

## ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье представлены лесоводственная оценка эффективности и обоснование применения длительно-постепенных рубок при восстановлении тёмнохвойных пород в производных лесах Вологодской области.*

**Ключевые слова:** длительно-постепенные рубки, метод отбора деревьев в рубку, интенсивность рубки, состояние древостоя, сохранность элементов леса, энергия роста.

*F.N. Druzhinin, A.S. Pestovskiy*

## FORESTRY EFFICIENCY OF THE PROLONGED-GRADUAL CUTTING IN THE VOLOGDA REGION

*The forestry efficiency assessment and the substantiation of the prolonged-gradual cutting use in the dark coniferous sort re-cultivation in the production woods of the Vologda region are presented in the article.*

**Key words:** prolonged-gradual cutting, the method of tree selection for cutting, cutting intensity, forest stand condition, forest element safety, growth energy.

**Введение.** По лесорастительным условиям территория региона исследования в наибольшей мере соответствует произрастанию ельников. В структуре лесного фонда Вологодской области в результате широкого применения сплошных рубок и пожаров произошли значительные изменения. Площадь хвойных насаждений сократилась на 27 %. На их месте сформировались, занимая свыше  $\frac{2}{5}$  от покрытой лесом территории, мягколиственные насаждения при общем запасе древесины 685 млн м<sup>3</sup> [4]. В сформированной новой структуре лесного фонда, в виде производных (вторичных) лиственных насаждений, под древесным пологом на 70 % их площади имеется еловый ценоэлемент леса, способный при определённых условиях восстановить своё господство. Естественный же лесообразовательный процесс, несмотря на биологические свойства ели, позволяющие ей восстанавливать своё господство, растягивается на 150–270 лет [1, 10].

Постепенная система рубок предусматривает освоение спелых и перестойных древостоев за несколько приёмов рубок в течение 1–2-х классов возраста с целью формирования в процессе рубки хвойного насаждения из второго яруса и (или) подростка предварительного и (или) сопутствующего возобновления [6]. Последний приём завершается сплошной рубкой с сохранением благонадёжного подростка и (или) поколений деревьев хвойных пород с возрастом, не достигающим спелости. Необходимым условием для их проведения является наличие в насаждении кроме спелой также и неспелой (второй ярус) части древостоя, образующей полноту не менее 0,3–0,4 (0,5–1,0 тыс. экз/га), обладающей достаточной устойчивостью и жизнеспособностью, или подростка в переводе на крупный не менее 2 тыс. экз/га. Верховой метод отбора деревьев в рубку принимается по отпускному диаметру, который обосновывается данными настоящего исследования.

**Цель исследования.** По мере внедрения в производство выборочных форм рубок интерес к длительно-постепенным рубкам постоянно возрастает. В региональном аспекте важна лесоводственная оценка эффективности и обоснование этих рубок в системе мероприятий с учетом природно-климатических условий и рационального природопользования.

**Задачи исследования:**

- 1) оценить повреждаемость компонентов древостоя;
- 2) установить жизненное состояние господствующего и согосподствующего ярусов древостоя после лесосечных работ;
- 3) определить лесоводственную эффективность длительно-постепенных рубок;
- 4) дать заключение о целесообразности применения длительно-постепенных рубок в лесном фонде региона исследования и обосновать возможность их практического применения.

**Методы исследования.** Объектами исследования являлись опытные, опытно-производственные, производственные стационары, заложенные Вологодской лабораторией Северного НИИ лесного хозяйства, в том числе с участием и научно-методическим руководством авторов. Подбор объектов осуществлялся в соответствии с типологией В.Н. Сукачева (1972) [10] по принятой для условий Европейского Севера схеме типов леса.

Полевые работы выполнялись на специально закладываемых стационарных объектах. Площадь каждого стационара составляла как минимум 3–5 га, а вариант опыта в них по методу и интенсивности рубок не

менее 1–2 га. В каждом варианте закладывались пробные площади с учётом требований ОСТ 56-69-83 [7], методических указаний В.Н. Сукачёва и С.В. Зонна (1961) [9], охватывающие как минимум 3 пасеки в перпендикулярном направлении. Перечёт древостоя производился по породам, диаметрам, в том числе при динамических наблюдениях по фиксированным краской отметкам с нумерацией деревьев.

