

УДК 630*56 : 630*114.3 : 631.872 : 630*24

© 1996 г. М. А. КЛИНОВ, В. С. ФЕДУЛОВ

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА И УДОБРЕНИЙ НА ОПАД, ПОДСТИЛКУ И ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ В СОСНЯКАХ КАРЕЛИИ

Разреживание и комплексный уход проводили в 46-летнем сосновом древостое брусничного типа леса. В результате снизился объем опада, в котором 70—80% составляет хвоя. Через 5 лет после разреживания толщина подстилки уменьшилась на 18%, а мощность ее почти не изменилась. При комплексном уходе толщина подстилки увеличилась на 3%, а мощность — на 4%. При этом разложение подстилки происходит быстрее. Текущий прирост по диаметру за 5 лет был достоверно выше, чем в контроле и на участке с разреживанием. Регулярные разреживания и особенно комплексный уход в сосновых насаждениях позволяют сократить сроки выращивания крупной древесины.

Разреживание, комплексный уход, опад, хвоя, подстилка, мощность, диаметр, прирост и запас.

На биологический круговорот веществ в лесу большое влияние оказывают антропогенные факторы. Одним из них являются рубки ухода. В условиях Карелии в средневозрастных сосновых древостоях вполне оправданна интенсивность разреживания до 40%, а в молодняках — до 50% по запасу [13]. Интенсивные разреживания насаждений существенно влияют на экологические условия. Степень изменения их зависит от освещенности в кронах и под пологом леса. Освещенность возрастает прямо пропорционально степени разреживания древостоев [2].

Интенсивные рубки ухода оказывают значительное влияние на количество, состав опада и степень его разложения, так как после разреживания фитомасса древостоя уменьшается. Опад представляет естественное органическое удобрение, богатое всеми элементами питания, поэтому является одним из звеньев биологического круговорота между лесом и почвой. В опаде хвоя и листья составляют 50—80% [6, 12]. В хвое содержится 40—50% от общего азота [7], которого не хватает в почвах под сосняками зеленомошными [10]. Основная часть элементов питания находится в подстилке. На скорость разложения опада оказывают влияние состав, полнота и возраст насаждений. Состав и полнота насаждений регулируются рубками ухода.

Изучение влияния рубок ухода на массу опада, мощность, запас и степень разложения подстилки проводили в 46-летнем сосновом древостое брусничного типа леса III класса бонитета. Рельеф участка ровный, почва — типичный подзол песчаный. Опытный участок находится на территории Нелгозерского лесничества. На участке заложено три постоянные пробные площади (ППП). На ППП 18-1 и 18-3 разреживание древостоя проведено по низовому методу с интенсивностью 37 и 34% по запасу, а по числу стволов — 65 и 63% соответственно. Аммиачная селитра в дозировке 150 кг·га⁻¹ азота внесена на ППП 18-1, одновременно у деревьев проведена обрезка сучьев до высоты 6,5—7,5 м. У большинства деревьев обрезанные сучья были мертвыми, начинались они с высоты 0,5—1,0 м. ППП 18-2 является контрольной, на ней периодически вырубается сухостой. Таксационная характеристика древостоя после разреживания приведена в табл. 1.

Сбор опада проводили один раз в месяц в течение 4 лет с помощью опад-

Таблица 1

Ход роста 46-летнего соснового древостоя III класса бонитета за 5-летний период после разреживания

ППП	Возраст/год исследования	Число стволов на 1 га	Сумма площадей сечения, м ² ·га ⁻¹	Средние		Полнота	Отпад		Текущий прирост	
				Д, см	Н, м		шт·га ⁻¹	м ⁻³ ·га ⁻¹	м ⁻³ ·га ⁻¹	%
18-1	46/1982	1192	15,40	12,8	12,4	0,52	—	—	—	—
(рубка + удобрение + обрезка)	51/1987	1184	19,80	14,6	14,1	0,65	8	0,5	8,9	7,1
18-2	46/1982	2640	27,21	11,5	13,4	0,96	—	—	—	—
(контроль)	51/1987	2488	30,48	12,5	14,9	0,97	152	2,3	7,8	3,4
18-3	46/1982	944	19,35	16,1	15,3	0,61	—	—	—	—
(рубка)	51/1987	940	22,0	17,3	16,5	0,68	4	0,6	6,3	3,8

