

УДК 630*3 (571.6)

КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ В СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

А. П. Ковалев, Е. В. Лашина

Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства
680020, Хабаровск, ул. Волочаевская, 71

E-mail: a.p.kovalev51@mail.ru, lena_blednyh@mail.ru

Поступила в редакцию 31.05.2023 г.

Формирование устойчивых древостоев при заготовке древесины в спелых и перестойных насаждениях во многом определяется применяемыми способами рубок и технологическими приемами их осуществления, что при сплошнолесосечных рубках прежде всего зависит от степени сохранения подроста, тонкомера и не подлежащих рубке деревьев, обеспечивающих ускоренное воспроизводство насаждений на вырубках. Среди технологий лесосечных работ этому способствуют узкопосечные технологические схемы с шириной пазов 15–30 м, позволяющие сохранять тонкомер и подрост свыше 60 %. При выборочном хозяйстве основной упор направлен на формирование ценных насаждений определенной полноты, возраста и структуры за счет интенсивности и равномерности выборки древесных пород, сохранения лесорастительной среды и условий произрастания основных лесообразователей. Здесь могут найти применение технологии, позволяющие проводить равномерную выборку деревьев по площади с сохранением послерубочной полноты не ниже 0.5. Целевой задачей исследований было выявление оптимальных приемов и способов рубок при заготовке древесины, обеспечивающих формирование устойчивых послерубочных насаждений для основных лесных формаций Дальнего Востока России.

Ключевые слова: лесосечные работы, сохранность подроста, лесная среда, Дальний Восток России.

DOI: 10.15372/SJFS20240207

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость древостоев в основном определяется их способностью эффективно выполнять экологические, защитные и ресурсные функции. Критерий устойчивости при заготовке древесины спелых и перестойных насаждений напрямую зависит от приемов и способов эксплуатации древостоев. При сплошных рубках они определяются степенью сохранения и повреждения не подлежащих рубке деревьев и подроста предварительной генерации, которые в дальнейшем способны выполнять функции древостоев, т. е. при проведении рубок должно обеспечиваться своевременное и эффективное восстановление леса, сохранение и усиление его природоохранных функций. Как отмечал Г. Ф. Морозов (1928), «...рубить надо так, чтобы

уже во время рубки или, в крайних случаях, после рубки вновь начал расти лес».

При выборочных рубках основными критериями устойчивости древостоев является постоянно сохраняющиеся элементы леса определенной полноты и сомкнутости при равномерном распределении оставляемых на корню деревьев. Интенсивность и периодичность выборочных рубок определяется категорией лесов, полнотой и возрастной структурой древостоев, лесоводственными свойствами древесных пород, рельефом местности и почвенными условиями. Нами установлено, что среднее расстояние между оставляемыми деревьями при выборочных рубках в елово-пихтовых насаждениях не должно быть более 5 м, в лиственничных – 6 м, в хвойно-широколистных и лиственных древостоях – 7 м, что позволяет сохранить послерубочную

полноту в пределах действующих нормативов (Ковалев, Качанова, 2022).

Наряду со способами рубок в спелых и перестойных древостоях не менее важную роль в устойчивости и становлении насаждений играют лесосечные работы, от которых в основном зависит направление и динамика лесовозобновления на пройденных рубкой площадях, сохранность и повреждение деревьев и подроста, степень выполнения лесом охранно-защитных функций, характер нарушенности лесной среды. В последние годы в лес пришла новая тяжелая многооперационная техника. Внедрение ее требует неукоснительного соблюдения технологии лесозаготовительных работ. В противном случае возможны нежелательные экологические последствия: гибель подроста и не подлежащих рубке деревьев хозяйственно ценных пород, резкое ухудшение почвенных условий, развитие эрозионных процессов и увеличение поверхностного стока. Особенно большой вред лесным биогеоценозам промышленные рубки наносят в районах с легкоуязвимым экологическим балансом в горных притундровых лесах и насаждениях, произрастающих на длительно-мерзлотных и вечномерзлотных почвах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным источником информации о характеристике лесного фонда исследуемых лесных районов российского Дальнего Востока послужили данные лесохозяйственных регламентов, Государственного лесного реестра и отчетов об исполнении переданных полномочий в области лесных отношений. Высокое разнообразие лесного покрова региона, от простых лиственничников и сосняков в Республике Саха (Якутия), Республике Бурятия и в Забайкалье до многопородных субтропических хвойно-широколиственных лесов Приморского и Хабаровского краев предопределяет здесь возможность назначения практически всех способов рубок и технологий лесосечных работ на базе различных лесозаготовительных машин и механизмов (Алексеев, Ковалев, 2018). Для лесоводственно-экологической оценки последствий лесозаготовительного процесса использовались данные опытных разработок лесосек и материалы постоянных пробных площадей (Ефремов, 1990; Ковалев, Качанова, 2022).

