОПУ 1-85 заложен в типе леса ельник разнотравно-зеленомошниковый на вырубке 5-летней давности в нижней трети склона юго-восточной экспозиции; ОПУ 1-86 – в типе леса ельник-сосняк травяной на вырубке 5-летней давности в верхней части склона западной экспозиции и ОПУ 3-86 – в типе леса ельник-сосняк ягодниковый на вырубке 3-летней давности в средней части склона юго-западной экспозиции. Направление рядов – везде с юга на север. Осветление культур на всех ОПУ проведено через 9 лет после посадки.

Перед осветлением ОПУ 1-85 разделили на три равные секции: первая секция – сплошное удаление лиственных пород; вторая – коридорное осветление вдоль рядов еловых культур (ширина коридоров 1-1,5 высоты близлежащих стволиков ели в культурах и третья – контроль (развитие еловых культур и лиственных пород шло естественным путем). Прочистка проведена через 10 лет после осветления. На первой секции вторичное возобновление лиственных пород полностью вырубали; на второй – лиственные породы убирали комбинированным методом (вырубали все деревья лиственных пород, развивших мощную крону в сторону рядов культур и затеняющих ель в культурах); на контрольной – какое-либо вмешательство отсутствовало.

После прочистки каждую секцию делили на две равные части: на одной все оставалось без изменения (секции 1, 2 и 3 – контроль), а на второй части каждой секции (1а, 2а и 3а) деревья ели изреживали в ряду. На секции 3а вместе с деревьями ели в отдельных случаях удаляли одиночные деревья лиственных пород. Полнота древостоя на ОПУ 1-85 после этого составляла на секции 1 0,6; 1а – 0,5; 2 – 0,8; 2а – 0,7; 3 (контроль) – 1,1; 3а – 0,9.

На ОПУ 1-86 и 3-86 осветление культур ели проводили почти одновременно, перед осветлением оба участка разделили на две равные секции. Первая секция на каждом участке оставалась контрольной, на второй секции культуры ели осветляли коридорным методом. Ширина коридоров аналогична ОПУ 1-85.

Прочистка на ОПУ 1-86 и 2-86 проведена через 9 лет после осветления. На каждом участке контрольная секция оставлена без рубок ухода, на второй – полностью вырубали все лиственные породы первичного и вторичного возобнов-

ления, превысившие половину высоты деревьев ели в культурах. Затем вторую секцию каждого участка поделили на две равные части: одна – без изреживания деревьев ели в рядах (секция 2), вторая – с изреживанием деревьев ели в рядах (секция 2а). Полнота древостоя на секции 1 обеих ОПУ осталась на уровне 1,0, 2 – 0,6 и 2а – 0,5.

Для изучения динамики восстановления лиственных древесно-кустарниковых и подпологовых видов, а также травостоя и древесного опада сразу же после прочистки на каждой секции ОПУ 1-85, 1-86 и 3-86 заложили по три постоянных пробных площади (ППП) размером 20х30 (25х25) м с включением не менее 5 рядов культур. Учет порослевого возобновления на них проводили через 1 год и 4-5 лет после рубки методом сплошного перечета.

Микроклиматические наблюдения проведены на временных метеопостах в течение трех дней подряд при слабой и средней облачности в период сравнительно сухой погоды. На ОПУ 1-85 организовано в междурядьях культур 6 метеопостов, на ОПУ 3-86 – три в междурядьях культур и два на открытой части участка без культур и лиственных пород с участием и без участия травостоя. Температуру воздуха фиксировали срочными термометрами, а почвы – термометрами Савинова, освещенность – люксметрами Ю-16М, влажность воздуха – аспирационными психрометрами. Время наблюдений – с 7 до 21 ч с фиксированием показаний через каждый час. Освещенность изучали на поверхности почвы и на высоте 2 м; влажность воздуха – на высоте 1,5 м, рядом с люксметром; температуру воздуха – на высоте 0,75 и 1,5 м, почвы – на ее поверхности и по слоям: 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 см.

