

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СТАТЬИ

УДК 630\*3(571.6)

### ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

А. П. Ковалев, Т. Г. Качанова

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

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

Поступила в редакцию 11.05.2022 г.

В соответствии нормативными документами организация и проведение заготовки древесины должны осуществляться способами и приемами, обеспечивающими максимальное сохранение лесной среды, способствующими воспроизводству ценных лесов в минимально короткие сроки, повышению их защитно-охранных функций. Это особенно актуально для хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока, представляющих собой уникальную формацию, включающую кедрово- и черно-пихтово-широколиственные, елово-широколиственные, твердо- и мягколиственные субформации. Эти леса характеризуются очень сложным строением полого. В состав входят, как правило, 10–20 древесных пород, различающихся по своей биологии и росту, что создает ясно выраженную вертикальную сомкнутость древостоя. Наличие в насаждениях эндемичных и запрещенных к рубке пород, а также лиан и кустарников, занесенных в Красную книгу РФ (2008) требует особого подхода к способам и технологиям заготовки древесины. Исследования показали, что в формации хвойно-широколиственных лесов преимущественное применение должны найти выборочные способы рубок и технологии лесосечных работ, позволяющие не только сохранять подрост и тонкомер ценных пород, но и обеспечивать формирование послерубочного насаждения, близкого к исходному типу леса. Отсюда вытекают весьма важные выводы по организации заготовки древесины только определенными типами машин и механизмов по узкопасечной технологии, что подтверждается нашими исследованиями.

**Ключевые слова:** кедрово-широколиственные леса, узкопасечная технология лесозаготовок, ранжирование машин и механизмов, Приморский край, Хабаровский край.

DOI: 10.15372/SJFS20220601

#### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время формация хвойно-широколиственных лесов (ХШЛ) на Дальнем Востоке занимает около 26,0 млн га и включает в себя несколько субформаций, различающихся лишь преобладающей породой, остальные показатели (лесорастительные условия, породный состав, выполняемые функции и т. д.) очень близкие. Образование новых субформаций хорошо заметно на примере кедрово-широколиственных лесов (КШЛ), пройденных условно-сплошными и подневольными-выборочными рубками, коренным

образом изменивших их облик. Как правило, они сопровождалась не только утратой кедром эдификаторной роли в оставшейся части древостоя, но и приводили насаждение в изреженное состояние, близкое к редине и повышению на 1–2 класса пожарной опасности. На месте КШЛ образовались елово-широколиственные, кленово-липовые, ясенево-ильмовые, желто- и белоберезовые и другие субформации. Территории с преобладанием кедра корейского (*Pinus karaiensis* Siebold & Zucc.) сократились практически на 50–60 %, а по запасу уменьшились на 60–80 % (Современное состояние..., 2009).

Ведение лесного хозяйства в новых субформациях уже не учитывает нормативы, распространяемые на кедрово-широколиственные леса, и заготовка древесины осуществляется как в простых ельниках, березняках, ясеневниках. В то же время сложное строение полога ХШЛ и наличие в насаждениях запрещенных к рубке пород требует тщательного подхода к выбору методов и приемов рубок. Конечно, восстановление насаждений с преобладанием кедра корейского в границах его естественного ареала, является одной из основных задач лесоводов региона, поскольку данная порода обеспечивает кормовую базу практически всему животному миру в этих лесах и обладает ценной древесиной.

Наряду со способами рубок в процессе заготовки древесины основную роль играют лесосечные работы: валка деревьев, обрубка сучьев, трелевка древесины, очистка лесосек, поскольку непосредственно взаимодействуют с насаждением. Уровень технико-технологического соответствия их лесоводственно-экологическим требованиям к рубке леса определяет направление и динамику лесовозобновления на пройденных рубкой участках, степень выполнения лесом охранно-защитных функций. И если системы и способы рубок принципиально не изменяются в течение многих десятилетий, за исключением отдельных их организационно-технических параметров, то технологии лесосечных работ постоянно трансформируются по мере поступления новой техники и уточнения лесоводственно-экологических требований к заготовке древесины (Разработка..., 1961; Лесоводственная оценка..., 1977; Современное состояние..., 2009).

Цель настоящей работы – дать лесоводственно-экологическую оценку технологическим вариантам лесосечных работ, применяемым при заготовке древесины в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока и выявить наиболее оптимальные технологии для проведения рубок в сложных многопородных насаждениях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все исследования выполнялись преимущественно в предгорьях Среднего Сихотэ-Алиня в Чугуевском, Дальнереченском, Анучинском районах Приморского края и в районе им. Лазо Хабаровского края.

