

УДК 630*413.2+571.513

ВЫБОРОЧНЫЕ САНИТАРНЫЕ РУБКИ В ЗАЩИТНЫХ КЕДРОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ХАКАСИИ: ОПЫТ ПОСЛЕРУБОЧНОЙ ТАКСАЦИИ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

С. К. Фарбер, Р. Т. Мурзакматов

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: sfarber@ksc.krasn.ru, takcator_m@mail.ru

Поступила в редакцию 01.02.2021 г.

На примере трех участков защитных кедровых насаждений сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) Хакасии рассматривается целесообразность проведения выборочных санитарных рубок. Лесорастительные условия на участках благоприятны для темнохвойных кедрово-пихтовых лесов. Отличительной особенностью дорубочных и послерубочных древостоев является их разреженность. Как следствие, сформировались исключительные (зачастую более 1 м) диаметры стволов. За 4 года, прошедшие после проведения рубок, достаточно отчетливо наметились тенденции лесообразовательного процесса, что позволило оценить их последствия. На основе данных натурной таксации – сплошного перечета пней и данных ленточных пробных площадей – выявлены таксационные показатели дорубочных и послерубочных древостоев, объем и товарность изъятых и оставленных на корню древесины. Абсолютная полнота восстановлена по данным измерений диаметров пней. Показано, что переход от диаметров пней к $d_{1,3}$ сопровождается систематическими ошибками. Для определения $d_{1,3}$ на основе модельных деревьев кедра и пихты (*Abies* Mill.) сформированы зависимости $d_{1,3} = f(d_0)$. Установлено, что увеличение сердцевинной гнили протекает синхронно росту диаметра ствола, поэтому деревья низших ступеней толщины с большей вероятностью относятся к деловым. При отводе лесосек деревья, подлежащие выборке, не были маркированы и лесозаготовителю была представлена возможность выбора деревьев для рубки. В итоге проведена целенаправленная выборка деловых стволов; фаунтные полуделовые и дровяные стволы частично остались нетронутыми, частично не вывезены с делян или сожжены как порубочные остатки. Такая рубка определенно не соответствует категории «санитарная». Показано, что эффективность выполнения почвозащитных и водоохраных функций послерубочными насаждениями, даже с прогнозируемой сменой на луга, остается сопоставимой с прежней, дорубочной. При этом для лесных животных кедровые древостои – более ценные. Отсюда следует, что проведенная санитарная рубка кедровых древостоев была нецелесообразной.

Ключевые слова: кедровые защитные леса, таксационные показатели насаждений, лесоводственная оценка выборочных санитарных рубок.

DOI: 10.15372/SJFS20210303

ВВЕДЕНИЕ

По данным Центра защиты леса Красноярского края, общая площадь насаждений Республики Хакасия с нарушенной устойчивостью на конец 2011 г. составила 63697 га. Причем, с 2009 г. наблюдается увеличение площадей с наличием усыхания древостоев и их последующей гибели. Следует отметить, что распад древостоев – явление далеко не локальное, а напротив, широко распространенное. Деградация пихтово-еловых лесов отмечена на рос-

сийском Дальнем Востоке (Манько, Гладкова, 1995, 2001; Манько и др., 1998; Власенко, 2005), пихтовых древостоев с примесью кедра (*Pinus sibirica* Du Tour), ели (*Picea* A. Dietr.) – в районе оз. Байкал (Мозолевская и др., 2003), горных пихтовых лесов – в Кемеровской области (Алексеев, Шабунин, 2000). Усыханию подвержены также древостои в Евразии, Южной и Северной Америке, Африке, Австралии (Селочник, 2008; Donaubaur, 1998; Vertui, Tagliaferro, 1998; Hogg et al., 2002; Hopper, Sivasithamparam, 2005; Woodward, 2006).

Исследования проводились в защитных кедровых лесах Хакасии на территории Матурского участкового лесничества Таштыпского лесничества в мае 2020 г. По материалам лесопатологического обследования, здесь на трех лесных участках зафиксировано наличие вредителей леса. На основании этого лесопатологического обследования в 2016, 2017 гг. выполнены выборочные санитарные рубки. Согласно материалам отводов лесосек, объем деловой древесины на участках должен был составить: квартал № 109, выдел 4 – 1800 м³; квартал № 109, выдел 1 – 1050 м³; квартал № 85, выдел 17 – 1006 м³. По окончании лесосечных работ в установленном порядке оформлены акты осмотра мест рубок, из которых следует, что нарушений при лесосечных работах не было. Тем не менее в 2019 г. места рубок дополнительно обследовали. При этом, по данным сплошного перечета пней, выявлено превышение вырубленного объема древесины над предусмотренным договорами подряда и договорами купли-продажи. Заготовка древесины сверх разрешенного количества квалифицирована как нарушение, а ущерб оценен денежным штрафом.

