

Р. П. ИСАЕВА

## **ВЫЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ ПРЕДУРАЛЬЯ**

В течение длительного времени практика лесного хозяйства при проведении сплошных рубок ориентировалась преимущественно на последующие возобновления леса. Однако, как показали многочисленные исследования в лесах европейской части СССР (М. Е. Ткаченко, И. С. Мелехов, А. П. Шиманюк, А. А. Молчанов, В. П. Тимофеев, А. В. Побединский) и Урала (Ткаченко, 1943; Шиманюк, 1949; Колесников, 1960; Смолоногов, 1960; Зубарева, 1960; Сахарова, 1960 и др.), огромная роль в процессах естественного лесовосстановления на вырубках принадлежит подросту предварительной генерации. Изучение естественного возобновления леса на концентрированных вырубках, проведенное УралЛЮС в 1958—1965 гг., также показало, что более успешно естественное возобновление материнской древесной породы проходит там, где в период рубки сохранился ее подрост. Следовательно, использование предварительного возобновления может быть весьма эффективной мерой, значительно повышающей успешность восстановления материнской породы на вырубках.

Большой интерес в связи с этим представляют сведения о естественном возобновлении хвойных пород под пологом насаждений эксплуатационного возраста, выяснение степени сохранения его при применении действующих технологий лесозаготовок, оценка выживаемости подростка после рубки древостоев, изучение его роста и роли в формировании новых насаждений на концентрированных вырубках.

Исследования в этом направлении мы проводили в равнинных лесах южнотаежной и среднетаежной подзон Предуралья в условиях ельников разнотравных, липняковых, зеленомашниковых, кисличниковых, черничниковых (по Е. И. Юргенсону, 1958) на опытно-производственных участках, заложенных в Добрянском леспромхозе и на обычных вырубках в Добрянском, Ветлянском, Оханском, Чермозком,

Крохалевском, Юрлинском и Яйвинском (западная часть) леспромхозах.

### Естественное возобновление ели под пологом древостоев и сохранность его в процессе лесозаготовок

Сведения о возобновлении под пологом елово-пихтовых насаждений в условиях Среднего Урала имеются в работах Е. П. Смолонова (1956), Е. И. Юргенсона (1958), Р. С. Зубаревой (1959), Н. И. Михеева (1960), А. С. Сахаровой (1960), А. А. Марусова (1961) и других авторов. Установлено, что количество подроста, его состав и состояние под пологом древостоев зависит от географического положения, типа леса, состава, бонитета, возраста, полноты древостоев и других факторов. Наиболее успешное возобновление темнохвойных пород наблюдается в северных районах, оно возрастает по мере уменьшения бонитетов (Юргенсон, 1958). По данным Р. С. Зубаревой (1959), наибольшее количество возобновления имеется в спелых и перестойных древостоях и, особенно, в насаждениях, пройденных в прошлом выборочными рубками.

Результаты учетов естественного возобновления под пологом леса, проведенных нами в процессе маршрутных обследований и на пробных площадях, показывают, что численность подроста даже в пределах одного и того же типа леса сильно варьирует (табл. 51). В наиболее типичных для района исследований среднеполнотных древостоях (полнота 0,5—0,7) количество елово-пихтового подроста составляет в среднем на 1 га в южнотаежной подзоне в ельнике липняковом 2,9, разнотравном 4,7, зеленомошнике 5,6 тыс. шт.; в среднетаежной подзоне в ельнике-кисличнике 4,9, черничнике 6,2 тыс. шт. на 1 га. Общее состояние возобновления вполне удовлетворительное. Нормально развивающиеся жизнеспособные экземпляры составляют 75—90% общего количества подроста.

Большинство елово-пихтовых насаждений эксплуатационного возраста, следовательно, имеет под своим пологом жизнеспособный хвойный подрост, который может быть надежной основой восстановления ели на концентрированных вырубках. Однако на практике длительное время вопросу сохранения предварительного возобновления при рубке леса должного внимания не уделяли и интересы лесовосстановления не учитывали. Почти повсеместно применялась бессистемная разработка лесосек и трелевка деревьев с кронами, сопровождающаяся массовой гибелью подроста.

Опытно-производственными работами, проведенными нами в 1960—1961 гг. на территории Добрянского леспромхоза и в зоне его деятельности, установлено, что бессистемная раз-

Таблица 51

Количество, состав и встречаемость хвойного подроста под пологом слово-пихтовых насаждений на обследованной площади в Добрянском, Ветляинском, Чермошном, Крохалевском, Яйвинском и Юринском лесростомхозах (средние данные)

Тип ельника	Бонитет	Средний состав насаждений	Среднее количество хвойного подроста, тыс. шт. на 1 га	Варьирующие численности подроста, тыс. шт. на 1 га	Состав подроста	Встречаемость хвойного подроста, %	
						общая	ель пихта
Южнотаежная подзона							
Липняковый Разнотравный Зеленомошник	II II, 5-III III	6Е2Пх2Лп+Б	2,9	1,0—4,7	5Е5Пх	46	28
		7Е2Пх1Лп	4,2	1,6—8,0	6Е4Пх	64	36
		8Е2П + Лп 6Е2Пх2БедОс,Лп	5,6	2,2—11,6	6Е4Пх	69	48
Среднетаежная подзона							
Кисличник Черничник	II III	6Е4Пх + Б	4,9	3,4—6,1	5Е5Пх	56	37
		7Е1Пх2Б + ОседС	6,2	2,8—11,3	7Е3Пх	68	41

работки лесосек с применением тракторной трелевки деревьев с кронами за комель в летний период приводит к почти полному уничтожению подроста: в процессе рубки сохраняется лишь 25—27% общего количества подроста. В аналогичных условиях, благодаря четкой организации труда при костромском методе лесосечных работ сохранялось в среднем до 40% подроста на 1 га, а при скородумском методе 48—54% (табл. 52). Еще большее количество подроста в результате сокращения площади, занятой волоками, сохраняется при скородумско-тагильском методе. В 1963 г. Очерским лесопунктом Оханского леспромхоза в кварталах 96, 155 и 156 было разработано этим методом более 100 га лесосек с наличием подроста. Обследование, проведенное нами осенью того же года, показало, что на 75—85% площади сохранилось после рубки в среднем на 1 га от 2,5 до 19 тыс. шт. крупного и мелкого жизнеспособного подроста. По литературным данным, высокую сохранность подроста обеспечивает также метод «узких лент» (Г. П. Тимофеев, 1961). Возможность сохранения предварительного возобновления при механизированных лесозаготовках теперь уже не вызывает сомнений. Перечисленные методы, обеспечивающие максимальное сохранение подроста, за последние два года стали широко применяться при лесозаготовках. Достаточно подробно изучено также влияние на сохранность подроста различной организации технологического процесса, но оценки его выживаемости после вырубki древостоев еще довольно противоречивы. В связи с этим, изучение факторов внешней среды, определяющих существование елового подроста под пологом леса и на концентрированных вырубках, изучение жизнеспособности подроста в различных условиях местопрорастаний представляет большой практический интерес. В последнее время для европейской части Союза эти вопросы нашли отражение в работах П. Н. Львова (1956), В. Д. Касимова (1960), З. М. Науменко (1962), М. П. Синькевича (1962), А. А. Извекова (1962) и др. Однако на Урале подобных исследований проводилось мало.