В качестве исходных данных при выполнении работ использовались действующие нормативные документы по лесопользованию (Лес-

ной кодекс РФ, 2006, Правила..., 2020; и др.), фондовые материалы по проведению рубок в кедровниках и хвойно-широколиственных лесах, данные ревизии постоянных пробных площадей, заложенных в местах рубок, и опытно-производственные разработки лесосек. По каждой технологической схеме предусматривались от 3 до 15 повторностей на площади опытных рубок от 14 до 144 га. Учет древостоя и подроста осуществлялся на пробных площадях и площадках. При выполнении исследований использовались традиционные лесоводственные методы для оценки воздействия лесосечных операций на компоненты лесных биоценозов (Цымек, 1956; Стариков, 1957; Манько, Журавков, 1965; Соловьев, Чумин, 1965; Манько, Ворошилов, 1969; Руководство..., 2003).

Наличие в насаждениях эндемичных и запрещенных к рубке пород, таких как бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr.), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.), диморфант семилопастный (*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.), кедр корейский (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.), пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.), сосна погребальная (*Pinus funebris* Kom.), тис остроконечный (*Taxus cuspidata* Siebold et Zucc. ex Endl.), дуб зубчатый (*Quercus dentata* Thunb.) и др., а также лиан и кустарников, занесенных в Красную книгу РФ (2008) требуют особого подхода к способам и технологиям заготовки древесины.

Учитывалось также, что естественный ареал распространения кедра корейского является преимущественным ареалом амурского тигра (*Panthera tigris tigris* Temminck.), и Россия несет ответственность за его сохранение и обеспечение условий обитания (Стратегия..., 2010).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе технологического развития лесозаготовительной промышленности на заготовке древесины использовались поперечные пилы и лошади. Деревья валились в сторону естественного наклона и непосредственно у пня раскряжевывались на нужные по длине бревна, а далее самокатом или с помощью гужевого транспорта доставлялись к месту дальнейшего использования.

Лесозаготовки осуществлялись только в зимний период. Лесосеки обычно располагались по берегам рек, используемых для сплава на расстоянии, не превышающем 2–3 км от уреза воды. Рубка леса проводилась без каких-

либо ограничений и подготовительных работ. Вырубались лучшие, здоровые деревья, преимущественно кедра корейского. Из сваленного дерева использовались лишь 1–2 наиболее лучших бревна длиной 3–6 м, остальное бросалось на месте вырубки (Стариков, 1957). Для транспортировки леса прокладывались одна–три санные дороги, соединяющие лесосеку и конечный пункт доставки. Грузенные бревнами сани въезжали на эти дороги от места погрузки по кратчайшему расстоянию, с маневрами между деревьями и пнями. Такими рубками пройдены почти все пойменные и предгорные кедрово-широколиственные леса.

В дальнейшем, в связи с запретом рубок в прибрежной полосе и с удалением эксплуатационных лесосек от сплавных и железнодорожных магистралей стали использовать конно-ледяные, конно-декавильные, поливные и снежно-уплотненные пути.

По мере поступления тракторов для трелевки древесины и бензомоторных пил для валки деревьев на Дальний Восток, начиная с конца 40-х годов XX столетия, лесозаготовки стали проводиться на удаленных участках в горных кедровниках. В этот период возникла проблема упорядочения передвижения трелевочников по лесосеке для сохранения молодых деревьев и подроста. Во многих регионах страны были разработаны узкопосечные технологии лесосечных работ: сюреская, скородумская, карельская, костромская, удмуртская (Разработка..., 1961; Сажин, 1961; Петров, 1965; Побединский и др., 1965; Анисимов, 1966). Все они довольно успешно сочетают лесоводственные и лесоэксплуатационные интересы, обеспечивая хорошую сохранность подроста предварительной генерации, щадяще воздействуют на лесную среду, способствуют рациональному использованию трудозатрат и средств на лесозаготовках.