Динамика травостоя внутри каждой ППП изучена на временных учетных площадках размером 1х1 м в 30-кратной повторности. У травянистой растительности в первой декаде июля определены видовая принадлежность, обилие видов по шкале Друде, высота, проективное покрытие надземных органов и фитомасса [3]. Укосы травостоя брали с временных площадок размером 1х1 м в 15-кратной повторности и делили по видам на злаковые и двудольные. Для определения содержания сухого вещества образцы травостоя по видам высушивали в лабораторных условиях до постоянной массы при 105<sup>0</sup>С.

На каждой секции внутри ППП установлены под кронами деревьев опадоуловители размером 1x1 м в 10-кратной повторности. Период накопления летнего опада с 1 мая по 31 октября, зимнего – с 1 ноября по 30 апреля. Собранный древесный опад в полупросушенном виде разделяли на фракции: хвоя, листья, ветви ели, ветви лиственных пород, семена ели, шишки, кора деревьев, ветошь [4]. Затем термовесовым методом масса пересчитывалась на абсолютно сухое состояние. Почвенные образцы для определения кислотности (рН) отобраны на ОПУ 2-86 с глубины 0,5-3 см в 30-кратной повторности. Кислотность определена в лабораторных условиях в 10-кратной повторности на приборе рН-метр (рН-410) по ГОСТ 26483-85.

### Изменение экологических условий под влиянием рубок ухода

Замеры освещенности в нижней части кроны ели в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный на разных секциях, заложенных после прочистки, показывают (рис. 1), что в утренние часы освещенность увеличивается быстрее там, где проведены рубки. Максимальное значение освещенности кроны в утренние часы наблюдается на секции 1а без лиственных пород с изреживанием в рядах деревьев ели с полнотой 0,5. На секции 1, где удалены лиственные породы, но без изреживания деревьев ели в рядах (полнота 0,6), освещенность в утренние часы ниже, так как сомкнутые кроны образуют теневой

фон по междурядьям ели. Полная освещенность здесь наступает лишь к 13 ч и продолжается до 16 ч.

Минимальное значение освещенности (менее 30 %) отмечено в подпологовом пространстве на секции 3 (контроль). Изреживание деревьев ели в рядах под пологом (секция 3а) повышает освещенность не более, чем на 10-15 %. Разреживание полога лиственных пород при прочистке на секции 2 повышает освещенность кроны, особенно после 11 ч, а к полудню достигается ее максимум (100%). Во всех случаях изреживание в рядах деревьев ели увеличивает продолжительность освещенности кроны, особенно это выражено в утренние и вечерние часы. В первом случае она быстрее увеличивается, во втором – медленнее снижается.

Освещенность поверхности почвы (рис. 2) по междурядьям определяется структурой древесного полога. Под пологом лиственных пород без изреживания в рядах ели освещенность крайне неравномерная. В местах отсутствия просветов в древесном пологе освещенность поверхности почвы даже в полуденные часы не превышает 18% от полной. При наличии небольших просветов в кроне полога лиственных пород освещенность почвы в период с 13 до 15 ч достигает 36% , но до 10 ч утра и после 18 ч не превышает 13% от полной. На секциях 1 и 1а с отсутствием лиственных пород в одно и то же время освещенность поверхности почвы в 2-2,5 раза выше, чем под пологом.

