

А.М.КОЖЕВНИКОВ, Е.А.КОЖЕВНИКОВ

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТПАД В ЕЛОВЫХ КУЛЬТУРАХ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ РУБКАМИ УХОДА

Как показали 20–25-летние наблюдения на 32 постоянных пробных площадях, в еловых древостоях естественный отпад деревьев происходит при всех степенях изреживания, и его величина уменьшается с увеличением интенсивности ухода. В еловых культурах I бонитета при густоте посадки около 10 тыс. шт. на 1 га связь между количеством отпавших деревьев и интенсивностью рубки с возрастом насаждения выражается следующими уравнениями:

для полных насаждений

$$N = A^2/15,24 - 49,7275 \cdot 10^{-3} A^2 + 55,582283 \cdot 10^{-6} A^4 - 18,335142 \cdot 10^{-9} A^6 + 2,800180 \cdot 10^{-12} A^8 - 0,138904 \cdot 10^{-15} A^{10}; \quad (1)$$

при интенсивности изреживания:

$$10 \% N = -238,3396 + 27,68540725 A - 0,383332433 A^2 + 0,0123063514 A^3 - 7,929511 \cdot 10^{-5} A^4 + 1,93565 \cdot 10^{-7} A^5; \quad (2)$$

$$20 \% N = 5,199 - 7,88966598 A + 1,047160701 A^2 - 0,0402257027 A^3 + 0,00067833948 A^4 - 5,310973 \cdot 10^{-6} A^5 + 1,58164 \cdot 10^{-8} A^6; \quad (3)$$

$$30 \% N = -47,4907 + 4,82404298 A + 0,010819361 A^2 - 0,0050034981 A^3 + 10,406288 \cdot 10^{-5} A^4 - 8,32616 \cdot 10^{-7} A^5; \quad (4)$$

$$40 \% N = 7,519 - 3,05860209 A + 0,337435035 A^2 - 0,0115521799 A^3 + 17,608188 \cdot 10^{-5} A^4 - 12,53665 \cdot 10^{-7} A^5 + 3,4064 \cdot 10^{-9} A^6, \quad (5)$$

где N — число стволов отпада, шт.; A — возраст насаждения 15–90 лет.

Оценка стандартного отклонения, F -критерия, критерия X^2 и других показывает, что данные регрессионные уравнения, как и представленные ниже, достаточно достоверны и точны.

Наибольший отпад деревьев происходит во II классе возраста, а по запасу стволовой древесины максимум отпада приходится на 50–60 лет. Процент отпавшего объема стволовой древесины от запаса наличного древостоя на контроле и при различном изреживании представлен в табл. 1.

Самый высокий процент отпада отмечен в возрасте 31–40 лет и составляет 18,2 % запаса наличного древостоя. К возрасту рубки, т.е. к 90 годам, сумма естественного отпада достигает 53 % запаса насаждения в этом возрасте. Естественный отпад в течение всей жизни насаждения от момента образования и до главной рубки на контроле составляет 367 м³ на 1 га, при изреживании насаждения 10 % — 75,7 % от контроля, при 20 % — 58,3 и при 40 % — 25 %.

Указанная зависимость аналитически представлена следующими уравнениями:

для полных насаждений

$$M_n^{\text{отп}} = 4,56 - 0,87258239 A + 0,052451630 A^2 - 0,0010750579 A^3 + 9,31677 \cdot 10^{-6} A^4 - 2,9480 \cdot 10^{-8} A^5, \quad (6)$$

где A = 20–90 лет;

при интенсивности изреживания:

$$10 \% M^{\text{отп}} = 2,296 - 0,47565911 A + 0,030217227 A^2 - 6,164277 \cdot 10^{-4} A^3 + 5,29651 \cdot 10^{-6} A^4 - 1,6725 \cdot 10^{-8} A^5; \quad (7)$$

$$20 \% M^{\text{отп}} = -1,95 + 0,17538963 A - 0,001369498 A^2; \quad (8)$$

$$30 \% M^{\text{отп}} = -1,46 + 0,12804233 A - 0,001002710 A^2; \quad (9)$$

$$40 \% M^{\text{отп}} = -0,50 + 0,05995068 A - 0,000440097 A^2, \quad (10)$$

где $M^{\text{отп}}$ — отпад стволовой древесины при разных степенях изреживания, м³.