Широкое распространение, со своей спецификой, различные модификации узкопосечной технологии получили в дальневосточных кедрово-широколиственных лесах. К. П. Соловьев и Г. К. Золотухин (1955) обосновали, что основой рационального использования и воспроизводства кедровников являются несплошные рубки узкими параллельными лентами шириной 30–40 м с трелевкой хлыстов за вершину. С 60-х годов XX в. начала внедряться Приморская технология, обеспечивающая 60 % сохранности подроста и молодняка на лесосеках в кедрово-широколиственных лесах (Ляшенко и др., 1964). Она предусматривала разбивку лесосеки

на пасеки шириной, равной полуторной – двойной средней высоте древостоя; валку деревьев бензопилами вершиной на волок в направлении трелевки; трелевку трактором за вершину с перемещением строго по волоку. Организация работ по этой технологии позволяла сохранять до 80 % подроста при зимних и 60–65 % при летних лесозаготовках (Алексеев, Ковалев, 2018). В кедровниках, где рубались преимущественно крупные деревья кедра корейского, пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.), ели аянской (*Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carriere), ясеня маньчжурского (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), интенсивность выборки достигала 40–80 %, повреждаемость оставшихся деревьев составляла в среднем 20 %, а подроста – 30 %. Преобладали повреждения с ошмыгом ствола и кроны. Более высокая сохранность подроста при зимних лесозаготовках объяснялась не только защитным влиянием снежного покрова, но и незначительным травмированием его корневой системы в результате слабой деформации промерзших горизонтов почвы. При летних лесозаготовках минерализация почвы на полупосеках не превышала 5–10 %, а смещение подстилки и ее перемешивание с гумусовым горизонтом достигало 20–25 %. Развития эрозионных процессов на пасеках и пасечных волоках не отмечалось. Линейная эрозия иногда наблюдается в нижней части магистрального волокна с уклоном свыше 10° и протяженностью более 500 м.

Наши обследования состояния древостоев и лесовосстановления и данные пробных площадей, заложенных в кедровниках Среднего Сихотэ-Алиня с давностью рубки 15–30 лет показали, что наблюдаются существенные изменения как в составе древостоя, так и в возобновлении ценных древесных пород (табл. 1).

Состав пород в насаждениях на исследуемых участках колебался от 0.5 до 8 ед. Состав подроста был близок к составу древостоя с некоторым увеличением в сторону лиственных пород.

При проведении первого этапа рубок в кедровниках отмечено снижение доли кедров и ели в составе древостоев и увеличение лиственных пород. Менее заметно это в естественном возобновлении под пологом леса. Здесь колебания подростов минимальные – не более чем на 1–1.5 ед. Доля кедров в возобновлении изменялась незначительно. Сохраняются тенденции восстановления кедрово-широколиственных лесов с преобладанием хвойных пород, хотя в составе насаждения преобладание кедров утрачено.

**Таблица 1.** Лесоводственно-экологические показатели последствий применения различных технологий лесосечных работ при выборочных рубках в ХПП

Техника и технология лесосечных работ	Площадь учета, га, число повторностей	Число подроста до рубки, тыс. шт./га	Сохранность				Повреждаемость почвы			
			подроста		не подлежащих рубке деревьев		общая		минерализовано	
					%					
			зимой	летом	зимой	летом	зимой	летом	зимой	летом
Бензопила + ТТ-4, узкопосечная, за вершину	21 3	7.0–12.0	63.8–68.9	55.6–61.1	60.1–66.8	15.8–22.0	29.4–37.1	1.8–5.4	5.2–8.9	
Бензопила + СКУ МЛ-43, узкопосечная	62 4	6.5–13.5	66.8–67.1	–	50.0–56.2	–	50.2–59.1	–	4.3–5.7	
Харвестер + форвардер – Т-1210 и 1010, извилистыми ходами	144 15	5.0–16.5	65.1–70.2	62.3–69.7	59.2–65.0	22.1–24.6	31.2–33.1	0.9–2.7	5.1–8.0	
ВПМ + БТМ	28 12	11.0–19.0	10.4–27.0	25.8–28.5	13.2–25.5	30.1–36.0	62.2–78.9	19.0–23.4	36.4–47.2	
Бензопила + вертолет Ми-8МТ	14 2	8.0–13.0	81.3–86.1	–	79.0–84.1	–	16.6–21.2	–	0.4–1.1	

*Примечание.* ТТ-4 – трелевочный трактор с чоковой оснасткой; СКУ – самоходная канатная установка; Т-1270 и 1010 – харвестеры и форвардеры фирмы «Тимберджек»; Ми-8МТ – транспортный вертолет; ВПМ – валочно-пакетирующая машина; БТМ – бесчokerная трелевочная машина.