### **Микроклиматические условия на концентрированных вырубках**

Известно, что с рубкой леса условия среды (освещенность, температура воздуха и почвы, влажность воздуха и почвы, растительный покров) коренным образом меняются. Исследованиями Н. Е. Декатова (1936), А. П. Шиманюка (1955), а на Урале А. П. Клинцева (1956) и Е. П. Смолоногова (1960) установлено, что микроклимат концентрированных вырубok неоднороден и определяется условиями отдельных мелких участков. Наши наблюдения имели целью

Сохранность предварительного возобновления хвойных пород при различных технологиях лесосечных работ на опытно-производственных участках

Таблица 52

Леспромхоз, лесничество, квартал	Таксационная характеристика древостоя				Сезон рубки	Средняя высота хвойного подроста, м	Количество хвойного подроста на 1 га до рубки, шт.	Сохранность подроста в среднем на 1 га после рубки, шт./%				
	состав	класс возраста	полнота	бонитет					запас на 1 га, м <sup>3</sup>			
										Бессистемная разработка лесосек, трелевка с кронами за комель (ТДТ-60)		
Добрянский, Кухтымское, 68	8Е2Пх + Лп,Б	VI	0,6	III	200	1,0	5340	4080 76				
	6Е2Пх2Лп + Б	VII	0,6	III	200	1,3	6050	1660				
	8Е2Пх + Лп,Б	VII	0,6	III	200	0,8	4350	27 1090 25				
Добрянский, Кухтымское, 67 Ветлянский, Ветляное, 9	Костромская технология (ТДТ-60 и ТДТ-40)				Зима (по глубокому снегу) Лето Лето	1,0	4630	2850 61				
	5Е3Пх2Лп	VII	0,5	III					180	1,0	2270	40
	3Е1Пх3Е2Ос1Лп	VII	0,6	III					170	1,0	5670	
Ветлянский, Ветляное, 18	Скородумская технология (ТДТ-60 и ТДТ-40)				Лето Лето	1,0	35450	16970 48,5 2620				
	3Е7Ос + Пх	VII	0,7	II					260	1,0	4910	54
	6Е2Пх2Лп + Б	VII	0,6	III					200	1,4		
Добрянский, Добрянское, 48	Скородумская технология (ТДТ-60 и ТДТ-40)				Лето Лето	1,0	35450	16970 48,5 2620				
	3Е7Ос + Пх	VII	0,7	II					260	1,0	4910	54
	6Е2Пх2Лп + Б	VII	0,6	III					200	1,4		
Добрянский, Добрянское, 67	Скородумская технология (ТДТ-60 и ТДТ-40)				Лето Лето	1,0	35450	16970 48,5 2620				
	3Е7Ос + Пх	VII	0,7	II					260	1,0	4910	54
	6Е2Пх2Лп + Б	VII	0,6	III					200	1,4		

выявить микроклиматические особенности на участках вырубki с подростом различных категорий. Кратковременные наблюдения за температурой и влажностью воздуха и почвы проводили в наиболее распространенном типе леса — ельнике разнотравном в 1962 г. с 13 по 20 мая и с 17 по 22 июня, в 1963 г. с 16 по 19 июня и в 1964 г. 8, 10, 18 и 20 июня. Метеорологические площадки размещали под пологом леса и на участках однолетней вырубki среди подростa ели: одиночного, группового, притененного подлеском и растущего на валеже. Результаты наблюдений представлены на рисунках 32, 33, 34 и в табл. 53 и 54. Данные таблиц показывают, что на вырубке, по сравнению с лесом, наиболее резкие температурные колебания в течение дня происходят на поверхности почвы, в ее верхнем 5-сантиметровом горизонте и припочвенном слое воздуха. Температура воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы на вырубке выше, чем в лесу на 2,7—3°С, а дефицит влажности воздуха

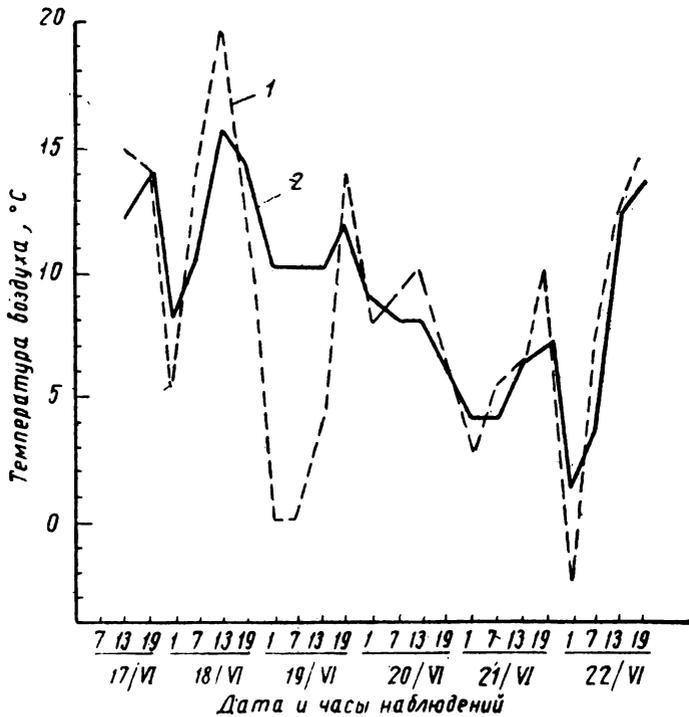


Рис. 32. Температура воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы в лесу и на вырубке за период наблюдений с 17 по 22 июня 1962 г.

1 — лес; 2 — участок вырубki с одиночным подростом ели.

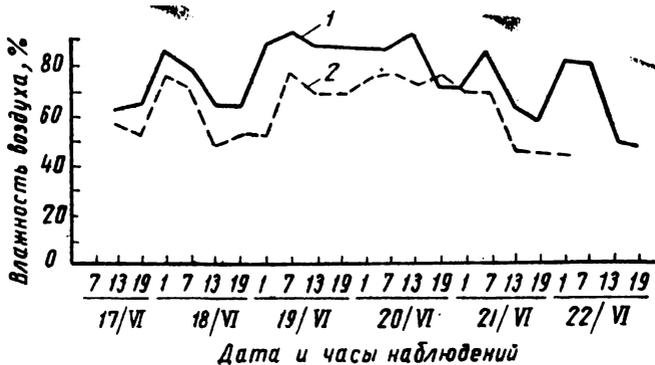


Рис. 33. Относительная влажность воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы в лесу и на вырубке за период наблюдений с 17 по 22 июня 1962 г.

1 — лес; 2 — участок вырубки с одиночным подростом ели.

больше в 1,5 раза. Амплитуда температурных колебаний на поверхности почвы в течение суток за период наблюдений 8, 10, 18 и 20 июня 1964 г. составляла в среднем: в лесу 16,4, на участке вырубки с групповым подростом ели 30,5, а около одиночного подростка ели 46,5°.

В жаркие дни температура на поверхности почвы достигает в лесу 22°С, на участках вырубки с одиночным подростом ели 55°С, с групповым подростом и подростом, притененным подлеском из липы и рябины, 31—30,5°С, а на поверхности сгнившей валежины, заселенной мелким подростом ели (высотой до 0,5 м), 44—48,3°С (табл. 53 и 54).

