

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ И ДРЕВЕСИНОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РУБОК УХОДА

При оценке эффективности проведения лесохозяйственных мероприятий в настоящее время используются инструкции, наставления, ГОСТы и другие нормативные документы. Однако до сих пор нет рекомендаций, включающих основные положения нормативных документов, с помощью которых можно дать всестороннюю характеристику лесоводственных мероприятий.

Нами была предпринята попытка оценки эффективности проведения проходных рубок в сосновых древостоях. В основу исследований положен экспериментальный материал, полученный на двух секциях постоянной пробной площади (ППП), заложенной в 43-летнем сосняке разнотравном. В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б. П. Колесникова (1973) Уральский учебно-опытный лесхоз, на территории которого была заложена ППП, включен в южно-таежный округ Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области. Одна из секций (опытная) 5 лет назад пройдена проходными рубками интенсивностью 35%, другая (контроль) — не была затронута рубкой.

Таксационная характеристика древостоев опытной и контрольной секций представлена в табл. 1. Подробная таксационная характеристика насаждений по секциям в момент проведения и спустя три года после проходных рубок, а также результаты исследований влияния изреживания на продуктивность, возрастную структуру и динамику восстановления ассимиляционного аппарата опубликованы нами ранее (Залесов, 1988).

На исследуемых участках периодически пасли скот, что обусловило слабо выраженное естественное возобновление деревьев. Древостои опытной и контрольной секций формировались из естественного возобновления и до опытных проходных рубок подвергались слабому хозяйственному вмешательству. С учетом рекреационного использования участков, где расположены ППП, были при-

Таблица 1

**Основная таксационная характеристика древостоев
пробной площади**

Секция	Состав	Средние		Полнота	Запас, м ³		
		диаметр, см	высота, м		сырорас- тущий	свежий отпад	старый сухостой
Контроль	8С2Бед Л, Е	15,8	16,4	0,95	270	18,4	3,4
Опыт	8С2Бед Л, Е	21,5	18,0	0,71	212	4,1	0,2

няты следующие величины коэффициентов: возобновления ($K_{в.}$) — 0,4; происхождения ($K_{пр}$) — 1,0; потери лесной среды ($K_{п.ср}$) — 1,0; потери состава ($K_{п.сост.}$) — 1,0; рубок ухода ($K_{р.у}$) — 2,0 для опыта и 0,5 для контроля; базы питания возбудителей опасных болезней ($K_{б.п.}$) — 1,5; развития очагов усыхания ($K_{оч.}$) — 1,5 для опыта и 2,0 для контроля.

В ходе полевых работ был произведен пересчет деревьев на контрольной и опытной секциях с подразделением по древесным породам, классам Крафта, баллам кривизны (Полубояринов, 1974) и категориям состояния. При пересчете стволов в деловой зоне (для сосны — 0,7, для березы — 0,6 высоты) учитывались следующие пороки древесины по ГОСТ 2140—81: сучки толще 2 см, сучки табачные, закомелистость, сбежистость, нарост, трещины усушки, грозобойные трещины, сухобокость, прорость, рак, пасынок, синева, ядровая, заболонная и сплошная гнили (по видам возбудителей), чревоточина, запил, обдир коры, обугленность, дупло. К косвенным признакам развития пороков древесины в стволе относились: смолотечение, сокоистечение, многовершинность, суховершинность, ажурность и однобокость кроны, приподнятость корневых лап, угнетенность состояния дерева. При обработке полученного материала были использованы методические рекомендации И. А. Алексеева (1974, 1975, 1983, 1984).

Особенно большое значение при оценке эффективности ухода имеет распределение деревьев по категориям состояния (табл. 2). Срубленные деревья отпада, полуделовой старый ветровал и ликвидный дровяной валежник нами в учет не брались.

