

# ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОМ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Учебное пособие



Ананьев, Асикайнен, Вяльккю, Герасимов, Демин,  
Сиканен, Сюнев, Тюкина, Хлюстов, Ширнин



# **ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОМ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

Учебное пособие

Ананьев, Асикайнен, Вяльккю, Герасимов, Демин,  
Сиканен, Сюнев, Тюкина, Хлюстов, Ширнин

**Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России/Ананьев В.А., Асикайнен А., Вяльккю Э., Герасимов Ю.Ю., Демин К.К., Сиканен Л., Сюнев В.С., Тюкина О.Н., Хлюстов В.К., Ширнин Ю.А. Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии. 2005. 150 с.**

*Учебное пособие посвящено опыту использования сортиментной технологии рубок ухода накопленному в России и Финляндии. Предназначено для студентов, аспирантов и специалистов в области лесного хозяйства и лесозаготовок. Книга написана и издана при поддержке научно-исследовательского проекта «Развитие системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России», финансируемого Министерством сельского и лесного хозяйства Финляндии.*

Табл. 19. Ил. 54. Библиогр.: 31 назв.

Рекомендовано УМО по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов лесных вузов.

**Авторы:** Ананьев В.А., Институт леса Карельского научного центра РАН  
Асикайнен А., НИИ леса Финляндии  
Вяльккю Э., НИИ леса Финляндии  
Герасимов Ю.Ю., НИИ леса Финляндии  
Демин К.К., Союз лесопромышленников и лесозэкспортеров Республики Карелия  
Сиканен Л., НИИ леса Финляндии  
Сюнев В.С., Петрозаводский государственный университет  
Тюкина О.Н., НИИ леса Финляндии  
Хлюстов В.К., Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева  
Ширнин Ю.А., Марийский государственный технический университет

**Рецензенты:** Обыденников В.И., Московский государственный университет леса  
Мехренцев А.В., Министерство промышленности, энергетики и науки Свердловской области

**Издатель:** НИИ леса Финляндии – METLA  
Исследовательский центр Йоэнсуу  
Yliopistokatu 6, PL 68, 80101 Joensuu  
Тел. +358 10 2111, факс +358 10 211 3113

**Оформление:** Сирпа Луукконен, FEG Oy

**Фото:** Лайтила Юха, Сиканен Лаури, Павел Чикулаев, АО «Метсятэхо», АО «Понссе», АО «Тимберджек», Finnish Forest Industries Federation

**Печать:** Gummerus Printing Saarijärvi, Finland 2005

© Авторы и НИИ леса Финляндии

ISBN 951-40-1955-5

# СОДЕРЖАНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

<b>1. Обоснование промежуточного лесопользования .....</b>	<b>7</b>
1.1. Характеристика лесорастительных и производственных условий .....	7
1.2. Лесоводственно-экологические основы рубок ухода .....	14
1.3. Виды, методы и нормативы рубок ухода .....	17
1.4. Опыт промежуточного пользования в Финляндии и Швеции .....	26
1.4.1. Краткая история рубок ухода .....	26
1.4.2. Основы рубок ухода .....	27
1.4.3. Технологии рубок ухода .....	30
1.4.4. Планирование операций .....	32
<b>2. Технология и оборудование рубок промежуточного пользования .....</b>	<b>33</b>
2.1. Технологические процессы .....	33
2.2. Применяемые машины и оборудование .....	37
2.2.1. Системы машин и оборудования .....	37
2.2.2. Основные конструктивные особенности машин и оборудования .....	42
2.2.3. Современная техника .....	52
2.2.4. Опыт создания машин для сортиментной заготовки в России .....	54
2.3. Технология лесосечных работ .....	59
2.3.1. Подготовительные работы .....	59
2.3.2. Технологические схемы разработки лесосек .....	65
2.3.3. Сортиментная технология лесозаготовок в Республике Карелия .....	72
<b>3. Эффективность и качество рубок .....</b>	<b>75</b>
3.1. Методика и критерии .....	75
3.1.1. Лесоводственный компонент .....	75
3.1.2. Технологический компонент .....	88
3.1.3. Экономический компонент .....	91
3.2. Расчет затрат на заготовку древесины по сортиментной технологии .....	92
3.2.1. Общие понятия .....	92
3.2.2. Метод расчета .....	95
3.2.3. Пофакторный анализ издержек .....	104
3.3. Границы эффективности применения систем машин при заготовке сортиментов .....	104
3.4. Лесоводственно-экологическая оценка качества рубок ухода .....	110

<b>4. Безопасность работ .....</b>	<b>113</b>
4.1. Техника безопасности .....	113
4.1.1. Общие требования безопасности .....	113
4.1.2. Требования безопасности перед началом работы .....	115
4.1.3. Требования безопасности во время работы .....	117
4.1.4. Передвижение техники и складирование лесоматериалов в зоне прохождения коммуникационных линий .....	121
4.1.5. Требования безопасности в аварийных ситуациях .....	123
4.1.6. Требования безопасности по окончании работы .....	124
4.2. Противопожарные мероприятия .....	124
<b>Заключение .....</b>	<b>127</b>
<b>Глоссарий .....</b>	<b>128</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>142</b>
<b>Приложение 1</b>	
<b>Приложение 2</b>	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лесной фонд Российской Федерации в настоящее время используется недостаточно эффективно. Рост объема лесозаготовок в последние годы происходит в основном на территории Европейской части России, что связано с транспортной доступностью лесосырьевых ресурсов. Экстенсивное и непропорциональное развитие лесоперерабатывающих предприятий оказало негативное влияние на состояние лесного фонда. Сокращение площади высокопродуктивных хвойных и одновременно накопление менее ценных мягколиственных насаждений создадут в будущем проблемы в организации рентабельного лесопользования на Северо-Западе России.

В концепции развития лесного хозяйства Российской Федерации на 2003 - 2010 годы, одобренной Правительством Российской Федерации в 2003 году, отмечается, что основой стратегии лесопользования в России должен стать принцип вовлечения в эксплуатацию всех участков лесного фонда с наличием рентабельных для промышленной заготовки лесных ресурсов. Увеличение объема лесопользования предусматривается путем повышения интенсивности лесопользования в освоенных лесах. В современных социально-экономических условиях приоритет отдан Европейской части России, несмотря на ее меньший ресурсный потенциал по сравнению с другими регионами, в связи с близостью лесных ресурсов к потребителям и рынкам сбыта, относительно развитой транспортной сетью и инфраструктурой различных отраслей. Леса этого региона имеют многоцелевое значение, и режим пользования ими требует высокого уровня ведения лесного хозяйства.

Одним из приоритетных направлений на рассматриваемый период в области лесного хозяйства является создание и разработка прогрессивных технологий и средств механизации несплошных видов рубок леса (рубок ухода, выборочных санитарных и других).

Рубки ухода имеют смысл только при ведении интенсивных форм лесного хозяйства, когда лесопользователь собирается в течение периода, сравнимого с оборотом рубки, использовать лесные ресурсы, формируя при этом определенную структуру лесного фонда. Тем самым мотивация к ведению рубок ухода должна создаваться не административными, а экономическими средствами – то есть лесопользователь должен быть заинтересован в длительном лесовыращивании и повышении качества леса. Если рубки ухода и санитарные рубки являются в конкретных случаях необходимыми и ведут к улучшению древостоя, их проведение само по себе будет в интересах собственника, а в случае долгосрочной аренды – и арендатора. Именно такому лесопользователю адресовано данное издание.

В учебном пособии изложен опыт проведения рубок промежуточного пользования, накопленный в России, Финляндии и Швеции. Уникальность данного пособия состоит в том, что в интернациональный коллектив авторов вошли эксперты ведущих НИИ и университетов лесного профиля России и Финляндии из различных областей лесного сектора: лесоводства, технологии лесосечных работ и лесной экономики. Это позволило дать комплексное, многогранное представление о промежуточном пользовании лесом на Северо-Западе России.

Издание подготовлено при поддержке научно-исследовательского проекта НИИ леса Финляндии «Развитие системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России», финансируемого Министерством сельского и лесного хозяйства Финляндии. Выражаем особую благодарность финской исследовательской компании «Метсятэхо» и проф. Рольфу Бйорнхедену за помощь в создании данной публикации.

# 1. ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

## 1.1. Характеристика лесорастительных и производственных условий

Леса Северо-Запада России в основном расположены в северной и средней подзоне тайги. *Лесорастительные условия*, характерные для этой зоны, таковы:

- короткий вегетационный период;
- относительно резкие перепады температур воздуха в летний и зимний период (от  $-35^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ );
- низко- и среднепроизводительные лесные подзолистые почвы, сформированные на ледниковых моренах;
- наличие большого процента непокрытых лесом площадей – болот, озер и рек;
- преобладание в течение всего вегетационного периода ветров западного и юго-западного направления;
- слабые несущие грунты;
- крайне редкие сроки плодоношения основных лесообразующих пород (сосна, ель);
- значительное накопление запасов мягколиственных пород вторичных лесов;
- снижение средних диаметров и объемов хлыста эксплуатируемых лесов по основным лесообразующим породам.

*Данные о лесосырьевом потенциале* Северо-Запада Российской Федерации по состоянию на декабрь 2003 г. приводятся в таблице 1.1. Анализ этих сведений показывает, что из общего запаса лесов на Северо-Западе России 76 % возможны к эксплуатации, в том числе спелых и перестойных – 74 %. По отдельным областям и республикам доля возможных к эксплуатации спелых и перестойных лесов колеблется от 67,7 % в Республике Коми до 85-87 % в Республике Карелия и Новгородской области.

**Таблица 1.1.** Краткие сведения о лесосырьевом потенциале Северо-Запада России (числитель – всего лесов, знаменатель – возможных для эксплуатации)

Наименование областей, автономных округов, республик	Площадь, тыс. га			В т. ч. спелых и перестойных		Запас, млн. м <sup>3</sup>		В т. ч. спелых и перестойных	
	общая	покрытая лесом	хвойные	всего	хвойные	общий	хвойные	всего	хвойные
Архангельская область	24 085	20 331	16 505	11 477	10 870	2 191	1 928	1 597	1 505
		15 646	12 388	8 119	7 705	1 620	1 406	1 164	1 094
Вологодская область	8 675	7 228	3 967	2 598	1 384	1 030	540	540	257
		6 572	3 451	2 316	1 204	918	468	482	223
Республика Карелия	14 760	8 736	8 287	2 724	2 647	884	823	404	383
		8 047	7 162	2 332	2 110	760	672	344	304
Республика Юми	37 948	29 329	23 210	17 918	15 665	2 850	2 334	2 103	1 775
		18 697	14 881	10 251	9 060	1 967	1 611	1 423	1 202
Ленинградская область	4 564	3 477	2 307	1 061	578	616	395	262	143
		2 581	1 748	801	416	457	285	198	102
Новгородская область	3 860	3 323	1 230	1 051	259	562	208	236	63
		2 885	1 063	916	220	488	179	207	54
Псковская область	1 381	177	613	244	69	175	95	57	16
		859	476	206	56	137	71	48	13
Итого	90 709	69 126	53 713	36 013	30 894	7 692	5 928	4 936	3 997
		52 706	39 422	24 141	20 356	5 889	4 407	3 668	2 891

Источник: Гипробум, 2003.

**Ресурсы рубок промежуточного пользования** ориентировочные данные о фактическом их размере приведены в таблице 1.2. Рубки прореживания фактически проводятся ежегодно на 0,6 % площадей с заготовкой около 0,7 % объемов древесины от ежегодного расчетного объема. Проходные рубки составляют примерно 9,2 % как по площади, так и по объему от ежегодного расчетного размера. Очевидно, можно сделать вывод о неудовлетворительном использовании ресурсов промежуточного пользования.

**Таблица 1.2.** Ресурсы рубок промежуточного пользования на Северо-Западе России.

Характеристика насаждений	Виды рубок промежуточного пользования, тыс. га/тыс. м <sup>3</sup> (ликвид)					
	прореживания	проходные рубки	рубки обновления и перестройки	итого	выборочные санитарные рубки	рубки реконструкции
Насаждения, нуждающиеся в рубках промежуточного пользования	2 305	2 173	282	4 746	3 474	81
в том числе с преобладанием хвойных пород	1 168	1 351	159	2 679	3 125	11
Ежегодный расчетный размер рубок промежуточного пользования	$\frac{126}{1\ 887}$	$\frac{125}{6\ 085}$	$\frac{22}{976}$	$\frac{272}{8\ 948}$	$\frac{126}{4\ 471}$	$\frac{0,2}{122}$
в том числе с преобладанием хвойных пород	$\frac{70}{1\ 045}$	$\frac{75}{3\ 675}$	$\frac{14}{608}$	$\frac{159}{5\ 329}$	$\frac{113}{3\ 235}$	$\frac{0,1}{1,9}$
Фактический размер рубок промежуточного пользования за межучетный период (10 лет)	$\frac{9}{129}$	$\frac{115}{5\ 630}$	$\frac{23}{1\ 989}$	$\frac{146}{7\ 728}$	$\frac{73}{1\ 456}$	$\frac{0,5}{11}$
в том числе с преобладанием хвойных пород	$\frac{6}{93}$	$\frac{90}{4\ 434}$	$\frac{14}{1\ 215}$	$\frac{111}{5\ 742}$	$\frac{62}{1\ 247}$	-

Источник: Федеральная служба лесного хозяйства, 1999.

**Таксационные показатели насаждений.** назначаемых в рубку промежуточного пользования, приведены ниже. В таблице 1.3 дано распределение площадей молодняков, средневозрастных и приспевающих насаждений по породам и классам возраста для регионов Северо-Запада (в % от общего итога).

**Таблица 1.3.** Распределение лесопокрытых площадей (%) по состоянию на 01.01.2003.

Регион	Порода			Класс возраста		
	сосна	ель	лиственные	молодняки	средне- возрастные	приспе- вающие
Архангельская область	26	54	19	50	41	9
Вологодская область	24	30	46	42	40	18
Республика Кюми	24	55	21	39	45	16
Республика Карелия	64	25	11	56	33	11
Ленинградская область	36	30	33	32	38	31
Мурманская область	43	30	27	40	50	10
Новгородская область	19	18	63	21	44	35
Псковская область	43	14	43	27	44	28

Источник: Министерство природных ресурсов, 2003.