В период поздних весенних заморозков (21 июня 1962 г. и 9 июня 1964 г.) на участках вырубки как с одиночным, так и групповым подростом была зафиксирована отрицательная температура от —2 до —3°С, в то время как в лесу заморозков на почве не было.

С вырубкой леса значительно изменяется температура верхнего корнеобитаемого слоя почвы: на глубине 5 см она была на вырубке выше, чем в лесу на 2,3—4,3° и на глубине 10 см — на 1,9—3,5°. Температура валежины на глубине 5 и 10 см от поверхности была выше, чем в лесу, соответственно, на 7,8—14 и 3,7—5,7° и в жаркие дни на глубине 5 см достигала 25°С (табл. 53 и 54).

Сильное нагревание поверхности валежа и почвы на вырубке способствует иссушению их верхних слоев. В отдельных случаях уже спустя пять дней после дождя, в жаркий период влажность верхнего 5-сантиметрового слоя валежа и почвы около не защищенного подлеском одиночно-

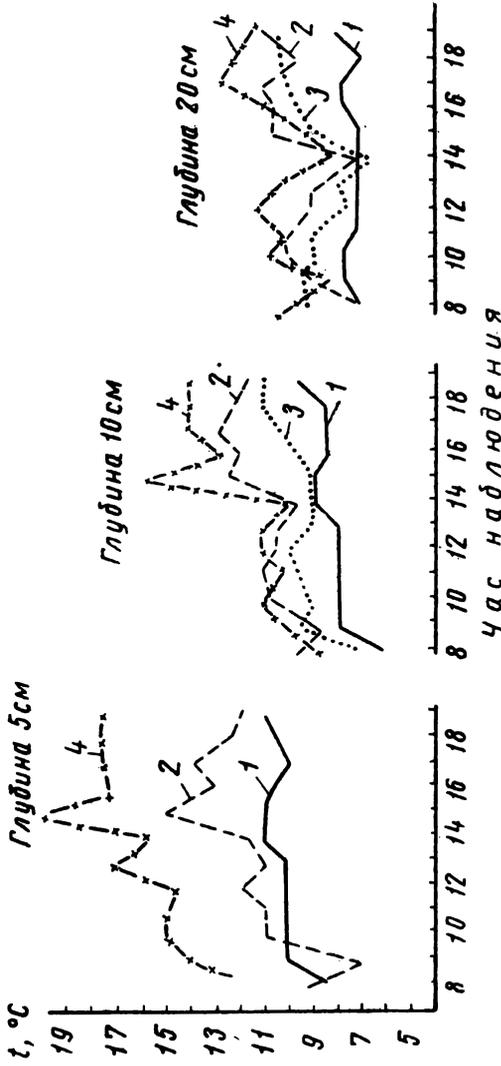


Рис. 34. Температура верхних слоев почвы и валежа под пологом леса и на вырубке в течение дня (22 июня 1962 г.)  
 1 — лес; 2 — участок вырубki с одинаковым п одрослом ели; 3 — участок вырубki с групповым подростом ели; 4 — сгнившая валежина с усохш им подростом ели (высотой до 0,25 м) на вырубке.

Таблица 53

Температура воздуха и почвы, влажность воздуха под пологом леса и на вырубке среди подроста различных категорий (наблюдения с 16 по 19 июня 1963 г.)

Показатель	Часы наблюдений	Место наблюдений				
		в лесу	на участках вырубки			
			с одиночным подростом	с групповым подростом	с подростом ели, притененным подлеском	с подростом на валеже
Температура воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы, °С	8 13 16	19,0 24,7 26,3	21,0 26,7 29,0	21,0 26,7 28,5	21,0 27,2 28,3	22,8 29,6 30,0
Температура воздуха на высоте 1,3 м от поверхности почвы, °С	8 13 16	20,1 24,5 26,5	20,7 26,0 28,0	20,7 25,7 27,5	20,7 25,7 28,0	— — —
Влажность воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы, мб	8 13 16	7,0 21,9 18,2	11,1 28,8 29,7	10,5 27,9 26,3	10,1 27,8 28,4	8,8 26,2 25,0
Влажность воздуха на высоте 1,3 м от поверхности почвы, мб	8 13 16	13,3 11,2 14,7	13,1 11,0 11,2	13,6 11,0 12,3	13,3 10,0 10,1	— — —
Температура поверхности почвы, °С	8 13 16	14,4 18,0 19,3	22,7 45,7 46,0	17,4 24,0 26,2	17,8 23,3 27,5	31,2 43,2 38,2
Максимальная за период наблюдений температуры почвы, °С		21,9	55,1	31,0	30,5	44,0
Температура почвы на глубине 5 см, °С	8 13 16	9,0 9,5 10,8	11,4 12,8 14,3	12,0 13,7 14,8	11,3 12,7 14,8	16,8 21,7 24,8
Температура почвы на глубине 10 см, °С	8 13 16	7,9 8,5 9,8	10,7 11,0 12,4	11,4 11,7 13,0	10,3 10,4 11,9	11,6 12,5 15,5

го подроста ели была меньше величины коэффициента завядания, принятого равным двойной величине максимальной гигроскопичности почвы и валежа (табл. 55). Аналогичного явления на участках вырубки с групповым подростом ели не наблюдалось.

Данные по изучению микроклиматических условий на свежих концентрированных вырубках показывают, что мелкий подрост хвойных пород (высотой до 0,5 м) в большей

Таблица 54

Температура воздуха и почвы, влажность воздуха в лесу и на участках вырубки с подростом различных категорий (наблюдения 8, 10, 18, и 20 июня 1964 г.)

Показатель	Место наблюдений			
	в лесу	на участках вырубки		
		с одиночным подростом ели	с групповым подростом ели	с мелким подростом ели на валеже
Средняя дневная температура воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы, °С	16,7	19,4	19,7	—
Абсолютная влажность воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы, мб	9,6	7,9	8,5	—
Относительная влажность воздуха на высоте 0,5 м от поверхности почвы, %	49,0	35,0	37,0	—
Дефицит влажности воздуха, мб	9,9	15,0	14,8	—
Средняя дневная срочная температура на поверхности почвы, °С	14,2	28,5	20,2	28,2
Средняя максимальная температура на поверхности почвы, °С	17,0	43,5	27,5	48,3
Минимальная температура на поверхности почвы, °С	+0,6	-3,0	-3,0	—
Средняя дневная температура почвы на глубине 5 см, °С	9,2	13,5	13,2	16,0
Средняя дневная температура почвы на глубине 10 см, °С	7,7	10,1	10,5	12,7

мере испытывает резкие колебания температуры и влажности. Самая неблагоприятная экологическая обстановка для подростка на вырубках складывается на участках, где он размещен по площади одиночными экземплярами и не защищен подлеском и подростом лиственных пород. Более или менее благоприятные микроклиматические условия для предварительного возобновления ели создаются на участках вырубки с групповым размещением подростка и в местах, где подрост притенен подлеском.

#### Выживаемость и рост елового подростка на вырубках.

Еловый и пихтовый подрост, находившийся длительное время под пологом леса в условиях ослабленной освещенности, ровного хода температуры, малой скорости ветра и испаряемости, оказываясь на сплошных вырубках в условиях полной солнечной радиации и повышенных температур, переживает период приспособления к новой экологической

Таблица 55

Показатели влажности и двойной величины максимальной гигроскопичности почвы, взятой в лесу и на вырубке на участках с подростом различных категорий, %.