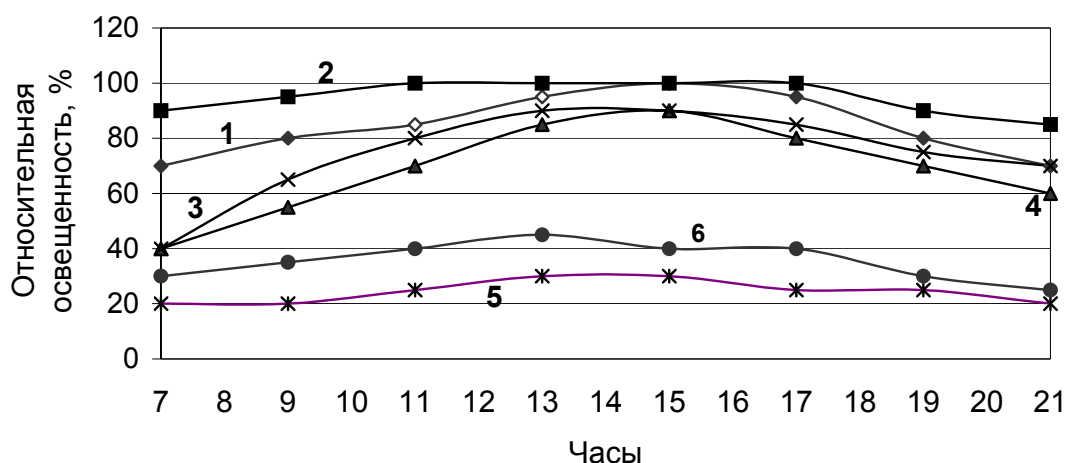


Рис. 1. Дневной ход освещенности нижней части кроны ели 20-летних культур на ОПУ 1-85: 1 – полное отсутствие лиственных пород без изреживания в рядах ели (секция 1); 2 – полное отсутствие лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 1а); 3 – среди лиственных пород без изреживания в рядах ели (секция 2); 4 – среди лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 2а); 5 – под пологом лиственных пород без изреживания в рядах ели (секция 3); 6 – под пологом лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 3а)

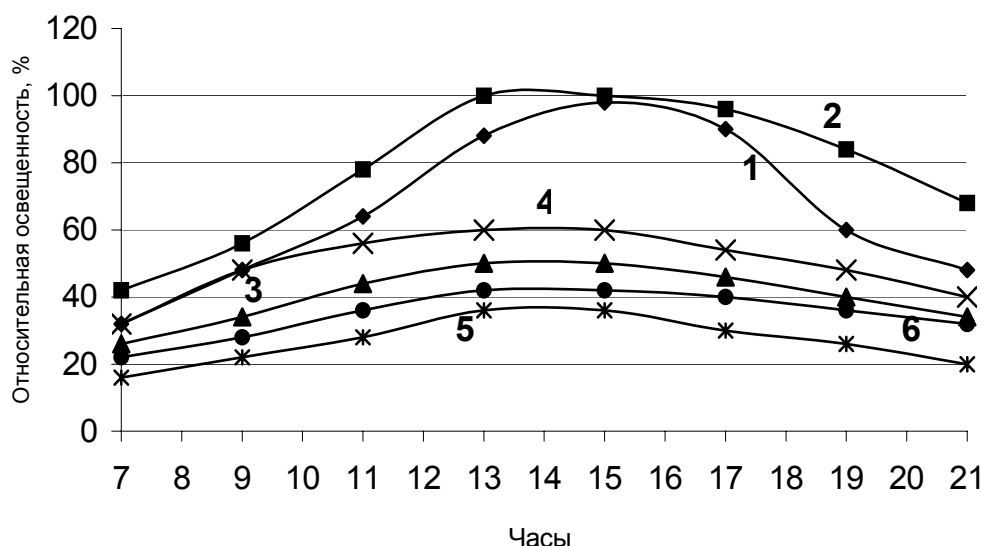


Рис. 2. Дневной ход освещенности поверхности почвы в междурядьях 20-летних культур: 1 – полное отсутствие лиственных пород (секция 1); 2 – полное отсутствие лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 1а); 3 – среди лиственных пород (секция 2); 4 – среди лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 2а); 5 – под пологом лиственных пород (секция 3); 6 – под пологом лиственных пород с изреживанием в рядах ели (секция 3а)

В целом за световое время освещенность поверхности почвы на 10-25 % ниже освещенности крон ели, а максимальная сохраняется на секциях без лиственных пород с изреживанием в рядах деревьев ели.

Температурный режим приземного слоя воздуха определяется структурой древесного полога, освещенностью нижней части фитоценоза, высотой солнцестояния и наличием облачности. При изучении температуры приземного слоя воздуха (на высоте 0,75 и 1,5 м) установлено, что на всех секциях ОПУ 1-85 с изреживанием в рядах ели она выше, чем без изреживания. Наиболее высокие колебания температуры воздуха в течение светового дня отмечены на секции 1 и 1а (без лиственных пород), где температура в середине дня близка к открытой части участка. Здесь же происходит интенсивное накопление суммы эффективных температур. На секции 2 среди лиственных пород в середине дня температура воздуха была ниже на 1,6-2,8<sup>0</sup>С, чем при их отсутствии (секции 1 и 1а).