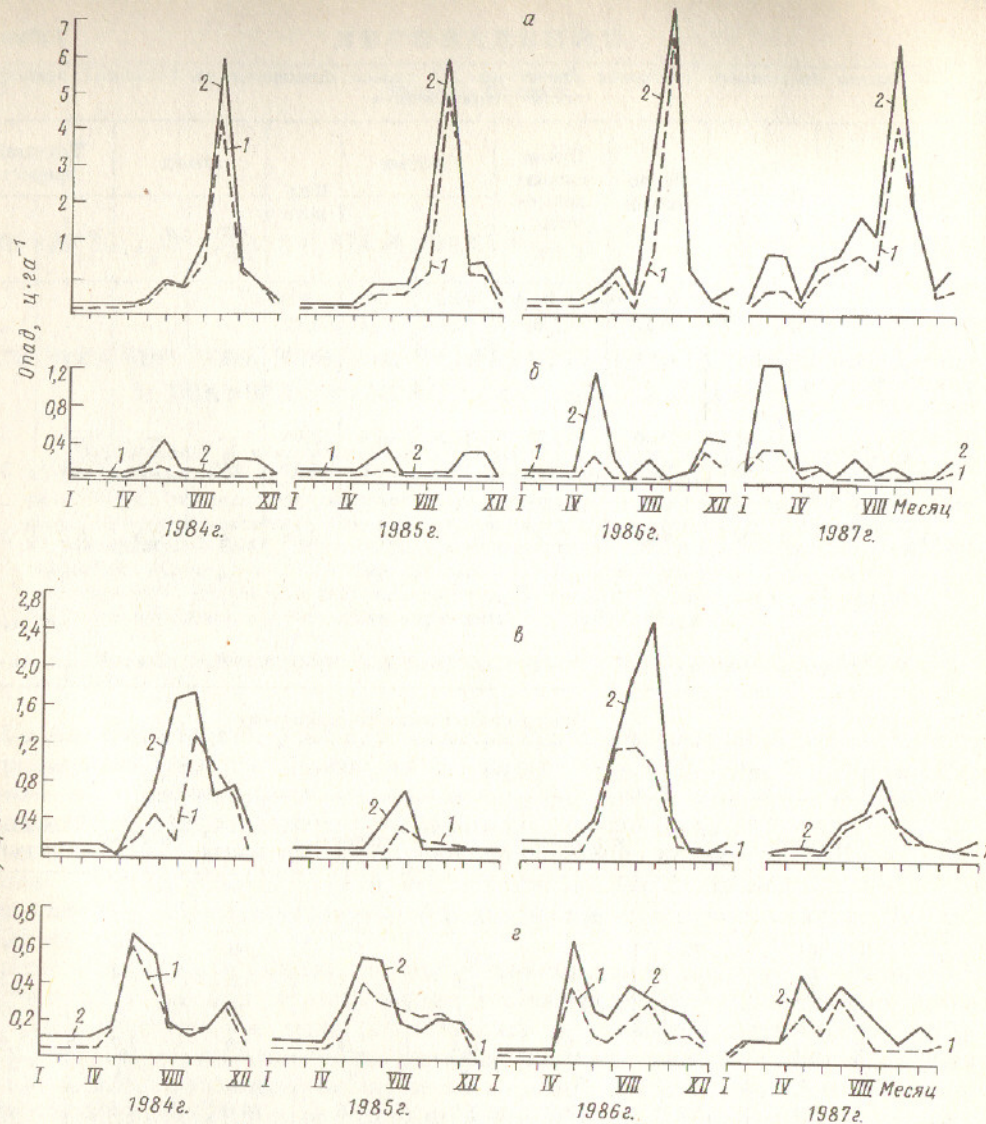
Таблица 2

Влияние разреживания на опад в 46-летнем сосновом древостое брусничного типа леса