Показатель	Место наблюдений										Дата взятия образцов на влажность
	в лесу		на участках вырубки								
	с подростом	с одиночным подростом	с групповым подростом	с подростом на валеже		с подростом на валеже		с подростом на валеже		с подростом на валеже	
Глубина взятия образцов и валежа, см											
	0-3	3-10	0-3	3-10	0-3	3-10	0-3	3-10	0-3	3-10	3-10
Ельник разнотравный											
Ветлянский ЛПХ, Ветлянское лесничество, кв. 9											
Влажность почвы на третий день после дождя	95,0	57,0	77,0	51,0	71,0	45,0	200,0	337,0	17/VI 1963 г.		
Влажность почвы на пятый день после дождя	94,0	48,0	25,0	38,0	53,0	45,0	87,0	225,0	19/VI 1963 г.		
Двойная величина максимальной гигроскопичности почвы	28,4	—	37,6	—	17,1	—	44,0	—			
Добрянский ЛПХ, Кухтымское лесничество, кв. 67											
Влажность почвы на пятый день после дождя	44,0	38,0	43,0	73,0	52,5	59,0	21,0	379,0	2/VI 1964 г.		
Двойная величина максимальной гигроскопичности почвы	28,7	26,6	44,0	12,0	25,4	13,2	62,8	66,0			
Ельник-зеленомошник											
Добрянский ЛПХ, Добрянское лесничество, кв. 48											
Влажность почвы на пятый день после дождя	55,5	35,5	99,5	64,0	90,5	55,0	22,0	294,0	27/VI 1964 г.		
Двойная величина максимальной гигроскопичности почвы	37,1	20,7	58,3	21,7	38,7	19,2	48,4	47,0			

Причины гибели подростов на однолетних вырубках Очерского лесничества Оханского леспромхоза

Квартал и декада	Тип ельника	Сезон руб- ки	Гибель подростов (%), преобладает высота подростов (в скобках, м)					ветровал	от поврежденный большим сосновым долгоносиком	OF поврежденный большим черным еловым усачем	от пасты- бы скота
			от механиче- ских поврежде- ний при рубке	от физиологи- ческих и мик- роклиматиче- ских факторов	угнетенный подрост	ветровал	от поврежденный большим сосновым долгоносиком				
155	Зелено- мошник	Зима	64,0 (1,0—1,5)	7,0 (0,25—0,5)	23,0 (0,5—1,0)	2,0 (>2,5)	4,0 (0,25—0,5)	—	—	—	
155	То же	Весна	52,0 (1,0—1,5)	3,5 (0,10—0,25)	17,0 (0,5—1,0)	27,5 (>2,5)	—	—	—	—	
156	«	«	31,0 (1,0—1,5)	10,5 (0,10—0,25)	48,0 (1,0—1,5)	3,0 (>2,5)	4,5 (0,25—0,5)	—	—	3,0	
96; 4	Кислич- ник	Лето	55,0 (0,5—1,0)	32,5 (0,10—0,25)	10,0 (0,5—1,0)	—	2,5 (0,10—0,25)	—	—	—	
96; 5	То же	«	60,0 (0,25—0,5)	24,0 (до 0,10)	12,5 (0,5—1,0)	2,5 (>2,5)	—	—	1,0 (1,0—1,5)	—	
96; 6	«	«	15,5 (0,5—1,0)	79,5 (до 0,10)	—	1,0 (>2,5)	4,0 (0,25—0,5)	—	—	—	

Таблица 57  
Состояние елового и пихтового подроста на вырубках после разработки лесосек различными методами

Тип ельника	Состав подроста до рубки	Полнота	Технология лесосечных работ	Сезон рубки	Количество сохранившегося подроста, тыс. шт. на 1 га	Высота преобладающей части подроста, м	Возраст преобладающей части подроста, лет	Давность рубки, лет	Состояние подроста на вырубках		
									количество, %	количество, %	величина, %
Разнотравный	8Е2Пх+Лп,Б	0,6	Бессистемная, трелевка за комель	Зима	5,2	1,0	14—27	4	46	28	26
«	6Е2Пх2Б	0,6	То же	Лето	1,7	0,5	10—25	4	35	8	57
Кисличник	8Е2ПхелБ,Лп	0,7	Костромская	Зима	7,7	1,0—1,5	25—35	4	38	14	48
Зеленомошник	6Е2Пх2Ос+Б	0,6	«	«	12,4	1,0—1,5	25—35	4	35	6	59
Разнотравный	3Е1Пх3Б2Ос,1Лп	0,6	«	Лето	2,3	0,5—1,0	15—25	2,5	18	18	64
«	6Е2Пх2Лп+Б	0,6	Скородумская	«	5,7	0,5—1,5	7—30	4	56	22	22
Зеленомошник	3Е7Ос+Пх	0,7	«	«	17,0	0,25—0,5	10—15	2,5	57	28	15
«	4Е1Пх5Ос+Б	0,7	«	«	8,3	0,5—1,0	20—30	1	60	26	14
«	2Е2Пх6Б	0,5	Тагильская	Весна	7,5	0,5—1,0	20—30	1,5	69	18,5	12,5
«	4Е3Пх3Б	0,7	«	«	2,8	2,0	35—45	1,5	62,7	23,7	13,6
Кисличник	7Е3Пх+Ос,Б	0,7	«	Лето	11,5	0,5—1,0	15—30	1	67,8	17,4	14,8
«	6Е3Пх1Б+Ос	0,7	«	«	9,8	1,0	15—30	1	63,1	22,3	14,6

обстановке, сопровождающийся его морфологическими изменениями, а также изменениями ритмики и уровня физиологических процессов. В результате подрост в первые годы после рубки бывает сильно ослаблен. В процессе приспособления к новым условиям среды на концентрированных вырубках погибают как слабо, так и внешне хорошо развитые экземпляры елово-пихтового подроста. Одной из основных причин гибели его на вырубках являются механические повреждения в процессе заготовки леса (табл. 56). Минимальная поврежденность подроста наблюдалась при разработке лесосек скородумским и тагильским методами. Отпад подроста на этих участках спустя год после летней рубки не превышал 15% общего количества сохранившегося подроста, а спустя 2,5—4 года — 22%. В аналогичных условиях через 2,5—4 года после бессистемной разработки лесосек и применения костромской технологии отпад подроста, в результате сильного его повреждения, составил 57—64% количества экземпляров, сохранившихся после рубки (табл. 57). Следовательно, одним из необходимых условий, способствующих лучшей выживаемости елово-пихтового подроста на вырубках, является правильный выбор технологии лесосечных работ и строгое соблюдение последней при лесозаготовках.