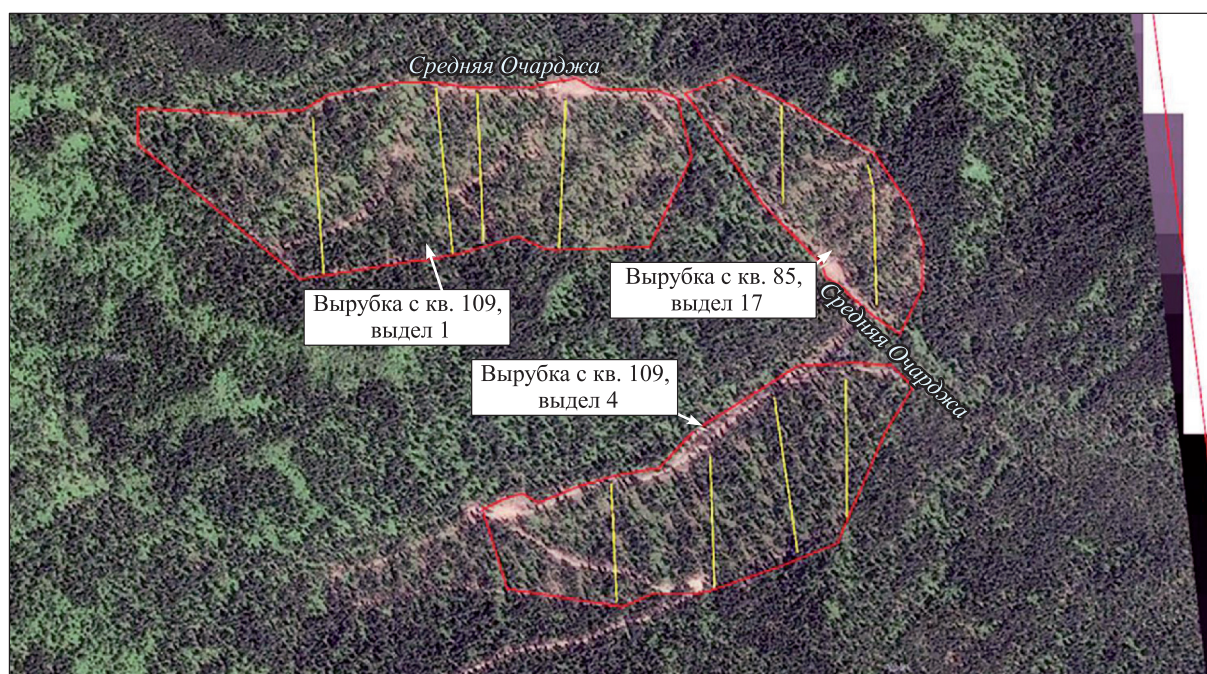
За 4 года, прошедшие после рубки, достаточно отчетливо наметились тенденции лесообразовательного процесса. Как следствие, появилась возможность оценить лесоводственные последствия выборочных санитарных рубок в кедровых древостоях.

Цель работы – на основе данных натурной таксации лесных участков выявить таксационные показатели дорубочных и послерубочных древостоев, объем и товарность изъятной и оставленной на корню древесины, а также оценить защитную значимость послерубочных кедровых насаждений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сведения о типах леса, подросте, подлеске, захламленности, травяно-кустарничковом ярусе получены методами глазомерной таксации (Лесостроительная инструкция..., 2018). Измерительно-перечислительная таксация проведена в соответствии с положениями Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). Методика ГИЛ при описании вырубок предусматривает закладку ленточных пробных площадей (Методические рекомендации..., 2018). Таким образом, полевое обследование мест рубок совмещает нормативные требования лесоустройства и ГИЛ. При обследовании учтено отсутствие срубленных деревьев на технологических площадях, что стало возможным благодаря исключительной редкостойности древостоя.

Всего заложено 10 ленточных пробных площадей: в квартале 109, выдел 4 – 4 шт.; в квартале 109, выдел 1 – 4 шт.; в квартале 85, выдел 17 – 2 шт. (см. рисунок, табл. 1). По нормативам ГИЛ



Изображение мест рубок на космическом снимке.

Таблица 1. Длина (L) и площадь (S) ленточных пробных площадей

Квартал/ выдел	№ п/п	L , м	S , га	Квартал/ выдел	№ п/п	L , м	S , га	Квартал/ выдел	№ п/п	L , м	S , га
109/4	1	234	0.234	109/1	1	310	0.310	85/17	1	193	0.193
	2	260	0.260		2	330	0.330		2	279	0.279
	3	310	0.310		3	294	0.294				
	4	272	0.272		4	293	0.293				
Итого...		1076	1.076			1227	1.227			472	0,472

для вырубок от 15.1 до 50 га площади ленточных проб должны быть не менее 3 %. Площади всех ленточных проб составляют 3–4 %, т. е. отвечают нормативным требованиям. Выбор местоположения осуществлялся по космическим снимкам крупного масштаба.

Начало и конец каждой ленточной пробы фиксировался точками с помощью навигатора GPSMAP 64. Ширина ленты принята равной 10 м и контролировалась от линии 5-метровым шестом.

На ленточных пробных площадях по элементам леса проводился сплошной пересчет пней и оставшихся после рубки деревьев. Измерялись диаметр пня у шейки корня d_0 ; диаметр центральной гнили на пне $d_{гн}$. Для получения зависимостей $d_{1,3} = f(d_0)$ и $d_{1,3} = f(h)$ у модельных деревьев измерялись диаметр на высоте груди $d_{1,3}$; диаметр у шейки корня d_0 ; высота h . Уровень значимости уравнений регрессии принят равным 0.95. Географические координаты позволяют найти ленточные пробные площади на местности и воспроизвести результаты пересчетов пней, деревьев, а также данные измерений таксационных показателей модельных деревьев.

Столбы на углах и затески по периметрам участков сохранились только частично. Контурное дешифрирование вырубок выполнено по изображению на космическом снимке (см. рисунок). Поскольку рубка была выборочная, границы вырубок на снимках видны недостаточно отчетливо, что не позволяет оценивать площади участков достаточно точно.

Сплошные наблюдения в сравнении с выборочными предпочтительнее, и потому для получения объемов вырубленной древесины использованы данные сплошного пересчета пней с изменением диаметров у шейки корня d_0 . На участке в квартале 109 (выдел 4) пней кедров учтено 367 шт., пихты (*Abies Mill.*) – 229 шт.; на участке в квартале 109 (выдел 1) – соответственно 611 и 65 шт.; на участке в квартале 85 (выдел 17) – 324 и 12 шт.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для темнохвойных травяных кедрово-пихтовых лесов характерны ценогенные сукцессии, при которых возрастные смены протекают за счет появления подроста под пологом древостоя (Фарбер, 2000), чередование постепенно затухающих волн основных поколений кедров с интервалом 200–250 лет – возможно отголосок давних пожаров, засух или нашествий насекомых (Поликарпов, 1970).