Лесовосстановительные процессы изучались с учётом нормативных документов [3], методических рекомендаций А.В. Побединского (1966) [8]. Учёт предварительного и сопутствующего возобновления вёлся на серии фиксированных учётных площадок, закладываемых в количестве 20–25 шт. по технологическим коридорам (волокам), в центре пасек и в полосах, примыкающих к волокам. Наряду с видом (породой) выявлялись происхождение (семенное и вегетативное), возраст, категория жизнеспособности (здоровые, в том числе с прогрессирующими темпами роста, угнетённые – снижение прироста на 40 % и более, больные – механически повреждённые, мёртвые), текущие до и после рубок приросты по высоте (у 15 особей ели, у 3–5 – по листовым породам).

**Результаты исследования.** Технологический процесс лесоразработок рассматривался в двух вариантах. Это хлыстовая заготовка древесины традиционной техникой (валка леса – бензиномоторные пилы, трелёвка хлыстов – трактора с тросово-чокерной оснасткой) и сортиментная – зарубежными машинами и механизмами (бригада вальщиков и форвардер, харвестер и форвардер).

При производстве длительно-постепенных рубок, как и при любом виде пользования, происходит повреждение компонентов древостоя. Наиболее распространёнными для древесной растительности являются: ошмыг кроны, механические повреждения ствола и корневых лап, уничтожение вместе с корнями или со сломом ствола, обломом вершины и ряд других по тонкомерной части древостоя и подроста, подлежащих сохранению (табл. 1).

Таблица 1

**Повреждаемость компонентов древостоя в пасеках (данные по 5 пробным площадям, интенсивность рубки 40–70%)**

Основные виды повреждений в процессе лесосечных работ (1–5) и после рубок (6–9)	Показатель повреждаемости по технологии разработки, %		
	Хлыстовая	Сортиментная	
		Комплекс машин	Бригада вальщиков
1. Уничтожение деревьев и подроста	3-4	5-8	2-3
2. Ошмыг кроны	1-2	1-3	1-3
3. Обдир коры до камбия	Менее 1	1-2	1-2
4. Обдир с повреждением древесины	Менее 1	Менее 1	Менее 1
5. Повреждение корневых систем	1-3	1-2	1-2
6. Разрыв корневых систем	1-2	1-2	1-2
7. Слом ствола	Менее 1	1-2	1-2
8. Облом вершины	1-2	1-2	1-2
9. Вывал	1-2	1-2	1-2

При протаскивании хлыстов по ходу их движения к волоку в летнее время повреждается узкими полосами живой напочвенный покров вплоть до сдвига подстилки отдельными пятнами вместе со всходами, самосевом и мелким подростом. В местах примыкания к магистральному волоку повсеместно наносятся механические повреждения корневым лапам деревьев, а тонкомерные стволы и подрост уничтожаются, если не оставляются «отбойные» деревья.

Ошмыг кроны, облом ствола или вершины, вывал вызываются преимущественно в процессе валки деревьев. Обдир коры, повреждения стволовой части и на корневых лапах, уничтожение самосева и мелкого подроста характерны при протаскивании хлыстов на волок, при обрезке сучьев харвестером и сборе сортиментов форвардером. Механические повреждения вплоть до уничтожения подроста, деревьев второго яруса ели в большей степени имеют место в технологической зоне пасек и в местах примыкания пасечных волоков к магистральному. Чем сложнее по составу и строению древостой, тем выше повреждаемость елового элемента леса.

В отношении технологического процесса и применяемой техники высокая сохранность и меньшая повреждаемость обеспечиваются при сортиментной заготовке древесины бригадой (звеном) вальщиков. Далее следует традиционная хлыстовая заготовка малыми комплексными бригадами, затем использование комплекса агрегатных машин. Соблюдение лесоводственных требований по сохранению естественного возобновления в пределах 60–70 % [3] при полной механизации работ (харвестер и форвардер) обеспечивается при наличии подроста в переводе на крупный – до 3–4 тыс. экз/га.