Значительная часть подроста, преимущественно мелкого (высота до 0,25 м), усыхает на вырубках без внешних видимых следов повреждений или патологических заболеваний (табл. 56). Усыхание такого подроста происходит от сопряженного действия физиологических и микроклиматических факторов. На вырубках в свежих и влажных условиях местопроизрастаний (ельник липняковый, разнотравный, кисличник) елово-пихтовый подрост высотой до 0,1—0,25 м погибает, вероятно, в результате сильного иссушения в жаркий период подстилки и верхнего 3—5-сантиметрового слоя почвы и перегнившего валежа, в пределах которых располагается корневая система подроста. На вырубках, занимающих выровненные пониженные местоположения с влажными и периодически переувлажненными почвами (ельник-зеленомошник, черничник), мелкие экземпляры елочек и пихт сильно страдают от заморозков. Значительно реже в районе исследований причиной гибели елового подроста были энтомовредители — большой сосновый долгоносик и большой черный еловый усач. Первый из них нападает преимущественно на мелкий подрост ели (высотой до 0,5 м), а второй — на крупный (табл. 56). При дополнительном питании на подросте усач сильно подгрызает кору ветвей, а иногда и полностью окольцовывает стволы.

Основным показателем для оценки жизнеспособности подроста является годичный прирост его в высоту. Подрост ели в возрасте старше 20 лет и высотой более 0,5 м, име-

Таблица 58

## Таксационные показатели подростка ели различного состояния на однолетних вырубках

Тип ельника	Группа высоты, м	Количество наблюдений	Состояние подростка	Средняя высота, м	Средний диаметр у шейки корня, см	Средний возраст, лет	Приросты в высоту по годам до рубки, см				Прирост в рубку, см
							1	2	3	4	
<b>Оханский ЛПХ, Очерское лесничество, кв. 96</b>											
Кисличник	До 0,25	18	Жизнеспособный	0,17	2,5	10	—	—	1,9	2,2	2,4
		5	Сомнительный и погибший	0,13	2,1	10	—	—	1,6	1,5	2,1
	0,25—0,5	10	Жизнеспособный	0,36	5,6	16	—	—	2,6	2,9	4,3
		4	Сомнительный и погибший	0,38	6,0	21	—	—	1,7	1,3	2,4
	0,5—1,0	8	Жизнеспособный	0,73	12,8	24	—	—	3,3	3,6	4,5
		10	Сомнительный и погибший	0,70	9,5	30	—	—	1,7	1,6	1,7
	1,0—1,5	4	Жизнеспособный	1,30	23,7	30	—	—	6,4	5,5	11,0
		7	Сомнительный и погибший	1,29	18,0	40	—	—	1,4	1,3	1,1
	3	Жизнеспособный	1,68	32,5	35	—	—	4,5	8,0	12,0	
	3	Сомнительный и погибший	1,65	25,0	45	—	—	1,7	1,3	2,0	
<b>Добрянский ЛПХ, Добрянское лесничество, кв. 40</b>											
Зеленомошник	До 0,25	16	Жизнеспособный	0,21	3,5	13	2,3	2,1	2,3	2,3	—
		10	Сомнительный и погибший	0,19	2,9	15	1,5	1,5	1,4	1,5	—
	0,25—0,5	15	Жизнеспособный	0,37	5,5	19	2,7	2,3	2,7	2,4	—
		8	Сомнительный и погибший	0,35	5,5	22	2,0	1,6	1,7	2,2	—
	0,5—1,0	8	Жизнеспособный	0,76	13,0	32	3,1	3,2	2,4	3,1	—
		3	Сомнительный и погибший	0,82	11,0	40	2,3	2,2	1,3	2,0	—
	1,0—1,5	4	Жизнеспособный	1,19	20,0	45	3,4	2,8	3,0	3,0	—
		4	Сомнительный и погибший	1,20	20,0	55	2,6	1,7	1,4	1,1	—

## Показатели роста в высоту елового подростка на

Тип ельника	Высота подростка в год рубки, м	Количество наблюдений	Годичный прирост в высоту до рубки средний за последние три года), см	Приросты	
				1	2
<b>Добрянский ЛПХ, Кух</b>					
Разнотравный	До 0,25	32	2,9±0,20	2,6±0,21 (89)	3,8±0,25 (130)
	0,25—0,5	35	3,9±0,66	4,2±0,69 (108)	4,8±1,2 (123)
	0,5—1,0	13	4,8±0,55	3,7±0,46 (77)	5,6±0,96 (116)
	1,0—1,5	10	6,0±0,81	8,6±1,2 (93)	7,4±0,30 (123)
<b>Добрянский ЛПХ, Доб</b>					
Зеленомошник	До 0,25	42	2,2±0,10	2,0±0,15 (91)	3,6±0,2 (165)
	0,25—0,5	39	2,7±0,19	2,5±0,21 (93)	4,9±0,32 (181)
	0,5—1,0	17	2,8±0,23	2,9±0,35 (107)	4,4±0,49 (157)
<b>Яйвинский ЛПХ, Верхне-Яйвы</b>					
Кисличник	До 0,25	40	2,1±0,3	2,7±0,1 (128)	2,8±0,2 (133)
	0,25—0,5	15	3,2±0,5	3,8±0,5 (119)	3,2±0,5 (100)
	0,5—1,0	40	3,4±0,3	3,4±0,2 (100)	3,7±0,4 (109)
	1,0—1,5	30	4,1±0,3	4,4±0,4 (107)	4,1±0,3 (100)
	1,5—2,0	21	5,1±0,8	5,0±0,5 (98)	4,4±0,6 (86)
<b>Юрлинский, ЛПХ, Сюзь</b>					
Черничник	До 0,25	29	3,3±0,15	4,2±0,2 (127)	4,4±0,2 (133)
	0,25—0,5	27	4,2±0,3	4,4±0,33 (105)	4,7±0,31 (112)
	0,5—1,0	26	5,9±0,3	6,3±0,5 (106)	6,1±0,5 (103)

\* В скобках — % к приросту в год рубки.

## концентрированных вырубках в различных типах леса

в высоту по годам после рубки <sup>*, см</sup>				
3	4	5	6	7
<b>тымское лесничество, кв. 68</b>				
4,5±0,34 (152)	6,2±0,48 (214)	9,0±0,67 (310)	8,0±0,71 (285)	—
4,0±0,49 (102)	5,2±1,15 (133)	8,7±0,70 (223)	9,5±0,66 (243)	—
6,6±0,47 (138)	10,0±0,43 (207)	15,5±1,9 (322)	18,2±0,79 (378)	—
10,7±0,45 (178)	17,7±0,57 (295)	22,7±0,53 (378)	22,9±0,42 (382)	—
<b>рянское лесничество, кв. 48</b>				
7,0±0,5 (318)	—	—	—	—
9,4±0,62 (347)	—	—	—	—
8,2±0,7 (292)	—	—	—	—
<b>нское лесничество, кв. 213</b>				
4,9±0,6 (233)	5,6±0,5 (266)	6,3±0,8 (300)	9,1±0,8 (433)	13,2±0,9 (628)
4,8±0,6 (150)	7,4±1,4 (281)	10,2±1,8 (319)	14,8±2,5 (462)	18,6±2,6 (581)
4,4±0,4 (129)	6,3±0,5 (185)	19,0±0,9 (264)	12,0±0,9 (352)	18,5±1,5 (530)
4,1±0,4 (100)	6,9±0,8 (168)	9,3±1,2 (202)	12,2±1,6 (297)	20,8±2,1 (507)
5,1±0,6 (100)	7,7±1,6 (151)	8,7±1,7 (170)	11,9±2,3 (233)	23,0±2,9 (469)
<b>винское лесничество, кв. 26</b>				
4,4±0,3 (133)	4,8±0,4 (145)	5,6±0,5 (170)	9,2±1,0 (278)	14,2±1,2 (430)
4,5±0,4 (107)	6,3±0,76 (150)	7,3±1,1 (174)	8,8±0,93 (210)	15,5±1,7 (368)
5,8±0,5 (98)	7,1±0,7 (120)	8,0±1,1 (135)	10,5±1,3 (178)	15,8±1,8 (267)

ющий прирост центрального побега за 2—3 года до рубки меньше 2 см, после рубки, как правило, усыхает, либо приспособляется к новым условиям среды в течение весьма длительного периода (табл. 58). На вырубках в ельниках разнотравном, кисличнике, зеленомошнике и черничнике период приспособления преобладающей части елового подроста длится один-два года. На третий-четвертый год после рубки подрост уже начинает давать интенсивные приросты в высоту, увеличивающиеся с каждым годом (табл. 59). Быстро приспособляется к новой экологической обстановке на вырубках молодой подрост до 20 лет и высотой до 0,5 м и сравнительно медленнее — старый подрост (старше 40 лет).