В результате проведенных рубок ухода доля учтенных деревьев сосны несколько уменьшилась (см. табл. 2). Позиции ели и лиственницы сохранились, на 20% снизилась доля березы. По всем породам резко повысилась доля сырорастущих деревьев березы,

Таблица 2

Структура общего отпада

Порода	Здоровые	Условно здоровые	Больные I стадии	Итого спиру-растущих	Обреченные на усышение из-за		Усыхающие из-за		Свежий суко-стой	Старый суко-стой	Итого отпада	Всего
					угнетения	болезни	угнетения	болезни				
С	61	27	14	102	18	0	0	0	5	13	32	138
	44,2	19,6	10,1	73,9	13,1	0	0	0	3,6	9,4	26,1	100,0
Б	5	18	18	41	7,5	2,5	0	0	6	0	16	57
	8,9	31,5	31,5	71,9	13,2	4,4	0	0	10,5	0	28,1	100,0
Л	2	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	50,0	25,0	25,0	0	100,0	0	0	0	0	0	0	100,0
Е	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	2
	0	50,9	0	50,0	0	0	0	0	50,0	0	50,0	100,0
Итого	68	47	33	148	25,5	2,5	0	0	12	13	53	201
	33,8	23,4	16,4	73,6	12,7	1,3	0	0	5,9	6,5	26,4	100,0
Контроль												
С	93	40	32	165	7	2	1	1	1	1	13	178
	52,1	22,5	18,0	92,6	3,9	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	7,4	100,0
Б	36	21	22	80	1	0	0	0	1	0	2	82
	43,9	25,6	28,1	97,6	1,2	0	0	0	1,2	0	2,4	100,0
Л	8	6	7	21	0	0	0	0	0	0	0	21
	38,1	28,6	33,3	100,0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
Е	1	3	2	6	0	0	0	0	0	0	0	6
	16,3	50,0	33,7	100,0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
Ос	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100,0
Итого	138	70	64	272	8	2	1	1	3	1	16	288
	48,0	24,3	22,2	94,5	2,8	0,7	0,3	0,3	1,1	0,3	5,5	100,0

Примечание. В числителе — число деревьев, в знаменателе — их доля, %.

Свежий отпад включает обреченные, усыхающие и свежееусохшие деревья (табл. 3).

Таблица 3

Структура свежего отпада, на 1 га

Порода	Отпад			Итого
	естественный	патологический	случайный	
Контроль				
С	$\frac{25}{1,03}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{15}{0,34}$	$\frac{40}{1,37}$
Е	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{10}{0,09}$	$\frac{10}{0,09}$
Б	$\frac{125}{2,88}$	$\frac{25}{5,30}$	$\frac{10}{0,77}$	$\frac{160}{8,95}$
Итого	$\frac{150}{3,91}$	$\frac{25}{5,30}$	$\frac{35}{1,20}$	$\frac{210}{10,41}$
Опыт				
С	$\frac{36}{1,14}$	$\frac{8}{1,64}$	$\frac{4}{0,14}$	$\frac{48}{2,92}$
Б	$\frac{4}{0,06}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{4}{0,36}$	$\frac{8}{0,42}$
Ос	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{4}{0,72}$	$\frac{4}{0,72}$
Итого	$\frac{40}{1,20}$	$\frac{8}{1,64}$	$\frac{12}{1,22}$	$\frac{60}{4,06}$

Примечание. Здесь и в табл. 4 в числителе — число деревьев, шт.; в знаменателе — запас, м³.

сосны и ели. В целом распределение деревьев по состоянию стало более благоприятным для древостоя: средняя характеристика состояния деревьев всех пород на контроле 2,67 балла, сосны — 2,54, на опытном участке соответственно 1,89 и 1,84.

Технический эффект по этому показателю составил: по всем породам 29,8%, по сосне — 27,6% (удовлетворительный уровень проведения рубки).

После проведения проходных рубок свежий отпад сосны за счет патологических причин увеличился в 2,1 раза, а березы — уменьшился в 21 раз. В целом доля патологического отпада в общем отпаде увеличилась с 50,8 до 56,8%. Технический эффект по этому

показателю получился отрицательным, а по запасу — положительным по всему насаждению (+69,2%).