После второго приема рубок, проведенных уже при запрете рубок в кедровниках, наблюдается более интенсивная вырубка ели, ясеня, дуба (*Quercus L.*), липы (*Tilia L.*) и др. древесных пород. В составе снова увеличилась доля кедра, на отдельных участках он стал преобладающим. В возобновлении сохранилась прежняя тенденция – примерно одинаковая сохранность встречающихся пород. В целом при соблюдении параметров узкопосечной технологии, воспроизводство кедрово-широколиственных лесов протекает успешно, хотя и с удлиненным циклом воспроизводства для кедра.

Менее эффективной и более затратной в этот период оказалось применение канатной трелевочной техники с крутых склонов, на долю которых приходится около трети всех запасов древесины в лесном фонде Дальнего Востока (Бараников, Науменко, 1957; Ковалев, 1985, 2010). Лесоводственно-экологическую эффективность использования канатной трелевочной техники при различных способах рубок можно рассмотреть на примере проведенных опытно-производственных разработок лесосек в Коппинском участковом лесничестве Советского лесничества (табл. 2). Рубки проводились в елово-пихтовых лесах на склонах различных экспозиций крутизной 25–30° на базе самоходной канатной установки МЛ-43. Возобновление под пологом насаждений в большинстве случаев протекало успешно – на 1 га насчитывалось от 6 до 15 тыс. шт. подроста хвойных пород.

При рубках испытаны две технологические схемы лесосечных работ с разбивкой лесосек на секторы и параллельные полосы. Выборочные рубки интенсивностью 40, 50 и 60 % проводились узкими параллельными пасаками.

При секторной трелевке валка деревьев бензомоторной пилой осуществлялась вершиной к подножию склона на всей площади деляны. При пасечной технологии сначала прорубались волоки шириной 5 м вверх по склону на расстояние трелевки. В зависимости от средней высоты древостоя расстояние между волоками колебалось от 25 до 40 м.

На волоках деревья валили вершиной вниз вдоль оси волока; на полупасаках – вершиной на волок, под углом до 35° к трелевочной трассе. Установка монтировалась внизу склона.

Трелевка по обоим вариантам проводилась хлыстами или деревьями с кроной полуподвесным способом вершиной вперед. При параллельном расположении трелевочных трасс

Таблица 2. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений, пройденных рубками с использованием харвестеров и форвардеров в Хехцирском лесничестве Хабаровского края

Номер опытного участка	Тип леса, способ рубки	Применяемая технология и машины	Состав насаждения	Число стволов, шт./га	Средние		Плотность	Запас, м <sup>3</sup> /га	Интенсивность, %	Число подроста по группам высот, тыс.шт./га			Состав возобновления	Сохранность подроста на вырубке, %
					диаметр, см	высота, м				до 50 см	51–150 см	151 см и выше		
1	Ельник мелкостволово-зеленомошный, сплошно-лесосечный	Прямолинейными ходами Тимберджек 1270, 1010	5.3Е 4.7П 5.1Е 4.9П	868 29	15.5 11.5	14.0 11.5	0.5 –	127.0 2.5	–	7.5 5.5	2.6 1.6	1.5 0.8	6.6Е 3.4П 6.0Е 4.0П	68
2	Ельник мелко-папоротниково-зеленомошный, постепенный	Извилистыми ходами, бензопила «Урал» Тимберджек 1010	4.5П 4.4Е 0.8Бл 0.1Ил 0.1К 0.1Я ед. Ив. Яб 5.5П 2.3Е 1.4Бл 0.2К 0.2Я 0.2Ил 0.1Ив 0.1Яб	652 420	18.9 15.9	16.8 14.8	0.6 0.3	165 69	58	1.7 0.9	0.8 0.8	0.7 0.5	5.3П 2.2Е 1.0Я 0.6К 0.6Чм 0.3Бж 4.1П 2.3Е 0.9Я 0.9Чм 0.5Бл 0.5Ич 0.4Яб 0.4Км	69
3	Ельник мелкостволово-зеленомошный, выборочный	Извилистыми ходами, Тимберджек 1270, 1010	7.9Е 2.1П 7.2Е 2.8П	1512 1072	19.2 16.8	14.8 13.6	0.9 0.5	358 212	38	11.9 10.2	2.4 1.2	2.3 1.5	5.4Е 4.6П 5.5Е 4.5П	72
4	Осинник с липой и дубом, выборочный	То же	7.3Ос 1.2К 0.3П 0.2Е 0.2Я 0.4Км 0.4Ор ед. Лп, Ол 6.8Ос 1.5К 0.3П 0.2Е 0.3Я 0.4Км 0.2Ор 0.3Лп ед. Ол	670 520	20.9 20.5	19.6 19.5	0.6 0.5	181 128	29	0.01 0.01	0.01 0.01	0.4 0.3	2Бл 2Лп 2Я 2Км 1Ос 0.5К 0.5П ед. Ор	90
5	Ельник разностволово-мелкопапоротниковый, выборочный	»	5.3П 2.9Е 1.1К 0.7Бж ед. Бл, Лп, Я 4.7П 3.3Е 1.7К 0.2Бж 0.1 Бл ед. Лп, Я, Ол	1070 850	14.9 13.5	15.0 14.1	0.7 0.5	168 100	40	2.8 2.2	1.5 1.1	0.7 0.5	5П 4Е 1К 4П 4Е 2К	48