Соотношение естественного отпада и прироста в различные периоды жизни древостоя представлено в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что самый большой естественный отпад составляет 6,7 м³ на 1 га ежегодно. По отношению к текущему приросту ве-

Таблица 1. Фактический отпад стволовой древесины в чистых еловых культурах I бонитета в зависимости от интенсивности изреживания, в процентах от запаса наличного древостоя

Интенсивность рубки, %	Период, лет							
	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90
Контроль	14,3	15,5	18,2	17,1	14,5	11,6	8,9	6,9
10	12,3	13,2	13,6	13,6	12,3	10,2	8,2	6,6
20	10,7	11,6	11,6	10,6	9,7	8,6	7,3	5,8
30	9,9	10,6	9,5	8,7	8,0	7,0	6,0	4,8
40	8,0	7,9	6,5	5,8	5,3	4,8	4,2	3,6

Таблица 2. Соотношение отпада и текущего прироста в полных еловых культурах I бонитета

Показатель	Период, лет								За весь период
	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	
Отпад, м ³	5	22	47	63	67	63	54	46	367
Прирост, м ³	104	136	173	172	152	131	116	98	1082
% от прироста	4,8	16,2	27,2	36,6	44,1	48,1	46,5	46,9	33,2

Таблица 3. Средний диаметр отпада на контроле и при разных степенях изреживания еловых культур, см

Показатель	Возраст, лет									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Насаждение	—	6,3	10,3	14,1	17,7	21,2	24,4	27,4	29,9	
Отпад	—	2,5	5,4	8,3	11,1	14,0	16,9	19,8	22,7	
10 % изреживания	0,5	3,6	6,7	9,8	13,0	16,1	19,2	22,3	25,4	
20 % "	1,1	4,2	7,3	10,4	13,6	16,7	19,8	22,9	26,1	
30 % "	1,3	4,4	7,6	10,7	13,8	16,9	20,1	23,2	26,3	
40 % "	1,5	4,6	7,8	10,9	14,0	17,2	20,3	23,5	26,6	

личина отпада возрастает, составляя в молодняках около 16 % и к 90 годам — 47, а в среднем около 33 %.

Изменение среднего диаметра отпада с увеличением возраста насаждения и степени изреживания представлено следующими уравнениями:

для нормально полных насаждений

$$D_{\text{ср}}^{\text{отп}} = -3,29 + 0,2887 A; \quad (11)$$

при интенсивности изреживания:

$$10 \% D_{\text{ср}}^{\text{отп}} = -2,62 + 0,3119 A; \quad (12)$$

$$20 \% D_{\text{ср}}^{\text{отп}} = -2,04 + 0,3122 A; \quad (13)$$

$$30 \% D_{\text{ср}}^{\text{отп}} = -1,81 + 0,3126 A; \quad (14)$$

$$40 \% D_{\text{ср}}^{\text{отп}} = -1,62 + 0,3136 A. \quad (15)$$

В табл. 3 для сопоставления приведены средние диаметры отпада и растущей части насаждения.

В еловых молодняках естественный отпад происходит за счет угнетенных деревьев. Средний диаметр отпада в полном насаждении с возрастом увеличивается и приближается к среднему диаметру растущей части насаждения. В пройденных рубками ухода насаждениях средний диаметр отпада почти совпадает со средним диаметром остающейся части насаждения. При этом чем сильнее проведена рубка, тем выше средний диаметр отпада.

Таким образом, высокая густота повышает конкуренцию между индивидуумами, способствует накоплению в насаждении слабо развитых деревьев и в итоге приводит к их усыханию. В каких же случаях в наибольшей степени проявляется конкуренция между особями в насаждении? Очевидно, при равномерном их размещении в одинаковом возрасте и в тот возрастной период, когда происходит одновременное смыкание корневых систем и крон. Следовательно, в наибольшей степени конкуренция между деревьями в насаждении наблюдается в чистых культурах при густом шахматном их размещении.