Средняя площадь делянок при прореживаниях составляет 7 га, при проходных и санитарных выборочных рубках соответственно 10 и 8 га. Делянки большего размера отводятся в Карелии, меньшего размера – в Ленинградской области.

С 1 га эксплуатационной площади делянок в среднем назначается в рубку ( $\text{м}^3$ ):

- по прореживаниям 28  $\text{м}^3$ ;
- проходным рубкам 51  $\text{м}^3$ ;
- санитарным выборочным 19  $\text{м}^3$ .

Интенсивность изреживания по запасу при прореживаниях и проходных рубках около 20 %, санитарных выборочных – 10 %. В ряде случаев на прореживаниях в рубку назначают в основном лиственные породы деревьев, при проходных и санитарных выборочных – хвойные; состав вырубаемой части насаждения соответственно 1ЕЗС4Б2Ос, 3ЕЗС3Б1Ос и 4ЕЗС2Б1Ос. Основные параметры выбираемых деревьев приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. Параметры выбираемых деревьев.

Параметр дерева	Вид рубок	Порода			
		ель	сосна	береза	осина
Средний диаметр, см	Прореживания	10	12	12	12
	Проходные	16	16	16	16
	Санитарные	18	20	18	18
Средняя высота, м	Прореживания	10	12	13	14
	Проходные	15	15	16	16
	Санитарные	16	17	16	16
Средний объем ствола, м <sup>3</sup>	Прореживания	0,056	0,061	0,069	0,065
	Проходные	0,146	0,140	0,128	0,129
	Санитарные	0,171	0,228	0,163	0,215

Различия в средних показателях по районам в пределах одного вида рубок незначительны. На Северо-Западе России преобладают и отводятся в рубку преимущественно хвойные насаждения. На 30-40 % площади лесосек имеется подрост в количестве от 3 до 5 тыс. экземпляров на 1 га.

Диаметры деревьев в месте среза  $d_n$  могут быть определены с использованием соответствующих таблиц или по зависимости:

$$d_n = g_o d.$$

где  $g_o$  – коэффициент формы комля дерева;  
 $d$  – диаметр дерева на высоте груди, см.

Значение коэффициента формы комля: для ели и сосны 1,1-1,4; березы и осины – 1,1-1,3.

На отклонение дерева от заданного направления валки в момент падения значительное влияние оказывают направление его естественного тяготения (наклон ствола) и асимметричность кроны. По данным исследований СПб ЛТА и КарНИИЛПа, деревья хвойных пород имеют наклон преимущественно до 4°, а лиственных – до 7°.

Протяженность бессучковой зоны зависит от породы деревьев, полноты насаждений и условий местопроизрастания. Приближенные значения длины бессучковой зоны приведены в таблице 1.5. Анализ выполненных исследований размеров основания сучьев позволил установить средние и максимальные размеры оснований сучьев основных пород, которые можно принять в качестве расчетных (табл. 1.6.).

**Таблица 1.5.** Приближенные значения длины бессучковой зоны.

Вид рубок	Бессучковая зона, м			
	сосна	ель	береза	осина
Прореживание	6	3	9	10
Проходные и санитарные выборочные	17	5	9	16

**Таблица 1.6.** Размеры оснований сучьев.

Вид рубок	Наименование диаметров по крупности	Диаметры основания сучьев, см			
		сосна	ель	береза	осина
Прореживания	Средние	1,5	2	2,5	3,5
	Максимальные	5,0	3	6,0	7,0
Проходные и санитарные выборочные рубки	Средние	4,0	3	4,5	6,0
	Максимальные	10,0	8	15,0	18,0

**Почвенно-грунтовые условия.** Распределение (в %) лесопокрываемых площадей Северо-Запада по категории грунтов приведено по данным ЦНИИМЭ (1986) в таблице 1.7. Крутизна склонов в большинстве регионов Северо-Запада не превышает 15°. Однако, в Республике Коми и Мурманской области встречаются склоны более 16° (0,1-0,2 % от общей лесопокрываемой площади).

*Таблица 1.7. Характеристика почвенно-грунтовых условий.*

Область, республика	Категория грунтов			
	I	II	III	IV
Архангельская	3	27	30	40
Вологодская	1	32	34	33
Карелия	8	32	38	22
Коми	4	30	18	48
Ленинградская	6	52	10	32
Мурманская	16	74	3	7
Новгородская	3	44	20	33
Псковская	6	48	28	18

Характеристика грунтов по категориям следующая:

- Первая категория (сухие пески, каменистая почва) позволяет работать на лесосеке в течение всего года с небольшим перерывом в весеннюю распутицу.
- Вторая категория (супесчаные почвы, мелкие суглинки) допускает многократный проход машин по одному следу (волоку). В периоды весенней и осенней распутицы их несущая способность падает, но летние осадки на проходимость машин влияют мало.
- Третья категория (глинистые почвы, супеси с глинистыми прослойками) имеет повышенную влажность в течение всего теплого периода. Лесосечные машины быстро разрушают растительный слой и образуют глубокие колеи на волоках. В распутицу волоки превращаются в пльвуны, дожди вызывают сильную загрязненность волоков и трелюемой (в хлыстах) древесины.
- Четвертая категория (торфянисто-болотные, перегнойно-глеевые почвы) наиболее неблагоприятна для лесозаготовки. В периоды затяжных дождей волоки становятся непроходимыми, в сухую погоду заполнены грязью.

Из приведенных данных следует, что наиболее типичными для рассматриваемого региона являются следующие условия: крутизна склонов до 15°; категория грунтов II, III, IV; средний объем ствола при прореживаниях, проходных и санитарных выборочных рубках соответственно 0,062, 0,136 и 0,186.

## 1.2. Лесоводственно-экологические основы рубок ухода

В условиях Северо-Запада России открытые лесные площади, образовавшиеся после сплошных вырубок, через 10-15 лет практически полностью возобновляются древесными породами. В зависимости от лесорастительных условий на них формируются молодняки различной густоты и состава. Густота сомкнутых молодняков насчитывает от 10 до 20 тыс. деревьев на 1 га. Примерно на 3/4 площади молодняков преобладают хвойные породы (сосна, ель) с различной долей примеси березы и осины, а на 1/4 площади – лиственные. С целью формирования древостоев с преобладанием хозяйственно ценных пород следует проводить рубки ухода.

Своевременные разреживания в хвойно-лиственных насаждениях предотвращают отрицательное влияние березы на рост и развитие сосны и ели. Береза выступает конкурентом сосны и ели практически в течение всей жизни древостоя. В раннем возрасте она заглушает сосну и ель, а в более позднем охлестывает их боковые и верхушечные побеги. Так, в средневозрастных ельниках (с участием 30 % березы в составе древостоя) 30-40 % ели находятся под пологом березы. Дальнейшее охлестывание вершин ели приводит к суховершинности деревьев и снижению товарности древостоев.



*Рисунок 1.1. Рубки ухода изменяют строение и породный состав древостоя и влияют на условия произрастания. (Фотография: Юха Лайтила)*

Рубки ухода изменяют вертикальную, горизонтальную структуру и строение древостоев, повышают почвенно-световой прирост оставшихся деревьев. При рубках в чистых насаждениях регулируется густота. При этом должны вырубаться прежде всего деревья будущего естественного отпада. Это преимущественно деревья из подчиненной части древостоев. Как правило, эти рубки приводят к повышению среднего диаметра древостоя. При проведении разреживаний происходят прежде всего изменения в световом режиме насаждений, улучшается освещенность крон, происходит замена теневой хвои на световую, изменяются температура и влажность воздуха и почвы. Увеличение освещенности крон, оставляемых после рубки деревьев, резко повышает интенсивность фотосинтеза, что способствует увеличению прироста древесины. Зеленая масса полога после разреживания быстро восстанавливается. Даже при сильных разреживаниях (до 40-50 % по запасу) зеленая масса полностью восстанавливается в течение 7-10 лет.

Разреживание древостоя усиливает действие ветра, увеличивает силу, изгибающую ствол. В результате рубок ухода в ельниках в течение первых лет корни деревьев имеют прирост по диаметру и в длину в 1,5 - 2 раза выше прироста корней в древостоях без рубок. Повышение интенсивности роста корней после разреживаний способствует улучшению корневого питания, что особенно важно для древостоев, произрастающих на бедных и сухих почвах. Увеличение прироста корней и нарастание диаметра в комлевой части приводят к укреплению дерева в почве и смещению центра тяжести вниз, что придает деревьям большую устойчивость. Разреживание древостоев является важным лесоводственным мероприятием по предупреждению ветровалов, особенно если рубка проводится в молодом возрасте. К частым неблагоприятным явлениям в лесу следует отнести снеговалы и снеголомы. От действия навалов снега страдают в основном деревья нижней части полога. Наиболее чувствительны к воздействию снега слаборазвитые деревья – с кронами неправильной формы, особенно однобокие, деревья со стволами, отклоняющимися от вертикального положения, со слабой корневой системой. Снеговал зачастую проявляется под воздействием ветра. В подчиненной части полога снежные массы на кронах деревьев задерживаются довольно долго, в то время как на вершинах господствующих деревьев снег не накапливается. С увеличением густоты древостоя увеличивается число поврежденных деревьев. В чрезмерно загущенных древостоях, с большим количеством отставших в росте и с однобокой формой кроны деревьев, могут наблюдаться их массовое повреждение и гибель. Разреживание древостоя с формированием симметричных крон, удаление деревьев с наклонными стволами способствуют устойчивости их к снеголому. Наибольшая устойчивость деревьев наблюдается при использовании низового метода с интен-

сивным разреживанием. Комбинированный метод способствует снижению снеговала и снеголома, хотя в меньшей степени, чем низовой. При верховом методе наблюдается увеличение повреждений. Поэтому в районах, где часты явления снеговала и снеголома, верховой метод следует применять ограниченно. При выращивании устойчивых против снежных навалов ельников необходимо в раннем возрасте, с момента смыкания крон, стремиться к формированию такой сомкнутости, когда каждое дерево имеет достаточную площадь для нормального формирования кроны.

Проведение разреживаний оказывает влияние на микроклиматический режим насаждений, изменяя ход почвенных процессов. Так, в сосняке черничном в период прореживаний на участках с интенсивностью рубок 35-40 % по запасу средняя за вегетационный период температура почвы на глубине 5-10 см на 1-1,5° выше, температура воздуха на высоте 2 м на 0,5 - 1° выше, а относительная влажность на 5 % ниже, чем в древостоях без рубок.

Под влиянием разреживаний умеренной интенсивности влажность почвы повышается на 5-10 %, и чем больше интенсивность, тем она выше. Повышение влажности происходит сразу после разреживания, затем по мере накопления зеленой массы (хвои) и корней наблюдается ее падение до уровня древостоев без рубки. Эти изменения благотворно сказываются на микробиологической деятельности организмов в лесной подстилке. Отмечено уменьшение гумуса на разреженных участках, что в свою очередь свидетельствует об усилении процесса минерализации почвы. Накопление и минерализация гумуса зависят от состава древостоев. Так, в елово-лиственных древостоях при разреживаниях с полным удалением лиственных пород в большинстве случаев происходят повышение кислотности, накопление грубого гумуса и как следствие – ухудшение общих свойств почв. В сосняках, произрастающих на песчаных почвах, удаление из состава березы приводит к уплотнению подстилки, вызывает тенденции к выносу из нее азота, фосфора, калия. Рубки ухода умеренной интенсивности вызывают незначительные изменения в свойствах верхних горизонтов почвы. Систематические разреживания древостоев сильной интенсивности в неблагоприятных для их проведения условиях местопроизрастания приводят к устойчивым нежелательным изменениям плодородия почвы и снижению производительности древостоев.

Индикатором устойчивого изменения физико-химических свойств в верхних горизонтах почв является растительность травяно-кустарничкового и мохового ярусов. Эти изменения связаны с возрастом и составом древостоя, почвенно-грунтовыми условиями, интенсивностью и сроками повторяемости рубок. В хвойных древостоях после проведения разреживаний усиливается рост кустарников и подлеска, а это, в свою очередь, приводит к изменениям в гумусовом горизонте почв. К отрицательным проявлениям следует отнести появление злаков, уплотнение подстилки и разрастание ягодных кустарников.

Это следует отнести, в первую очередь, к условиям типа леса сосняк-брусничник. Влияние разреживаний проявляется эпизодически, уменьшаясь с возрастом и усиливаясь после очередной рубки с последующим затуханием. Умеренные разреживания (при незначительном изменении состава древостоя) с ориентацией на последующее восстановление полога кроны деревьев не вызывают существенных изменений на почвенном покрове и почвообразовательном процессе.

Практический интерес представляет еще один аспект устойчивости, связанный с сохранением формы стволов деревьев после разреживаний древостоя. Рубки с повышенной интенсивностью могут привести к изменению формы стволов деревьев, увеличению их сбежистости, уменьшению полндревесности. Это в основном относится к деревьям по размерам ниже средних. Чем крупнее дерево, тем устойчивее форма его ствола и кроны.

В некоторых случаях, например, в целевых хозяйствах, ориентированных на получение высококачественного пиловочника, рекомендуется проведение обрезки сучьев деревьев. Во многих странах мира обрезка сучьев стала необходимым мероприятием при лесовыращивании. Это мероприятие позволяет получить высококачественный пиловочник и фанерное сырье. Обрезка сучьев способствует также снижению пожарной опасности древостоев. Проведение первой обрезки сучьев рекомендуется одновременно с первым прореживанием в возрасте 20-30 лет. Это обеспечивает быстрое зарастание срезов. Удалять живые ветви следует в количестве не более 30 % живой кроны. При этом потеря прироста будет незначительной.

Изыятие из древостоев деревьев потенциального отпада в значительной степени ограничивает выброс в атмосферу углекислого газа – продукта гниения и разложения древесного детрита, поддерживая тем самым положительный баланс кислорода в атмосфере.