Примечание. В числителе – до рубки древостоя, в знаменателе – после рубки. Цифра в составе насаждения – количественная доля пород деревьев, образующих древостой. Е – ель, П – пихта, Бл – береза плосколистная (*Betula platyphylla Sukaczew*), Ил – ильм (*Ulmus L.*), К – кедр, Я – ясень, Ив – ива (*Salix L.*), Яб – яблоня (*Malus P. Mill.*), Ос – осина (*Populus tremula L.*), Км – клен мелколистный (*Acer mono Maxim.*), Ор – орех (*Juglans L.*), Лп – липа, Ол – ольха (*Alnus Mill.*), Бж – береза желтая (*Betula costata Trautv.*), Чм – черемуха Маака (*Prunus maackii Rupr.*).

после разработки пасеки тягово-несущий канат демонтировался и снова поднимался на лесосеку при переходе на новую стоянку. При секторной трелевке перенос каната в пределах сектора осуществлялся без демонтажных работ. Производительность канатной установки на трелевке древесины достигала 44–58 м<sup>3</sup> в смену при сплошных рубках и 36–47 м<sup>3</sup> при выборочных со средним объемом хлыста 0.4–0.6 м<sup>3</sup>

Послерубочное обследование лесосек показало, что наибольшие изменения на вырубке происходят при секторном способе трелевки. Сохранность подроста при этом не превышает 20 %, он сохраняется лишь на небольших участках в верхней части сектора и на узкой прерывистой полосе шириной 3 м, проходящей между рядом расположенными секторами. Тонкомер не сохраняется вовсе – все деревья диаметром на высоте груди до 16 см оказались наклоненными или сломанными при валке-трелевке. Повреждения поверхности почвы охватывают 90 % площади вырубке. Преобладают участки с рыхлением и перемешиванием подстилки и верхнего горизонта почвы. На минерализованную часть вырубке приходится 5–16 %. Порубочные остатки, сосредоточенные на волоке (обломанные вершины, сучья и тонкомер), вполне надежно защищают почву от минерализации поверхности, а в будущем и от эрозии.

При ленточной технологии лесосечных работ сохранность подроста колебалась от 48 до 65 %. Подрост полностью уничтожается на волоках и в местах падения деревьев. Сохранность тонкомера на вырубке не превышала 40 %, но и у этих деревьев имелись повреждения в виде ошмыга ствола и кроны. Минерализация почвы на лесосеке составляет 2–4 %, а общая повреждаемость ее поверхности достигает 50 %.

При выборочных рубках интенсивностью 40, 50 и 60 % наблюдается фактическое увеличение интенсивности рубки соответственно на 10, 12 и 19 % за счет спиливания деревьев, мешающих валке, а также уничтоженных при валке-трелевке. Около 10–20 % оставшихся стволов имели различную степень повреждений: ошмыг кроны, обдир коры, слом вершины и др. Сохранность подроста в зависимости от интенсивности рубки составила соответственно 76, 69 и 59 % от общего количества имевшегося под пологом насаждения.

В целом канатная трелевка древесины в лесах Дальнего Востока может найти ограниченное применение, особенно в хвойно-широко-

лиственных насаждениях, имеющих в составе большое количество запрещенных к рубке пород.