Лучшей выживаемости елового подроста на вырубках способствуют поросль и самосев лиственных пород, которые смягчают отрицательное действие крайних высоких и низких температур. В лесорастительных условиях рассматриваемых типов леса поселяющиеся на вырубках лиственные породы — осина и береза семенного и вегетативного происхождения в своем росте в высоту быстро догоняют и обгоняют сохранившийся при лесозаготовках хвойный подрост. Образуются двухярусные елово-лиственные молодняки, в которых ель формирует второй ярус (табл. 60). Спустя 20 лет после рубки в таких смешанных молодняках средняя высота елового подроста обычно в два раза меньше высоты лиственных пород.

Располагаясь под пологом лиственных пород, еловый подрост с возрастом начинает испытывать его отрицательное воздействие, которое проявляется непосредственно в форме охлестывания или вследствие создания своеобразных микроклиматических условий. Существенные различия в росте предварительного возобновления ели, притененного осиною и растущего на открытом месте, начинают появляться спустя семь-восемь лет после рубки (табл. 61), но наиболее сильное угнетение подрост испытывает под пологом сомкнутых лиственных молодняков, достигших 15-летнего возраста (рис. 35). В этом возрасте, по данным М. Д. Данилова (1942), общая листовая поверхность в чистых осиновых насаждениях достигает максимального размера и наиболее интенсивно идет процесс дифференциации деревьев. В наших условиях (см. табл. 60) в сомкнутых смешанных елово-лиственных молодняках дифференциация деревьев отчетливо выражена в 20—25-летнем возрасте, когда отпад достиг 28—31% общего числа деревьев, причем, он в основном идет за счет лиственных пород. К 36-летнему возрасту отпад заметно снижается (14%).

На рис. 35 видно, что угнетение в молодняках испытывает далеко не вся ель. Положение елового подроста в сме-

Таблица 60  
 Таксационная характеристика насаждений на пробных площадях, заложённых в молодых насаждениях типа леса слякк разнотравный, возникших на месте сплошных вырубок с сохранением подростом хвойных пород (Добрянский ЛДХ, Добрянское лесничество)

Квартал	№ пробной площади	Возраст вырубк, лет	Крупн. древостоя	Состав древостоя (по количеству стволов)	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Количество стволов			Количество сухих стволов на 1 га, %			Сумма площадей сечений; на 1 га, м <sup>2</sup>			Запас на 1 га, м <sup>3</sup>		
							Всего	Хвойных	Лиственничных	Всего	Хвойных	Лиственничных	Всего	Хвойных	Лиственничных	Всего	Хвойных	Лиственничных
48	I	15	I	50с2Б1Ив2Е+Пх 20с3Б1Ив3Е1Пх	5,7 3,8	5,3 2,3	3,0	0,4	2,6	6,60	0,91	5,69	18,16	2,37	15,79			
							15,0	6,0	9,0	4,73	1,35	3,38	10,26	2,88	7,38			
40	II	23	II	70с2Б1ЕеДР,Лп,Пх 30с2Р1ЛпвЕ1Пх	11,5 4,3	10,1 3,5	1,2	0,1	1,1	10,00	1,33	8,66	28,42	5,25	23,17			
							7,5	1,9	5,6	7,00	1,03	6,00	15,12	2,22	12,90			
28	III	24	II	30с1Е1ПхедБ 50с3Е2ПхедБ,Р	13,0 9,0	10,0 4,0	2,6	0,4	2,2	17,00	2,36	14,66	77,38	13,44	63,94			
							4,3	1,1	3,2	20,21	3,16	17,05	73,00	11,00	62,00			
45	IV	36	II	40с1Б1Лп1Р2Е1Пх 10с1Б2Р3Е3Пх+Лп	17,0 9,0	12,0 4,0	6,9	1,5	5,4	26,29	4,81	21,48	12,00	4,00	8,00			
							2,1	0,8	1,3	6,08	1,65	4,43	85,00	15,00	70,00			
							6,1	3,9	2,2	27,30	8,58	18,72	53,00	128,00				
							8,2	4,7	3,5	6,00	2,65	3,55	16,00	7,00				
										33,30	11,23	197,00	60,00	137,00				

## Влияние отенения лиственных пород на рост елового подрост

Категория сравниваемого подроста	Количество наблюдений	Годичный при- рост в высоту до рубки (сред- ний за 5 лет), см	Приросты в		
			1	2	3
Подрост высотой до 0,5 притененный осинной	12	3,7±0,4	4,0±0,3	4,2±0,2	4,0±0,3
Подрост высотой до 0,5 м, с открытого мес- та	37	4,0±0,4	4,7±0,4	5,2±0,3	5,0±0,3
Коэффициент существенности различий		0,6	1,4	3,3	2,2
Подрост высотой 0,5— 1 м, притененный осинной	10	5,2±0,5	5,0±0,5	5,3±0,5	5,3±0,4
Подрост высотой до 0,5—1 м, с открытого мес- та	15	6,4±0,6	5,6±0,8	6,2±0,1	7,6±1,1
Коэффициент существенности различий		1,7	1,8	1,8	1,9

Т а б л и ц а 61

та на концентрированных вырубках в типе леса ельник черничник

высоту по годам после рубки, см						
4	5	6	7	8	9	10
7,9±1,5	7,9±2,2	7,6±1,1	13,7±2,0	11,5±1,4	16,2±2,1	16,9±3,6
5,0±0,4	6,7±0,7	9,7±0,9	16,5±1,2	19,8±1,3	25,6±1,4	29,1±2,3
1,9	0,6	1,3	1,2	4,3	3,7	2,9
7,3±1,4	7,3±1,6	9,4±1,7	13,8±1,6	14,7±2,3	20,3±2,2	20,6±2,7
7,8±0,9	8,2±1,2	12,2±1,8	16,6±2,9	23,1±2,1	31,6±2,5	44,1±3,5
0,3	0,4	1,5	0,8	2,7	3,2	5,3