Состав опада	Опад по годам после разреживания							
	1984		1985		1986		1987	
	контроль	опытный участок	контроль	опытный участок	контроль	опытный участок	контроль	опытный участок
Хвоя	14,4 71	11,4 74	16,3 73	11,0 79	18,9 59	14,0 69	15,4 65	11,2 73
Кора	2,6 12	2,1 14	2,5 11	1,6 11	2,5 8	1,5 7	2,2 9	1,5 10
Ветви	1,4 7	0,6 4	1,7 8	0,4 3	2,9 9	0,9 5	3,7 16	1,0 7
Прочее	2,1 10	1,2 8	1,8 8	1,0 7	7,6 24	4,0 19	2,3 10	1,5 10
Всего	20,5 100	15,3 100	22,3 100	14,0 100	31,9 100	20,4 100	23,6 100	5,2 100

Примечание. В числителе — ц·га⁻¹, в знаменателе — %.

уловителей, которые были установлены на ППП 18-2 и 18-3 по 10 шт. на каждой. Собранный опад высушивали при температуре 105° до абсолютно сухого состояния, разделяли на фракции и взвешивали. В конце 5-го года после проведения ухода в сосновом древостое были взяты образцы подстилки в 40-кратной повторности на контрольной, пройденных рубкой ухода и комплексным уходом ППП 18-2, 18-3 и 18-1. Образцы подстилки вырезали лопатой по шаблону размером 0,25 × 0,40 см, предварительно срезав весь живой напочвенный покров. Замеряли толщину каждого образца подстилки и проводили взвешивание образцов с точностью до 1,0 г. Для определения абсолютно сухой массы подстилки от каждой пробной площади отбирали средний образец, который методом сухого рас-



Динамика поступления опада в разреженном (1) и неразрезанном (2) древостоях, ц·га⁻¹: а — хвоя, б — ветви, в — прочее, г — кора

сеивания подразделяли на три фракции по размеру частиц растительных остатков: $> 5,1$ — 5 и < 1 мм, считая первую фракцию неразложившимся, вторую полуразложившимся и третью разложившимся опадом.

Повторная таксация древостоя на ППП, проведенная через 5 лет после закладки опытов, позволила определить все таксационные показатели. Разница текущих приростов на опытных участках и контрольном показала, какое влияние оказали рубка ухода и комплексный уход на рост деревьев и всего древостоя за 5-летний период.

Все результаты массовых измерений подвергали статистической обработке. Точность большинства результатов исследования составила не более 5%.

Интенсивные рубки ухода в насаждениях изменяют экологические условия, в результате происходят количественные и качественные изменения в ассимиляционном аппарате деревьев [3, 5, 8]. За 5-летний период после раз-

реживания древостоя диаметр крон у деревьев по отношению к контролю увеличился на 10—20%. В неразрезанном древостое у деревьев средней и низших ступеней толщины диаметр крон уменьшился в пределах 10%.

Уменьшение фитомассы древостоя после интенсивного разреживания сказалось на величине опада (табл. 2), объем которого в течение 5-летнего периода после проведения рубки ухода в разреженном древостое значительно меньше, чем в неразрезанном.

В разреженном сосновом древостое опад содержит 69—79% хвои, а в неразрезанном — 65—73%. Остальную часть опада составляют кора, ветви и прочее (крылатки семян, семена, шишки и др.). Несмотря на короткий период исследования, с возрастом соснового древостоя наблюдается тенденция увеличения количества опада.