В 1970-х годах, с появлением на лесосеках новых многооперационных лесозаготовительных машин, полностью заменивших ручной труд в лесу и обеспечивающих более высокий уровень производительности труда, сделана попытка их применения в хвойно-широколиственных лесах. Основная сложность в использовании агрегатной техники заключалась в том, что машины были разработаны без надлежащего учета экологических и лесоводственных требований к организации и проведению лесозаготовок. В результате этой технологии, на которые преимущественно ориентирована высокопроизводительная работа комплекса валочно-пакетирующих (ВПМ), валочно-трелевочных (ВТМ) и бесчокерных трелевочных машин (БТМ), по лесоводственным соображениям не могли быть рекомендованы в хвойно-широколиственных насаждениях с большим количеством в составе эндемичных и запрещенных к рубке пород. Разработка лесосек ВПМ и БТМ приводила к массовому уничтожению не подлежащих рубке деревьев и подроста. Сохранность их не превышала соответственно 25 и 20 %, а нарушение поверхности почвы достигало 80 % и более. Полученные показатели практически исключают возможность применения их при выборочных рубках.

Более высокие возможности при проведении лесозаготовок возникли с появлением на лесосечных работах многооперационных харвестеров и форвардеров в 1990-х годах (табл. 1). Характерная особенность этих лесосечных комплексов в том, что они монтируются на трехосном колесном шасси, которое в зависимости от сезона лесозаготовок может оборудоваться эластичными гусеницами и цепями. Эти универсальные машины с гибкой сочлененной рамой и вылетом стрелы манипулятора до 11 м позволяют осуществлять несплошные рубки, в том числе и рубки ухода за лесом (прореживание и проходные рубки) с сохранением лесной среды и сомкнутостью древостоя на лесосеках.

Технологические схемы лесосечных работ на базе колесных лесозаготовительных машин непосредственно связаны со способами рубок и системой механизмов, применяемых на лесосеках (Баранников, Науменко, 1957; Современное состояние..., 2009; Алексеенко, Ковалев, 2018). При сплошных рубках на вырубке пасеке все деревья, за исключением тонкомера,

спиливались и раскряжевывались харвестером на сортименты. Укладка сортиментов осуществлялась слева и справа от прохода машины. По следу харвестера двигался форвардер, который манипулятором подбирал и укладывал сортименты на свою грузовую платформу. Набрав воз, форвардер вывозил сортименты к месту складирования и производил их разгрузку в штабеля.

При выборочных рубках харвестер и форвардер передвигались по лесосеке преимущественно извилистыми ходами, между деревьями, в пределах пасеки. Продвигаясь вперед, харвестер спиливал все деревья на волоках и назначенные в рубку на пасеке, не нанося повреждений не подлежащим рубке деревьям. При наличии на лесосеке крупномерных деревьев (диаметром более 50 см) их валка осуществлялась вальщиком с бензопилой, который раскряжевывал сваленные деревья на сортименты требуемой длины. Обрезка сучьев осуществлялась у пня спиленного дерева с оставлением их на пасеке для перегнивания. На лесосеках с влажными почвами, когда в местах прохода машины образовывалась колея, обрезанные сучья укладывались на волок. Сбор и вывозка сортиментов форвардером проводилась строго по следу харвестера.

При рубках с использованием бензомоторных пил на валке и колесного форвардера на трелевке лесосечные работы осуществлялись бригадой из 3–4 чел. – оператора сортиментовоза и 2–3 вальщиков. Валочный цикл включал рубку деревьев, обрезку сучьев, разметку сортиментов, раскряжевку и разворот сортиментов. При валке деревьев вальщиком одновременно подготавливался волок, где все деревья спиливались заподлицо.

Сводные данные, иллюстрирующие лесоводственную эффективность применения агрегатной техники в различных типах леса, приведены в табл. 2. Состояние лесосек сплошных рубок после применения харвестеров и форвардеров вполне сравнимо с последствиями использования традиционной отечественной техники при одинаковых технологических схемах.

При выборочных рубках с передвижением машины извилистыми ходами по пасеке достигается равномерность выборки деревьев по площади. Интенсивность рубки регулировалась минимальным отпускным диаметром и средним расстоянием между оставляемыми деревьями для елово-пихтовых древостоев около 4–5 м, для смешанных хвойно-широколиственных насаждений – 5–6 м, что позволило сохранить после-

рубочную полноту в пределах, установленных нормативами.

Использование для первичной транспортировки древесины из лесосеки вертолетов Ка-32 и Ми-8МТ при равномерно-выборочных и котловинных рубках позволяет максимально сохранять деревья, не подлежащие рубке и подрост предварительной генерации. Лесосечные работы включали в себя валку деревьев, обрезку сучьев, чокеровку и транспортировку на верхний склад. При трелевке деревьев с кроной или в хлыстах их валка осуществлялась бензомоторной пилой в направлении, удобном для последующей чокеровки и наименьшей повреждаемости оставленных на корню деревьев и подростов.