Разреживание древостоев приводит к изменению всех компонентов лесной экосистемы. Сохранение ее целостности и устойчивости может быть обеспечено лишь при соблюдении научно обоснованных лесоводственно-экологических норм разреживаний древостоев по интенсивности и срокам повторяемости рубок.

### **1.3. Виды, методы и нормативы рубок ухода**

В зависимости от возраста древостоев и целей ухода за лесом выделяются следующие основные виды рубок промежуточного пользования (ухода): осветления, прочистки, прореживания, проходные рубки, рубки обновления и перестройки, выборочные санитарные рубки.

**Осветления** проводятся в молодняках до 20-летнего возраста, главная задача которых – улучшение породного состава и регулирование густоты насаждений. Они проводятся в насаждениях, где имеется опасность заглущения главной породы.

**Прочистки** проводятся в молодняках (в возрасте 21-40 лет). При данном уходе, кроме формирования желаемого состава древостоев, регулируется оптимальная густота его, при которой возможно получение наибольшего прироста главных пород в высоту. Они назначаются в чистых молодняках с полнотой 0.9 и выше, а в смешанных – 0.6 и выше.

**Прореживания** назначаются в хвойных древостоях с 41 до 60 лет, а в мягколиственных – в возрасте 21-30 лет. Прореживания направлены на создание благоприятных условий для правильного формирования ствола и кроны лучших деревьев. При прореживаниях удаляются деревья, имеющие пониженный прирост и отставшие в росте, а также лиственные породы, затеняющие перспективные деревья хвойных пород. Прореживания назначаются в древостоях с полнотой 0.8 и выше, а если еще не сформировался желаемый состав, то с полнотой 0.7.

**Прходные рубки** осуществляются после прореживаний в течение одного класса возраста (в хвойных древостоях за 20 лет, а лиственных – за 10 лет) до наступления возраста главного пользования. Прходные рубки завершают отбор деревьев лучшего качества и создают благоприятные условия для увеличения прироста по объему лучших деревьев и улучшения качества древостоя. Прходные рубки в насаждениях с преобладанием хвойных пород в составе проводят с соблюдением тех же рекомендаций, что и прореживания. При этом оставляемые высококачественные, хорошо растущие деревья должны по возможности равномерно размещаться по площади. Прходные рубки следует проводить в смешанных (примесь лиственных пород 2 единицы состава и более) древостоях с полнотой 0.7 и выше, при меньшем участии лиственных – с полнотой 0.8, а в чистых – 0.9 и выше.

**Рубки обновления** направлены на омоложение и улучшение санитарного состояния древостоев, сохранение и усиление защитных и водоохраных функций леса. Они проводятся в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях, в лесах, где не допускается проведение рубок главного пользования. При рубках обновления в первую очередь вырубается деревья перестойного возраста, а также поврежденные и фаутные. Для сохранения устойчивости разреженных древостоев следует оставлять на корню примесь березы и осины (не более 10-15 % каждой).

**Рубки перестройки** проводятся с целью коренного изменения возрастной структуры, т.е. перестройки одновозрастных в разновозрастные. Это необходимо в лесах водоохранного, защитного, санитарно-гигиенического назначения. Данный вид рубки используется для перестройки мягколиственных насаждений со вторым ярусом и подростом хвойных пород в хвойные насаждения. Основными целями рубок обновления и перестройки в водоохраных лесах являются:

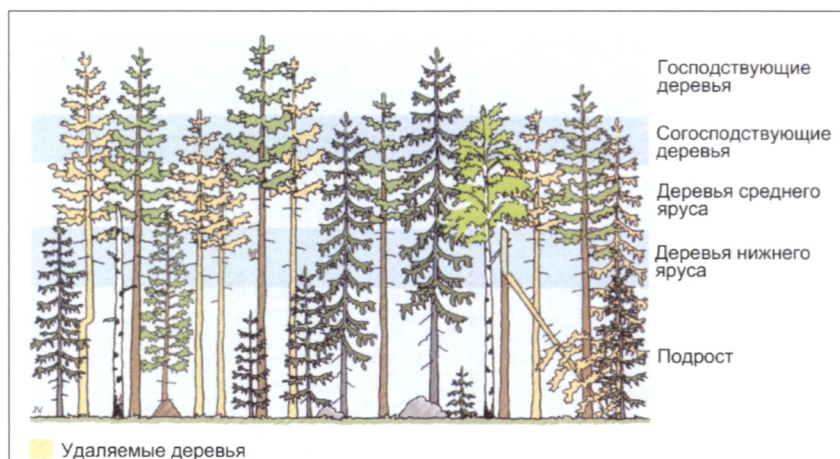
- улучшение породного состава древостоев;
- повышение устойчивости и продуктивности;
- улучшение санитарного состояния древостоев;
- сохранение и усиление водоохраных функций леса.

**Выборочные санитарные рубки** проводятся для оздоровления и улучшения санитарного состояния насаждений путем выборки усыхающих, пораженных вредителями или болезнями деревьев. В соответствии с "Санитарными правилами в лесах Российской Федерации" они назначаются в насаждениях, где отмечено повышенное количество ветровалных и буреломных деревьев, а также пораженных болезнями и заселенных стволовыми вредителями.

В лесах рекреационного назначения ведутся **ландшафтные рубки**, направленные на формирование лесопарковых ландшафтов, улучшение их эстетических свойств и создание устойчивых насаждений. Они проводятся прежде всего в насаждениях, прилегающих к местам активного отдыха, размещения отдыхающих, расположения историко-культурных объектов, экскурсионных, туристических и экологических маршрутов.

**Методы ухода и отбора деревьев в рубку.** Под методом рубок ухода понимают определенный порядок, в соответствии с которым проводится отбор деревьев в рубку. От метода рубок ухода в определенной степени зависят ценность продукции промежуточного пользования, изменение состава смешанных насаждений и т. д. В качестве основного принципа отбора деревьев в рубку при рубках ухода применяют низовой и верховой методы.

В чистых сосняках и ельниках в рубку назначаются деревья с диаметром меньше среднего по насаждению, отставшие в росте IV и V классов роста, т.е. из подчиненного полога. При этом формируется древостой с четкой горизонтальной сомкнутостью. Такой метод ухода называется низовым (рис. 1.2.). Если насаждение при первом приеме было очень густым, то и во второй прием рубки следует применять низовой метод ухода.



*Рисунок 1.2. Ярусность в прореживаемом древостое и принцип низового ухода. (Рисунок: АО «Метсятэхо»)*

При верховом методе в рубку назначаются деревья преимущественно из верхнего полога. В основном он применяется в смешанных и сложных древостоях, где главная порода находится во втором ярусе. Большое значение имеют верховые разреживания и в том случае, когда необходимо добиться быстрого наращивания диаметра господствующих деревьев за счет сильного разреживания господствующей части полога, а также когда нужно получить в качестве промежуточного пользования спецсортименты.

При комбинированном методе сочетаются верховой и низовой методы ухода, и он применяется в разновозрастных насаждениях. При своевременных разреживаниях с учетом сложившегося строения древостоев в подавляющем большинстве применяется комбинированный способ ухода, приближающийся то к низовому, то к верховому. Верховой и низовой методы применяются при прореживаниях и проходных рубках. В молодняках, где главная порода затенена и угнетена лиственными породами, используется в основном верховой метод.

В высокоинтенсивных хозяйствах, где главная порода в молодняках распространена равномерно, уход за всеми перспективными деревьями проводится по всей площади лесосеки. Такой метод ухода называется равномерным. При неравномерном распределении (отдельными группами) главной породы в молодняках проводится разреживание в биогруппах. Такой метод получил название группового. В культурах с междурядьями в 1-2 м применяется линейный метод, при котором вырубается подряд все деревья 4-7 рядов. В последующем приеме вырубается срединный ряд в каждой кулисе. Если проводится уход в междурядьях, то этот метод называется линейно-селективным.

При естественном возобновлении ели на сплошных вырубках и последующем их зарастании лиственными породами проводится коридорный метод ухода, при этом в коридорах шириной от 2 до 6 м осветляется ель.

Независимо от применяемого метода при проведении всех видов рубок ухода на всей площади делянки следует вырубать деревья больные, поврежденные насекомыми, сухие, усыхающие, наклоненные. Технически малоценные деревья с чрезмерно широкой кроной вырубает в том случае, если это не приводит к образованию больших прогалин, последние становятся причиной ветровала.

***Очередность назначения насаждений в рубки ухода.*** Рубки ухода назначаются в насаждениях не ниже IV класса бонитета. В худших условиях проводятся только санитарные рубки. Очередность проведения рубок ухода определяется лесоводственной потребностью насаждений в уходе и экономическими условиями. Лесоводственная потребность для насаждений определенной группы типов леса характеризуется следующими основными показателями: составом и возрастом древостоя; полнотой и густотой; характером размещения деревьев по площади и их взаимовлиянием на рост и развитие главных и второстепенных пород. Рубки ухода в первую очередь проводятся:

- в молодняках, где существует опасность заглущения хвойных пород лиственными;
- в древостоях при необходимости проведения очередного приема;
- в лиственно-еловых древостоях;
- в перегущенных чистых хвойных молодняках;
- в ранее неухоженных средневозрастных древостоях с преобладанием хвойных пород.

При всех равных условиях рубки ухода прежде всего назначаются в высокопродуктивных древостоях.

***Уход за древостоями на осушенных землях.*** Изменение густоты и смена пород на осушенных землях зависят от потенциального почвенного плодородия, исходной полноты и возраста, интенсивности осушения. В травяно-сфагновых типах леса, отличающихся высоким плодородием, рубки ухода должны быть направлены на уборку лиственных пород. В более бедных условиях, где преобладают чистые, с незначительной примесью березы сосняки, необходимо только регулирование их густоты. В связи с этим рубки ухода в осушенных лесах имеют следующие особенности:

- первый прием рубок ухода в молодняках и средневозрастных древостоях следует проводить через 15-20 лет после осушения;
- оптимальным вариантом проведения рубок ухода является сочетание их с ремонтом и реконструкцией осушительной сети;

- необходимость проведения ухода определяется биологическим возрастом древостоя, классом текущего бонитета и суммой площадей сечений;
- первоочередным объектом рубок ухода на осушенных землях являются сосново-лиственные молодняки (3 и более единиц лиственных в составе) и средневозрастные насаждения с примесью до 5 единиц лиственных и перестойной сосны с целью ухода за молодым поколением;
- в осушенных средневозрастных насаждениях разреживание может быть назначено в целях ухода за подростом хвойных пород, если его численность составляет не менее 1 тыс. шт./га, при этом достаточно, чтобы запас верхнего яруса обеспечивал окупаемость заготовки, а интенсивность разреживания не превышала 30 %.

На осушенных землях рубки лучше выполнять при замерзшей почве.

**Обрезка сучьев.** Для улучшения качества выращиваемой древесины одновременно с рубками ухода или через 2-3 года после ухода производится обрезка сучьев в сосновых и еловых насаждениях не ниже III класса бонитета. Особенно она необходима в еловых древостоях, сформировавшихся из подростка предварительного возобновления, где у деревьев ели на высоте 1-2 м наблюдается сильная "суковатость", т.е. сближение сучьев.

Обрезку сучьев в сосняках до 20-летнего возраста следует проводить интенсивностью до 40 % протяженности кроны, в более поздние сроки – до 30 %. В низкополнотных сосняках допустимая интенсивность – 25 %. В сосняках обрезку сучьев производят вровень с корой, в ельниках оставляют пенек до 0.5 см. Срез должен быть гладким, без зазубрин и повреждений. Наиболее оптимальный срок для проведения обрезки сучьев у ели и сосны – первая половина вегетационного периода, у последней она возможна и в более поздние сроки.

В хвойных насаждениях на сухих почвах вдоль железных и шоссейных дорог в полосе шириной 50 м в противопожарных целях рекомендуется проводить обрезку мертвых сучьев у всех деревьев на высоте до 1.5 м.

**Нормативы рубок ухода.** Основными нормативами рубок ухода являются: время начала и окончания рубок ухода; интенсивность и повторяемость. Нормативы рубок ухода позволяют формировать хозяйственно ценные древостои от момента смыкания молодняков до возраста главной рубки. При этом древостой должен поддерживаться в таком состоянии, чтобы не снизить его конечный запас главного пользования.

Целостность и экологическая устойчивость разреженных древостоев может быть обеспечена соблюдением норм по интенсивности и способу рубок. Сроки и интенсивность разреживаний зависят от скорости накопления запаса. Надежным показателем, объективно отражающим динамику запаса древостоев, пройденных рубками ухода, является средняя высота и сумма площадей сечений (абсолютная полнота). Срок проведения повторных разреживаний наступает в тот момент, когда более, чем на 20 % превышен табличный показатель, а вырубаемый запас обеспечивает окупаемость его заготовки.

Один из вариантов программы разреживаний составлен по породам и классам бонитета и приведен в таблице 1.8., где указаны сроки проведения и интенсивность каждого приема рубки. Нормативы рубок ухода могут быть изменены для каждого конкретного древостоя с учетом результатов предыдущего ухода с соблюдением экологических норм (требований), обеспечивающих формирование качественных и продуктивных древостоев к возрасту главной рубки. Нередко нарушение регулярности или ослабление интенсивности могут привести к образованию сухостоя, накоплению угнетенных и уродливых деревьев. Максимально допустимые нормативы разреживания с точки зрения конечной цели выращивания приведены в таблице 1.9. Нижние пределы разреживаний древостоев даны по двум основным показателям: числу стволов и сумме площадей сечений.

В водоохранных лесах не допускается проведение рубок главного пользования. Здесь после завершения периода проходных рубок ведутся рубки обновления и переформирования. Проведение рубок обновления и переформирования не ограничивается возрастом древостоя. Программа рубок обновления и переформирования разработана с учетом возрастной структуры, полноты древостоев, наличия жизнеспособного подроста и тонкомера (табл. 1.10.).

К абсолютно разновозрастным относятся древостои, в которых доля запаса любого поколения не превышает 50 %. К условно разновозрастным относятся древостои, в которых разница в возрасте не превышает двух классов (40 лет) и более 90 % запаса приходится на одно поколение. К относительно разновозрастным отнесены все промежуточные варианты возрастной структуры; в таких древостоях на преобладающее условно разновозрастное поколение приходится более 50 % запаса. В вышеуказанной категории древостоев при каждом приеме рубок полнота не должна снижаться менее 0.5.