В течение года на почву поступает неодинаковое количество органического опада (табл. 3). Максимальное количество опада в течение исследуемого периода приходится на сентябрь, а минимальное — на снежный период года. Опад в сосновых насаждениях после разреживания уменьшается. За 5-летний период после разреживания годовой опад уменьшился от 25 до 37%. Уменьшение опада в разреженном древостое в течение года колеблется от 1 до 78%.

В результате улучшения светового режима после разреживания древостоя повышается фотосинтетическая деятельность хвои, которая сокращает длительность ее жизни [9, 11, 14], поэтому интенсивная рубка ухода в сосновом древостое не вызвала значительного уменьшения количества опада. В разреженном древостое опад хвои на 21—32% меньше, чем в неразрезанном. В течение года объем опада хвои неодинаков (рисунок).

Годовой опад коры в течение 5-летнего периода в древостое после проведения рубки ухода уменьшился на 0,5—1,0 ц·га⁻¹, или на 20—39% по отношению к неразрезанному древостое (табл. 2). В течение года уменьшение опада коры в древостое после разреживания изменялось от 0 до 97% (рисунок). Максимальный опад коры в разреженном и неразрезанном древостоях происходит в период конец мая — август.

После интенсивного разреживания древостоя (63% по числу стволов) опад ветвей за период исследования уменьшился в 3,4 раза (табл. 2). Опад ветвей в течение года протекает неравномерно (рисунок). Размер его зависит от погодных условий (сила ветра, количество осадков и температура воздуха). Максимальный опад ветвей в древостое был в феврале и марте 1987 г. Причиной увеличения опада была снежная зима. Облом ветвей происходит под тяжестью снега, особенно у тонкомерных деревьев в неразрезанном древостое.

В общем опаде на фракцию «прочее» (шишки, семена, крылатки семян, микро-стробила и др.) приходится около 10%. Опад этой фракции также неравномерен в течение года (рисунок). Основная масса опада падает на вегетационный период и составляет 72% от годового объема. В разреженном древостое опад фракции «прочее» в 2 раза меньше, чем в неразрезанном.

Из опада древесной растительности и растений напочвенного покрова с течением времени образуется лесная подстилка. Постепенно разлагаясь, лесная подстилка обогащает почву органико-минеральными соединениями, поэтому она имеет большое значение для роста леса. Активное вмешательство в жизнь леса (рубки ухода, внесение удобрений и др.) оказывает значительное влияние на мощность и степень разложения лесной подстилки, которое может быть положительным или отрицательным для роста леса.

В сосняке брусничном III класса бонитета на пробной площади 18-3 через 5 лет после рубки ухода толщина подстилки уменьшилась на 0,7 см, или на 18%, но масса ее почти не изменилась, т. е. произошло ее уплотнение (табл. 4). На пробной площади 18-1 после комплексного ухода толщина подстилки почти не увеличилась (0,1 см), а масса возросла на 1,2 т·га⁻¹, или на 4%.

Рубка ухода и комплексный уход оказали положительное влияние на разложение лесной подстилки (табл. 4). В неразрезанном древостое частицы подстилки размером > 5 мм составляют 36%, в разреженном — 24%, а в пройденном комплексным уходом — всего 13%. Следовательно, после проведения рубок ухода, особенно комплексного ухода, в древостоях создаются благоприятные условия для разложения подстилки.