Из патологических факторов отмечены случаи поражения стволов возбудителями гнили: *Phellinus igniarius* f. *betulae* Bond., *Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) Kumm., *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) P. Karst., *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) Pit., *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pil., *Bjerkandera adusta* (Wild.: Fr.) P. Karst., *Trichaptum abeitinum* (Dicks.: Fr.) Rjv., *Trichaptum vusco-viola-ceum* (Fr.) Rjv., *Gloeophyllum sepiarium* (Fr.) Karst., *Fomitopsis pinicola* (swartz Fr.) Karst., *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref. Большинство из перечисленных грибов являются либо типичными сапрофитами, либо факультативными паразитами, за исключением опенка и корневой губки. Из вредных насекомых, участвующих в ускорении образования отпада, следует отметить большого и малого сосновых лубоедов, синюю сосновую златку, березового заболонника. Характеристика годичного отпада (мгновенной выборки в технологическом процессе лесовыращивания) приводится в табл. 4.

Таблица 4

Годичный отпад деревьев

Древесная порода	Отпад			Итого
	естественный	патологический	случайный	
Контроль				
С	$\frac{72}{2,99}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{5}{0,11}$	$\frac{77}{3,10}$
Е	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{0,03}$	$\frac{3}{0,03}$
Б	$\frac{42}{0,96}$	$\frac{8}{1,77}$	$\frac{3}{0,26}$	$\frac{53}{2,99}$
Итого	$\frac{114}{3,95}$	$\frac{8}{1,77}$	$\frac{11}{0,40}$	$\frac{133}{6,11}$
Опыт				
С	$\frac{15}{0,44}$	$\frac{3}{0,55}$	$\frac{4}{0,14}$	$\frac{21}{1,13}$
Б	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{0,12}$	$\frac{3}{0,14}$
Ос	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,24}$	$\frac{1}{0,24}$
Итого	$\frac{16}{0,46}$	$\frac{3}{0,55}$	$\frac{7}{0,50}$	$\frac{26}{1,51}$

Данные табл. 4 вычислены по формуле

$$M_{от} = \frac{M_{об}}{3} + M_{ус} + \frac{M_c}{3},$$

где $M_{от}$ — запас годичного отпада, m^3 ; $M_{об}$ — запас обреченных деревьев, m^3 ; $M_{ус}$ — запас усыхающих деревьев, m^3 ; M_c — запас свежего сухостоя, m^3 .

Срубленные деревья свежего отпада в связи с давностью проходных рубок (более 2 лет) в учет не брались. Такой подход вызван тем, что обреченные деревья переходят в свежий сухостой в течение трех лет и при учете каждый год будут числиться в свежем сухостое. Свежий сухостой еще три года назад из-за обреченного состояния относился к свежему отпаду, так как деревья в усыхающем состоянии бывают лишь несколько месяцев. Таким образом, после проведения рубок ухода по всем породам годовой отпад уменьшился в 4,1 раза. По сосне уменьшение годичного отпада было несколько меньше — в 2,8 раза.

Естественное изреживание древостоя в период прохождения им разных стадий роста происходит неравномерно. Оно зависит от типа леса, происхождения, полноты, состава и ряда других показателей. Наибольший отпад естественного возобновления происходит в течение первых лет, затем он постепенно уменьшается до момента полного смыкания, после которого вновь увеличивается к наступлению стадии жердняка. Третье увеличение отпада относится уже к периоду естественной спелости. В конечном счете на размер отпада при естественном изреживании главное влияние оказывают полнота и количество сырораствующего запаса, так как большей ассимиляции соответствует и большая диссимиляция. Коэффициент отпада приравнивается к доле дефектности продукции в технологическом процессе и может быть рассчитан по трем показателям: количеству деревьев — K_N , сумме площадей поперечных сечений — K_9 и запасу — K_m . Коэффициент отпада K_N означает, сколько сырораствующих деревьев приходится на одно дерево годичного отпада, K_9 — во сколько раз по площади поперечного сечения сырораствующее дерево превосходит среднее дерево годичного отпада, K_m — какой объем сырораствующего запаса приходится на $1m^3$ годичного отпада. Для патогенного отпада коэффициенты K_N , K_9^n и K_m означают уровень полевой агрессивности патогена.