Рубки обновления следует назначать в типах леса бм, вр, чр, кс, тзл IV класса бонитета и выше в среднетаежной зоне и V класса бонитета и выше в северотаежной зоне. Рубки переформирования – в типах леса бр, чр, кс, тзл III класса бонитета и выше в среднетаежной зоне и IV класса бонитета в северотаежной зоне.

**Таблица 1.8.** Показатели отбора насаждений для назначения ухода (числитель – среднетаежные, знаменатель – северотаежные).

Класс бонитета	Хвойные насаждения							Лиственные насаждения			
	возраст проведения, лет	чистые (8 – 10 ед.)			смешанные (3 – 7 ед.)			возраст проведения, лет	минимальная полнота до ухода	максимальная выборка по запасу, %	повторяемость ухода, лет
		полнота до ухода (минимальная)	максимальная выборка по запасу, %	повторяемость ухода, лет	минимальная полнота до ухода	максимальная выборка по запасу, %	повторяемость ухода, лет				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Уход за молодняками											
II–III	до 20	0.9	30	7–10	0.7	40	5–7	до 20	0.6	30	10
	до 30	1.0	25	10	0.7	40	7–10	до 30	0.7	25	15
Прореживания											
II–III	21–40	0.7	35	10–15	0.7	40	10	21–30	0.6	40	10–15
	31–50	0.7	30	-	0.7	35	15	-	-	-	-
IV	31–40	0.7	30	-	0.7	35	15	31–40	0.7	30	-
	41–50	0.7	25	-	0.7	30	-	-	-	-	-
Проходные рубки											
II–III	> 40	0.8	30	15–20	0.7	30	15	> 30	0.7	30	-
	> 50	0.8	25	25	0.7	30	20	-	-	-	-
IV	> 50	0.8	25	-	0.8	30	-	> 30	0.8	30	-
Переформирования двухъярусных лиственно-еловых насаждений (среднетаежный лесохозяйственный округ)											
II–III	-	-	-	-	-	-	-	30–50	> 0.5	70–100	-
IV	-	-	-	-	-	-	-	40–50	> 0.6	60–80	-

**Таблица 1.9.** Контрольные нормативы разреживания древостоев. Число стволов сосны и ели до возраста проведения проходных рубок приведено отдельно для среднетаежного и североатаежного лесохозяйственных округов (через косую черту).

Класс бонитета	Нижние пределы суммы площадей сечений (кв. м) и числа стволов (тыс. шт.) на 1 га в возрасте (лет)					
	20	30	40	50	60	70
<i>Сосна</i>						
II	–	13,0	16,0	17,5	19,0	21,0
	2,3/2,0	1,8/1,6	1,4/1,3	1,1	0,9	0,7
III	–	11,5	15,0	16,5	18,0	19,5
	2,6/2,3	2,1/1,9	1,7	1,4	1,1	0,9
IV	–	10,0	13,0	15,0	16,5	18,0
	3,0/2,7	2,5/2,4	2,0	1,6	1,3	1,1
<i>Ель</i>						
II	–	12,5	15,5	18,5	20,0	22,0
	1,7/1,6	1,6/1,5	1,5	1,3	1,1	0,8
III	–	11,5	14,0	16,5	18,5	20,5
	1,9/1,8	1,8/1,7	1,7	1,5	1,2	0,9
IV	–	10,5	12,5	15,0	17,0	19,0
	2,2/2,1	2,2/2,1	1,9	1,7	1,4	1,0
<i>Берёза</i>						
II	–	11,5	13,5	15,0	–	–
	1,7	1,1	0,8	0,6	–	–
III	–	9,5	11,5	13,0	–	–
	2,0	1,4	1,0	0,7	–	–

**Таблица 1.10.** Нормативы рубок обновления в водоохранных лесах (интенсивность выборки в процентах).

Полнота	Рубки обновления					
	хвойные насаждения					мягколиственные насаждения (спелые и перестойные)
	ель (спелые и перестойные)			сосна (спелые и перестойные)		
	абсолютно разновозрастные	относительно разновозрастные	условно разновозрастные	разновозрастные	одновозрастные	
1.0	35	30	25	35	30	
0.9	35	30	25	35	30	35
0.8	35	30	25	35	25	35
0.7	30	30	25	30	25	30
0.6	20	20	20	20	20	20

## 1.4. Опыт промежуточного пользования в Финляндии и Швеции

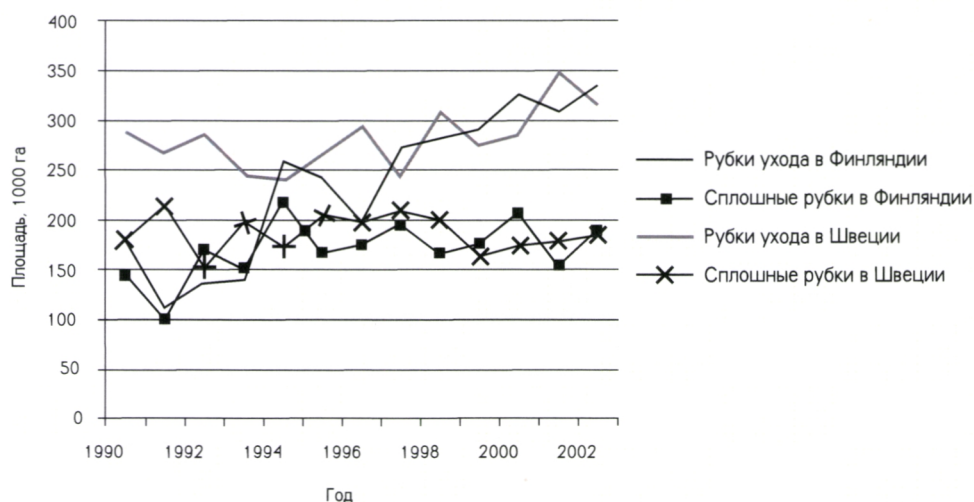
### 1.4.1. Краткая история рубок ухода

В Финляндии масштабная промышленная эксплуатация лесов началась с середины XIX века, что было связано с появлением паровых лесопильных заводов. В это время обычным явлением были выборочные рубки, при которых вырубались качественные деревья определенного диаметра, что сказалось на качестве и структуре лесов. Одновременно с развитием лесопильных заводов в Финляндии появились первые целлюлозные заводы, что вызвало спрос на маломерную древесину и послужило основой для современных коммерческих рубок ухода.

В Швеции губернии с развитой горнодобывающей и металлургической отраслями имеют очень давнюю лесоводческую традицию ведения рубок ухода в одновозрастных древостоях. Хотя лесоводы применяли много различных методов рубок ухода, самым популярным был «низовой» метод рубок ухода, при котором усилия направлялись на активизацию роста доминирующих деревьев.

На остальных территориях Швеции, в особенности в ее северных районах, использовался и «верховой» метод. Однако это были скорее не рубки ухода, а система выборочных рубок, при которых заготавливалась только деловая древесина. Была надежда, что в результате появятся новые ценные деревья. Конечным же результатом такой практики часто становились леса низкого качества и жизнеспособности. В 1950-х годах в Швеции было решено постепенно отходить от такой практики и восстанавливать леса путем сплошных рубок, лесовосстановительных работ и – в качестве превалирующего метода – рубок ухода. С тех пор этот метод доминирует во всей Швеции.

В Швеции пик рубок ухода пришелся на 1950-е годы, когда около 900 000 гектаров лесов проходились данным видом рубок ежегодно. В Финляндии аналогичным периодом стали 1960-е годы с 400 000 гектарами, пройденными рубками ухода. В настоящий момент ежегодно рубками ухода охватываются около 300 000 гектаров леса в обеих странах (рис. 1.3.), что по причине низкого экономического эффекта меньше, чем требуется с точки зрения лесоводства. Однако в Финляндии в будущем ожидается рост объемов рубок ухода. Расчетная дополнительная потребность составляет 150 000 гектаров ежегодно.



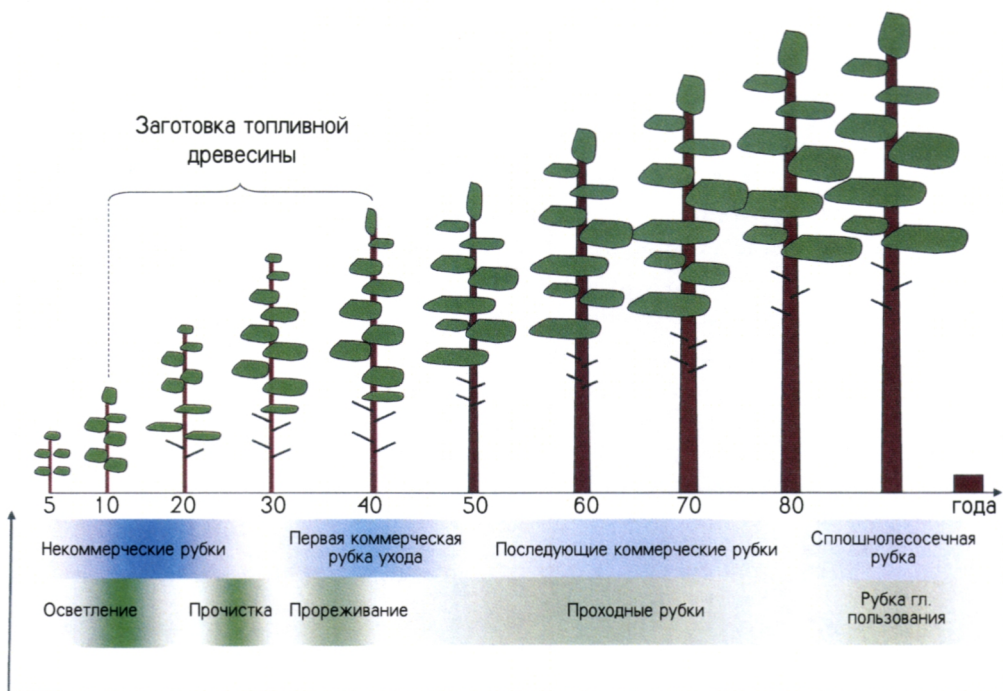
**Рисунок 1.3.** Лесопокрытые площади, охваченные сплошными рубками и рубками ухода в Финляндии и Швеции за 1990-2003 гг.

#### 1.4.2. Основы рубок ухода

В Финляндии и Швеции рубки ухода считаются важными по двум причинам:

- они увеличивают общий объем пригодной для заготовки древесины;
- улучшают качество древесины, получаемой в ходе рубок главного пользования.

Интенсивная модель управления лесными ресурсами в Финляндии и Швеции включает от одной до пяти рубок ухода за цикл. Некоторые из них могут быть некоммерческими рубками ухода в молодняках (осветления и прочистки), которые считаются лесоводческими операциями (рис. 1.4.).



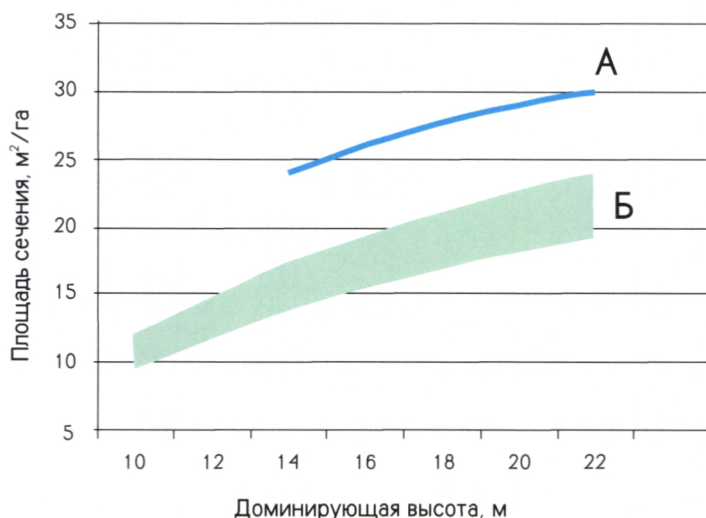
### Естественное или искусственное лесовозобновление

*Рисунок 1.4.* Сроки рубок в типичных сосновых древостоях Финляндии. Приводится финское название рубки и его русский эквивалент.

Рубки ухода в Финляндии и Швеции классифицируются по трем основным параметрам:

**Метод рубки ухода** определяет, какие деревья вырубается. При низовом методе ухода вырубается главным образом небольшие деревья. Верховая рубка означает рубку деревьев, превосходящих по росту те, которые планируется выращивать до возраста рубки главного пользования. При комбинированном методе вырубается как большие, так и маленькие деревья с целью достижения высокого качества остающегося древостоя. При любом методе рубки ухода вырубается деревья, служащие причиной чрезмерной плотности древостоя, а также поврежденные и больные деревья.

**Интенсивность рубки ухода** определяет долю вырубаемых деревьев. Интенсивность рубки регулируется соответствующими моделями. Рисунок 1.5 иллюстрирует модель рубок ухода, применяемую к еловому древостою в черничном типе леса.



- А – Рекомендуемое состояние древостоя для начала проведения рубки ухода с лесоводственной точки зрения;  
 Б – Рекомендуемое состояние древостоя после проведения рубки ухода с лесоводственной точки зрения.

**Рисунок 1.5.** Модель рубки ухода для ели европейской в черничном типе леса в Южной Финляндии.

Первая коммерческая рубка ухода часто проводится исходя из числа стволов на гектаре, хотя высота и площадь сечения древостоя еще не достигли рекомендуемого состояния древостоя для начала проведения рубки ухода. Например, в Южной Финляндии в еловых и сосновых древостоях черничных лесов при средней доминирующей высоте менее 11 м рекомендуется, чтобы после рубок ухода оставалось 1400 стволов на гектар.