Как показали исследования [1–3], в сосновых, еловых, дубовых культурах и в порослевых осиновых насаждениях [4] после смыкания отмечается депрессия прироста по высоте, диаметру и объему стволовой древесины, а также других фракций фитомассы не только на одно дерево, но и на насажде-

ния в целом. В сосновых культурах при первоначальной густоте 10 тыс. шт. на 1 га в достаточно благоприятных условиях роста (B_2) этот период наступает в возрасте 25–35 лет, в еловых — несколько позже. Выйти из состояния перегущенности насаждение может только в результате большого отпада, значительно превышающего величину как до наступления этого состояния, так и после него. В этот период отмечен и самый большой естественный отпад — около 20 % запаса наличного древостоя, или примерно $5,5 \text{ м}^3$ на 1 га. А к возрасту рубки сумма естественного отпада равна примерно 55 % запаса насаждения в этом возрасте. По отношению к текущему приросту отпад постоянно увеличивается, составляя в молодняках около 20 %, к 90 годам — 47, а в среднем — приблизительно 33 %.

В чистых естественных насаждениях вследствие их разновозрастности и ярко выраженного группового сложения перегущенность наступает, как правило, в более раннем возрасте, чем в искусственных. При этом вначале она отмечается в отдельных биогруппах. После естественного изреживания в биогруппах начинается второй период, когда происходит смыкание выживших лучших деревьев. Как в первом, так и во втором случае критические моменты в жизни насаждения не столь резко выражены и растянуты во времени. Поэтому в естественных древостоях может и не наступить слишком резкого ухудшения роста.

Для обоснования хозяйственной необходимости снижения естественного отпада рубками ухода требуется оценка общей экономической эффективности этого мероприятия. Такая оценка позволяет сравнить эффективность уменьшения отпада при различных степенях изреживания насаждений.

В основу показателя общей (абсолютной) экономической эффективности положен методический подход Н.А.Моисеева [5], в соответствии с которым уход за лесом рассматривается как мероприятие по расширенному воспроизводству лесных ресурсов. Общая эффективность снижения рубками ухода естественного отпада за весь период жизни леса оценивалась по формуле

$$E_{\text{общ}} = \frac{\sum_{k,i} (\Pi_{ki} - C_{ki}) (M_{ki}^{\text{конт}} - M_{ki}^{\text{факт}}) + \sum_{k,i} R_{ki} (M_{ki}^{\text{конт}} - M_{ki}^{\text{факт}})}{\sum_{k,i} C_{ki} (M_{ki}^{\text{конт}} - M_{ki}^{\text{факт}}) + \sum_{k,i} K_{ki} (M_{ki}^{\text{конт}} - M_{ki}^{\text{факт}})} \quad (16)$$

где Π_{ki} , C_{ki} — соответственно цена и полная себестоимость заготовки древесины i -го диаметра за k -й интервал времени, r ; $M_{ki}^{\text{факт}}$, $M_{ki}^{\text{конт}}$ — объем естественного отпада при слабой, средней или сильной интенсивности изреживания и отпад на контроле, м^3 ; R_{ki} — рента от заготовки древесины, r ; K_{ki} — удельные капиталовложения на рубки ухода, r .

Указанный показатель достаточно полно учитывает текущие и капитальные затраты по использованию рубками ухода части естественного отпада. Учет уровня ренты основывается на разнице общественно необходимых и фактических затрат труда по заготовке древесины в конкретном лесоэкономическом районе, для наших расчетов — в Белорусской ССР. При этом общественно необходимые затраты труда базируются на замыкающих затратах, за кото-

рые принимаются расходы на заготовку и ввоз древесины из многолесных районов страны.

В приведенной выше формуле не применяется дисконтирование, поскольку варианты сравниваются по единому временному ряду.

Фактический расчет предложенного показателя оказывается достаточно сложным по следующим причинам:

1) цена древесины и себестоимость ее заготовки зависят не только от среднего диаметра ствола, но и от соотношения сухостойной, фаутовой части древостоя, использование которой возможно лишь в качестве дровяной древесины, и жизнеспособной части, имеющей значительный процент ликвида;

2) использование категории "операционные расходы" при определении экономической эффективности невозможно из-за отсутствия в ней важнейших элементов затрат. Поэтому потребовался расчет полной себестоимости заготовки древесины на рубках ухода;

3) удельные капиталовложения и уровень ренты рассчитываются преимущественно не по среднему диаметру вырубаемой древесины, а по видам рубок ухода.