Лесорастительные условия на участках зависят от местоположений. Данные производственной таксации, а равно и ленточных пробных площадей для определенного возраста элемента леса при переходе к склонам северных экспозиций и увеличении крутизны показывают меньшие значения высот и диаметров. Наблюдается повышение мощности почв в направлении к водотокам, соответственно повышается производительность древостоев. Однако наблюдаемые разности таксационных показателей насаждений не выходят за пределы одного класса бонитета, поэтому лесорастительные условия на участках можно считать однотипными.

Сведения о показателях рельефа участков получены посредством пространственного анализа цифровой модели рельефа (ЦМР). Согласно значениям атрибутивной таблицы раstra ЦМР (SRMT трапеция 54-02), обследуемые насаждения расположены на абсолютных высотах местности (700–860 м). Местоположения характеризуются экспозицией и уклонами. Экспозиции классифицированы в четыре группы: северные, восточные, южные и западные. Крутизна склонов классифицирована в четыре группы: до 10°, 11–20, 21–30, более 31°.

Характеристика послерубочных древостоев. Для расчета абсолютной полноты использован пересчет деревьев, оставшихся после рубки на ленточных пробных площадях. По значениям $d_{1,3}$ элементов леса получены площади сечения на пробах $\sum g$ и далее $\sum g$ на 1 га (табл. 2).

Таблица 2. Абсолютная полнота послерубочных древостоев

Порода дерева	Средний $d_{1,3}$, см	Число деревьев N , шт.		Σg , м ²	
		на пробе	на 1 га	на пробе	на 1 га
Участок в квартале 109, выдел 4					
Кедр	73	38	35	17.8	16.5
Пихта	25	109	101	5.9	5.5
Береза (<i>Betula L.</i>)	28	1	1	0.06	0.06
Участок в квартале 109, выдел 1					
Кедр	67	25	20	9.8	8.0
Пихта	27	83	68	5.6	4.6
Береза	20	1	1		
Участок в квартале 85, выдел 17					
Кедр	52	32	68	8.3	17.5
Пихта	21	47	100	1.8	3.8
Береза	29	6	13	0.4	0.9

Поскольку лесорастительные условия на участках в целом однотипны, то для выявления средней высоты пород деревьев можно ограничиться одним графиком высот. Выбор линии аппроксимации регрессионного уравнения $h = f(d_{1,3})$ проводился по значению коэффициента детерминации (R^2) при уровне доверительной вероятности уравнений $P = 0.95$.

Кедр. Число моделей 21. Линия аппроксимации – полиномиальная. Получено уравнение регрессии: $h = -0.0037d_{1,3}^2 + 0.6548d_{1,3} + 1.232$; $R^2 = 0.783$. Для участков по значениям средних диаметров кедра рассчитаны соответствующие средние высоты:

- кедр с $d_{1,3}$ 73 см – 29 м (квартал 109, выдел 4);
- кедр с $d_{1,3}$ 67 см – 28 м (квартал 109, выдел 1);
- кедр с $d_{1,3}$ 52 см – 25 м (квартал 8,5 выдел 17).

Пихта. Число моделей 13. Линия аппроксимации – степенная. Получено уравнение регрессии: $h = 0.8479d_{1,3}^{0.9195}$; $R^2 = 0.873$. Для участков по среднему диаметру пихты рассчитана средняя высота:

- пихт с $d_{1,3}$ 25 см – 16 м (квартал 109, выдел 4);
- пихт с $d_{1,3}$ 27 см – 18 м (квартал 109, выдел 1);
- пихт с $d_{1,3}$ 21 см – 14 м (квартал 85, выдел 17).

Возраст A элементов леса корректировался посредством учета возраста модельных деревьев. Относительная полнота P определена по стандартной таблице; запас древостоев – по таблице ЦНИИЛХ (для кедра использована таблица, разработанная для южных районов Сибири) (табл. 3).

Характеристика изъятой части древостоев. Абсолютная полнота восстановлена по

Таблица 3. Таксационная характеристика послерубочных древостоев

S , га	Состав	Порода дерева	A , лет	H , м	$d_{1,3}$, см	P	Запас, м ³	
							на 1 га	по породам
Участок в квартале 109, выдел 4								
25.0	8.1К1.9П ед. Б	К	260	29	73	0.30	236	192
		П	180	16	25	0.19		44
		Б	80					
Участок в квартале 109, выдел 1								
39.0	7.0К3.0П ед. Б	К	260	28	67	0.15	133	93
		П	180	18	27	0.15		40
		Б	80					
Участок в квартале 85, выдел 17								
17.1	8.8К1.2П ед. Б	К	260	25	52	0.34	217	190
		П	180	14	21	0.14		27
		Б	80					

Примечание. К – сосна кедровая сибирская, П – пихта, Б – береза.

Таблица 4. Абсолютная полнота изъятой части древостоев

Порода дерева	Средний $d_{1,3}$, см	N, шт.		Σg , м ²	
		на пробе	на 1 га	на пробе	на 1 га
Участок в квартале 109, выдел 4					
К	68	20	18	7.7	7.1
П	31	8	7	0.7	0.6
Участок в квартале 109, выдел 1					
К	67	36	29	13.6	11.1
П	29	8	6	0.5	0.4
Участок в квартале 85, выдел 17					
К	60	22	47	6.7	14.2
П	18	3	6	0.1	0.2

Таблица 5. Таксационная характеристика изъятой части древостоев

S, га	Состав	A, лет	H, м	$d_{1,3}$, см	P	Запас, м ³	
						на 1 га	по породам
Участок в квартале 109, выдел 4							
25.0	9.3К	260	29	68	0.13	89	83
	0.7П	180	20	31	0.02		
Участок в квартале 109, выдел 1							
39.0	9.7К	260	28	67	0.20	128	124
	0.7П	180	19	29	0.01		
Участок в квартале 85, выдел 17							
17.1	9.9К	260	27	60	0.26	157	156
	0.1П	180	12	18	0.01		

данным измерений диаметров пней. Получены площади сечения на пробах Σg и далее Σg на 1 га (табл. 4). Для определения $d_{1,3}$ на основе модельных деревьев кедра и пихты при уровне доверительной вероятности 0.95 построены зависимости $d_{1,3} = f(d_0)$.