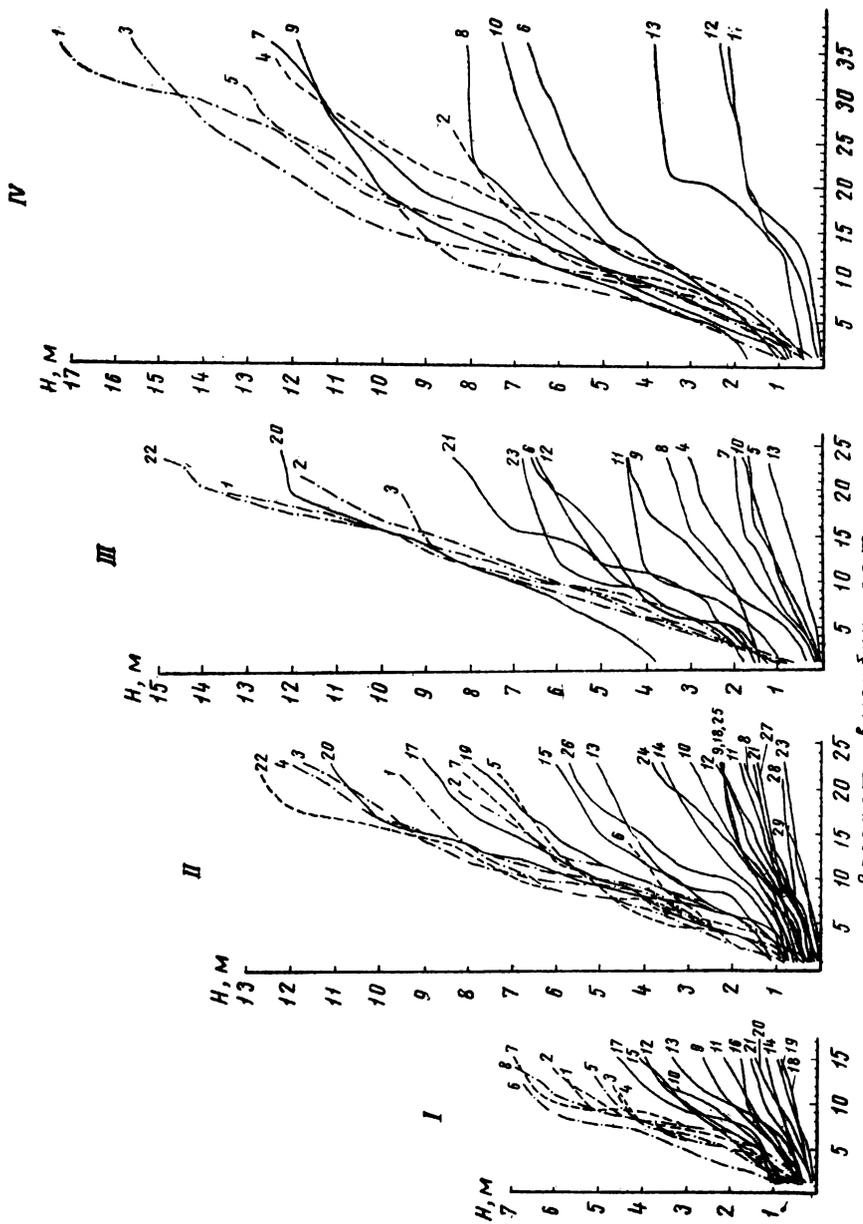


Рис. 35. Ход роста в высоту хвойных и лиственных пород на концентрированных вырубках (пробные площадки I—IV) в типе леса ельник разнотравный.

шанных молодняках определяется возрастом, высотой и состоянием подростка в момент рубки леса, а также характером размещения его по площади. Успешно конкурирует с лиственными породами подрост ели, достигший к моменту рубки высоты 1 м и более, в возрасте до 30—35 лет (табл. 62; см. рис. 35 — пробная площадь II, модели 17, 19 и 20; пробная площадь III, модели 20 и 21; пробная площадь IV, модели 7 и 9). Аналогичное явление в условиях Карелии наблюдал Н. И. Казимиров (1959).

Еловый подрост, достигший к моменту рубки высоты 1 м, в возрасте более 30—35 лет (пробная площадь II, модель 14; пробная площадь III, модель 8) обладает слабой энергией роста; в смешанных хвойно-лиственных молодняках 20—25-летнего возраста он располагается во втором ярусе, его средняя высота в три-четыре раза меньше средней высоты лиственных пород. Мелкий еловый подрост (высота в год рубки меньше 0,5 м) не способен конкурировать с лиственными породами на вырубках. Через 20—25 лет после рубки в результате сильного угнетения в смешанных сомкнутых молодняках он едва достигает по высоте 2 м, в то время как осина и береза имеют высоту, равную 10—14 м (см. рис. 35). В дальнейшем при отсутствии мер ухода такой подрост начинает усыхать.

### Выводы

1. В наиболее распространенных и хозяйственно важных типах леса средне- и южнотаежной подзона Предуралья: ельниках разнотравных, кисличниках, зеленомошниках и черничниках — еловый подрост на сплошных концентрированных вырубках сравнительно быстро приспосабливается к новым условиям среды. Период приспособления основной массы подростка длится один-два года.

2. Самая неблагоприятная экологическая обстановка для елового подростка складывается на участках вырубок, где он размещен одиночными экземплярами и не защищен подлеском и порослью лиственных пород. В значительно лучших микроклиматических условиях находится групповой подрост ели.

3. Отпад сохраненного при лесозаготовках подростка на вырубках происходит, в основном, в первые два года после рубки. Причиной гибели елового подростка являются преимущественно механические повреждения при рубке и трелевке. Следовательно, одним из необходимых условий, обеспечивающих выживаемость подростка на вырубках, является правильный выбор технологии лесосечных работ и строгое соблюдение ее при лесозаготовках. В рассматриваемых типах леса на лесосеках, разработанных скородумским и

## Высота и возраст модельных деревьев елово

Пробная площадь I				Пробная площадь II			
№ модели	возраст в год рубки, лет	высота в год рубки, м	высота в составе смешанного м.-лодняка в год наблюдений, м	№ модели	возраст в год рубки, лет	высота в год рубки, м	высота в составе смешанного м.-лодняка в год наблюдений, м
9	11	0,45	2,57	8	9	0,18	1,72
10	12	0,85	3,90	9	15	0,37	2,27
11	12	0,40	2,10	10	18	0,50	2,95
12	18	0,70	3,92	11	12	0,40	1,81
13	17	0,40	3,28	12	11	0,38	2,36
14	6	0,12	1,15	13	14	0,70	5,10
15	19	0,90	4,00	14	38	0,84	3,62
16	12	0,45	1,70	15	26	0,90	6,00
17	20	1,07	4,55	17	24	1,10	8,90
18	5	0,10	0,81	18	17	0,38	2,20
19	3	0,05	0,83	19	30	1,15	7,95
20	5	0,10	1,40	20	22	1,10	11,10
21	10	0,34	1,50	21	9	0,18	1,48
				23	1	0,02	0,77
				24	8	0,60	3,86
				25	6	0,12	2,25
				26	21	0,80	5,75
				27	8	0,21	1,40

Таблица 62

до подростка в типе леса ельник разнотравный

Пробная площадь III				Пробная площадь IV			
№ модели	возраст в год рубки, лет	высота в год рубки, м	высота в составе смешанного м-л-одняка в год наблюдений, м	№ модели	возраст в год рубки, лет	высота в год рубки, м	высота в составе смешанного м-л-одняка в год наблюдений, м
4	8	0,19	3,00	6	20	1,0	6,80
5	4	0,10	1,65	7	15	0,75	12,66
6	33	1,80	6,70	8	18	0,90	8,20
7	6	0,13	1,96	9	25	1,70	11,96
8	53	1,42	3,52	10	13	0,75	7,40
9	6	0,35	4,43	11	4	0,10	2,25
10	4	0,06	1,80	12	1	0,02	2,40
11	24	1,00	4,44	13	10	0,50	3,90
12	21	1,30	6,50				
13	2	0,04	1,20				
20	33	3,80	12,15				
21	23	0,95	8,40				
23	23	1,50	6,80				

тагильским, методами, величина отпада не превышает в среднем 25% количества подроста, сохранившегося после рубки. Трелевка деревьев с кроной за комель и костромской метод разработки лесосек даже зимой дают значительно худшие результаты и не обеспечивают решение задачи сохранения подроста предварительной генерации.