Технологический цикл вертолетной трелевки включал полет от верхнего склада на лесосеку, где находились стропальщики у заготовленных деревьев; зависание над местом приема груза; сцепку чокеров с крюком трелевочного троса; полет к грузовой площадке; зависание над верхним складом и отцепку деревьев. Трелевка проводилась отдельными деревьями с кроной при выборочных рубках и хлыстами по 2–3 ствола – при котловинных. Расстояние трелевки 500–800 м. Сменная производительность по способам рубок отличалась незначительно и составляла 65–80 м<sup>3</sup>.

Обследование лесосек после рубки показало, что первичная транспортировка древесины вертолетами не оказывает существенного влияния на лесную среду. Количество поврежденных деревьев, не подлежащих рубке, не превышает 9 %. Сохранность подростов – 75–85 % от имевшегося до рубки. Повреждения почвы (15,7 %) наблюдаются в виде рыхления подстилки и гумусового горизонта.

Проведенная оценка технологических процессов лесосечных работ в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока по их влиянию на различные компоненты лесной среды позволила выбрать наиболее оптимальные технологии, приемлемые для проведения рубок в сложных многопородных насаждениях (табл. 3)

## **ВЫВОДЫ**

Необходимость максимального сохранения лесной среды и проведение только выборочных способов рубок являются главными ограничивающими факторами, определяющими использование лесозаготовительных комплексов и технологий в дальневосточных хвойно-широколиственных лесах. Наиболее востребованными

**Таблица 3.** Ранжирование систем лесосечных машин по оценке лесоводственно-технологических показателей при заготовке древесины в хвойно-широколиственных лесах, балл

Показатель	Бензопилы + трелевочный трактор с чокерной оснасткой	Валочно-пакетирующие + бесчокерные трелевочные машины	Харвестер + форвадеры	Бензопилы + канатные установки	Бензопилы + вертолет
Возможность работы на выборочных рубках	3	5	2	4	1
Сохранность не подлежащих рубке деревьев	3	5	2	4	1
Сохранность подроста	2	5	3	4	1
Минимизация нарушения почвенного покрова	3	5	2	4	1
Наименьшая площадь волоков	3	5	4	2	1
Удельное давление на грунт	3	4	5	2	1
Сменная производительность	2	1	3	4	5
И т о г о ...	19	30	21	24	11
Средневзвешенная оценка	II	V	III	IV	I

*Примечание.* Ранжирование проведено по принципу – наименьшая сумма баллов соответствует лучшей системе машин.

технологиями, отвечающими лесоводственно-технологическим параметрам рубок, в ближайшей перспективе будут лесосечные работы, использующие на валке бензодвигательные пилы с трелевкой древесины тракторами с чокерной оснасткой. Несмотря на высокие лесоводственно-экологические показатели использования вертолетов при транспортировке древесины, их применение ограничивается высокой себестоимостью работ и низкой производительностью труда.

Это же касается и харвестеров с форвардерами, при использовании которых имеются ограничения с валкой крупномерных деревьев и при работе на сырых почвах. Другие технологии связаны со сложностью проведения выборочных рубок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А. Ю., Ковалев А. П. Выбор природосохраняющих видов рубок и технологии лесосечных работ для разновозрастных лесов и малонарушенных лесных территорий Дальнего Востока // Устойчивое лесопользование. 2018. № 2. С. 19–28.

Анисимов Г. М. Сохранность подроста при различных способах заготовки леса // Лесн. хоз-во. 1966. № 8. С. 24–25.

Баранников Л. Ф., Науменко З. М. Трособлочные лесоспуски на Сахалине // Лесн. пром-сть. 1957. № 6. С. 22–23.

Ковалев А. П. Лесоводственная эффективность канатной трелевки на горных склонах // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1985. Вып. 27. С. 33–37.

Ковалев А. П. О рубках леса на Дальнем Востоке // К 50-летию кафедры лесоводства Института лесного и лесопаркового хозяйства Приморской ГСХА. Уссурийск: ДальНИИЛХ, 2010. С. 88–92.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Лесной кодекс Российской Федерации. Утв. от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.03.2022).

Лесоводственная оценка техники и технологии лесосечных работ: Метод. рек. / сост. В. И. Исаев, А. В. Побединский. М.: ЦБНТИ-лесхоз, 1977. 15 с.