При использовании комплекса агрегатных машин увеличивается объём работ по доочистке делянок на заключительном этапе рубок. Это связано, в сравнении с разработкой лесосек малыми комплексными бригадами и бригадой вальщиков в сочетании с форвардером, не только с большей повреждаемостью компонентов древостоя, но и с отсутствием ухода в процессе выполнения основных работ.

В целом, технология с хлыстовой, а также с сортиментной заготовкой древесины бригадой вальщиков и комплексом агрегатных машин обеспечивает высокое качество лесосечных работ. Соблюдение лесоводственных требований по сохранению части господствующего яруса древостоя и подроста не связано с техническими возможностями машин и механизмов, а всецело зависит от исполнителей – их опыта и навыков по производству выборочных рубок.

Сохраняемая после лесосечных работ часть древостоя претерпевает значительные изменения. С течением времени уменьшается количество здоровых деревьев как минимум на 20–30 % (табл. 2). На берёзе и частично осине происходит с усилением через 3–4 года после рубки прорастание меристемных почек, появляются трещины на стволах от их раскачивания и сильного изгиба, что усиливает процессы заражения энтомофитовредителями [11].

До 60–80 % сохранившейся берёзы к последующим лесоучётным работам, и прежде всего на объектах интенсивных рубок, имеют дугообразную и «саблевидную» форму ствола, по направлению преобладающих ветров западного и юго-западного направлений. Ожеледь и налипание снега приводят к приземлению вершинок у отдельных тонкомерных деревьев.

Таблица 2

**Жизненное состояние господствующего и согосподствующего ярусов древостоя после лесосечных работ (над чертой) и по мере давности рубок (под чертой)**

Номер пр. пл.	Давность рубки, лет	Интенсивность рубки, %	Показатели жизненного состояния (1 – здоровые, 2 – повреждённые, 3 – усыхающие, 4 – сухостой) древостоя, %							
			Господствующий ярус				Второй ярус			
			1	2	3	4	1	2	3	4
31	13	44	<u>93,1</u>	<u>6,3</u>	<u>0,6</u>	-	<u>81,7</u>	<u>12,4</u>	<u>5,9</u>	-
			68,8	14,0	5,4	11,8	78,6	17,2	0,7	3,5
32	13	47	<u>96,2</u>	<u>3,6</u>	<u>0,2</u>	-	<u>85,0</u>	<u>9,8</u>	<u>5,2</u>	-
			65,3	15,8	-	18,9	90,3	5,6	1,0	3,1
33	13	48	<u>95,4</u>	<u>4,2</u>	<u>0,4</u>	-	<u>86,7</u>	<u>11,5</u>	<u>11,8</u>	-
			75,7	14,3	2,8	7,1	73,3	16,3	1,5	8,9
34	6	76	<u>49,8</u>	<u>50,1</u>	<u>0,1</u>	-	<u>76,8</u>	<u>21,9</u>	<u>1,3</u>	-
			44,4	55,3	0,3	-	79,6	17,4	0,5	2,5
36	11	59	<u>94,4</u>	<u>5,0</u>	<u>0,6</u>	-	<u>84,7</u>	<u>11,9</u>	<u>3,4</u>	-
			45,4	36,8	16,8	1,0	82,5	15,4	1,2	0,8
44к			<u>97,9</u>	-	<u>2,1</u>	-	<u>95,8</u>	-	<u>4,2</u>	-
			92,0	-	0,7	7,3	91,2	0,2	2,4	6,2

Степень ухудшения жизненного состояния господствующего яруса древостоя связана не с технологическим процессом (хлыстовая или сортиментная заготовка) и применяемой в связи с этим лесозаготовительной техникой, а прежде всего с интенсивностью рубки и вертикальным строением древостоя. Чем меньше интенсивность рубки и чем выше вертикальная сомкнутость в насаждении, тем выше жизненное состояние древостоя. Данная закономерность имеет свои особенности в лиственных (берёзовые, берёзово-осиновые) и лиственно-еловых насаждениях.