При выборе оптимального способа рубок и технологии лесозаготовок учитывался целый

комплекс показателей, непосредственно влияющих на устойчивость древостоев: сохранение не подлежащей рубке части древостоя и подроста предварительной генерации, минимизацию повреждений деревьев в процессе рубки, возможность упорядочения динамического воздействия на поверхность почвы при движении техники и транспортировки лесной продукции, технические характеристики машин и агрегатов (Крупская, 1979; Чумин, 1989; Манько, 1996). При сплошных рубках использовались технологии лесосечных работ на базе агрегатных машин ЛП-18 и ЛП-19, а также с тракторной трелевкой ТТ-4 при валке деревьев бензомоторными пилами, при равномерно-выборочных рубках харвестерами и форвардерами «Тимберджек» и Приморская технология заготовки древесины.

В настоящее время основные объемы по заготовке древесины сосредоточены в шести лесных районах Дальневосточного федерального округа (ДФО): Приморском, Хабаровском и Забайкальском краях, Республике Бурятия, Республике Саха (Якутия) и Амурской области, в зоне елово-пихтовых, лиственничных, сосновых и хвойно-широколиственных лесов, которые и стали объектами наших исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При рассмотрении различных аспектов заготовки древесины в спелых и перестойных насаждениях при сплошных рубках установлено, что в технологическом плане они отличаются только методами сохранения подроста, тонкомера и неподлежащих рубке деревьев. К настоящему времени роль и значение подроста в возобновлении вырубок на Дальнем Востоке изучены довольно подробно. Исследования в этом направлении показывают высокий лесоводственный эффект быстрого и качественного восстановления хозяйственно ценных лесов на вырубках за счет сохраненного при рубках подроста (Чумин и др., 1981; Манько, 1996; Манько, Усольцев, 2001). Менее изучена роль остающейся на месте рубок тонкомерной части древостоя, которой не уделялось достаточного внимания. Это особенно важно для дальневосточных разновозрастных елово-пихтовых лесов и производных зеленомошных лиственничников, имеющих под пологом 200 и более деревьев диаметром 6–14 см на 1 га. Основной причиной недооценки роли тонкомера является слабая ветроустойчивость деревьев ели (*Picea A. Dietr.*)

и пихты (*Abies Mill.*). Считается, что сильное изреживание елово-пихтового полога ведет к быстрому разрушению оставшейся на вырубке части древостоя, хотя специальных исследований почти не проводилось. Отдельные сведения о состоянии сохранных при рубках деревьев, семейных куртин и прилегающих к рубкам стен леса встречаются в работах многих дальневосточных ученых (Соловьев, 1958; Цуранов, 1965; Чумин, Юрченко, 1968), единых во мнении, что ветровалу в большей степени подвержены крупные спелые и перестойные деревья, которые через 1–2 года после проведения рубки погибают. Более молодые тонкомерные деревья, если они расположены группами, хорошо переносят изменения условий своего существования.

Анализ результатов, полученных нами при обследовании рубок и на опытно-производственных разработках лесосек показывают, что сохранность тонкомера при сплошных рубках, так же, как и подроста, в значительной мере зависит от применяемых приемов лесозаготовки. На рубках организованных разработок лесосек с соблюдением лесоводственных требований сохраняется, как правило, более половины тонкомерных деревьев. Часть деревьев, получивших повреждения при лесозаготовках (обычно до 30 % поврежденных – наклоненные, со сломом вершины или ствола), погибают. Среди других факторов, влияющих на выживаемость тонкомера на рубках, в качестве основных можно выделить экспозицию склона, переувлажнение участков и ветровал.