Кедр. Число моделей 68. Линия аппроксимации – степенная. Уравнение регрессии: $d_{1,3} = 0.6935d_0^{1.0345}$; $R^2 = 0.991$.

Пихта. Число моделей 79. Линия аппроксимации – степенная. Уравнение регрессии: $d_{1,3} = 0.8985d_0^{0.9597}$; $R^2 = 0.968$.

Средние значения диаметров элементов леса получены по данным сплошного перечета пней по уравнению $d_{1,3} = f(d_0)$, средние значения высот элементов леса – по уравнению $h = f(d_{1,3})$ (табл. 5).

Восстановленная характеристика дорубочных древостоев. Расчет проводился на основе перечета пней и деревьев (по породам) на ленточных пробных площадях, а также зависимостей $d_{1,3} = f(d_0)$ и $h = f(d_{1,3})$ (табл. 6, 7).

Отметим недопустимые расхождения таксационных показателей древостоев с данными таксации 2003 г. Несовпадение частично может

объясняться тем, что лесосека представляет не всю площадь выдела. Однако такое объяснение не может быть исчерпывающим. Действительно, расхождения в высотах достигают 3 м, диаметров – 20 см, а на участке в квартале 85, выдел 17 неверно определена преобладающая порода выдела.

Наличие такого рода ошибок подтверждает необходимость выполнения при отводе лесосек предварительной перечислительной таксации и маркировки деревьев, подлежащих рубке. Однако материалы отвода лесосек отсутствуют и следы лесотаксационных работ при отводе лесосек во время проведения натурного обследования не обнаружены, поэтому факт проведения перечислительной таксации при отводе лесосек можно поставить под сомнение. При отсутствии маркировки на стволах, подлежащих выборке, на лесосеках целенаправленно выбирались не поврежденные, а наоборот, деловые деревья. Поврежденная же часть древостоя частично осталась на корню, а частично сжигалась в качестве порубочных остатков.

В целом снижение относительной полноты соответствует рекомендациям лесопатологи-

Таблица 6. Абсолютная полнота дорубочных древостоев

Порода дерева	Средний $d_{1,3}$, см	N , шт.		Σg , м ²	
		на пробе	на 1 га	на пробе	на 1 га
Участок в квартале 109, выдел 4					
К	71	58	53	25.5	23.4
П	25	117	108	6.6	6.1
Б	28	1	1	0.06	0.06
Участок в квартале 109, выдел 1					
К	67	61	49	23.4	19.1
П	27	91	74	6.1	5.0
Б	20	1	1		
Участок в квартале 85, выдел 17					
К	55	54	115	15.0	31.7
П	21	50	106	1.9	4.0
Б	29	6	13	0.4	0.9

Таблица 7. Таксационная характеристика дорубочных древостоев

S , га	Состав	Порода дерева	A , лет	H , м	$d_{1,3}$, см	P	Запас, м ³	
							на 1 га	по породам
Участок в квартале 109, выдел 4								
25.0	8.5К1.5П ед. Б	К	260	29	71	0.42	317	269
		П	180	16	25	0.21		48
		Б	80					
Участок в квартале 109, выдел 1								
39.0	8.3К1.7П ед. Б	К	260	28	67	0.35	260	217
		П	180	18	27	0.16		43
		Б	80					
Участок в квартале 85, выдел 17								
17.1	9.2К0.8П ед. Б	К	260	26	55	0.60	376	348
		П	180	14	21	0.15		28
		Б	80					

ческого обследования и составило: 0.14 (квартал 109, выдел 4), 0.21 (квартал 109, выдел 1), 0.31 (квартал 85, выдел 17).

Товарность древостоев. Для хвойных древостоев (кроме лиственничников) установлены три класса товарности, которые определяются по выходу деловой древесины (в процентах) или по числу деловых стволов (Лесостроительная инструкция..., 2018). В практике таксации хвойные древостои преимущественно относят к первому классу товарности. Снижение выхода деловой древесины напрямую связано с наличием у стволов пороков. Такие деревья относят к полуделовым и дровяным. Полуделовые – это деревья, из которых можно получить сортименты длиной от 2 до 6.5 м. Основные пороки древесины, влияющие на выход и сортность деловой древесины – внутренние гнили (Справочное пособие..., 1974; Лесотаксационный

справочник..., 2002), поэтому «...перестойные древостои с сильно развитой стволовой гнилью и другими пороками, снижающими выход деловой древесины, следует таксировать по второму, реже третьему классам товарности» (Анучин, 1981, С. 12).

На растущих деревьях определить наличие внутренней гнили достаточно проблематично. Что же касается древостоев на обследованных участках, то здесь внутренняя гниль зафиксирована при перечете пней. Диаметр гнили d_0 на пнях оказался корреляционно связан с диаметром на высоте груди. Для кедра, например, по данным наблюдений получено уравнение регрессии: $d_0 = 0.4269d_{1,3} - 11.094$ (число моделей – 18; $R^2 = 0.786$). Средний диаметр гнили у пней кедра составил 15 см (18 % от d_0), пихты – 6 см (16 % от d_0). Отсюда следует однозначный вывод, что древостои участков относятся ко вто-

рому и даже третьему классам товарности. Заметим, что, согласно актам проверки лесопатологического состояния насаждений, на участках в процессе санитарных рубок выборке подлежат 20 % древостоя и более. Тогда объем деловой древесины составляет 80 % и менее, что является подтверждением второго класса товарности дорубочного древостоя.