Опад в 46-летнем сосняке брусничном после проведения рубки

Месяц	Опад по месяцам на пробных площадях, ц·га ⁻¹					
	18-2 (контроль)		18-3 (рубка 34%)		18-2 (контроль)	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t_{Φ}	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	% к конт-ролю	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	% к конт-ролю
I	0,54±0,120		0,22±0,027	41	0,52±0,131	1985 г.
II	0,54±0,120		0,22±0,027	41	0,52±0,131	0,24±0,028
III	0,54±0,129		0,22±0,027	41	0,52±0,131	0,24±0,028
IV	0,54±0,120		0,22±0,027	41	0,52±0,131	0,24±0,028
V	0,81±0,120		0,59±0,028	72	1,31±0,200	0,24±0,028
VI	2,45±0,225		1,74±0,155	71	2,07±0,232	0,54±0,120
VII	2,14±0,238		1,65±0,141	77	1,99±0,211	1,18±0,079
VIII	2,42±0,187		1,95±0,326	81	2,88±0,406	1,21±0,120
IX	7,03±0,483		5,50±0,342	78	7,33±0,448	1,50±0,167
X	1,59±0,195		1,37±0,120	86	1,94±0,173	5,77±0,289
XI	1,40±0,186		1,35±0,072	96	1,98±0,173	1,32±0,071
XII	0,50±0,120		0,23±0,028	46	0,73±0,262	1,31±0,071
Итого	20,50		15,30	75	22,3	0,22±0,027
I	0,73±0,262		0,23±0,027	32	0,27±0,105	14,0
II	0,73±0,262		0,23±0,027	32	1,68±0,374	1987 г.
III	0,73±0,262		0,23±0,027	32	1,68±0,374	0,06±0,007
IV	0,73±0,262		0,23±0,027	32	1,68±0,374	0,60±0,212
V	2,84±0,930		1,36±0,202	48	0,34±0,116	0,60±0,212
VI	3,07±0,270		2,28±0,324	74	1,40±0,128	0,24±0,028
VII	2,74±0,558		1,50±0,371	55	1,64±0,215	0,98±0,098
VIII	7,14±0,848		2,95±0,369	39	2,52±0,306	1,21±0,171
IX	9,28±0,653		8,64±0,366	93	7,38±0,549	1,69±0,178
X	1,39±0,108		1,38±0,102	99	2,67±0,160	1,24±0,168
XI	1,21±0,294		0,84±0,241	69	0,66±0,155	5,09±0,448
XII	1,32±0,150		0,59±0,139	44	0,123±0,197	2,46±0,072
Итого	31,9		20,4	64	23,6	0,49±0,043

Примечание. В табл. 3—5 $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ — среднесафметическое значение и его стандартная ошибка; t_{Φ} — критерий Стьюдента; n — число наблюдений.

Влияние рубок ухода и комплексного ухода в сосновом древостое на физические свойства подстилки

ППП	Толщина, см		Запас, т·га ⁻¹		Размеры частиц подстилки, %		
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t_{Φ}	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t_{Φ}	>5 мм	от 1 до 5 мм	<1 мм
18-2 (контроль)	3,9±0,173	—	29,0±0,082	—	36	49	15
18-3 (рубка 34%)	3,2±0,147	3,1	28,8±0,075	1,8	24	60	16
18-1 (рубка 37% +удобрение +обрезка)	4,0±0,100	0,5	30,2±0,070	11,1	13	67	20

Таблица 5

Влияние рубки ухода и комплексного ухода на текущий прирост деревьев по диаметру за пятилетний период

Степень толщины	Текущий прирост деревьев по диаметру на пробных площадях, см							
	18-2 (контроль)		18-1 (рубка + удобрение + обрезка сучьев)				18-3 (рубка)	
	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	% к конт-ролю	t_{Φ}	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
4	8	0,16±0,066	—	—	—	—	—	—
6	61	0,10±0,016	3	0,73	—	—	—	—
8	129	0,26±0,018	18	1,31±0,127	504	8,2	3	0,47
10	128	0,55±0,025	66	1,51±0,053	275	16,4	4	0,95±0,120
12	109	0,82±0,032	83	1,76±0,043	215	17,6	38	1,01±0,062
14	92	0,97±0,030	74	1,88±0,055	194	14,5	53	1,23±0,057
16	61	1,10±0,049	41	2,05±0,086	186	9,6	65	1,26±0,041
18	18	1,35±0,070	10	2,24±0,112	166	6,7	39	1,38±0,074
20	8	1,01±0,116	—	—	—	—	21	1,51±0,054
22	5	1,18±0,197	—	—	—	—	10	1,26±0,135

Примечание. Для деревьев ступеней толщины 8—20 см $t_{st} = 2,0$; ступени толщины 22 см $t_{st} = 2,1$.