**Количество коммерческих приемов рубок ухода** относится к интенсивности ухода. В настоящее время в Швеции и Финляндии, как правило, проводится от двух до трех приемов. Первый прием производится относительно поздно, например, в сосняках – при возрасте древостоя в 40-50 лет. Запас древесины на гектаре и средний объем ствола в этом возрасте достаточно большие, что снижает себестоимость. Второй прием рекомендуется провести в возрасте 60-70 лет. Окончательное решение о количестве приемов рубок ухода принимается исходя из предпочтений владельца леса.

### 1.4.3. Технологии рубок ухода

Механизация рубок ухода началась с трелевки. В 1970-х годах лесорубы валили деревья, очищали их от сучьев, раскряжевывали и пакетировали на месте. Затем форвардер трелевал стволы к дороге по волокам, расположенным на расстоянии 30 м друг от друга. В 1980-х годах более интенсивное использование однозахватных харвестеров с 10-метровым вылетом манипулятора сократило расстояние между волоками до 20 м. Сейчас в Финляндии и Швеции около 93 % рубок ухода проводятся харвестерами.

Для поздних рубок ухода подходят харвестеры и форвардеры среднего размера (рис. 1.6.). Для первых рубок ухода рекомендуется использовать технику меньших габаритов.



**Рисунок 1.6.** «Ponsse Beaver» и «Caribou» – примеры машин, подходящих как для рубок ухода, так и для рубок главного пользования. (Фотография: АО «Понссе»)

Экономическая эффективность харвестера и форвардера зависит от их производительности (табл. 1.11.).

**Таблица 1.11.** Средняя производительность по способам заготовки.

	Первая рубка ухода – возраст древостоя 30–50 лет	Последующие рубки ухода – возраст древостоя 50–70 лет	Сплошная рубка – возраст древостоя свыше 70 лет
	м <sup>3</sup> /рабочая смена (8 часов)		
Ручная лесозаготовка	5–10	10–20	–
Заготовки харвестером	30–50	50–100	120–220
Трелевка форвардером	60–80	80–100	100–200

Себестоимость древесины при рубках ухода вдвое выше по сравнению со сплошными рубками в связи с более низкой производительностью харвестера, что обусловлено относительно небольшим средним объемом заготавливаемых стволов.

Другие условия работ также имеют значительное влияние на производительность. Например, породный состав, ландшафт, условия освещения, снежный покров и низкая квалификация оператора могут снизить производительность на 40-50 % от оптимального уровня.

Инновацией рубок ухода является так называемая «комби»-машина, которая объединяет в себе харвестер и форвардер (рис. 1.7.). Пока только десятки таких машин работают в лесах Финляндии и Швеции, однако предполагается, что они станут более популярными, когда будут найдены оптимальные варианты их использования в системе лесозаготовок. Использование «комби»-машин снижает производительность по сравнению с традиционными харвестерами и форвардерами.



*Рисунок 1.7. «Valmet Combi» работает на первой рубке ухода в сосновом древостое. (Фотография: АО «Komatsu Forest Oy»)*

Использование энергии древесного топлива в Финляндии и Швеции постоянно растет. Топливная древесина заготавливается также во время первой коммерческой рубки ухода и некоммерческих рубок осветления и прочистки.

#### **1.4.4. Планирование операций**

Рекомендации по проведению рубок ухода обычно предлагаются владельцам леса в лесных планах, которые разрабатываются профессиональными лесоводами. Окончательное решение принимается владельцем леса. Компания, закупающая древесину на корню, обычно занимается планированием деланки и проведением рубок самостоятельно. Операторов машин учат планировать лесовозные волокна, выбирать деревья для рубки. Контроль за качеством и, например, мониторинг повреждений остающегося древостоя проводятся местными лесными управляющими органами. В случае низкого качества работ или слишком высокого уровня повреждений компанию-лесозаготовителя обязывают выплачивать компенсацию владельцам леса. В Финляндии доля повреждений после рубок ухода составляет в среднем 3-4 %. Рубки в летнее время вызывают больше повреждений, чем в зимнее. В целом, если повреждены менее 5 % остающихся деревьев и менее 5 % волокон имеют глубину более 10 см, то считается, что древостой пройден рубкой ухода качественно с точки зрения повреждаемости.

Требования к планированию работ по рубкам ухода намного выше, чем к планированию сплошных рубок. Освоение древостоя должно планироваться с учетом экономической устойчивости, лесоводственных требований и будущего развития самого древостоя. Качество работ важнее, чем качество получаемой древесины. Операторы харвестеров несут большую персональную ответственность, так как они самостоятельно принимают окончательные решения по проведению рубок. Поэтому при развитии промежуточного пользования в Швеции и Финляндии всегда подчеркивается роль образования.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ РУБОК ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

### 2.1. Технологические процессы

Технологический процесс лесозаготовок включает в себя два вида операций: обрабатывающие и переместительные. При выполнении обрабатывающих операций предмет труда (стоящее дерево) изменяет свое качество (размеры, форму). При выполнении переместительных операций предмет труда меняет свое положение в пространстве. К обрабатывающим операциям относятся: валка деревьев, очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов, продольная распиловка и дробление.

*Валка деревьев* с отделением стволовой части от корневой системы – это обрабатывающая операция, включающая в себя два элемента: срезание дерева (отделение ствола от корневой системы) и сталкивание или укладка в заданное положение.

*Очистка деревьев от сучьев* – это обрезка, обрубка или обламывание сучьев с поваленных деревьев. Обрезка сучьев – удаление сучьев с поваленных деревьев с помощью переносных моторных инструментов, передвижных или стационарных сучкорезных или многооперационных машин или установок. В процессе лесосечных работ обрезка сучьев может выполняться после валки на пасеке или после трелевки древесины на лесопогрузочном пункте.

*Раскряжевка хлыстов* – поперечное деление хлыстов на долготье и (или) сортименты. Раскряжевка хлыстов производится после или в процессе (харвестерами) обрезки сучьев и поэтому может быть выполнена на пасеке или ленте, либо на верхнем складе.

*Распиловка бревен* – продольное деление бревна режущим инструментом на пиломатериалы. На лесосечных работах распиловка может быть выполнена на верхнем складе.

К переместительным операциям на лесосечных работах относятся формирование пачки (деревьев, хлыстов, сортиментов), трелевка, сортировка, штабелевка, погрузка.

*Формирование пачки* деревьев и хлыстов осуществляется на пасеке или ленте после валки и обрезки сучьев.

**Формирование пачки сортиментов** осуществляется путем сбора и погрузки бревен с тех мест, куда они были уложены после раскряжевки на ленте или пасеке.

**Трелевка** – перемещение деревьев, хлыстов или сортиментов от места валки до лесопогрузочного пункта (верхнего склада) или лесовозной дороги. Трелевка может осуществляться волоком, в полупогруженном и полностью погруженном состоянии.

**Сортировка бревен** – распределение бревен по породам, размерам и качеству. Сортировка может осуществляться на пасеке или ленте в процессе формирования пачки сортиментов для трелевки (форвадером), в процессе разгрузки пачки и штабелевки бревен на верхнем складе или погрузочном пункте.

**Штабелевка круглых лесоматериалов** (деревьев, хлыстов) – укладка круглых лесоматериалов (деревьев, хлыстов) в штабель. Штабелевка осуществляется на лесопогрузочном пункте.

**Погрузка древесины** (леса) – комплекс операций по захвату, вертикальному и горизонтальному перемещению и укладке деревьев, хлыстов или сортиментов на транспортные средства. Погрузка осуществляется на лесопогрузочном пункте.

В настоящее время в зависимости от природно-производственных условий, вида рубок и целевого назначения заготавливаемого древесного сырья выделяется пять технологических процессов лесосечных работ:

**1. Вывозка деревьев.** Деревья после валки и сбора пачки треляются на погрузочный пункт, расположенный у дороги. Здесь деревья с кроной погружаются на автопоезд и доставляются на нижний склад или на площадку лесоперерабатывающего предприятия. Далее они очищаются от сучьев и раскряжевываются на сортименты определенного назначения. Сучья и отходы раскряжевки перерабатывают на топливную (в отдельных случаях – на технологическую) щепу. Заготовка и вывозка деревьев на Северо-Западе России сегодня практически не применяется.

**2. Вывозка хлыстов.** Этот технологический процесс отличается от описанного выше только тем, что либо непосредственно после валки дерева, либо после трелевки (на лесопогрузочном пункте) вручную (топором, бензопилой) или сучкорезной машиной (например, ЛП-30) удаляются сучья. Затем хлысты отгружаются на нижний склад или во двор потребителя. После раскряжевки хлыстов сортименты используются по назначению. Этот технологический процесс наиболее распространен на территории России.

**3. Вывозка сортиментов.** Этот метод заготовки древесины исторически появился первым и долгое время оставался единственным. Заготовка сортиментов на лесосеке, прежде всего при несплошных рубках (включая рубки промежуточного пользования), имеет перед описанными ранее технологическими процессами главное преимущество – лучшее сохранение оставляемых на доращивание деревьев, минимальную их повреждаемость. Ведь очевидно, что на довольно узком волоке шириной 4-5 м манипулировать бревном даже шестиметровой длины гораздо удобнее, чем хлыстом длиной 14-18 м.

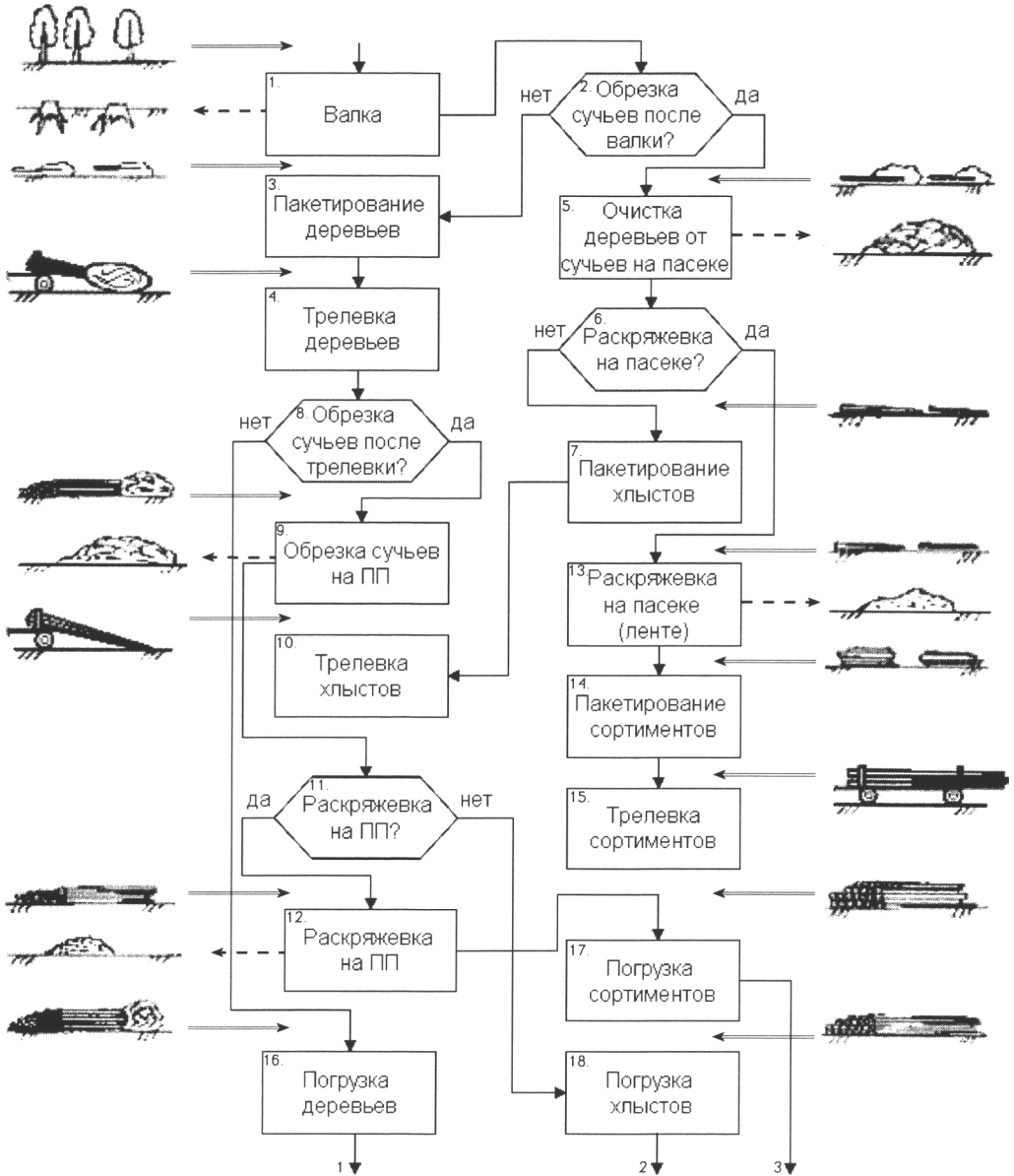
**4.** Кроме перечисленных технологий лесосечных работ в ряде случаев применяется технологический процесс *вывозка технологической щепы* для целлюлозно-бумажного производства. Совершенствование технологии целлюлозно-бумажного производства позволяет использовать для переработки всю массу дерева. При этом существенно упрощаются лесосечные работы: они включают в себя валку дерева, трелевку, иногда обрезку сучьев и частичную окорку, которые производятся одновременно (в одном потоке) с измельчением ствола на технологическую щепу. Технологическая щепа более низкого качества может быть получена путем измельчения целого дерева с кроной и корой. Заготовленная на лесосеке технологическая щепа в специальных контейнерах или автопоездами-щеповозами доставляется на целлюлозно-бумажные предприятия.

**5.** В малообъемных лесозаготовках все большее распространение, особенно в скандинавских странах, получает пятый тип технологического процесса – *вывозка пилопродукции*. Это связано с появлением легких передвижных лесопильных установок, которые по своей эффективности вполне сравнимы со стационарными лесопильными рамами и шпалорезными станками.

Рассмотрим эти типы технологических процессов по структурной схеме (рис. 2.1.). Поскольку *вывозка деревьев* на Северо-Западе России и в стране в целом в настоящее время не применяется по ряду причин (неудовлетворительное состояние лесовозных дорог, отсутствие специального подвижного состава, а главное – трудности со сбытом отходов кроны на нижних складах), можно, на наш взгляд, технологический процесс № 1, представленный блоками 1, 3, 4, 1б, не рассматривать подробно.