Объем вырубленных деревьев. Для расчетов использованы «Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири» (1991). Эти же таблицы, согласно Приказу Правительства Республики Хакасия № 010-1503 от 07.10.2019 г., действуют и в настоящее время. Входами в сортиментные таблицы древостоев являются разряд высот и диаметр. Соответственно ошибки определения разряда высот и диаметра влекут за собой ошибки объемов древесины.

Разряд высот выявляется с помощью кривой высот, построенной на основе данных замеров $d_{1,3}$ и h . Диаметр $d_{1,3}$ восстанавливается по значениям d_0 . Для этой цели можно использовать регрессионные уравнения $h = f(d_{1,3})$, сформированные на основе данных наблюдений на участках, или уже существующие таблицы. Так, до сих пор используются таблицы, составленные В. Е. Шульцем в 1938 г. (Справочник..., 1952). Однако таблицы не всегда адекватны местным лесорастительным условиям. Исследователями замечены ошибки, причем для крупномерных деревьев они все более увеличиваются (Марцинковский, 1964; Селиванов, 1973). Разнообразие лесорастительных условий вынуждает разрабатывать другие варианты такого рода таблиц (Лесотаксационный справочник..., 2002; Вайс, 2013).

При выборе способа оценки $d_{1,3}$ по диаметру пня следует учитывать точность результата, который выявляется посредством сравнения с $d_{1,3}$ модельных деревьев. Такая проверка была выполнена с использованием модельных деревьев кедра. Расчеты показали, что для уравнения $h = f(d_{1,3})$, сформированного на основе данных обследования, $\sigma = \pm 0.40$ см, $\theta = -0.03$ см; для таблицы Шульца (Справочник..., 1952) $\sigma = \pm 0.47$ см, $\theta = +1.18$ см. Наличие положительной систематической ошибки при использовании таблицы объясняется тем, что при переходе к каждому следующему району, отличающемуся естественно-историческими факторами, нарушается принцип единства «прочих равных условий». Уравнения будут работать с заданной точностью только в случае, если лесорастительные условия района обследования тождественны с

лесорастительными условиями мест получения исходных для их построения данных. В противном случае неизбежны систематические ошибки, которые позволяют судить об адекватности уравнений и возможности использования. Систематические ошибки, конечно, можно учесть. Однако использовать таблицу В. Е. Шульца (Справочник..., 1952) не представляется возможным, поскольку в ней отсутствуют диаметры более 72 см. Наши зависимости $d_{1,3} = f(d_0)$ сформированы на основе данных обследованных участков и поэтому точнее в сравнении с табличными.

Объемы вырубленной древесины рассчитываются по уточненным разрядам высот на основе сплошного перечета пней и местным уравнениям регрессии $d_{1,3} = f(d_0)$. Переруб выявляется посредством сравнения объемов вырубленной древесины с объемами, фигурирующими в договорах купли-продажи (табл. 8).

Фигурирующий в договоре купли-продажи объем древесины относится к законно заготовленной. Переруб сверх договорного объема следует рассматривать как незаконный.

В договорах купли-продажи была оговорена продажа обезличенной (неименованной, т. е. безотносительно породы дерева) древесины в хлыстах (т. е. весь ствол безотносительно товарности и составляющих сортиментов). В целом, т. е. безотносительно пород деревьев, переруба нет (табл. 8). Условия договоров купли-продажи выполнены, что доказывает отсутствие оснований для предъявления штрафных санкций.

При отводе лесосек перечисляются все деревья, которые согласно рекомендациям лесопатологического обследования подлежат вырубке. Они должны быть отмечены (маркированы). На основе данных отвода (перечета) выявляется объем выборки, проводится материально-денежная оценка. В договорах купли-продажи должны фигурировать точные данные отвода, а не приблизительные данные лесопатологического обследования.

Лесоводственная оценка целесообразности санитарных рубок. Лесорастительные условия на участках в целом благоприятны для темнохвойных кедрово-пихтовых лесов. Отличительной особенностью дорубочных (и тем более послерубочных) лесных участков является разреженность древостоев. До рубки на 1 га площади в квартале 109, выделе 4 деревьев кедра было всего 53 шт., в квартале 109, выделе 1 – 49 шт., в квартале 85, выделе 17 – 115 шт. Разреженность древостоя способствовала фор-

Таблица 8. Сравнение объемов разрешенной и заготовленной древесины

Древесная порода	Согласно договору купли-продажи, м ³	Вырублено		Разность: + переруб; – недоруб, м ³
		деревьев, шт.	древесины, м ³	
Квартал 109, выдел 1				
Кедр	2322	611	1976	–346
Пихта	122	65	20	–102
Береза	22	0	0	–22
Итого ...	2466	676	1996	–470
Квартал 10,9 выдел 4				
Кедр	1521	367	1287	–234
Пихта	337	229	174	–163
Береза	26	0	0	–26
Итого ...	1884	596	1461	–423
Квартал 8,5 выдел 17				
Кедр	645	324	941	+296
Пихта	208	12	3	–205
Береза	153	3	2	–153
Итого ...	1006		946	–60

Примечание. Объем срубленных деревьев березы определен по V разряду высот сортиментной таблицы.

мированию исключительных (зачастую более 1 м) диаметров стволов $d_{1,3}$. Полнота дорубочного древостоя достигла 0.5–0.7 за счет диаметров деревьев кедр.

Исключительная редкостойность дорубочных древостоев, перестойный возраст и наличие вредителей леса свидетельствовали о том, что средозащитные функции насаждений на участках были уже ослаблены. Требовалось омоложение древостоев. В качестве способа хозяйственного вмешательства рекомендованы и выполнены выборочные санитарные рубки, которые по действующим правилам ограничиваются выборкой из древостоя усыхающих и сухостойных, ветровальных, буреломных, снеголомных, заселенных стволовыми вредителями и пораженных болезнями деревьев. Далее следовала цепочка договоров: между Минприроды Республики Хакасия и подрядной организацией → между подрядной организацией и субподрядной организацией. В первичных договорах фигурируют выборочные санитарные рубки, предполагающие изъятие поврежденных, фаутовых деревьев. В итоговых договорах фигурирует заготовка и продажа деловой древесины, т. е. фактически оговариваются приисковые рубки. Посредством такого рода манипулирования разрешительной документации лесозаготовитель получает законное основание для вырубki деловой древесины.