Таким образом, оценка экономической эффективности снижения рубками ухода естественного отпада за весь период жизни насаждения возможна с известной долей приближения, что, однако, не снижает ее информативности. Для еловых культур I бонитета такая оценка для разных степеней изреживания за оборот рубки представлена в табл. 4.

Расчеты свидетельствуют, что даже с учетом убыточности осветлений, прочисток и частично прореживаний эффективность снижения рубками ухода объемов естественного отпада и увеличения ими крупности выращиваемой древесины оказывается достаточно высокой. Максимальная экономическая эффективность достигается при уходе за еловыми культурами с наибольшей интенсивностью изреживания: каждый рубль текущих и капитальных вложений позволяет получить до 74 к. чистого дохода от снижения естественного отпада.

Однако известно, что постоянный уход за еловыми насаждениями с такой интенсивностью снижает производительность культур и в итоге отрицательно сказывается на экономических результатах проведения рубок главного пользования. Поэтому верхним пределом эффективности снижения рубками ухода естественного отпада следует считать показатели, приведенные в табл. 4, для

Таблица 4. Общая экономическая эффективность снижения естественного отпада рубками ухода различной интенсивности

Интенсивность рубки, %	Себестоимость заготовки древесины, р/га	Лесозаготовительный эффект (без учета ренты), р/га	Коэффициент общей экономической эффективности
10	498,98	330,36	1,46
20	866,92	732,68	1,67
30	1203,99	1059,83	1,71
40	1555,87	1419,46	1,74

интенсивности изреживания 30 %. Высокая биологическая продуктивность ельников приводит к тому, что эти значения несколько выше соответствующих показателей для сосновых культур аналогичного уровня производительности.

Таким образом, экономическая эффективность только одного положительного фактора от проведения рубок ухода в еловых культурах — уменьшения ими естественного отпада — превосходит эффективность целого ряда других лесохозяйственных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников А.М. Рубки ухода в Белоруссии // Лесохозяйств. наука и практика. Мн., 1974. Вып. 24. С. 9—28.
2. Томазиус Х.О. Определение оптимальной густоты насаждения // Лесоводство, лесн. культуры, почвоведение. Л., 1978. Вып. 7. С. 19—37.
3. Савинов Е.Н. Взаимосвязь густоты и среднего диаметра древостоев // Лесн. хоз-во. 1978. № 11. С. 57—59.
4. Моисеенко Ф.П. Текущий прирост осинников // Лесн. хоз-во. 1973. № 3. С. 35—38.
5. Моисеев Н.А. Воспроизводство лесных ресурсов. М., 1980.

УДК 630*3:334.76

М.М.САНКОВИЧ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ В БССР

Условия Белоруссии типичны для ряда других районов европейской части СССР с ограниченными сырьевыми ресурсами, где их потенциал при существующем уровне использования не обеспечивает в полной мере потребностей народного хозяйства в древесине и продуктах ее переработки. Лесной комплекс республики характеризуют:

- 1) постоянно возрастающие объемы лесохозяйственного производства: сводный объем работ в условных ценах в 1975 г. — 36,6 млн р., в 1980 г. — 37,8 млн, в 1985 г. — 45,1 млн р.;
- 2) стабильные в течение 10 последних лет объемы лесозаготовок по главному пользованию на уровне 6 млн м³ древесины ежегодно;
- 3) значительный удельный вес лесов I группы — 35 % по площади;
- 4) сравнительно высокие показатели валовой и товарной продукции промышленности и сельского хозяйства в расчете на 100 га площади и на 1 жителя;
- 5) развитие перерабатывающих производств одновременно в лесхозах и на предприятиях Минлеспрома, Минместпрома и других министерств и ведомств.

Важными показателями лесохозяйственной деятельности являются объемы лесовосстановительных работ и общая сумма операционных расходов, т.е. затрат на выполнение всего комплекса лесохозяйственных работ и содержание лесохозяйственного аппарата (табл. 1).

Площади, освобождающиеся ежегодно в результате проведения рубок главного пользования, составляют около 30 тыс. га. Свободных площадей,