Температура почвы определяется освещенностью поверхности и температурой воздуха в приземном слое. Оттаивание почвы на ОПУ 1-85 в весенний период быстрее происходит на секции без лиственных пород, особенно с изреживанием в рядах ели. Разница достигала 5-10 дней. В летний период температурный режим

почвенных слоев определяется дополнительно травостоем, видовое разнообразие и характер развития которого зависят от освещенности. Хорошо сформировавшийся травостой перехватывает большое количество солнечной энергии и притеняет поверхность почвы. В результате на ОПУ 2-86 в слое 0-35 см разница температур во второй половине дня достигала 1,6-2,3<sup>0</sup>С. Быстрее и на большую глубину почва прогревается на участках, лишенных древесной и травянистой растительности, а также при отсутствии верховодки в верхних почвенных горизонтах. В типе леса ельник-сосняк ягодниковый (ОПУ 2-86) температура нижних слоев почвы (25-35 см) выше на 1-1,5<sup>0</sup>С, чем на этом же уровне в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный (ОПУ 1-85) с наличием верховодки в 1-метровом слое почвы.

Влажность воздуха в утренние часы снижается под действием солнечных лучей и повышения температуры воздуха – на ОПУ 1-85 она до 7 ч утра мало отличается от ночной. Но с увеличением высоты стояния солнца влажность воздуха заметно уменьшается и достигает минимума к 15 ч. На ОПУ 2-86 изменение влажности начинается с 9 ч, но более выражено оно после 11 ч и продолжается до 17 ч, а минимум сохраняется до 19 ч.

На секциях внутри опытно-производственных участков относительная влажность воздуха в приземном слое имеет харак-

терные особенности: 1) до 9 ч относительная влажность воздуха в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный (ОПУ 1-85) на 2-3 % на секции без лиственных пород и в типе леса ельник-сосняк ягодниковый (ОПУ 2-86) на 1% выше, чем под пологом лиственных пород; 2) в дневные часы на ОПУ 1-85 (11-15 ч) и на ОПУ 2-86 (13-19 ч), напротив, на секциях без лиственных пород минимальна; 3) в течение светового времени различие показателей влажности между утренними и дневными часами суток на секции 3 (контроль) ОПУ 1-85 составило 3-5%, на секции 2 (среди лиственных пород) – 7-9 и на секциях 2 (без лиственных пород) – 12-16%.

В одно и то же время относительная влажность воздуха была в утренние часы на 1-2<sup>0</sup> больше в типе леса ельник-сосняк ягодниковый на ОПУ 2-86, а в вечерние часы, напротив, на 2-5% меньше, чем в типе леса ельник-разнотравно-зеленомошный на ОПУ 1-85. Изреживание ели в культурах снижает полноту и относительную влажность воздуха в дневное время. Увеличение влажности воздуха на секции 3 ОПУ 1-85 (контроль без изреживания ели в рядах) начиналось между 17 и 19 ч, с изреживанием ели в рядах – между 15 и 17 ч, а на ОПУ 2-86 – между 19-21 ч.

#### **Вторичная восстановительная способность лиственных пород**

Учет порослевого восстановления на ОПУ 1-85 в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный на второй год после второй прочистки показал, что в общем объеме доля пней березы составляла 58%, ивы козьей – 31, осины – 8,2, черемухи – 1,6 и рябины – 1,2%. Не возобновилось порослью 29, 75 и 33% пней, соответственно, березы, осины и рябины. Появление пневой поросли из спящих почек продолжалось в течение 3-4 лет.

Количество появившихся на пнях побегов практически не зависит от диаметра пня. Общая численность однолетних порослевин на ОПУ 1-85 составила 24 тыс. экз. на 1 га, в том числе березы – 56% и ивы – 42%. В первый год порослевин одного и того же пня сильно дифференцированы по высоте. В зимний период большая часть пневой поросли ивы, осины и березы, превышавшая уровень снегового покрова, съедена дикими животными (зайцы, лоси), и это продолжалось в течение первых 4 лет.