По данным натурного обследования, среднее количество дорубочного подроста на участках составляет 200 шт./га, состав 9П1К, 40 лет. По-

сле рубки появляются единичные всходы кедра, расположенные главным образом на валежниках, реже – в прогалинах (открытых местоположениях). Недостаточное количество подроста и последующего возобновления не позволяет надеяться на формирование в ближайшее время молодого леса. Лес, аналогичный дорубочному, т. е. с наличием до 60–120 деревьев на 1 га, сформируется на основе подроста и последующего возобновления только через 100–150 лет. Подлесок разновидовой, средней густоты. Травяной покров представлен разнообразием видов крупнотравья и папоротниками.

Способность насаждений выполнять почвозащитные и водоохранные функции определяется видовым составом древостоя, подроста, подлеска и напочвенного покрова. На участках редкостойность древостоя и мощный травянокустарничковый ярус позволяют предположить их равнозначное защитное значение. На месте выбывавших деревьев уже на следующий год появляется травостой. В ближайшие десятилетия прогнозируется формирование лугов (прогалин). Получается, что эффективность выполнения почвозащитных и водоохранных функций растительностью лугов остается сопоставимой с прежней, дорубочной. Ресурсное значение кедровых насаждений в сравнении с луговыми экосистемами трудно сопоставимо. Но для животного населения кедровые древостои более предпочтительны, поэтому рубка кедровых древостоев при данных обстоятельствах нежелательна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На участках древостой условно-разновозрастный. Увеличение сердцевинной гнили протекает синхронно росту диаметра ствола. Следовательно, деревья кедра и пихты низших ступеней толщины с большей вероятностью относятся к деловым. Именно поэтому в рубку выбирались преимущественно деревья с меньшими диаметрами, и поэтому их средние диаметры оказались ниже в сравнении с диаметрами дорубочных древостоев кедра. Отсюда следует, что оставшаяся часть древостоя имеет большие размеры внутренней гнили и, вопреки целевому назначению выборочных санитарных рубок, относятся к низшему (третьему) классу товарности. Фактически проведена целенаправленная рубка деловых стволов, фаутные полуделовые и дровяные стволы частично остались нетронутыми, частично не вывезены с делян или сожжены как порубочные остатки. Такая рубка не соответствует категории «санитарная».

Кроме экономических и юридических аспектов последствий санитарных рубок, возможно, даже более важной является лесоводственно-экологическая составляющая. Назначение и проведение лесохозяйственных мероприятий в защитных лесах должно соответствовать их целевому назначению. Целевым результатом санитарных рубок должно стать увеличение эффективности выполнения кедровыми насаждениями защитных (экологических, средообразующих) функций. Заготовка древесины при этом не может быть приоритетом, а должна рассматриваться только как сопутствующий результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

Алексеев В. А., Шабунин Д. А. Побеговый рак пихты сибирской. Описание болезни и методические рекомендации по его полевой диагностике. СПб: СПбНИИЛХ, 2000. 29 с. [*Alekseev V. A., Shabunin D. A.* Pobegovy rak pikhty sibirskoy. Opisanie bolezni i metodicheskie rekomendatsii po ego polevoy diagnostike (Siberian fir shoot cancer. Description of the disease and methodological recommendations for its field diagnostics). St. Petersburg: St. Petersburg For. Res. Inst., 2000. 29 p. (in Russian)].

Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 536 с. [*Anuchin N. P.* Sortimentnye i tovarnye tablitsy (Assortment and commodity tables). 7-e ed., revised and updated. Moscow: Lesn. prom-st (Timber Industry), 1981. 536 p. (in Russian)].

Вайс А. А. Связь диаметров нижней части стволов пихты сибирской (*Abies sibirica* L.) в условиях южной подзоны Средней Сибири на бонитетной основе // Сельск.,

лесн. и водн. хоз-во. 2013. № 9 [*Vays A. A.* Svyaz diametrov nizhney chasti stvolov pikhty sibirskoy (*Abies sibirica* L.) v usloviyakh yuzhnoy podzony Sredney Sibiri na bonitetnoy osnove (Relationship diameter lower part stems firs Siberian (*Abies sibirica* L.) in condition of the south zone average Siberia on forest site to base) // Selsk., lesn. i vodn. khoz-vo (Agr., For. Water Econ.). 2013. N. 9. (in Russian with English abstract)]. <http://agro.snauka.ru/2013/09/1153>

Власенко В. И. Усыхающие ельники Среднего Сихотэ-Алиня // Ритмы и катастрофы в растительном покрове российского Дальнего Востока: мат-лы Междунар. науч. конф. Владивосток, 12–16 окт. 2004 г. Владивосток: Бот. сад-ин-т ДВО РАН, 2005. С. 129–135 [*Vlasenko V. I.* Usykhayushchie elniki Srednego Sikhote-Alinya (Shrinking spruce forests of the middle Sikhote-Alin) // Ritmy i katastrofy v rastitelnom pokrove rossiyskogo Dalnego Vostoka: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf. Vladivostok, 12–16 okt. 2004 g. (Rhythms and catastrophes in vegetation cover of the Russian Far East: Proc. Int. Sci. Conf. Vladivostok, 12–16 Oct., 2004). Vladivostok: Bot. sad-in-t DVO RAN (Bot. Garden-Inst., Far East Br. Rus. Acad. Sci.), 2005. P. 129–135 (in Russian)].