Высокая интенсивность рубки в сравнительно чистых, с примесью осины, березняках и подростом ели ниже  $\frac{1}{2} N_{\text{ср}}$  по древостою приводит к ослаблению жизненного состояния господствующего яруса и отпаду деревьев, в первую очередь с механическими повреждениями корневых систем.

В лиственно-еловых насаждениях ель, входящая в господствующий и согосподствующий яруса, как и лиственный полог, выполняет взаимные к нему дополнительные защитные функции. В этом случае важно, чтобы высота ели для предотвращения её ветровала была ниже как минимум на 1–2 м по отношению к лиственным породам.

В целом верховой метод отбора деревьев в рубку по отпусному диаметру приводит к резкому ослаблению устойчивости господствующего и согосподствующего ярусов. Естественный отпад лиственных пород достигает 48 % по числу стволов и до 59 % по запасу. При этом его основная часть приходится на первые 1–3 года после рубок. Усиленный отпад деревьев происходит под действием лесоразрушающих факторов, таких как снеголом, снеговал, ветролом, ветровал. Берёза повреждается в большей степени твёрдыми осадками, вызывающими её снеголом и снеговал. Гибель осины обусловлена ветровалом и ветроломом. Наибольшая его величина приходится на тонкомерные деревья и экземпляры из более крупных ступеней толщины.

Высотной-возрастной, породный состав древостоя и интенсивность рубки оказывают влияние на последующий рост лиственного яруса древостоя. Значение имеет давность кульминации и период фазы затухания приростов в высоту и по диаметру. При воздействии ветров раскачивание деревьев приводит к повреждению корневых систем, обрыву физиологически активных корневых окончаний. В свою очередь, на их восстановление затрачивается больше питательных веществ, чем на формирование стволовой древесины [2, 5].

Указанные причины вызывают ослабление энергии роста лиственных пород после первого приёма рубок (табл. 3). Снижение величин прироста происходит как в высоту, по диаметру, так и по запасу лиственной древесины. При этом чем меньше параметры (высота, диаметр) и выше отпад деревьев, тем больше различия в сравниваемых показателях до и после рубки.

Таблица 3

**Анализ роста древостоя**

Номер пр. пл.	Состав (1), полнота (2) древостоя, интенсивность (%) рубки (3) и отпада (4)				Среднегодовой (за 4-13 лет) прирост после рубки (1), его доля (%) с периодом до рубки (2)					
					$Z^h, 0,01 \text{ м}$		$Z^d, 0,1 \text{ см}$		$Z^M, \text{ м}^3/\text{га}$	
	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2
31	6Е4Б	0,43	44	9	6	24	1,3	46	-1,8	-43
32	9Б1Е	0,56	47	13	8	33	0,5	21	0,6	21
33	8Б2Е	0,35	48	16	12	48	1,5	56	0,8	17
34	6Б4Ос ед. Ол	0,35	76	3	4	15	0,2	6	1,2	22
36	6Б4Е ед.Ос	0,53	59	7	9	49	0,3	11	1,0	27

Данная особенность в большей степени проявляется в лиственных насаждениях. В лиственно-еловых древостоях ель, входящая в господствующий ярус и выполняющая определённые защитные функции по отношению к лиственным породам, ослабляет отрицательное воздействие лесоразрушающих факторов на их энергию (берёза, осина, ольха, ива) роста.

К следующему приёму рубок по лиственному пологу будет иметь место преимущественно балансовая древесина, что снижает привлекательность их последующего освоения. Исходя из этого, длительно-постепенные рубки следует ориентировать в лиственных насаждениях с более низкой их товарностью, в том числе смешанного происхождения, а также в насаждениях с высоким жизненным состоянием елового элемента леса. В лиственно-еловых насаждениях при следующем приёме в рубку будут поступать не только лиственные породы, но и частично ель, достигшая технической спелости.

Жизненное состояние и устойчивость подроста, второго яруса ели после рубок оцениваются с течением времени иначе, чем господствующий полог (табл. 4). Связано это с тем, что часть повреждённых и ослабленных деревьев ели переходит в категорию здоровых. Это подрост и второй ярус деревьев с ошмыгами кроны, поранениями коры без повреждения камбия и древесины. В категорию здоровых переходит часть деревьев согосподствующего яруса с незначительным повреждением камбия.