Выживаемость тонкомера в зависимости от экспозиции склонов и давности рубки можно рассмотреть на примере постоянных пробных площадей, заложенных на экспериментальных участках сплошных рубок с применением агрегатных машин ЛП-18 и ЛП-19 в ельниках зеленомошных типов леса (табл. 1, 2).

Как видно из табл. 1, на южных склонах происходит быстрое (в течение 1–3 лет) усыхание и разрушение тонкомера. Отпад его на 3-й год после рубки достигает 90 %. К концу 5-го года на рубках остаются лишь единичные (3–4 дерева/га), сильно угнетенные экземпляры ели и пихты, входившие в состав древостоя.

Массовое усыхание тонкомера на рубках южных склонов сопровождается высокой гибелью подроста предварительной генерации. Процессы естественного возобновления на таких рубках замедляются и растягиваются на долгие годы.

Одной из причин столь значительного усыхания тонкомеров может быть экстремально высокие температуры у поверхности почвы на склонах южной экспозиции, достигающие в отдельные периоды 60 °С и выше, что приводит к иссушению подстилки и верхнего корнеобитаемого слоя почвы до критического для древесных пород уровня (почвенная засуха). На северных склонах отпад среди сохранных тонкомера менее высокий. На усохшие и вывалившиеся деревья здесь приходится в среднем не более 35 %. Среди погибших преобладают поврежденные в период рубки и ослабленные

Таблица 1. Характеристика тонкомера на сплошных рубках в ельниках зеленомошных типов леса в зависимости от экспозиции склона и давности рубки

Показатель	Северные склоны, номер ппп						Южные склоны, номер ппп					
	1–78			5–79			2–78			7–79		
	в год рубки	через 3 года	через 5 лет	в год рубки	через 3 года	через 5 лет	в год рубки	через 3 года	через 5 лет	в год рубки	через 3 года	через 5 лет
Состав по запасу	5.0П 5.0Еа	6.3Еа 3.7П	7.2Еа 2.8П	5.0Еа 4.0П 1.0Л	6.1П 3.0Еа 0.9Л	6.0П 3.0Еа 1.0Л	4.7Еа 4.3П 1.0Л	5.0Еа 5.0П 3.3Еа	6.7П 3.3Еа	7.2Еа 2.7П 0.1Бп	5.8Еа 4.2П	5.0Еа 5.0П
Число деревьев, шт./га	148	119	98	114	79	70	124	8	3	256	35	4
Средний диаметр, см	11.9	11.0	11.2	12.0	11.0	11.0	10.3	8.0	8.0	12.0	8.8	8.0
Средняя высота, м	10.3	10.4	10.6	10.5	10.0	9.8	10.7	7.6	7.1	11.7	8.4	7.5
Сумма площадей сечений, м ² /га	1.45	0.94	0.81	1.1	0.64	0.63	1.51	0.04	0.01	1.9	0.28	0.02
Запас, м ³ /га	10.8	8.6	8.1	9.0	3.8	3.7	10.5	0.2	0.1	12.1	1.9	1.12

Примечание. Здесь и далее: Еа – ель аянская (*Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière), П – пихта белокорая (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.), Л – лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), син. л. даурская, Бп – береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukaczew).

Таблица 2. Статистические характеристики таксационных показателей тонкомера на сплошных вырубках в ельниках зеленомошных типов леса в зависимости от давности рубок (по данным табл. 1)