Лесоупростительная инструкция. Утв. Приказом Минприроды России от 29.03.2018 г. № 122. М.: Минприроды России, 2018. 76 с. [*Lesoustroitel'naya instruktsiya.* Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 29.03.2018 g. N. 122 (Forest planning instructions. Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation N. 122 of 29.03.2018). Moscow: Minprirody Rossii (Min. Nat. Res. Environ. Rus. Fed.), 2018. 76 p. (in Russian)].

Манько Ю. И., Гладкова Г. А. О факторах усыхания пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке // Лесоведение. 1995. № 2. С. 3–12 [*Man'ko Yu. I., Gladkova G. A.* O faktorakh usykhaniya pikhtovo-elovykh lesov na Dalnem Vostoke (On the factors of drying up of fir-spruce forests in the Far East) // Lesovedenie (For. Sci.). 1995. N. 2. P. 3–12 (in Russian with English abstract)].

Манько Ю. И., Гладкова Г. А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с. [*Man'ko Yu. I., Gladkova G. A.* Usykhaniye eli v svete globalnogo ukhudsheniya temno-khvoynykh lesov (Spruce shrinking in the light of the global deterioration of dark coniferous forests). Vladivostok: Dalnauka, 2001. 228 p. (in Russian)].

Манько Ю. И., Гладкова Г. А., Бутовец Г. Н., Камибаяши Н. Мониторинг усыхания пихтово-еловых лесов в Центральном Сихотэ-Алине // Лесоведение. 1998. № 1. С. 3–16 [*Man'ko Yu. I., Gladkova G. A., Butovets G. N., Kamibayashi N.* Monitoring usykhaniya pikhtovo-elovykh lesov v Tsentralnom Sikhote-Aline (Monitoring of the drying of fir and spruce forests in central Sikhote-Alin) // Lesovedenie (For. Sci.). 1998. N. 1. P. 3–16 (in Russian with English abstract)].

Марцинковский Л. А. О зависимости между диаметром деревьев лиственницы на высоте пня и на высоте груди // Тр. СибТИ. Красноярск: Сиб. технол. ин-т, 1964. С. 15–18 [*Martsinkovskiy L. A.* O zavisimosti mezhdu diametrom derevev listvennitsy na vysote pnya i na vysote grudi (On the relationship between the diameter of larch trees at the height of the stump and at the height

- of the chest) // Tr. SibTI (Proceedings Siberian Technol. Inst.). Krasnoyarsk: Sib. Technol. Inst., 1964. P. 15–18 (in Russian)].
- Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утв. Приказом Рослесхоза от 10.11.2011 г. № 472 (в ред., введенной в действ. Приказом Рослесхоза от 15.03.2018 г. № 173). М.: Фед. агентство лесн. хоз-ва, 2018. 173 с. [Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu gosudarstvennoy inventarizatsii lesov. Utv. Prikazom Rosleskhoza ot 10.11.2011 g. N. 472 (v red., vvedennoy v deystv. Prikazom Rosleskhoza ot 15.03.2018 g. N. 173) (Methodological recommendations for the state forest inventory. Approved by the Order of Fed. For. Agency of 10.11.2011 N. 472 (In the ed., put into effect by the Order of Fed. For. Agency of 15.03.2018 N. 173)). Moscow: Fed. For. Agency, 2018. 173 p. (in Russian)].*
- Мозолевская Е. Г., Галасьева Т. В., Соколова Э. С. Роль болезней и вредителей в ослаблении и усыхании пихты в Байкальском заповеднике в середине 80-х годов // Лесн. вестн. 2003. № 2. С. 136–142 [Mozolevskaya E. G., Galaseva T. V., Sokolova E. S. Rol bolezney i vreditel'ev v oslablenii i usykhanii pikhty v Baykalskom zapovednike v seredine 80-kh godov (The role of pests and diseases in fir weakening and drying on the Baikal forest preserve in the middle of 1980s) // Lesn. vestn. (For. Bull.). 2003. N. 2. P. 136–142 (in Russian with English abstract)].*
- Поликарпов Н. П. Комплексные исследования в горных лесах Западного Саяна // Вопр. лесоведения. Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1970. Т. 1. С. 26–79 [Polikarpov N. P. Kompleksnyye issledovaniya v gornykh lesakh Zapadnogo Sayana (Complex studies in mountain forests of the Western Sayan) // Vopr. lesovedeniya (Questions For. Sci.). Krasnoyarsk: Krasnoyar. kn. izd-vo (Krasnoyarsk Book Publ.), 1970. V. 1. P. 26–79 (in Russian)].*
- Селиванов Ю. В. Соотношение диаметров на высоте пня и на высоте груди в сосновых молодняках учебно-опытного лесхоза СТИ // Межвузовские научные труды по лесному хозяйству. Разд. 3: Лесная таксация и лесоустройство. Вып. II. Красноярск: Сиб. технол. ин-т, 1973. С. 221–224 [Selivanov Yu. V. Sootnoshenie diametrov na vysote pnya i na vysote grudi v sosnovykh molodnyakakh uchebno-opytного leskhoza (The ratio of diameters at the height of the stump and at the height of the chest in pine young stands of the educational and experimental forestry enterprise) // Mezhvuz. nauch. tr. po lesn. khoz-vu. Razd. 3. Lesn. taksatsiya i lesoustroystvo. Вып. II. (Inter Inst. Works For. Part 3. For. Invent. & For. Plan. Iss. 2.). Krasnoyarsk: Sib. Technol. Inst., 1973. P. 221–224 (in Russian)].*
- Селочник Н. Н. Факторы деградации лесных экосистем // Лесоведение. 2008. № 5. С. 52–60 [Selochnik N. N. Faktory degradatsii lesnykh ekosistem (Factors of forest ecosystem degradation) // Lesovedenie (For. Sci.). 2008. N. 5. P. 52–60 (in Russian with English abstract)].*
- Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири. Утв. Председателем Гослесхоза СССР А. С. Исаевым, Приказ № 177 от 21.11.1989 г. Красноярск, 1991. 145 с. [Sortimentnye i tovarnye tablitsy dlya drevostoev Zapadnoy i Vostochnoy Sibiri. Utv. Predsedatelem Gosleskhoza SSSR A. S. Isaevym, Prikaz N. 177 ot 21.11.1989 g. (Assortment and commodity tables for tree stands of Western and Eastern Siberia. Approved by the Chair of Gosleskhov of the USSR A. S. Isaev, Order N. 177 of 21.11.1989). Krasnoyarsk, 1991. 145 p. (in Russian)].*
- Справочное пособие по таксации лесов Сибири / отв. ред. Е. Л. Беззаботнов. Красноярск: РИО СибТИ, 1974. Т. 1. 216 с. [Spravochnoe posobie po taksatsii lesov Sibiri (Reference book on survey of forests of Siberia) / E. L. Bezzabotnov (Respons. Ed.). Krasnoyarsk: RIO SibTI (Edit.-Publ. Dpt. Sib. Inst. Technol.), 1974. V. 1. 216 p. (in Russian)].*
- Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. Таблицы для таксации леса. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 854 с. [Tret'yakov N. V., Gorsky P. V., Samoylovich G. G. Spravochnik taksatora. Tablitsy dlya taksatsii lesa (Reference book of afforestation inspector. Tables for forest survey). Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. 854 p. (in Russian)].*
- Фарбер С. К. Формирование древостоев Восточной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 432 с. [Farber S. K. Formirovanie drevostoev Vostochnoy Sibiri (Formation of stands of Eastern Siberia). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN (Sib. Br. Rus. Acad. Sci. Publ.), 2000. 432 p. (in Russian)].*
- Шевелев С. Л., Кузьмичев В. В., Павлов Н. В., Смольянов А. С. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири. М.: ВНИИЛМ, 2002. 166 с. [Shevelev S. L., Kuzmichev V. V., Pavlov N. V., Smolyanov A. S. Lesotaksatsionnyy spravochnik dlya yuzhno-taevnykh lesov Sredney Sibiri (Forest inventory reference book for the southern taiga forests of Central Siberia: ref. ed.). Moscow: VNIILM, 2002. 166 p. (in Russian)].*
- Donaubaur E. Die Bedeutung von Krankheitserregern beim gegenwärtigen Eichensterben in Europa – eine Literaturübersicht // Eur. J. For. Path. 1998. V. 28. Iss. 2. P. 91–98.*
- Hogg E. H., Brandt J. P., Kochtubajda B. Growth and dieback of aspen forests in northwestern Alberta, Canada, in relation to climate and insects // Can. J. For. Res. 2002. V. 32. N. 5. P. 823–832.*
- Hopper R. J., Sivasithamparam K. Characterization of damage and biotic factors associated with the decline of *Eucalyptus wandoo* in southwest Western Australia // Can. J. For. Res. 2005. V. 35. N. 11. P. 2589–2602.*
- Vertui F., Tagliaferro F. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) dieback by unknown causes in the Aosta Valley, Italy // Chemosphere. 1998. V. 36. Iss. 4–5. P. 1061–1065.*
- Woodward S. Causes of decline in United Kingdom broadleaved stands // Possible limitation of decline phenomena in broadleaved stands / T. Oszako, S. Woodward (Eds.). Warsaw: For. Res. Inst., 2006. P. 21–27.*