Таблица 4

## Жизненное состояние елового элемента леса

Состав, ярус (1), полнота (2) древостоя, давность (лет) рубки (3)			Состояние (1 – здоровый, 2 – повреждённый, 3 – усыхающий) елового элемента леса, %					
			Подрост			Второй ярус		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
5Е4Б(І)1Е ед. Б(ІІ)	0,60	0	93,5	5,3	1,2	81,7	12,4	5,9
4Е3Б(І)3Е ед. Б(ІІ)	0,73	13	97,0	2,8	0,2	78,6	17,2	0,7
8Б1Е(І)1Е ед. Б(ІІ)	0,86	0	94,6	4,6	0,8	85,0	9,8	5,2
6Б1Е(І)3Е ед. Б(ІІ)	0,99	13	96,4	3,6		90,3	5,6	1,0
6Б2Е(І)2Е ед. Б(ІІ)	0,71	0	94,5	4,2	1,3	76,0	11,5	11,8
6Б1Е(І)3Е ед. Б(ІІ)	0,63	13	98,3	1,3	0,4	73,3	16,3	1,5
5Б3Ос ед. Ол(І)2Е(ІІ)	0,56	0	96,9	2,4	0,7	46,1	51,3	2,6
5Б3Ос ед. Ол(І)2Е(ІІ)	0,59	6	98,4	1,6	0,2	81,5	15,3	1,4
7Б3Е(І)+Е(ІІ)	0,55	0	92,8	6,3	0,9	92,1	6,0	2,1
4Б3Е(І)3Е(ІІ)	0,78	11	96,8	3,0	0,2	95,0	4,2	0,8

Улучшение жизненного состояния подпологовой (деревья второго яруса и подрост) ели повышает её устойчивость, что прослеживается по данным последующего отпада. Отпад подрост минимальный и связан с его повреждением при вывале (сломе) лиственных пород, в том числе с дугообразной и саблевидной формой ствола. Примерно такая же или большая часть отпада подрост и частично деревьев второго яруса высотой менее  $\frac{1}{2} H_{cp}$  от господствующего яруса приходится на ослабленные от механических воздействий при рубках, по физиологическому состоянию и возрасту свыше 80–90 лет.

Подпологовая ель после длительно-постепенных рубок обладает высокой устойчивостью при диаметре до 18–20 см. Особи диаметром свыше 20–24 см в условиях разреженного лиственного яруса древостоя (полнота до 0,4) на 60–80 % площади подвержены ветровалу. Происходящий отпад по хвойным породам не носит массового характера и не оказывает существенного влияния на последующее формирование коренных ельников.

Особенности динамики роста ели тесно связаны с её жизненным состоянием, параметрами, возрастом, интенсивностью рубки. Чем старше ель, чем больше оказывалось на неё угнетающее влияние господствующего яруса древостоя, тем продолжительней период адаптации, тем изначально ниже темпы роста. Тем не менее, несмотря на исходные показатели, реакция ели при производстве длительно-постепенных рубок всегда положительная.

Сохраняемая при длительно-постепенных рубках подпологовая ель активно реагирует на изреживание господствующего яруса древостоя любой интенсивности. Наряду с улучшением жизненного состояния повышаются темпы роста в высоту, по диаметру и объёму (табл. 5).

Таблица 5

## Анализ роста подпологовой ели

Номер пр. пл.	Состав (1), количество деревьев ели второго яруса (2), полнота господствующего полога (3)			Среднегодовой (за 4–13 лет) прирост после рубки (1) его доля с периодом до рубки (2), %					
				$Z^d$ , 0,1 см		$Z^h$ , 0,01 м		$Z^m$ , м <sup>3</sup> /га	
	1	2	3	1	2	1	2	1	2
31	10Е+Б	725	0,30	2,8	187	35	175	5,2	217
32	10Е ед. Б	1285	0,43	2,7	193	31	207	2,4	185
33	10Е ед. Б	705	0,28	1,6	133	16	133	0,9	152
34	10Е	390	0,24	0,7	175	9	150	0,7	174
36	10Е ед. Б, Ол	750	0,25	2,5	192	26	137	1,2	149

В отличие от лиственных пород, ель активно реагирует на изреживание господствующего яруса древостоя. Благодаря оттенению, адаптация подпологовой ели на изменение условий внешней среды не пре-

вышает 1–2 лет, если среднегодовой прирост перед рубкой составлял не менее 10–15 см. Более длительный период, достигающий 3–4 лет, фиксировался у отдельных особей с возрастом свыше 90–120 лет.