*Вывозка хлыстов* представлена на рисунке 2.1. двумя вариантами – № 2 (блоки 1, 3, 4, 9, 18) и № 3 (блоки 1, 5, 7, 10, 18). Они отличаются друг от друга местом выполнения обрезки сучьев, которая производится либо после трелевки на погрузочном пункте (№ 2), либо после валки на пасеке или на ленте (№ 3). При вывозке хлыстов на лесосечных работах выполняются две обработки

вающие операции: валка (блок 1) и обрезка сучьев (блоки 5 или 9). Второй тип технологического процесса целесообразно использовать на лесозаготовительных предприятиях, где имеется высокопроизводительное стационарное оборудование для раскряжевки и сортировки лесоматериалов на лесопромышленном складе.



**Рисунок 2.1.** Структурная схема технологических процессов: —> — последовательность операций; —> — потоки древесного сырья; - - -> — потоки отходов лесозаготовок; ПП – погрузочный пункт.

Третий тип технологического процесса, *вывозка сортиментов*, представлен тремя вариантами – трелевка деревьев № 4 (блоки 1, 3, 4, 9, 12, 17), трелевка хлыстов № 5 (блоки 1, 5, 7, 10, 12, 17), трелевка сортиментов № 6 (блоки 1, 5, 13, 14, 15, 17). При этом на лесосечных работах выполняются обрабатывающие операции валка, обрезка сучьев и раскряжевка. Причем в вариантах № 4, № 5 раскряжевка (блок 12) производится на погрузочном пункте (или верхнем складе). В варианте № 6 все обрабатывающие операции выполняются на пасеке (блоки 1, 5, 13).

Третий тип технологического процесса предполагается использовать для лесозаготовительных предприятий, находящихся в зоне действия целлюлозно-бумажных или деревообрабатывающих комбинатов. Особую значимость он приобретает для предприятий с небольшим объемом лесозаготовок, когда сортименты вывозятся непосредственно на склад сырья потребителя, минуя нижний лесосклад, необходимость в котором в этом случае отпадает.

Четвертый тип технологического процесса лесозаготовок (на рисунке 2.1. не показан) предусматривает *вывозку щепы*. При этом обрабатывающие операции обрезка сучьев, дробление выполняются либо на погрузочном пункте (вариант № 7), либо на пасеке (вариант № 8). Четвертый тип предусматривается применять в лесосырьевых базах целлюлозно-бумажных комбинатов, куда отправляется щепа, минуя нижний лесосклад. В зависимости от требований к качеству щепы и способа ее дальнейшей обработки возможно дробление как деревьев с кроной, так и раздельное дробление хлыстов и кроны. Определяющим фактором при выборе технологического процесса № 4 будут рынок сбыта щепы, ее качество и цена, вид транспорта и расстояние вывозки. При всех этих обстоятельствах технологический процесс № 4 целесообразно использовать при проведении рубок промежуточного пользования и переработке лесосечных отходов.

В целом приведенная структурная схема представляет собой весьма полезную методологическую разработку и может получить дальнейшее развитие.

## **2.2. Применяемые машины и оборудование**

### **2.2.1. Системы машин и оборудования**

Системой лесосечных машин называют совокупность машин различного назначения, но с взаимосогласованными техническими и технологическими параметрами, предназначенных для выполнения всего процесса лесосечных работ. В состав системы входят машины, предназначенные для выполнения в различной последовательности обрабатывающих (валка деревьев, очистка

от сучьев, раскряжевка) и переместительных (трелевка, пакетирование, сортировка) операций.

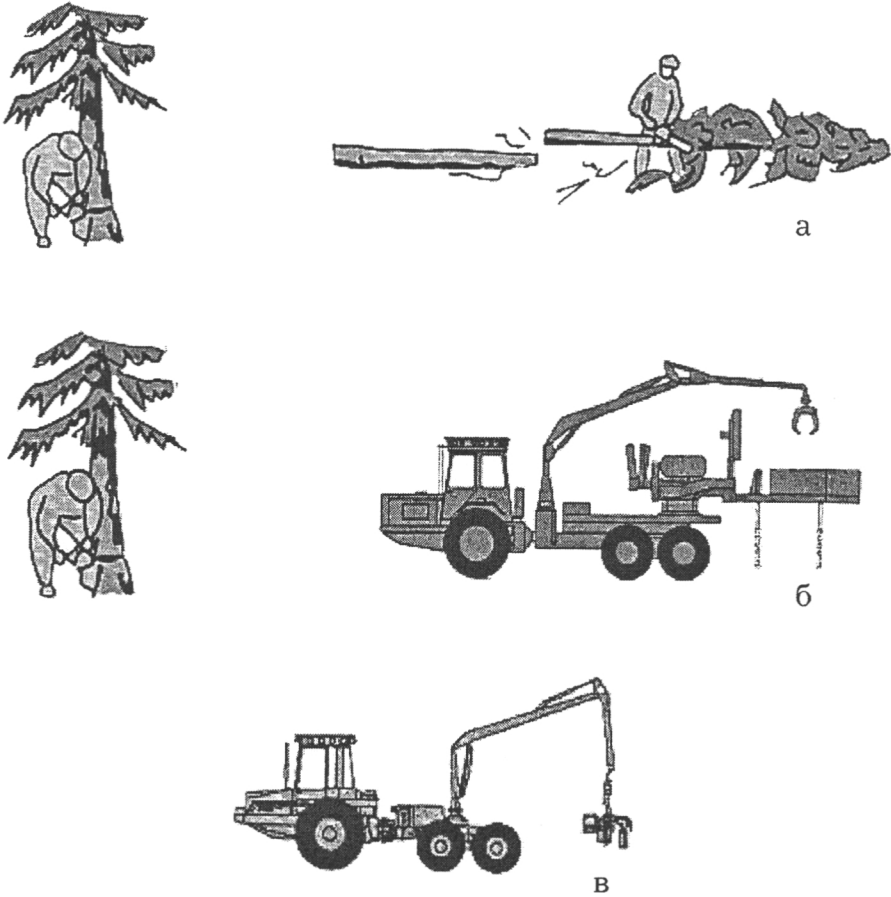
При формировании машин и оборудования в системы необходимо соблюдать следующие принципы:

- соответствия конструктивных и технологических параметров машин особенностям природно-производственных условий;
- кратной производительности машин и оборудования в системе;
- максимальной загрузки каждой машины в системе;
- минимизации приведенных затрат на заготовку древесины;
- равной надежности;
- минимальной металлоемкости;
- экологической совместимости с природной средой;
- обеспечения современных эргономических требований и охраны труда;
- однотипности базовых шасси;
- формирования систем из машин преимущественно одного производителя, осуществляющего серийное производство.

При вывозке сортиментов (технологический процесс № 3) обрезка сучьев и раскряжевка могут выполняться на пасеке либо на лесопогрузочном пункте. В свою очередь, на пасеке операции могут выполняться тремя вариантами (рис. 2.2.):

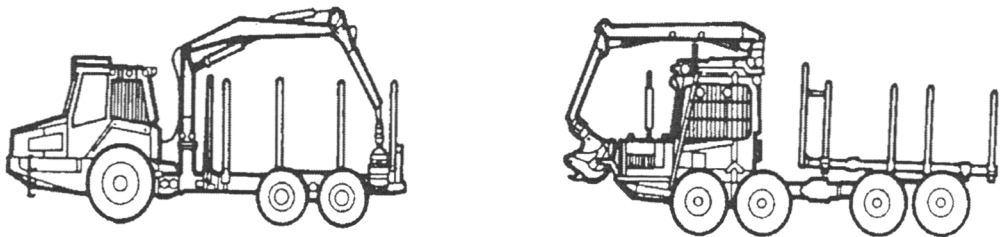
- а** все операции проводятся с помощью *бензопилы*;
- б** валка выполняется бензопилой, обрезка сучьев и раскряжевка – *процессором* (передвижной сучкорезно-раскряжевной машиной);
- в** валка, обрезка сучьев и раскряжевка проводятся одной машиной – *харвестером* (валочно-сучкорезно-раскряжевной машиной).

Таким образом, суть современной сортиментной технологии заключается в том, что обрезка сучьев и раскряжевка на сортименты – пиловочник и балансы – производятся на пасеке после валки дерева.



*Рисунок 2.2. Схемы заготовки сортиментов у пня.*

Для трелевки заготовленных сортиментов к лесной дороге, т. е. дальнейшего формирования системы, используются специализированные самозагружающиеся машины манипуляторного типа – форвардеры (рис. 2.3.). Форвардеры представляют собой 4-6-8-колесные машины с грузовой платформой для размещения сортиментов.



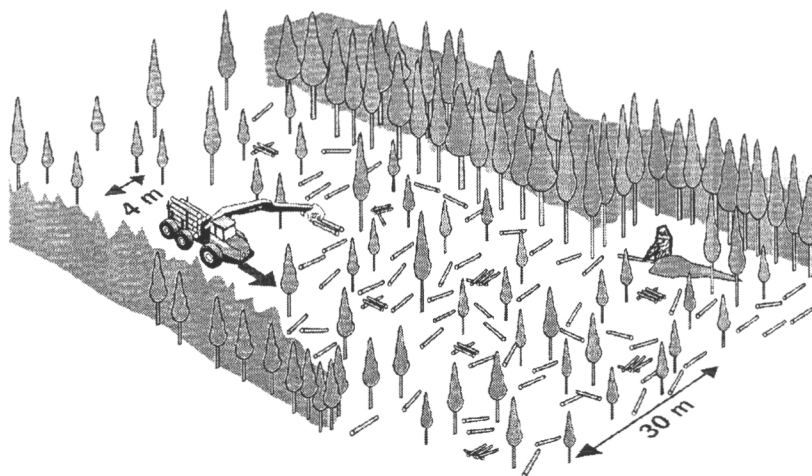
*Рисунок 2.3. Форвардеры.*

Для погрузки и разгрузки используется грейферный захват, агрегируемый на конце манипулятора. Грузовая платформа имеет ограждение и стойки для удержания груза сортиментов от смещения при транспортировке.

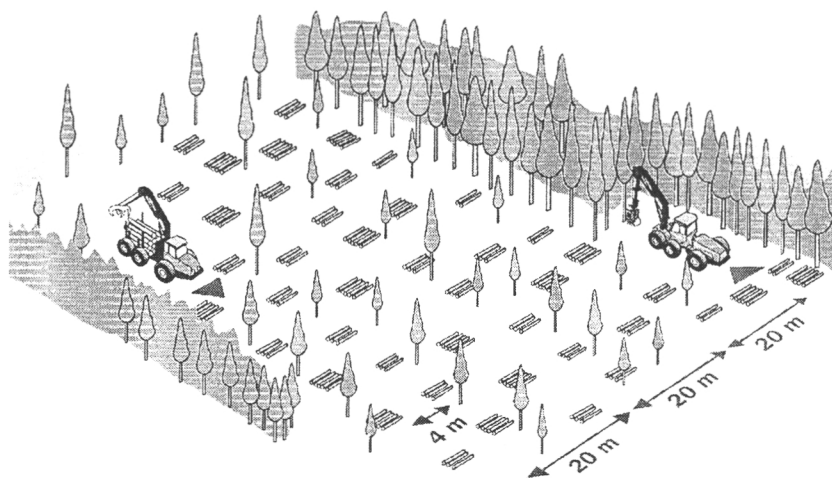
В сравнении с другими известными наземными трелевочными средствами форвардеры имеют ряд несомненных преимуществ:

- производительность форвардера меньше зависит от объемов вырубаемых деревьев. Поэтому при трелевке деревьев малых объемов, заготавливаемых на рубках ухода и промежуточного пользования, и увеличенном расстоянии трелевки форвардеры оказываются эффективнее скиддеров. Сельхозтрактора и тем более лошади не могут сравниться в эффективности с форвардерами;
- за счет наличия манипулятора с большим вылетом (до 10 м) форвардеру не требуется перемещение к каждой пачке сортиментов. Кроме того, потребная сила тяги для трелевки форвардером меньше, чем для трелевки скиддерами. Все это обеспечивает меньшую повреждаемость почвенного покрова;
- из-за меньших габаритов и осуществлении трелевки в полностью погруженном положении форвардеры меньше повреждают стоящие деревья при проведении рубок ухода и выборочных рубок;
- форвардер передвигается с большой загрузкой и невысокой скоростью, что снижает уровень колебаний и вибраций, действующих на оператора, и повышает комфортность работы;
- в соответствии с современной сортиментной технологией форвардеры при разгрузке древесины у лесовозных дорог формируют довольно компактные по площади штабеля древесины высотой 3-4 м, существенно снижая тем самым пространства, отводимые под придорожные склады;
- форвардеры могут производить сортировку древесины при погрузке и разгрузке, что положительно влияет на дальнейшее распределение леса между потребителями при вывозке автомобильным транспортом;
- за счет использования принципа перемещения сортиментов в полностью погруженном положении форвардеры исключают загрязнение древесины;
- форвардеры одинаково эффективно могут использоваться на выборочных рубках, рубках ухода и сплошных рубках главного пользования;
- при необходимости форвардеры могут эффективно использоваться для сбора и перевозки порубочных остатков.

Развитие сортиментной технологии на рубках промежуточного пользования (выборочных и ухода за лесом) и средств ее осуществления привело к тому, что сегодня наиболее значимыми оказались две системы машин и оборудования: с использованием бензопил и форвардеров (рис. 2.4.) и с использованием харвестеров и форвардеров (рис. 2.5.).



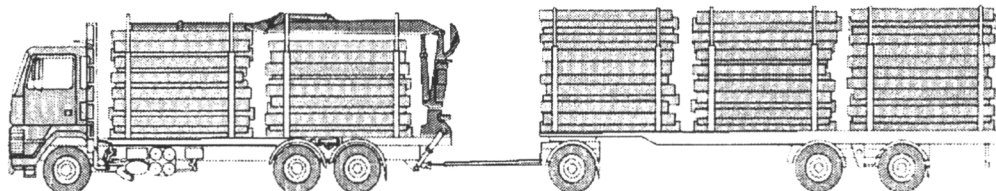
**Рисунок 2.4.** Схема разработки лесосеки с использованием бензопил и форвардера.