Распределение пней по количеству порослевин (табл. 1) в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный через 4 года после прочистки показывает, что на первой секции со сплошным осветлением количество порослевин на одном пне березы было максимум 4 экз., на секции 2а среди лиственных пород – 3 и на секции 3а под пологом лиственных пород – 6 экз. За 4-летний период после рубки сохранилось по секциям поросли: березы на секции 1 – 2970 экз./га, на секции 2 – 970 и на секции 3 – 600; ивы козьей – соответственно, 4400, 3560 и 1140; рябины – 640, 370 и 1200 экз./га. Высота пневой поросли (4-5-летней) на одном и том же пне различалась в 5-6 раз. Максимальные показатели отмечены у ивы козьей. На секции 3а (под пологом лиственных пород с изреживанием ели в рядах) текущий прирост поросли у всех пород был ниже, чем на секциях 1, 1а, 2 и 2а.

Прочистка в типе леса ельник-сосняк ягодниковый на ОПУ 2-86 вызвала интенсивное образование поросли (табл. 2). Через 5 лет после прочистки на секции с полным удалением лиственных пород и изреживанием ели в рядах (полнота 0,5) общее число пней с порослью составило около 30 тыс. шт. (81% от срубленных стволиков), преобладающая часть представлена пнями рябины (78%) и березы (20% от общего количества на секции 2а). По высоте поросль имела существенные различия: наиболее высокая – у ивы козьей, достигая более 3,5 м, а наименьшая – у рябины – 0,5-2,5 м. Основное количество поросли березы (86% от общего количества) имело высоту 0,5-2 м.

Крайне низкой порослевой способностью отличались береза и осина в типе леса ельник травяной на ОПУ 1-86. Через 5 лет после прочистки на пнях березы отмечено в среднем по одной порослевине, у ивы – в основном по две и лишь у рябины – до 6 экз. на одном пне (табл. 3). Анализ распределения поросли по ступеням высот показывает, что интенсивность роста у березы на участке в типе леса ельник травяной ниже, чем в ельнике-сосняке ягодниковом. При одновременной прочистке (рубке лиственных пород) на ОПУ 1-86 и 2-86 высота поросли в первом случае у березы достигала 1,5 м, во втором – до 3 м, а высота поросли рябины в первом и втором случаях имела одинаковые значения, но количество рябины на ОПУ 1-86 почти вдвое больше по сравнению с ОПУ 2-86.



Распределение пней по количеству порослевин через 4 года после прочистки в типе леса ельник разнотравно-зеленомошный (ОПУ 1-85)