В последующие годы энергия роста постоянно повышается, незакончившееся увеличение прироста в высоту, по диаметру и объёму имеет довольно высокие показатели (табл. 6). Флюктуации прироста в высоту и по диаметру прежде всего связаны с неоднородностью климатических переменных каждого года.

Увеличение среднегодового прироста за 6–13-летний период наблюдений достигает 150–220 %. По высоте этот показатель колеблется в пределах 130–210 %. Значимая энергия роста составляющих объёмного прироста, которыми являются высота и диаметр, обусловила резкое увеличение и этого показателя, а вместе с ним и запаса древесины. Среднегодовой прирост запаса связан с количеством сохранённых деревьев ели, их средними высотами и диаметрами, давностью рубки. Среднегодовой прирост запаса за 6–13-летний период после первого приёма рубок находится в пределах 1–5 м<sup>3</sup>/га, что указывает на успешность формирования ельников.

**Выводы.** Длительно-постепенные рубки следует ориентировать на освоение лиственных, лиственново-еловых насаждений с более низкой их товарностью, в том числе смешанного происхождения, при наличии кроме спелой и неспелой части древостоя (второй ярус), образующей полноту не менее 0,3–0,4 (0,5–1,0 тыс. экз/га) и обладающей достаточной устойчивостью и жизнеспособностью или подростом в переводе на крупный (свыше 1,5 м до 3–4 м) до 2 тыс. экз/га и более.

Регулирование интенсивности изреживания древостоя достигается отпускным диаметром ( $D_{отп.}$ , см) по каждой древесной породе исходя из среднего их значения ( $D_{ср.}$ , см). При назначении  $D_{отп.} = D_{ср.}$ ,  $D_{отп.} = D_{ср.} +$  ступень толщины,  $D_{отп.} = D_{ср.} -$  ступень толщины, полнота сохраняемой части господствующего яруса древостоя будет в пределах соответственно – 0,3–0,5; 0,4–0,6; 0,2–0,3.

Назначение длительно-постепенных рубок в лиственных насаждениях с отпускного диаметра позволяет решать только основную задачу – восстановление ельников. У сохраняемой части лиственных пород в большинстве своём происходит снижение энергии роста, усиливается отпад и к последующему приёму рубок дорастивается лишь балансовая древесина.

### Литература

1. *Анишин П.А.* Долгосрочно-постепенная рубка как метод восстановления коренных ельников // Мат-лы отчётной сессии по итогам НИР за 1986 г. – Архангельск: Изд-во АИЛиЛХ, 1987. – С.62–63.
2. *Веретенников А.В.* Метаболизм древесных растений в условиях корневой аноксии. – Воронеж, 1985. – 151 с.
3. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно-ценных пород при разработке лесосек и приёмке от лесозаготовителей вырубок с проведением мероприятий по восстановлению леса. – М., 1994. – 16 с.
4. Леса земли Вологодской / под. ред. *В.В. Корякина*. – Вологда: Легия, 1999. – 296 с.
5. *Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.* Физиология древесных растений / пер. с нем. *Н.В. Лобанова*. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 422 с.
6. *Мелехов И.С.* Лесоводство: учеб. для вузов. – 2-е изд., доп. и испр. – М.: Изд-во МГУЛ, 2002. – 320 с.
7. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – Введ.01.01.1984. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 10 с.
8. *Побединский А.В.* Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 64 с.
9. *Сукачёв В.Н., Зонн С.В.* Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 144 с.
10. *Сукачёв В.Н.* Избранные труды. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1972. – 418 с.
11. *Чупров Н.П.* Берёзовые леса. – М.: Агропромиздат, 1986. – 103 с.