Ляшенко Ф. А., Галицкий Д. И., Кравченко В. А. Приморская технология лесосечных работ, обеспечивающая сохранение подроста и молодняка. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1964. 16 с.

Манько Ю. И., Ворошилов В. П. Рост подроста кедр корейского предварительного происхождения на сплошных и условно-сплошных вырубках в кедрово-широколиственных лесах // Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: БПИ ДВФ СО АН СССР, 1969. Сб. 3. С. 61–67.

Манько Ю. А., Журавков А. Ф. Материалы к истории лесного хозяйства на Дальнем Востоке // Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: БПИ ДВФ СО АН СССР, 1965. С. 245–270.

Петров Н. Ф. Изменение лесорастительной среды при механизированных лесозаготовках // Материалы научной конференции по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1965. С. 67–72.

Побединский А. В., Верхунов П. М., Поздняков А. А. Способы рубок главного пользования в пихтовых лесах Сибири // Материалы научной конференции по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1965.

Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в



- статье 23 Лесного кодекса РФ. Утв. Приказом Мин-ва природ. ресурсов и экологии РФ от 01.12.2020 № 993. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2020.
- Разработка леса по методу узких лент // Лесн. пром-сть. 1961. № 11. С. 4.*
- Руководство по организации и ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока (кедр корейский) / Руководитель и отв. сост. В. Н. Корякин. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2003. 164 с.*
- Сажин С. Н. Новая технология лесосечных работ с сохранением естественного подроста. М.: Гослесбумиздат, 1961. 43 с.*
- Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А. П. Ковалева. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.*
- Соловьев К. П., Золотухин Г. К. Опыт разработки лесосек в кедровниках Дальнего Востока с сохранением подроста главных пород. Листок ЦНТИ. Хабаровск, 1955. 6 с.*
- Соловьев К. П., Чумин В. Т. К оценке естественного возобновления в лесах Приморья и Приамурья // Сб. тр. ДальНИИЛХ. 1965. Вып. 7. С. 501–504.*
- Стариков Г. Ф. Рационально использовать лесосечный фонд // Лесн. пром-сть. 1957. № 7. С. 14–17.*
- Стратегия сохранения амурского тигра в Российской Федерации. Утв. распоряж. Минприроды России от 02.07.2010 № 25-р.*
- Цымек А. А. Лиственные породы Дальнего Востока, пути их использования и воспроизводства. Хабаровск: Хабар. кн. изд-во, 1956. 327 с.*

## **SILVICULTURAL ASSESSMENT OF WOOD HARVESTING TECHNOLOGIES IN CONIFEROUS-BROAD-LEAVED FORESTS OF THE FAR EAST**

**A. P. Kovalev, T. G. Kachanova**

*Far Eastern Research Institute of Forestry  
Volochnaevskaya, 71, Khabarovsk, 680020 Russian Federation*

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

In accordance with regulatory documents, the organization and conduct of logging operations should be carried out by methods and techniques that ensure maximum conservation of forest environment, contribute to the reproduction of valuable forests in the shortest possible time, and strengthen their protective and protective functions. This is especially true for the coniferous-broad-leaved forests of the Far East, which are a unique formation that includes cedar and black-fir-broad-leaved, spruce-broad-leaved, hard and soft-leaved subformations. These forests are characterized by a very complex canopy structure. The composition includes, as a rule, 10–20 tree species, differing in their biology and growth, which creates a clearly expressed vertical density of the forest stand. The presence in plantations of endemic and forbidden species, as well as lianas and shrubs listed in the Red Book (2008) require a special approach to the methods and technologies of wood harvesting. Studies have shown that in the formation of coniferous-broad-leaved forests, selective felling methods and logging technologies should be predominantly used, allowing not only to preserve undergrowth and fine-grained valuable species, but also to ensure the formation of a post-cutting stands close to the original forest type. This leads to very important conclusions on the organization of wood harvesting only by certain types of machines and mechanisms using narrow stripe technology, which is confirmed by our research.

**Keywords:** *corean pine-broad-leaved forests, narrow stripe logging technology, ranking of machines and mechanisms, Primorsky Krai, Khabarovsk Krai.*

**How to cite:** *Kovalev A. P., Kachanova T. G. Silvicultural assessment of wood harvesting technologies in coniferous-broad-leaved forests of the Far East // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2022. N. 6. P. 3–11 (in Russian with English abstract and references).*