Номер ппп	Давность рубки	Диаметр, см						Высота, м					
		X	\bar{X}_s	D	σ	V	S_e	X	\bar{X}_s	D	σ	V	S_e
Северные склоны													
1–78	В год рубки	11.9	0.80	5.56	2.35	19.87	0.65	10.3	0.69	4.49	2.12	20.47	0.59
	Через 3 года	11.0	0.73	4.50	2.12	19.28	0.59	10.4	0.62	2.54	1.59	15.31	0.44
	Через 5 лет	11.2	0.89	4.28	2.06	18.52	0.57	10.6	0.61	2.57	1.60	15.08	0.44
5–79	В год рубки	11.9	0.83	2.97	1.72	14.83	0.48	10.5	0.80	4.87	2.21	20.98	0.61
	Через 3 года	10.9	0.57	5.25	2.29	22.10	0.63	10.1	0.60	2.65	1.63	15.88	0.49
	Через 5 лет	11.0	0.61	4.67	2.16	19.72	0.59	9.8	0.62	3.25	1.80	18.32	0.50
Южные склоны													
2–78	В год рубки	10.3	0.54	4.94	2.22	21.48	0.61	10.7	0.88	3.82	1.96	18.23	0.54
	Через 3 года	8.0	0.56	4.29	2.07	26.02	0.57	7.6	0.43	1.85	1.36	17.92	0.38
	Через 5 лет	8.1	0.63	1.93	1.39	17.06	0.42	7.1	0.49	1.89	1.37	18.84	0.40
7–79	В год рубки	12.3	0.92	4.98	2.23	18.09	0.67	11.7	0.82	5.24	2.29	19.61	0.63
	Через 3 года	8.8	0.54	3.01	1.74	19.83	0.48	8.4	0.43	1.92	1.39	16.57	0.38
	Через 5 лет	8.0	0.53	2.69	1.64	20.49	0.46	7.4	0.53	1.81	1.34	18.34	0.37

Примечание. X – среднеарифметическое значение (высота, м; диаметр, см); \bar{X}_s – ошибка среднего арифметического; D – дисперсия; σ – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации; S_e – стандартная ошибка.

энтмовредителями (усачами) деревья. Отпад среди тонкомерных деревьев лиственницы очень незначительный. Даже одиночно стоящие на вырубке деревья быстро приспосабливаются к новым условиям среды и увеличивают прирост по диаметру более чем в 2 раза. При благоприятных условиях плодоношение у тонкомера лиственницы (чаще в куртинах деревьев) происходит уже на 2–3-й год после рубки, тогда как у ели и пихты появление шишек отмечено лишь через 5–7 лет после рубки.

На переувлажненных участках вырубок гибель сохраненных тонкомерных деревьев происходит несколько медленнее. Период полного разрушения тонкомера растягивается на 5–6 лет. В отдельных случаях на склонах крутизной свыше 10°, где лесозаготовки велись агрегатными машинами, усыхание тонкомера происходит за счет интенсивного оттока воды к волокам, которые способствуют иссушению территории. Это отмечено только на лесосеках, где ширина пазов не превышает 10 м, а глубина колеи на волоках достигает 50 см.

Влияние ветра на сохраненные при рубке тонкомерные деревья, как показали наблюдения, не столь существенное. Ветровалу подвержен лишь тонкомер с частично оборванной корневой системой и крупные деревья из недоруба. В частности, даже при сильных (ураганных) ветрах, когда наблюдалось значительное разрушение прилегающей к вырубке стены леса

(вывалилось около 50 % всех деревьев в глубину леса до 40 м), отпад среди тонкомера на открытом пространстве составил немногим более 8 %.

Наблюдения, проведенные на постоянных пробных площадях, заложенных на восточном склоне в ельнике мелкопапоротниково-зеленомошном, разработанных ЛП-18 и ЛП-19 с объездным волоком, показывают, что наличие на вырубках даже незначительного числа тонкомерных деревьев благоприятно сказывается на адаптации подроста предварительной генерации. Его выживаемость в этом случае в 2–2.5 раза выше, чем на участках с полностью уничтоженным тонкомером (табл. 3).

Лесоводственное значение тонкомера, сохраненного при рубках по заготовке древесины, не ограничивается его защитной ролью в отношении хвойного подроста. Во многих случаях не менее важна его роль в формировании основного полога будущих древостоев. Так, на разнокустарниковых вырубках ельника мелкотравно-зеленомошного, разработанного с использованием трактора ТТ-4 с направленной валкой деревьев бензопилой, через 9–12 лет после рубки сформировались высокосомкнутые молодняки (сомкнутость крон 0.7–0.8) с общим запасом до 60 м³/га из тонкомера и подроста ели и пихты, сохраненных при сплошных рубках (табл. 4).