Количество побегов на 1 пне, шт.	Количество пней на 1 га по породам											
	береза		ива козья		ива ушастая		рябина		черемуха		всего	
	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%
Секция 1а. Сплошная рубка лиственных пород с изреживанием ели в рядах. Полнота 0,5												
1	<u>1460</u> 54,3	70	<u>360</u> 13,4	34	<u>830</u> 30,9	63	<u>40</u> 1,4	17	-	-	<u>2690</u> 100	57
2	<u>440</u> 32,1	21	<u>540</u> 39,4	51	<u>240</u> 17,5	18	<u>150</u> 11,0	66	-	-	<u>1370</u> 100	29
3	<u>150</u> 39,5	7	<u>130</u> 34,2	12	<u>100</u> 27,3	7,5	-	-	-	-	<u>380</u> 100	8
4	<u>50</u> 23,8	2	<u>30</u> 14,3	3	<u>100</u> 47,6	7,5	<u>30</u> 14,3	17	-	-	<u>210</u> 100	5
5	-	-	-	-	<u>50</u> 100	4	-	-	-	-	<u>50</u> 100	1
Итого	<u>2100</u> 32,6	100	<u>1060</u> 42,4	100	<u>1320</u> 20,5	100	<u>220</u> 4,5	100	-	-	<u>4700</u> 100	100
Секция 2а. Изреженные ряды ели среди лиственных пород. Полнота 0,7												
1	<u>470</u> 13,3	61	<u>970</u> 27,4	53	<u>2030</u> 57,3	51	<u>70</u> 2,0	54	-	-	<u>3540</u> 100	53
2	<u>270</u> 15,3	35	<u>500</u> 28,2	27	<u>1000</u> 56,5	25	-	-	-	-	<u>1770</u> 100	26
3	<u>30</u> 4,2	4	<u>130</u> 18,0	7	<u>530</u> 73,6	14	<u>30</u> 4,2	23	-	-	<u>720</u> 100	11
4	-	-	<u>70</u> 20,6	4	<u>270</u> 79,4	7	-	-	-	-	<u>340</u> 100	5
5	-	-	<u>130</u> 50,0	7	<u>130</u> 50,0	3	-	-	-	-	<u>260</u> 100	4
7	-	-	<u>30</u> 50,0	2	-	-	<u>30</u> 50,0	23	-	-	<u>60</u> 100	1
Итого	<u>770</u> 11,5	100	<u>1830</u> 27,4	100	<u>3960</u> 59,2	100	<u>130</u> 49,0	100	-	-	<u>6690</u> 100	100
Секция 3а. Ель под пологом лиственных пород, изреживание ели в рядах с частичным удалением лиственных пород. Полнота 0,9												
1	<u>60</u> 10,3	26	<u>160</u> 27,6	33	<u>190</u> 32,8	32	<u>140</u> 24,1	24	<u>30</u> 5,2	23	<u>580</u> 100	28
2	<u>70</u> 9,9	30	<u>160</u> 22,5	33	<u>170</u> 23,9	28	<u>310</u> 43,7	54	-	-	<u>710</u> 100	35
3	<u>50</u> 15,2	22	<u>80</u> 24,2	16	<u>100</u> 30,3	17	<u>100</u> 30,3	17	-	-	<u>330</u> 100	16
4	<u>20</u> 7,7	9	<u>60</u> 23,0	12	<u>80</u> 30,8	13	<u>30</u> 11,5	5	<u>70</u> 27	54	<u>260</u> 100	13
5	<u>10</u> 8,3	4	<u>20</u> 16,7	4	<u>60</u> 50,0	10	-	-	<u>30</u> 25	23	<u>120</u> 100	6
6	<u>20</u> 100	9	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>20</u> 100	1
8	-	-	<u>10</u> 100	2	-	-	-	-	-	-	<u>10</u> 100	1
Итого	<u>230</u> 11,3	100	<u>490</u> 24,1	100	<u>600</u> 2,96	100	<u>580</u> 28,6	100	<u>130</u> 6,4	100	<u>2030</u> 100	100

Таблица 2

Распределение пней по количеству порослевин через 5 лет после прочистки в типе леса ельник-сосняк ягодниковый (ОПУ 2-86, секция 2а)

Количество порослевин на одном пне	Количество пней на 1 га по породам									
	береза		ива		калина		рябина		всего	
	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%
1	2680 23,1	60	330 2,8	68	-	-	610 74,1	48	11620 100	51
2	1220 16,5	27	80 1,1	16	-	-	6090 82,4	34	7390 100	32
3	330 12,6	7	80 3,1	16	-	-	200 84,3	12	2610 100	11
4	160 16,5	4	-	-	-	-	810 83,5	5	970 100	4
5	80 50,0	2	-	-	-	-	80 50,0	0,5	160 100	1
6	-	-	-	-	80 100	100	-	-	80 100	0,5
7	-	-	-	-	-	-	80 100	0,5	80 100	0,5
Итого	4470 19,5	100	490 2,1	100	80 0,4	100	17870 78,0	100	22910 100	100

Таблица 3

Распределение пней по количеству порослевин через 5 лет после прочистки в типе леса ельник травяной (ОПУ 1-86, секция 2а)

Количество порослевин на 1 пне, шт.	Количество пней с порослью по породам на 1 га									
	береза		ива козья		рябина		черемуха		всего	
	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%	шт. %	%
1	60 2,2	100	290 10,8	67,4	2310 85,9	47,6	30 1,1	100	2690 100	50
2	-	-	110 7,2	25,6	1420 92,8	29,3	-	-	1530 100	28
3	-	-	-	-	740 100	15,3	-	-	740 100	14
4	-	-	-	-	260 100	5,4	-	-	260 100	5
5	-	-	30 33,3	7	60 100	1,2	-	-	90 100	2
6	-	-	-	-	60 100	1,2	-	-	60 100	1
Итого	60 1,1	100	430 8	100	4850 90,3	100	30 0,6	100	5370 100	100

**Заключение**

Проведение рубок ухода обеспечивает изменение экологических условий, благоприятно влияющих на фитоценотическую среду. Под влиянием рубок ухода изменяется структура древесного полога, увеличивается приток солнечной энергии к поверхности почвы и ассимиляционным органам крон ели в культурах, увеличивается видовое разнообразие травянистой растительности. Световой режим, определяемый интенсивностью рубки, играет существенную роль в появлении поросли березы и ее развитии.