**Рисунок 2.5.** Схема разработки лесосеки с использованием харвестера и форвардера.

В Скандинавии наибольший удельный вес (более 90 %) имеет полностью механизированная реализация техпроцесса сортиментной заготовки древесины (харвестер + форвардер).

Вывозка заготовленной и складированной у дорог древесины производится лесовозными автопоездами с манипуляторами для автономной загрузки и разгрузки (рис. 2.6.).



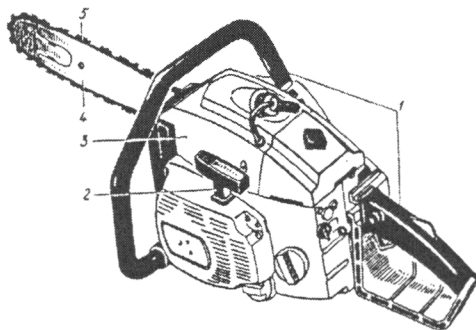
*Рисунок 2.6. Лесовозный автопоезд.*

Современные лесовозные автопоезда имеют массу до 60 тонн, длину до 22 метров, ширину и высоту 2,6 и 4 м соответственно. Средняя грузоподъемность автопоезда составляет 39,5 тонны (около 47 кубометров).

### 2.2.2. Основные конструктивные особенности машин и оборудования

**Бензомоторные пилы.** Несмотря на то, что подавляющая доля валки леса в современных сортиментных лесозаготовительных процессах полностью механизирована, механизированная валка бензомоторными пилами с использованием ручного труда не может быть полностью исключена. В России широкое использование бензопил следует прогнозировать и на ближайшие десятилетия. Это объясняется как экономическими, социальными, так и природно-производственными особенностями.

Конструкция пил должна учитывать технологические задачи, выполняемые данным видом инструмента. В технологическом процессе заготовки сортиментов с помощью бензиномоторных пил выполняются операции валки деревьев, их очистки от сучьев и раскряжевки. На сортиментной заготовке леса используются универсальные пилы, не требующие переналадок для выполнения различных операций (рис. 2.7.).



*Рисунок 2.7. Универсальная бензомоторная пила: 1 – рукоятка управления; 2 – стартер; 3 – двигатель; 4 – пильная шина; 5 – пильная цепь.*

К этой группе относятся так называемые безредукторные пилы, производимые германской фирмой «Stihl» и скандинавским концерном «Electrolux», в номенклатуре которого большое число модификаций марок «Husqvarna», «Partner» и «Jonsered». Сходными отечественными моделями являются пилы «Тайга-214», «Тайга-245» и «Крона-202».

**Таблица 2.1.** Технические характеристики некоторых бензиномоторных пил.

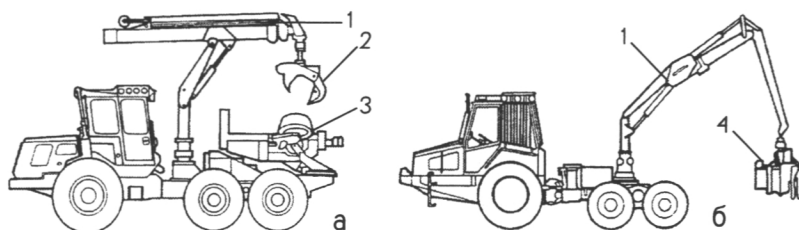
Модель/марка пилы	Отечественные		«Husqvarna»		«Jonsered»		«Stihl»	
	Тайга-214	Тайга-245	242XP	262XP	2041	2050	023C	026
Объем цилиндра, см <sup>3</sup>	80	75	42	62	40,2	48,7	40,2	48,7
Мощность двигателя, кВт	2,6	2,6	2,3	3,5	2,0	2,4	2,6	3,5
Длина шины, м	0,38	0,40	-	-	33-46	33-46	32, 37, 40	32, 37, 40
Масса (сухая), кг	8,8	8,9	4,7	5,8	4,8	4,8	4,6	4,6

В качестве режущего органа все пилы оснащаются универсальными цепями, состоящими из шарнирно соединенных правых и левых звеньев со строгоющими зубьями с направляющими хвостовиками, ограничителями глубины резания, позволяющими эффективно работать независимо от ориентации шины относительно направления волокон древесины.

**Харвестеры.** Известны два принципиально разных типа харвестеров: двухзахватные (двухмодульные, или two-grip harvester) и однозахватные (одно-модульные, или single- or one-grip harvester). Второй из упомянутых типов является более поздним техническим решением. Харвестер первого типа имеет два отдельных рабочих органа: захватно-срезающее устройство, служащее для захвата растущего дерева, его срезания и валки с последующим переносом ко второму рабочему органу – сучкорезно-раскряжевочной установке. В этой конструкции харвестера захватно-срезающее устройство агрегируется на манипуляторе, а сучкорезно-раскряжевочная установка – на базовом шасси (рис. 2.8. а).

Харвестер второго типа (рис. 2.8. б) имеет один рабочий орган, осуществляющий захват растущего дерева, его срезание и валку, протаскивание через сучко-резное устройство этого же рабочего органа для обрезки сучьев, отмер длин и раскряжевку на сортименты. Таким образом, раскряжевка производится тем же срезающим механизмом, которым дерево отделяется от пня.

Этот сложный рабочий орган – харвестерная головка – агрегируется на конце гидроманипулятора.



*Рисунок 2.8.* Два типа харвестеров: 1 – манипулятор; 2 – захватно-срезающее устройство (валочный модуль); 3 – сучкорезно-раскряжевочный модуль; 4 – харвестерная головка.

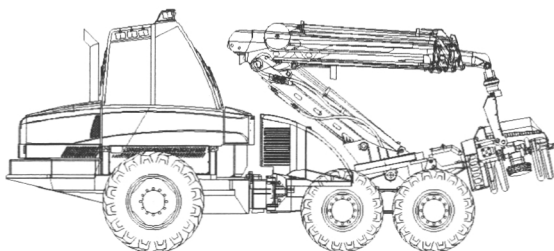
В настоящее время наибольшее распространение получили однозахватные (одномодульные) харвестеры. Именно этот тип манипуляторных машин используется для механизации рубок ухода. Большинство машин данного типа представляет собой колесное шасси с шарнирно-сочлененной рамой. Колесная формула, как правило, 8x8 и 6x6 для достаточно мощных моделей и 4x4 – для более легких и маневренных. Незначительная часть харвестеров базируется на экскаваторных гусеничных шасси (Lännen Lako, МЛ-20, CombiCat 4.3s, AFM-Magnum и AFM-60). Ряд моделей имеет специальные гусеничные или полугусеничные шасси, обеспечивающие работу машин на заболоченных участках с низкой несущей способностью грунтов (NOKKA 16WD, Farmi Trac 575H, MAKERI 34T, Terri 2020), или в качестве базового шасси используется сельскохозяйственный трактор (Patu 400 SH, FARMi). Ширина шин или гусениц обеспечивает достаточную проходимость при низком уровне удельного давления на грунт (порядка 40-50 кПа).

По общему компоновочному решению машин их можно разделить на две группы:

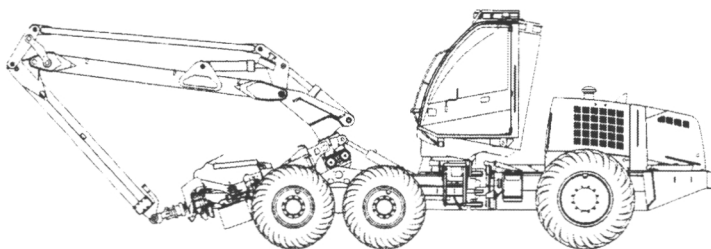
1. С передним моторным и задним технологическим модулями. На переднем моторном модуле монтируется кабина оператора с поворотным сиденьем. На технологическом модуле размещен гидроманипулятор с харвестерной головкой (рис. 2.9.). По этой схеме сконструированы, например, Ponsse HS 10, HS 15, Logset 106H, Valmet 892, 862.

2. С задним моторным модулем и передним технологическим (рис. 2.10.). При этом кабина оператора находится на технологическом модуле и управление машиной в режиме передвижения и манипулятором в режиме валки осуществляется с кресла без его разворота. На большинстве машин

кабина неповоротная, а поворотный манипулятор располагается перед ней (Timberjack 1270, 870, 570, FMG 990, 0470, Valmet 701). На других машинах кабина вместе с манипулятором располагается на поворотном круге (Valmet 901.3, 911.3).



**Рисунок 2.9.** Компонировочное решение харвестера с передним моторным модулем (Ponsse Ergo). (Рисунок: АО «Понссе»)



**Рисунок 2.10.** Компонировочное решение харвестера с задним моторным модулем (Timberjack 1270). (Рисунок: АО «Тимберджек»)

Манипуляторы, устанавливаемые на харвестерах, имеют в основном достаточно сложную комбинированную конструкцию с вылетом 9-10 м и грузовым моментом 90-100 кНм. На конец манипулятора навешивается харвестерная головка. При этом одна и та же модель харвестера может оснащаться различными альтернативными головками, отвечающими требованиям заказчика по условиям характеристик древостоя и способа рубок.

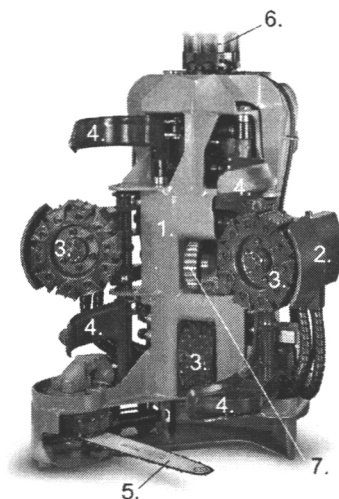
Харвестерные головки предназначены для захвата растущего дерева, его срезания, валки с последующим протаскиванием через сучкорезные ножи, смонтированные непосредственно на самой головке, и раскряжевки ствола на сортименты различной длины. Таким образом, харвестерная головка объединяет в себе захватный механизм, срезающе-раскряжевное устройство, валочное устройство, сучкорезно-протаскивающий механизм.

Харвестерная головка (рис. 2.11.) представляет собой металлическую сварную раму (1), на которой монтируются захватные рычаги (2), управляемые гидроцилиндрами. На концах рычагов располагаются высокомоментные гидравлические моторы. На выходные валы моторов установлены вальцы (барабаны) протаскивающего механизма (3). Вальцы с помощью гидроцилиндров управления захватными рычагами прижимаются к дереву и удерживают последнего в силовом контуре харвестера при валке. При этом вальцы блокируются от проворачивания. После валки дерево вращающимися вальцами протаскивается относительно сучкорезных ножей (4). Конструктивное исполнение вальцов и используемые материалы достаточно разнообразны. Главным требованием к их конструкции является низкая повреждаемость обрабатываемого ствола при достаточных усилиях протаскивания, обеспечивающего качественную обрезку сучьев.

Сучкорезные ножи (подвижные и неподвижные) также смонтированы на раме головки. На разных моделях харвестеров количество ножей различно (от 3 до 5). На ряде моделей привод прижима рычагов протаскивающих вальцов механически объединен с приводом сучкорезных ножей на охват ствола (Valmet 935, 945, 948, 955, 960), на других моделях привод ножей независимый (FMG 730, 740, 746, 762). На нижней части рамы размещается пильный механизм (5) для срезания дерева при валке и раскрывке его на сортименты после обрезки сучьев. Привод всех механизмов харвестерной головки – гидравлический.

Харвестерная головка навешивается на конец рукояти или телескопической стрелы манипулятора через поворотный ротатор (6) и связанную с ним скобу валочного устройства. Относительно скобы головка может поворачиваться из вертикального в горизонтальное положение с помощью гидроцилиндра.

В качестве протаскивающего механизма харвестерной головки могут использоваться резиновые вальцы (например, головка FMG 745). Этот тип вальцов причиняет меньшие повреждения стволу. На большинстве современных харвестеров на резиновые вальцы надеваются металлические цепи. На многих моделях головок применяются металлические оребренные вальцы (PIKA 355, 455, 600) или металлические ошипованные (FMG 756, PATU 400RH). Современная форма ребер и шипов вызывает повреждения ствола на минимальную глубину – до 8 мм.



*Рисунок 2.11. Харвестерная головка фирмы «Понссе». 1 – рама; 2 – захватные рычаги; 3 – подающие вальцы; 4 – сучкорезные ножи; 5 – пила; 6 – поворотный ротор; 7 – механизм измерения длины. (Фотография: АО «Понссе»)*

Количество вальцов различно. На большинстве моделей их два. Некоторые конструкции для увеличения поверхности контакта вальцов со стволом имеют четыре протаскивающих вальца (FMG 756, Ponsse H600).

Хорошие характеристики протаскивания ствола показали гусеничные протаскивающие механизмы, в которых вместо вальцов гидромоторы приводят в движение гусеничные цепи с шипами. Такой тип протаскивающего механизма применен на головках FARMi и Logset 5-55. На головке AFM 60 установлен протаскивающий механизм комбинированного типа: два металлических вальца с одновременным оребрением и ошиповкой и одна опорная подающая гусеничная лента.

На харвестерных головках малой производительности могут использоваться подающие механизмы дискретного действия (PATU 400SH). Обрезка сучьев осуществляется в этом случае за счет выдвижения штока гидроцилиндра, на конце которого монтируются рычаги-захваты с ножевыми кромками. Этим же гидроцилиндром (но обратным его ходом) дерево продвигается вдоль головки для раскряжевки. На харвестерах Tarjo 330R, 550R, 600R подобный протаскивающий механизм дополняет схему из двух ошипованных стальных вальцов.

Процессы протаскивания дерева через сучкорезные ножи, отмера длин сортиментов и раскряжевки автоматизированы на подавляющем большинстве моделей харвестерных головок. Контроль за процессами компьютеризирован и позволяет проводить учет заготовленной древесины по объему и сортиментам. Характеристики и точность измерения различных электронных устройств примерно одинаковы. Точность измерений в сравнении с контрольными замерами по объему соответствует - 0,4...+ 0,6 %.