SELECTIVE FOREST HEALTH FELLING IN PROTECTIVE SIBERIAN STONE PINE STANDS OF KHAKASSIA: AN EXPERIENCE OF POST-LOGGING SURVEY AND SILVICULTURAL ANALYSIS

S. K. Farber, R. T. Murzakmatov

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: sfarber@ksc.krasn.ru, takcator_m@mail.ru

On the example of three areas of protective Siberian stone pine *Pinus sibirica* Du Tour stands of Khakassia, the expediency of selective forest health felling is considered. Forest growing conditions on the plots are favorable for dark coniferous Siberian stone pine-fir forests. A distinctive feature of precutting and postcutting stands is their sparseness. As a result, exceptional (often more than 1 m) stem diameters were formed. Over the four years that have passed after the felling, the tendencies of the forest-forming process have become quite distinctly outlined, which actually made it possible to assess their consequences. On the basis of the data of full-scale survey – a continuous count of stumps and data from strip test plots – the inventory indicators of pre-cut and post-cut forest stands, the volume and marketability of the wood removed and left on the root were revealed. The absolute completeness was restored according to the measurement data of the stump diameters. It is shown that the transition from stump diameters to DBH is accompanied by systematic errors. To determine DBH, the dependences $DBH = f(d_0)$ were formed on the basis of model Siberian stone pine and fir *Abies Mill.* trees. It has been established that an increase in core rot occurs synchronously with an increase in the diameter of the stem, therefore, trees of lower thickness steps are more likely to be classified as commercially valuable trees. During the allocation of cutting areas, the trees to be selected were not marked. Thus, the logger was given the opportunity to choose trees for felling. As a result, a targeted selection of commercially valuable stems was made; the half-timber and wood-logged stems partially remained intact, partially not removed from the plots or burned as felling remains. Such felling definitely does not correspond to the «forest health» category. It has been shown that the efficiency of performing soil-protective and water-protective functions by post-felling stands, even with a predicted conversion to meadows, remains comparable to the previous, pre-felling stands. At the same time, the Siberian stone pine stands are more valuable for forest animals. Hence, it follows that the undertaken action – forest health felling of the Siberian stone pine stands was inappropriate.

Keywords: *Siberian stone pine protective forests, inventory indicators of stands, silvicultural evaluation of selective forest health felling.*

How to cite: *Farber S. K., Murzakmatov R. T. Selective forest health felling in protective Siberian stone pine stands of Khakassia: an experience of post-logging survey and silvicultural analysis // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2021. N. 3. P. 27–37 (in Russian with English abstract and references).*