После проведения рубок ухода значения коэффициента общего отпада заметно увеличились (табл. 5).

Коэффициент нормального отпада (без участия патологических и случайных факторов) для сосновых насаждений естественного происхождения в этом возрасте составляет 195 (Алексеев, 1974, 1975). На опытной секции коэффициент общего отпада по запасу K_m совпадает с коэффициентом нормального отпада. На контрольной секции K_m меньше нормального почти в три раза, что по шкале

Таблица 5

Коэффициенты отпада по древесным породам

Древесная порода	Общий (суммарный) отпад			Патологический отпад		
	K_N^n	K_g^n	K_m^n	K_N^n	K_g^n	K_m^n
	Контроль					
С	13,3	4,55	88,9	—	—	—
Е	3,3	1,72	6,3	—	—	—
Б	7,7	1,84	28,2	49,4	0,68	25,8
Средние значения	11,1	3,66	68,9	184	1,19	185
	Опыт					
С	31	5,55	152	247	1,33	315
Б	120	3,52	417	—	—	—
Средние значения	41,3	2,86	170	408	1,22	470

И. А. Алексеева (1974) означает слабоинтенсивное разрушение насаждения за счет интенсивного выпадения березы.

Отпад деревьев на сравниваемых секциях носит диффузный характер. Площади окон незначительные, при нормальном развитии древостоя и отсутствии антропогенного вмешательства они могут закрыться пологом полностью. Суммарно площади окон составляют: на опытном участке $160 \text{ м}^2/\text{га}$, на контрольном $140 \text{ м}^2/\text{га}$.

Годичное увеличение очагов усыхания определяется по формуле:

$$Z_{oz}^s = \frac{10000 - S_{oz}^s}{K_N^n \cdot K_g^n}, \quad (1)$$

где Z_{oz}^s — увеличение очагов усыхания, $\text{м}^2/\text{га}$; S_{oz}^s — площадь имеющихся очагов, $\text{м}^2/\text{га}$; K_N^n — коэффициент патогенного отпада по количеству деревьев, шт.; K_g^n — коэффициент патогенного отпада по площади поперечных сечений, м^2 .

На секциях увеличения площади очагов не наблюдается. На контроле ежегодное увеличение площади очагов усыхания достигло $45 \text{ м}^2/\text{га}$, что можно объяснить слабым диффузным разрушением древостоя по куртинам березы.

Выращивание сосновых насаждений до 50-летнего возраста с учетом пролонгированных затрат на формирование возобновления, уход за молодняком, накладных расходов на содержание аппарата, противопожарную охрану и т. п. (взяты среднерегionalные цифры) составляет 351 руб.

Годичный ущерб от образования окон определялся по формуле:

$$И = T \frac{Z_{oz} - \sum \Delta S_{плп}}{10000}, \quad (2)$$

где И — годовой ущерб от образования окон в древесном пологе,

руб., T — средние затраты на выращивание и охрану 50-летнего насаждения, руб., $Z_{оч}$ — годичный прирост очагов усыхания, $m^2/га$; $\Sigma \Delta S_{плл}$ — суммарная ежегодная площадь зарастания очагов усыхания, $m^2/га$.

На опытном участке ущерб от образования окон в результате усыхания деревьев отсутствует ($I=0$), в то время как на контрольном он составляет 0,89 руб/га.

Оценка эффективности проведения рубок ухода по улучшению качества древесины (табл. 6) производилась по интегрированному показателю — условной фаутности, а также по биологической фаутности в деловой зоне ствола (Алексеев, 1983).