Под пологом тонкомера насчитывается до 8.5 тыс. шт./га хвойного и лиственного подроста предварительной и последующей генера-

Таблица 3. Выживаемость подроста на вырубке в зависимости от наличия тонкомера

Номер ппп	Древесная порода	Количество тонкомера через 3 года после рубки, шт./га	Количество подроста по категориям высот и времени учета, тыс. шт./га					
			в год рубки			через 3 года после рубки		
			до 50 см	51–150 см	151 см и более	до 50 см	51–150 см	151 см и более
4	Еа	49	2.7	0.8	0.4	2.6	0.5	0.2
	П	47	0.7	0.2	0.4	1.8	0.3	0.1
	Итого...	96	3.4	1.0	0.8	4.4	0.8	0.3
7	Еа	–	1.3	1.1	0.3	0.8	0.3	–
	П	4	2.1	0.8	0.7	1.1	0.2	–
	Итого...	4	3.4	1.9	1.0	1.9	0.5	–

Таблица 4. Лесоводственно-таксационная характеристика молодняков на сплошных вырубках ельника мелкотравно-зеленомошного

Номер ппп	Состав древостоя	Количество деревьев, шт./га	Высота, м					Диаметр, см					Сомкнутость крон	Запас, м ³ /га
			X	\bar{X}_s	D	σ	S_e	X	\bar{X}_s	D	σ	S_e		
1	7.3П2.6Еа0.1Бп	1244	9.1	0.60	6.28	2.51	0.69	10.4	0.59	1.78	1.33	0.42	0.9	59.4
3	5.8П4.1Еа0.1Бп	1812	10.1	0.63	2.09	1.45	0.40	9.20	0.62	2.90	1.70	0.57	0.8	41.7

Примечание. X – среднеарифметическое значение; \bar{X}_s – ошибка среднего арифметического; D – дисперсия; σ – стандартное отклонение; S_e – стандартная ошибка.

ций. Средний возраст нового насаждения около 70 лет. За последние 5 лет ежегодный прирост по высоте у тонкомера составил в среднем 24 см, тогда как в лесу он не превышал 5 см. Замеры текущего среднепериодического прироста по диаметру показали, что за послерубочный период он увеличился более чем в 2 раза по сравнению с пологом леса. У ели ежегодный прирост по диаметру в ступени толщины 8 см на разнокустарниковой вырубке составляет 9.1 мм, тогда как в лесу только 3.5 мм. Для пихты этот показатель равен 4.8 мм на вырубке и 3.3 мм в лесу. В ступени толщины 12 см прирост у ели – 1.8 мм, пихты – 2.5 мм на вырубке и соответственно 0.6 и 1.2 мм под пологом древостоя.

На вырубках, где при лесозаготовках были сохранены только единичные или небольшие группы тонкомерных деревьев, существенного участия в формировании новых древостоев тонкомер не принимает, оставшиеся деревья, как правило, быстро усыхают и вываливаются, а выжившие экземпляры не дают прирост в высоту. Текущий прирост по диаметру у них также очень незначительный (0.2–0.6 мм/год).

Таким образом, тонкомерные деревья во многих случаях способствуют формированию устойчивых древостоев при сплошных рубках.

Аналогичные показатели получены и при оставлении на корню деревьев лиственных по-

род с ограниченным или полным отсутствием спроса на их древесину. Нами обследованы лесосеки в хвойно-широколиственных лесах, где в составе древостоев повсеместно присутствует береза желтая (*Betula costata* Trautv.), товарность которой очень низкая. Выход деловой древесины из деревьев, заготавливаемых при рубках, составляет 13–28 % (Ковалев, 2003).

Положительная роль оставленных на корню деревьев березы желтой особенно заметна при лесовосстановлении на сплошных вырубках. При заготовке древесины по Приморской технологии (бензопила + ТТ-4 с трелевкой за вершину) в елово-пихтовом насаждении 5Еа2ПЗБж, полнотой 0.8 в процессе лесосечных работ в одном случае полностью вырубались все деревья, в другом на корню оставлялась береза желтая. Учет подроста на вырубках показал, что оставление на корню березы желтой способствует созданию благоприятных условий для выживания и роста подроста предварительной генерации (табл. 5).