**Библиографический список**

1. Терехов Г.Г. Формирование, рост и биопродуктивность опытных культур ели сибирской на Урале (исследование системы связей и закономерностей) / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 215 с.
2. Кайрюкшис Л.А. Научные основы формирования высокопродуктивных елово-лиственных насаждений / Л.А. Кайрюкшис. – М.: Лесная пром-ть, 1969.
3. Горчаковский П.Л. Определитель соудистых растений Среднего Урала / П.Л. Горчаковский, Е.А. Шурова,

М.С. Князев, Л.В. Марина, Л.М. Прозорова и др. – М.: Наука, 1994. – 525 с.

4. Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического кру-

говорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. – Л.: Наука, 1968. – 144 с.



УДК 630\*231

А.А. Маленко,  
В.А. Усольцев

## РАЗНОГУСТОТНЫЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЫ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ФИТОМАССА И ОШИБКИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Ключевые слова:** лесные культуры, надземная фитомасса, абсолютно сухое состояние, фракционный состав, густота посадки, текущая густота.

### Введение

Вопрос густоты посадки лесных культур обсуждается с середины XVIII века и до настоящего времени остается одним из наиболее важных и в то же время неопределенных в лесоводстве [1]. В нашей предыдущей работе дан обзор густотных экспериментов сосны обыкновенной, заложенных в течение столетия в разных природных зонах [2]. Установлено, что в течение первых 15-29 лет после посадки, т.е. до смыкания крон и корней, запас насаждения одного и того же возраста пропорционален густоте посадки. Затем с определенного возраста начинается перегруппировка густотных вариантов по продуктивности, однако имеющихся экспериментальных данных по разногустотным культурам недостаточно для конкретизации возраста начала названной перегруппировки и для оптимизации начальной густоты посадки по критериям биологической продуктивности и устойчивости. Поэтому необходима приемлемая исходная база данных по разногустотным экспериментам, заложенным в культурах в разных условиях произрастания.

Определения фитомассы имеют ошибку. Несмотря на очевидные преимущества в точности и логику многофакторного регрессионного моделирования фитомассы, в литературе продолжают попытки применения ее парной связи с диаметром ствола на основе аллометрической (степенной) функции в качестве «всеобщей»

модели. Например, она рекомендовалась к использованию на региональном уровне в качестве унифицированной зависимости для нескольких десятков видов древесных, кустарниковых и травянистых растений на том основании, что объясняла 99,7% изменчивости надземной фитомассы (Freedman, 1984). Но эта же зависимость лишь для одной древесной породы – сосны обыкновенной, произрастающей в Финляндии и Испании, дает 8-кратное расхождение (Lehtonen, Vayred, 2002). Выводы исследователей о возможности построения «всеобщих» моделей фитомассы, применимых повсеместно на локальном уровне, противоречивы и неопределены независимо от того, включена в модель одна независимая переменная – диаметр ствола или таких переменных несколько – диаметр и высота ствола, возраст, длина кроны и др.

Т. Куниа (Cunia, 1987) выделяет четыре составных части ошибки модели при оценке фитомассы дерева: 1 – ошибка выборки; 2 – ошибка измерения; 3 – ошибка структуры статистической модели фитомассы и 4 – ошибка применения модели. Последняя связана с расхождением между истинными аллометрическими соотношениями в генеральной совокупности деревьев, для которой рассчитаны параметры модели, и теми соотношениями, которые имеют место в другой генеральной совокупности, к которой модель применяется в данный момент. Наибольший вклад в совокупную ошибку вносят два ее последних источника – структура модели и применение модели. Поэтому сегодня при расчетах углеродного пула лесов уделяется большое внимание выбору оп-