Таблица 6

Оценка фаутности древостоев

Древесная порода	Класс роста по Крафту	Балл кривизны	Условная фаутность деревьев, %	Фаутность 1 м ³ запаса, дм ³	Фаутность среднего дерева, дм ³		Суммарная потеря на 1 га, м ³		
					общая	биологическая	общая	биологическая	
Контроль									
С	II,9	2,3	18,2	101	21,1	2,6	29,28	3,57	
Е	IV,5	1,0	26,2	241	3,5	1,0	0,07	0,02	
Л	III,5	2,5	18,6	142	10,8	1,0	0,43	0,04	
Б	III,3	3,4	25,1	212	20,3	11,1	11,58	6,32	
Средние значения	III,0	2,6	20,3	118	20,5	5,0	41,36	9,95	
Опыт									
С	II,4	2,1	11,3	103	25,2	3,5	17,92	2,46	
Е	IV,2	1,2	18,0	137	3,2	0,2	0,08	0,04	
Л	III,2	3,1	17,2	119	35,9	1,1	3,02	0,09	
Б	II,5	3,4	13,3	106	19,1	4,5	6,27	1,50	
Ос	II,0	2,0	20,0	200	36,0	27,0	0,14	0,11	
Средние значения	II,5	2,5	12,3	105	23,7	3,6	27,43	4,16	

Из табл. 6 вытекают следующие положения:

1. Проведенные рубки ухода с изъятием 35%-ного запаса для всех пород носили низкой характер. Выборка ели и лиственницы была менее интенсивной и касалась обреченных на усыхание, усыхающих и свежесохших деревьев и старого сухостоя.

2. При отборе в рубку деревьев сосны и березы основное внимание уделено угнетенным, искривленным и фаутным (гнилевые пороки).

3. Вследствие удаления при рубках ухода фаутных деревьев средняя для всех пород фаутность снизилась на 39,4%.

4. После проведения рубок ухода средняя фаутность одного обезличенного кубометра древесины снизилась на 13 дм³. Общая

фауна среднего дерева за счет нанесенных при рубке повреждений несколько увеличилась (с 20,5 дм до 23,7 дм). Однако при этом доля пороков, вызывающих разрушение древесины ствола и отмирание деревьев, уменьшилась почти на одну треть.

5. Суммарные потери древесины за счет пороков в переводе на полное разрушение древесины на 1 га снизились с 41,4 м³ до 27,4 м³, в том числе за счет биологически значимых пороков — с 10 м³ до 4,2 м³, т. е. более чем в два раза.

Таким образом, с лесоводственной и древесиноведческой точек зрения проходные рубки вполне оправданы и проведены правильно.

Лесозащитная эффективность проведенных рубок оценивалась по формулам И. А. Алексеева (1974).

Первая техническая эффективность:

$$\mathcal{E}_m^1 = \frac{M_{\Gamma}^K - M_{\Gamma}^{оп}}{M_{\Gamma}^K} \cdot 100 = \frac{6,12 - 1,51}{6,12} \cdot 100 = 75,3\%, \quad (3)$$

где \mathcal{E}_m^1 — первая техническая эффективность, %; M_{Γ}^K — годичный отпад на контрольном участке, м³/га; $M_{\Gamma}^{оп}$ — годичный отпад на опытном участке, м³/га.

Вторая техническая эффективность:

$$\mathcal{E}_m^2 = \frac{Z_{оз}^{СК} - Z_{оз}^{Соп}}{Z_{оз}^{СК}} \cdot 100 = \frac{45 - 20}{45} \cdot 100 = 55,5\%, \quad (4)$$

где \mathcal{E}_m^2 — вторая техническая эффективность, %; $Z_{оз}^{СК}$ — ежегодное увеличение очагов усыхания на контрольном участке, м²/га; $Z_{оз}^{Соп}$ —

ежегодное увеличение очагов усыхания на опытном участке, м²/га.