Под пологом березы желтой через 2 года после рубки выживаемость подростка достигает 90 % и более. На лесосеках, где она вырубалась, сохранность хвойного подроста за этот период не превышала 50 %. Благодаря оставлению на вырубках березы желтой существенно сдерживается заселение их травянистой растительностью.

Таблица 5. Характеристика хвойного подроста на лесосеках елово-пихтовых лесов при вырубке или оставлении на корню березы желтой

Номер пп	Порода	В год рубки		Через 2 года	
		Количество, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Количество, тыс. шт./га	Встречаемость, %
Вариант сплошнолесосечный, с вырубкой Бж					
1–93	Еа	1.18		0.50	
	П	2.39		1.04	
	К	0.02		0.02	
	Всего...	3.59	42	1.56	30
2–93	Еа	1.61		0.70	
	П	3.08		1.60	
	К	0.03		0.02	
	Всего...	4.72	58	2.32	34
Вариант сплошнолесосечный, с оставлением Бж на корню					
3–93	Еа	1.42		1.20	
	П	0.9		0.80	
	К	0.02		0.02	
	Всего...	2.34	65	2.02	65
4–93	Еа	2.18		1.96	
	П	1.65		1.60	
	К	0.08		0.05	
	Всего...	3.91	69	3.61	67

Примечание. Кедр – кедр корейский (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.), Бж – береза желтая.

Проективное покрытие вырубки вейником Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.) на открытом пространстве через 2 года составляет 86 %; при оставлении на корню березы желтой в количестве 10–12 шт./га – лишь 45 %. В целом береза желтая на сплошных рубках способствует сохранению лесной обстановки и благоприятствует прорастанию семян и появлению всходов древесных пород. На момент последнего учета на пробных площадях появилось на волоках и минерализованных участках пасаек до 3.0 тыс. шт./га всходов березы, кедра, ели и пихты. Хвойные породы встречались исключительно под пологом или вблизи проекции крон березы желтой.

При несплошных рубках заготовка древесины в наименьшей степени оказывает отрицательное воздействие на насаждение. Лесоводственную эффективность добровольно-выборочных рубок можно проследить на опытно-производственных участках, заложенных на среднем Сихотэ-Алине (табл. 6).

Основные параметры организационно-технических элементов рубок в основном выдержаны. Для обеспечения устойчивости оставшихся на вырубке древостоев против ветра практически не вырубались береза плосколистная и осина.

Использовались узкопосечная технология на базе бензопил и трелевочных тракторов с чокерной оснасткой с трелевкой хлыстов за вершину и сортиментная технология с валкой и раскряжевкой бензопилами с последующим сбором сортиментов форвардером (ппп 6 и 38).

Интенсивность выборки запаса оказалась на 3–5 % выше запланированной. Это в основном связано с вывалом деревьев у волока при вытревевке из пасаки срубленных деревьев за вершину. Доля деревьев без повреждений на пасаке составляет более 80 %.

Аналогичная картина наблюдается и по сохранению подроста, чем выше интенсивность рубки, тем меньше его сохранность и выше повреждаемость.

Повреждения поверхности почвы – преимущественно на волоках, где минерализация может достигать 12 % площади волоков. В пасаках отмечено в основном рыхление подстилки и верхнего гумусового горизонта почвы.