4. Часть подроста усыхает на вырубках без следов внешних видимых повреждений или патологических заболеваний. К этой группе относятся экземпляры ели и пихты, угнетенные до рубки, и нормально развивающийся мелкий подрост до 0,25 м. Мелкий подрост в большей мере испытывает неблагоприятные условия среды, так как наиболее резкие температурные колебания на вырубках происходят на поверхности почвы, в верхнем ее горизонте и припочвенном слое воздуха.

5. Значительно реже причиной гибели елового подроста на вырубках в районе исследований являются энтомовредители — большой сосновый долгоносик и большой черный еловый усач. Количество усохших от повреждений ими елочек и пихт среди погибшего подроста не превышало 5%.

6. Основным показателем для оценки жизнеспособности подроста является прирост его в высоту. Подрост ели высотой более 0,5 м в возрасте старше 20 лет, имеющий прирост центрального побега за три года до рубки меньше 2 см, после рубки, как правило, погибает или в течение весьма длительного периода приспосабливается к новым условиям среды на вырубках. Лесоводственной ценности такой подрост не представляет.

7. Быстро поправляется после рубки и обладает высокой жизнеспособностью групповой подрост ели высотой больше 0,5 м (не старше 30—35 лет), имеющий до рубки ежегодный прирост в высоту более 2 см. Эта категория подроста представляет наибольшую ценность для лесовосстановления.

8. На концентрированных вырубках в ельниках разнотравных, кисличниках, зеленомошниках и черничниках при наличии сохраненного подроста хвойных пород формируются со временем смешанные хвойно-лиственные молодняки. В первые годы после рубки, появляющиеся самосев и поросль лиственных пород способствуют лучшей выживаемости елового подроста; но уже через семь-восемь лет ель начинает испытывать отеняющее и угнетающее воздействие лиственных пород.

9. Наиболее сильное угнетение лиственными породами елово-пихтовый подрост испытывает под пологом молодняков в возрасте около 15—20 лет.

10. В смешанных молодняках угнетается далеко не вся ель. Положение елового подроста в формирующихся на вырубках смешанных насаждениях определяется возрастом,

высотой и состоянием его в момент рубки леса. Чем моложе и чем большей высоты достигнет подрост ели к моменту рубки, тем успешнее конкурирует он с березой и осиной. В смешанных хвойно-лиственных молодняках, возникших на концентрированных вырубках в типе леса ельник разнотравный, в первый ярус ббльшей частью выходит подрост ели, достигшей к моменту рубки высоты 1 м и более, в возрасте до 30—35 лет. Сохранению этого подроста при рубке леса необходимо уделять особое внимание.

#### ЛИТЕРАТУРА

Данилов М. Д. Количественный и качественный состав листовой поверхности в чистых насаждениях.— Лесн. хоз-во, 1942, № 12.

Декатов Н. Е. Колбание температур в различных условиях лесной обстановки и влияние их на возобновление ели.— Исследования по лесоводству. Л., Гослестехиздат, 1936.

Зубарева Р. С. О лесовосстановлении концентрированных вырубок в темнохвойных лесах горной части Среднего Урала.— Сб. по обмену опытом на предприятиях лесного хозяйства Свердловской области. Свердловск, 1959.

Зубарева Р. С. Лесоводственные требования к организации лесоразработки в горных и предгорных темнохвойных лесах Среднего Урала.— Тез. докл. объединенной сессии УФАН СССР и СНХ Пермского административного экономического района. Пермь, 1960.

Извеков А. А. Естественное возобновление ели в основных типах еловых лесов подзоны средней тайги.— Тр. Ин-та леса и древесины СОАН СССР, 1962, 8.

Казимиров Н. И. К вопросу о лесоводственном значении елового подроста.— Исследования по лесовозобновлению в Карелии, вып. 16. Петрозаводск, Гос. изд-во Карельской АССР, 1959.

Касимов В. Д. Выживаемость елового подроста на концентрированных вырубках.— Сб. работ по лесн. х-ву, вып. 37. М., Гослесбумиздат, 1958.

Касимов В. Д. Классификация елового подроста под пологом леса.— Лесн. х-во, 1960, № 7.

Клинцов А. П. О микроклиматических условиях в лесах Уральского учебно-опытного лесхоза.— Сб. тр. по лесн. х-ву УЛТИ, 1956, вып. 4.

Колесников Б. П. Основные итоги изучения естественного возобновления на концентрированных вырубках в лесах Свердловской области.— Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1960, вып. 16.

Львов П. Н. О предварительном возобновлении ели и использовании его для восстановления леса на концентрированных вырубках Архангельской области. Автореф. Архангельск, 1956.

Марусов А. А. На тысяче гектаров вырубок сохранен подрост.— Лесн. х-во, 1961, № 3.

Михеев Н. И. Естественное возобновление на вырубках Кушвинского и Ново-Лялинского лесхозов.— Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1960, вып. 16.

Науменко З. М. Жизнеспособность елового подроста на сплошных вырубках Ленинградской области.— Сб. работ по лесн. х-ву, вып. 5. М., Гослесбумиздат, 1962.

Сахарова А. С. Обеспечение возобновления хвойных пород на концентрированных вырубках при механизированных лесозаготовках в южнотаежных ельниках горнолесных районов Башкирской АССР.— Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1960, вып. 16.

Синькевич М. П. Об особенностях роста подроста ели на вырубках в ельниках черничниках Карельской АССР.—Сб. работ по лесн. х-ву, вып. 5. М., Гослесбумиздат, 1962.

Смолоногов Е. П. Лесовосстановительные мероприятия в елово-пихтовых лесах запретной полосы реки Уфы.—Сб. трудов по лесн. х-ву УЛТИ, 1956, вып. 3.

Смолоногов Е. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках в сосновых лесах восточного склона Среднего Урала и Зауралья.—Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1960, вып. 16.

Смолоногов Е. П. Материалы к характеристике микроклиматических условий на концентрированных вырубках.—Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1960, вып. 16.

Тимофеев Г. П. Сохранение подроста ели и пихты на площадях концентрированных вырубок.—Лесн. х-во, 1961, № 12.

Ткаченко М. Е. Рационализация лесного хозяйства на Урале в связи с обороной страны. Свердловск, 1943 (УЛТИ).

Шиманюк А. П. Восстановительные процессы в сосновых лесах Северного Урала.—Восстановительные процессы на концентрированных лесосеках. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1949.

Юргенсон Е. И. Ельники Прикамья. Пермское кн. изв-во, 1958.