Третья техническая эффективность:

$$\mathcal{E}_m^3 = \frac{M_{\Gamma}^n - M_{\Gamma}^{по}}{M_{\Gamma}^n} \cdot 100 = \frac{1,77 - 0,55}{1,77} \cdot 100 = 68,9\% \quad (5)$$

где \mathcal{E}_m^3 — третья техническая эффективность, %; M_{Γ}^n — годовой патологический отпад на контрольном участке, м³/га; $M_{\Gamma}^{по}$ — годовой патогенный отпад на опытном участке, м³/га.

Четвертая техническая эффективность по главной породе:

$$\mathcal{E}_m^4 = \frac{M_{\Gamma}^K - M_{\Gamma}^{оп}}{M_{\Gamma}^K} \cdot 100 = \frac{0 - 0,55}{0} \cdot 100 = -55\%, \quad (6)$$

где \mathcal{E}_m^4 — четвертая техническая эффективность, %; M_r^K — годовой патогенный отпад главной породы на контрольном участке, м³/га; $M_r^{оп}$ — годовой патогенный отпад главной породы на опытном участке, м³/га.

Технический лесозащитный эффект получился отрицательным лишь по главной породе. Возможно, это объясняется более ранним подведением итогов.

В работах И. А. Алексеева (1974) помимо методики расчета технической эффективности приводятся формулы определения хозяйственной и экономической эффективности. Экспериментальные данные позволили рассчитать первую, вторую и третью хозяйственные эффективности проведения проходных рубок, которые составили соответственно 161, 11 и 30%.

По условной фаутности одного обезличенного кубометра запаса и биологической фаутности среднего дерева хозяйственный эффект от проведения рубки оказался положительным. Экономический эффект, определенный по формуле И. А. Алексеева (1974), также получился положительным и составил 41,7%.

Стабильность санитарного состояния обеспечивает сохранение древостоя без разрушения до возраста рубки. Коэффициент стабильности состояния определялся по 14 параметрам и составил 2300, что по шкале состояния соответствует состоянию, близкому к эталонному. На контрольной секции коэффициент стабильности значительно ниже — 431 (удовлетворительное санитарное состояние).

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены следующие выводы:

1. По техническим, хозяйственным и экономическим параметрам проходные рубки интенсивностью 35% в 43-летнем сосняке разнотравном оказались вполне целесообразными.
2. Экспериментально доказана возможность применения методики определения лесозащитной эффективности лесохозяйственных мероприятий в условиях поражения корневой губкой на примере проходных рубок.
3. В полевых условиях при оценке отпада применены положения «Санитарных правил в лесах СССР».
4. Показано применение полученных данных для определения показателей ущерба, стабильности состояния древостоев, технической, хозяйственной и экономической эффективности проходных рубок.
5. Все параметры полевой информации конкретизированы, пригодны для обработки ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев И. А. Научные основы лесохозяйственных мер борьбы с корневой губкой в Полесье и лесостепи УССР: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Л., 1974. 45 с.

Алексеев И. А. Оценка патологического отпада при лесопатологических обследованиях пораженных корневой губкой насаждений // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев, 1975. Вып. 40. С. 29—39.

Алексеев И. А., Муравьева Н. Б., Васьков С. П. Защита леса от грибных болезней: Метод. указания по дипломному проектированию для студентов специальности 1512/МПИ. Йошкар-Ола, 1983. 44 с.

Алексеев И. А., Муравьева Н. Б., Васьков С. П. Оценка качества древесины растущих деревьев по условной фауности: Информ. листок / Марийск. межотраслевой центр науч.-техн. информации. Йошкар-Ола, 1984. 5 с.

Залесов С. В. Влияние проходных рубок на массу и продуктивность ассимиляционного аппарата сосны // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1988. Вып. 14. С. 152—160.

Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: Практ. руководство / УНЦ АН СССР. Свердловск, 1973. 178 с.

Полубояринов И. О. Влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины / Лесотехн. акад. Л., 1974. 96 с.