Дальнейшие наблюдения на пробных площадях показывают вполне устойчивое состояние древостоев. Отпад отдельных поврежденных деревьев в большинстве отмечен вблизи волоков в нижней части склонов и может достигать 15–20 % от общего числа деревьев на опытном

Таблица 6. Лесоводственно-таксационные характеристики добровольно-выборочных рубок на опытных участках

Номер опытного участка и ппп, экспозиция, уклон	Состав древостоя	Количество деревьев, шт./га	Запас, м ³ /га	Плотность	Интенсивность рубки, %	Повреждение оставшихся деревьев, %	Состав подроста	Распределение подроста по группам высот, тыс. шт./га			Сохранность подроста, %	Повреждение сохраненного подроста, %
								до 50 см	51–150 см	151 см и более		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6, ппп 51, СВ, 17°	7.3Еа1.5П1.0Бп0.2К	849	229	0.78	49	36	6.4Еа2.5П1.1Бп	45	1.3	3.8	65	24
	6.8Еа1.9П1.3Бп	666	117	0.42	32*	32*	6.6Еа2.1П1.3Бп	39	0.8	1.5	14*	14*
2, ппп 38, СЗ, 19°	5.5Еа3.4П0.8Бп 0.2ЛЮ.1К	1485	184	0.82	39	18	5.3П4.4Еа0.3Бп	4.8	3.3	2.1	71	8
	4.6П4.0Еа1.3Бп0.1К	1009	112	0.56	9*	9*	5.4П4.3Еа0.3Бп	4.0	2.2	1.0	4*	4*
9, ппп 11 СВ, 16°	4.7Еа3.9П1.4Бп	1360	270	0.80	28	15	5.3Еа4.2П0.5Бп	1.6	1.4	1.3	67	11
	4.7Еа3.7П1.6Бп	1078	195	0.56	7*	7*	5.4Еа4.3П0.3Бп	1.3	0.8	0.7	7*	7*
21, ппп 6, 3, 15°	8.7ЛЮ.6Бп0.7Ос	540	278	0.8	35	14	3.0Еа1.9ЛЗ.0Ос2.1Бп	1.1	3.7	3.2	72	14
	5.8ЛЗ.2Ос1.0Бп	339	181	0.4	10*	10*	2.1Еа2.0ПЗ.6Ос2.3Бп	0.9	2.8	2.1	6*	6*

Примечание. Над чертой – до рубки древостоя, под чертой – после рубки; Ос – осина Давида (*Populus davidiana* Dode).

* Повреждено до степени прекращения роста из общего числа поврежденных.

участке. Вываливание и усыхание поврежденных деревьев наблюдалось в течение 3–5 послерубочных лет. Затем насаждение стабилизировалось и эффективно развивалось. Подрост, сохраненный под пологом леса, также успешно адаптировался к новым условиям, и уже на следующий год показал активный рост.

Погибает в основном подрост, получивший повреждение при лесозаготовках в виде слома стволика и отрыва корней от почвы. На волоках последующему возобновлению мешают быстро развивающаяся злаковая растительность и ранние весенние заморозки.

Среди технологических схем лесосечных работ при выборочных рубках наиболее приемлемы узкопосечные технологии на базе трелевочных тракторов с чокерной оснасткой при валке деревьев бензопилами, многооперационные харвестеры и форвардеры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование устойчивых древостоев при заготовке древесины в спелых и перестойных насаждениях во многом определяется состоянием и структурой назначенного в рубку участка лесного фонда, применяемым способом рубки и технологией лесосечных работ с набором экологических лесозаготовительных машин и механизмов. Именно они определяют успешность и направление лесовосстановительных процессов, сохранение и повреждение не подлежащих рубке деревьев, подроста и окружающей природной среды, которые в дальнейшем обеспечивают создание целевых и устойчивых насаждений на пройденных рубкой площадях.

При сплошных рубках устойчивые древостои в дальнейшем формируются из сохраненного молодняка и не подлежащих рубке деревьев и напрямую зависят от применяемой на лесосечных работах технологии лесозаготовок. Наиболее успешно восстанавливаются вырубки с наибольшим количеством сохраненного подроста и тонкомера, получившего минимальные повреждения в процессе заготовки древесины. Наличие тонкомерных и оставленных на вырубке лиственных ширококронных деревьев способствует успешной адаптации подроста целевых пород к новым условиям среды и его стабильный рост уже в первые годы после рубки.