Увеличение аппарата фотосинтеза у деревьев и активизация биохимических процессов в верхних горизонтах почвы после проведения ухода в насаждениях оказывают влияние на текущий прирост по диаметру (1,4 и 9 см). Наши исследования показали, что текущий прирост деревьев по диаметру за 5-летний период после проведения рубки увеличился от 2 до 73%, а после комплексного ухода — от 66 до 175% (табл. 5). Таким образом, регулярные рубки ухода и особенно комплексный уход в сосновых насаждениях позволяют сократить сроки выращивания древесины.

В результате сокращения числа деревьев на единице площади после проведения интенсивного разреживания текущий прирост соснового древостоя по запа-

су уменьшился (табл. 1). Уменьшение среднепериодического прироста древостоя по запасу за 5-летний период после проведения рубки ухода составило $1,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. После комплексного ухода он увеличился на $1,1 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Заключение. Опад в сосновом древостое за 5-летний период после интенсивного разреживания уменьшился на 30%. В составе 70—80% массы приходится на хвою. Потери элементов питания после разреживания древостоев будут минимальными, так как хвоя, ветви и вершинки срубленных деревьев остаются на перегнивание.

Потери массы лесной подстилки за пятилетний период после проведения рубки ухода в сосновом древостое не произошло. Разложение лесной подстилки после проведения рубки ухода, особенно комплексного ухода, в древостое усиливается.

Текущий прирост по диаметру у деревьев в сосновом древостое после проведения рубки увеличился от 2 до 73%, а после комплексного ухода — от 66 до 175%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габеев В. Н. Изменение продуктивности культур сосны под влиянием рубок ухода // Тез. Всесоюз. совещ. по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск: Карелия, 1969. С. 175—176.
2. Георгиевский Н. П. Рубки ухода за лесом. М.: Гослесбумиздат, 1957. 141 с.
3. Давыдов А. В. Рубки ухода за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 184 с.
4. Зябченко С. С., Иванчиков А. А., Дьяконов В. В. Биологические основы рубок главного и промежуточного пользования // Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1985. С. 16—42.
5. Изюмский П. П. Рубки промежуточного пользования в равнинных лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1969. 152 с.
6. Казимиров Н. И., Морозова Р. М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1973. 176 с.
7. Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С. и др. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.
8. Коссович Н. Л. Динамика световых условий под пологом еловолиственного древостоя в связи с рубками ухода за лесом // Физиология древесных растений. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 129—149.
9. Коссович Н. Л. Фотосинтез и продуктивность 45-летних елей в елово-лиственном древостое в результате рубок ухода шестилетней давности // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М.: Наука, 1967. С. 129—150.
10. Морозов Р. М. Влияние хозяйственных мероприятий на плодородие почв сосновых лесов // Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1985. С. 58—69.
11. Пастернак Г. М. Влияние рубок ухода на фотосинтез бука и ели в Карпатах // Тез. Всесоюз. совещ. по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск: Карелия, 1969. С. 149—150.
12. Погребняк П. С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 440 с.
13. Синькевич М. П., Клинов М. А. Обоснование оптимальной периодичности и интенсивности рубок ухода в сосновых древостоях Карельской АССР // Тр. Петрозаводской ЛОС. Вып. 2. Петрозаводск: Карелия, 1973. С. 57—66.
14. Терешин Ю. А. Возраст хвои и ее фотосинтетическая деятельность у древесных растений // Тез. Всесоюз. совещ. по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск: Карелия, 1969. С. 115—116.