Устойчивые древостои при выборочных рубках зависят от интенсивности и периодичности рубки, сохранности и повреждаемости оставляемых деревьев и молодого поколения леса. Сохранение оптимальной послерубочной полноты не ниже 0.5 для хвойных и 0.4 для лиственных пород позволяет вполне успешно формировать новые древостои целевых насаждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А. Ю., Ковалев А. П. Выбор природосберегающих видов рубок и технологии лесосечных работ для разновозрастных лесов и малонарушенных лесных территорий Дальнего Востока // Устойчивое лесопользование. 2018. № 2. С. 19–28.
- Ефремов Д. Ф. Лесопользование на Дальнем Востоке: проблемы и пути решения // Лесн. хоз-во. 1990. № 7. С. 2–7.
- Ковалев А. П. О рубке березы желтой в лесах Дальнего Востока // Тр. ДальНИИЛХ. 2003. Вып. 36. С. 92–100.
- Ковалев А. П., Качанова Т. Г. Лесоводственная оценка технологий заготовки древесины в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока // Сиб. лесн. журн. 2022. № 6. С. 3–10.
- Крупская Л. Т. Изменение биологической активности горных буротаежных почв при лесозаготовке // Защитное лесоразведение и рациональное использование зеленых ресурсов в горах. Ташкент: Среднеазиатский институт лесоводства, 1979. С. 126–127.
- Манько Ю. И. Географические особенности лесообразовательного процесса в темнохвойных лесах Дальнего Востока // Лесоведение. 1996. № 2. С. 3–11.
- Манько Ю. И., Усольцев В. М. Особенности адаптации предварительного подроста на вырубках в пихтово-еловых лесах центральной и северо-восточной части Приморского края // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока: Материалы Междунар. конф., 5–7 сентября 2000 г. Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 342–343.
- Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Сельхозгиз, 1928. 365 с.
- Соловьев К. П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск: Кн. изд-во, 1958. 368 с.
- Цуранов В. П. Об отпаде в стенах пихтово-еловых лесов (Приамурья) 1 // Лесоводственные иссл. на Дальнем Востоке. Владивосток: БПИ ДВФ СО АН СССР, 1965. Вып. 1. С. 169–173.
- Чумин В. Т., Юрченко Г. И. О сроках примыкания лесосек в ельниках Приамурья // Лесн. пром-сть. 1968. № 2. С. 14–15.
- Чумин В. Т., Ковалев А. П., Обручников С. Г. Влияние сплошных рубок с применением агрегатных машин на сохранность тонкомера и подроста // Лесн. хоз-во. 1981. № 1. С. 12–14.
- Чумин В. Т. Дальневосточное лесоводство: проблемы, пути решения // Лесн. хоз-во. 1989. № 1. С. 10–12.

CRITERIA FOR THE SUSTAINABILITY OF TREE STANDS DURING TIMBER HARVESTING IN MATURE AND OVERMATURE STANDS

A. P. Kovalev, E. V. Lashina

Far East Forestry Research Institute

Volochnaevskaya str., 71, Khabarovsk, 680020 Russian Federation

E-mail: a.p.kovalev51@mail.ru, lena_blednyh@mail.ru

The formation of sustainable tree stands during timber harvesting in mature and overmature stands is largely determined by logging methods used and the technological methods for their implementation. In clear-cutting, this, first of all, depends on the degree of preservation of undergrowth, small size trees and trees that are not subject to felling, ensuring accelerated reproduction of stands in cleared areas. Among logging technologies, this is facilitated by narrow felling technological schemes with logging widths of 15–30 m, which allow maintaining undergrowth and undergrowth of over 60 %. In selective felling, the main emphasis is on the formation of valuable stands of a certain density, age and structure due to the intensity and uniformity of the selection of tree species, the preservation of forest growing environment and the growing conditions of the main forest-forming species. Here technologies can be used that allow for a uniform selection of trees over an area while maintaining post-harvesting density of at least 0.5. The goal of the study was to identify optimal techniques and methods of felling during timber harvesting, ensuring the formation of sustainable post-logging tree stands for the main forest formations of the Russian Far East.

Keywords: *logging operations, preservation of undergrowth, forest environment, Russian Far East.*

How to cite: *Kovalev A. P., Lashina E. V. Criteria for the sustainability of tree stands during timber harvesting in mature and overmature stands // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 2. P. 59–67 (in Russian with English abstract and references).*