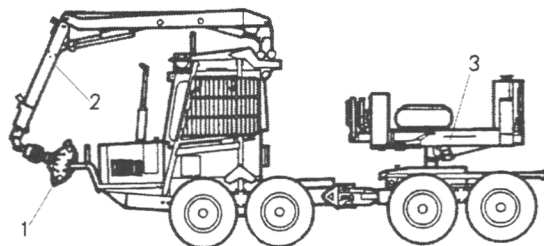
Управление манипулятором и харвестерной головкой электрогидравлическое с помощью двух рычагов, размещаемых на подлокотниках сидений. Процессы протаскивания дерева через сучкорезные ножи, отмера длин сортиментов и раскряжевки полностью автоматизированы на основных моделях харвестеров.

Трансмиссия большинства машин гидростатическая. Это обеспечивает плавное движение харвестера в лесу, снижающее повреждаемость почвы. Машина может двигаться даже при работающих манипуляторе и харвестерной головке. Соответственно увеличивается эффективное рабочее время и повышается производительность.

Двигатели машин – дизельные, с водяным охлаждением (Perkins, Valmet, Cummins, Iveco, Kubota). Удельная энергонасыщенность зарубежных образцов машин данного типа достаточно высокая (7-12 кВт/т), что, безусловно, позитивно влияет на их производительность и проходимость. Отечественные модели имеют меньшую энергонасыщенность (3,75-4,78 кВт/т). Производительность современных харвестеров при рубках ухода варьируется в широком диапазоне в зависимости от древостоя и в среднем соответствует 10 куб. м/ч.

**Процессоры.** В ходе механизации лесозаготовок процессоры появились раньше, чем харвестеры. Главной их отличительной чертой является отсутствие устройств для срезания и валки деревьев. При использовании процессоров эти операции выполняются вручную с применением бензомоторных пил. Следовательно, процессор можно рассматривать как прототип харвестера, не выполняющего валку. Процессор (рис. 2.12.) может быть выполнен по схеме харвестера первого или второго типа. В последнем случае его принято называть навесным.

В настоящее время процессоры практически не применяются в Скандинавских странах, где их полностью вытеснили однодвухвалковые харвестеры. Однако в России возможность их широкого применения остается достаточно перспективной, что обусловлено особенностями лесного фонда, наличием крупномерных деревьев и значительной долей лиственных пород.



**Рисунок 2.12.** Процессор: 1 – грейферный захват; 2 – манипулятор; 3 – сучкорезно-раскряжевое устройство.

**Форвардеры.** Большинство современных моделей машин данного типа представляет собой шасси с шарнирно-сочлененной рамой. Передняя и задняя части рамы соединены универсальным шарниром с двумя степенями свободы. Таким образом, поворот машины осуществляется за счет изменения взаимного расположения полурам относительно вертикальной оси шарнира. Исполнительный механизм поворота представляет собой один или два гидроцилиндра для изменения угла взаимной ориентации полурам в горизонтальной плоскости. Значение угла складывания полурам находится в пределах 38-60°. Кроме того, универсальный шарнир позволяет полурам наклоняться в вертикальной плоскости относительно друг друга на угол порядка 15°. Это разгружает раму при движении машины по пересеченной местности и обеспечивает высокую проходимость при значительной длине продольной базы. За счет возможности блокировки шарнира по горизонтальной оси обеспечивается повышенная устойчивость при работе машины в режимах погрузки и разгрузки.

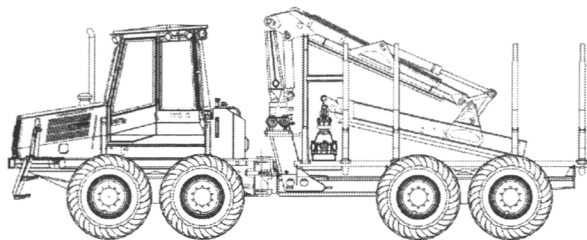
Большинство форвардеров имеют шести- или восьмиколесную ходовую систему с приводом на все колеса. Для снижения удельного давления машины на грунт ширина шин на большинстве моделей составляет 600 мм. При этом, по желанию покупателя, фирмы-производители машин могут оснащать их альтернативными шинами в зависимости от будущих условий эксплуатации (от 500 до 800 мм). Для повышения проходимости и снижения удельного давления на грунт на шины одеваются цепи и гусеничные ленты. Незначительная часть особо легких малогабаритных форвардеров имеет гусеничный движитель с резиновыми катками и резинометаллической гусеничной лентой.

Трансмиссия машин гидростатическая или гидромеханическая, имеет два скоростных диапазона. Это обеспечивает плавное движение форвардера в лесу при высокой силе тяги (среднее значение по рассмотренным машинам составляет 89 кН) и благоприятно сказывается на взаимодействии машины с

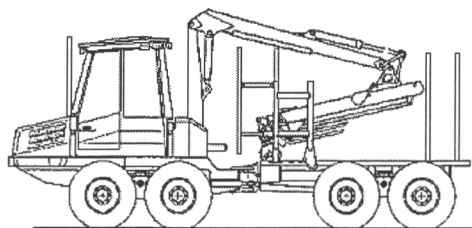
почвой. Максимальная скорость движения машин на первом скоростном диапазоне 7-10 км/ч, на втором – 25-34 км/ч.

Компоновка всех машин примерно одинакова: на передней полураме располагаются двигатель и кабина оператора, на задней полураме – грузовая платформа со стойками для перевозки сортиментов. Технологическое оборудование – манипулятор с захватом – на большинстве моделей располагается на задней полураме перед грузовой платформой и отделяется от нее ограждением (рис. 2.13.). Только на некоторых моделях манипулятор размещен за кабиной на передней полураме (рис. 2.14.), например, Timberjack 810 В, РІКА 728, или на кабине (FMG 678 MINI, Valmet 870), за счет чего несколько увеличиваются размеры грузовой платформы на задней полураме.

Двигатели машин дизельные, с водяным охлаждением (Perkins, Valmet, Mercedes, Cummins, Iveco, Kubota). Средняя мощность двигателя для современного форвардера – 98,9 кВт при средней массе машины 11 956 кг. Кабина располагается за двигателем за исключением нескольких моделей (Logset-504F и Norcar 400, 500, 600), в которых она вынесена вперед. Удобство, безопасность, просторность и хороший обзор – главные атрибуты кабин всех моделей форвардеров. Кабины отличаются низким уровнем шума (ниже 72 дБ) и вибрации, эргономичным сиденьем и удобными органами управления. За кабиной на передней полураме располагаются бак гидросистемы и гидрораспределители.



*Рисунок 2.13. Типовая компоновка форвардера (Timberjack 1010). (Рисунок: АО «Тимберджек»)*



*Рисунок 2.14. Компоновка форвардера с манипулятором на передней секции рамы (Timberjack 810). (Рисунок: АО «Тимберджек»)*

Все форвардеры оснащаются, как правило, комбинированными манипуляторами с телескопической рукоятью (фирм Loglift, Cranab и др.), ротатором и захватом. Вылет манипуляторов – 7-10 м, средний грузовой момент – 66-100 кНм. Управление манипулятором – электрогидравлическое, с помощью двух рычагов, размещаемых на подлокотниках сидений.

Производительность современных машин данного класса зависит от характеристик древостоя и принятой технологии валки леса (полностью механизированная или ручная бензопилами). Средняя производительность современных форвардеров на рубках ухода при работе после харвестера равна 12 м<sup>3</sup>/час, при работе вслед за вальщиком с бензопилой – 10 м<sup>3</sup>/час.

**Харвардеры (форвестеры).** Процесс механизации сортиментной заготовки леса привел к созданию комбинированных машин, объединяющих в себе одномодульный харвестер и форвардер. Такие машины получили название харвардеров, или форвестеров (что по сути является синонимами). Здесь следует упомянуть машину VALMET 801 Combi, а также машины РІКА 828 и РІКА 728 (рис. 2.15.) с харвестерными агрегатами оригинальной конструкции РІКА 410 Combihead и РІКА 320 Combihead.



*Рисунок 2.15. Харвардер РІКА 728. (Фотография: Юха Лайтила)*

Следует отметить, что эти машины пока не получили достаточно широкого распространения, поскольку их целесообразно использовать только на так называемых малообъемных лесозаготовках и при небольших расстояниях трелевки. Определенный интерес представляют машины для заготовки энергетической щепы на лесосеке, объединяющие в своей конструкции процессор и рубительную машину (например, PIKA RS 2000).

### **2.2.3. Современная техника**

#### *Вычислительные и информационные технологии*

В настоящий момент лесосечные машины представляют собой подобие офисов на колесах с высоким уровнем автоматизации и компьютеризации. Программные приложения и комплектующие зачастую те же, что и у обычных компьютеров, что облегчает создание и поддержку компьютерных систем, а также их подключение к офисным приложениям. Компьютерную систему лесосечной машины можно разделить на две части: управление машиной и управление лесозаготовительным процессом.

*Управление машиной* включает приложения, помогающие ее эксплуатировать. Они управляют механическим приводом, гидравликой и действиями гидроманипулятора и следят за их состоянием, диагностируют неисправности и способствуют их устранению (рис. 2.16.). Система также помогает оператору оптимально настраивать машину по своему усмотрению, чтобы облегчить работу и сделать ее более производительной. Сегодня возможно сохранять информацию системы управления машины в электронном виде в целях изучения работы. С помощью таких данных можно с более высокой точностью и на основе больших объемов информации, чем ранее, проанализировать работу машины.

*Управление лесозаготовительным процессом* включает компонент навигации (GPS), часто скомбинированный с географическими информационными системами (GIS), системой измерения древесины и системой телекоммуникации. GPS, скомбинированный с GIS, помогает определить местонахождение машины по отношению к значимым географическим объектам, таким как охраняемые природные территории, границы делянки, линии электропередач и т. д. (рис. 2.17.).

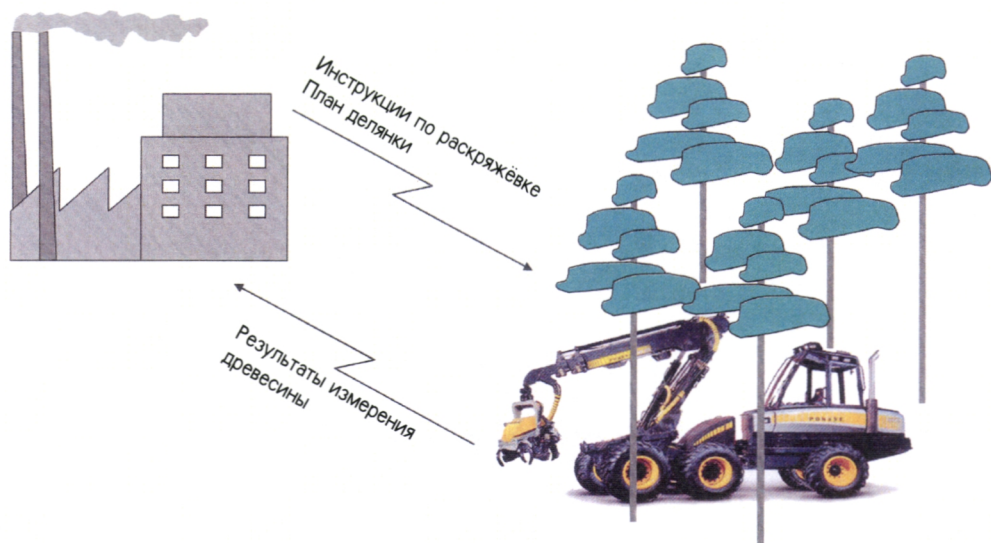


*Рисунок 2.16.* Система управления машиной «Ponsse Opti» указывает оператору на узлы, нуждающиеся в обслуживании или ремонте. (Фотография: АО «Понссе»)



*Рисунок 2.17.* Система GIS включает базовую карту и дополнительные данные о делянке. GPS размещает машину на карте. (Фотография: АО «Timberjack»)

Система телекоммуникации обеспечивает эффективную передачу данных внутри лесозаготовительной компании. Отдел поставок древесины на лесопильном или целлюлозно-бумажном заводе может по ходу заготовительных работ отслеживать, какая древесина уже заготовлена, есть ли необходимость в каких-либо изменениях, например, инструкции по раскряжевке (рис. 2.18.).



**Рисунок 2.18.** Схема системы телекоммуникации.

Система учета заготовленной древесины на харвестерах. У большинства харвестеров измерения древесины производятся автоматически, они основываются на информации о длине и диаметре стволов, поступающей от харвестерной головки. Диаметр ствола измеряется подающими вальцами или сучкорезными ножами. Длина ствола обычно измеряется отдельным механизмом измерения.

Объем ствола определяется путем его деления на короткие секции (по 3-15 см), на которых отдельно замеряется диаметр. Затем объемы каждой секции суммируются в общий объем всего ствола или сортимента. Для достижения оптимальной раскряжки ствола измерительная система также прогнозирует сбежистость ствола и может предложить оптимальные точки раскряжки.

#### **2.2.4. Опыт создания машин для сортиментной заготовки в России**

Инициатором создания лесных машин для заготовки сортиментов при несплошных рубках леса (рубках промежуточного пользования, выборочных и постепенных) в середине 80-х годов прошлого столетия в России стал Карельский научно-исследовательский институт лесной промышленности (КарНИИЛП).

Для заготовки сортиментов на лесосеке при несплошных рубках были разработаны процессор ЛО-123 и форвардер ЛТ-189. При создании машин использован метод агрегатирования колесных сельскохозяйственных трак-

торов активными полуприцепами, выдвинутый и обоснованный проф. С. Ф. Орловым в Лесотехнической академии (г. С-Петербург).

Единой базой машин является колесное трехосное шасси, сконструированное на основе блочно-модульного принципа. В качестве энергетического модуля использован трактор МТЗ-80 (без передней оси), в качестве приводного модуля (активного полуприцепа) – приводная балансирная тележка автогрейдера. В зависимости от функционального назначения машины трехосное шасси оснащают соответствующим технологическим оборудованием. Одним из основных компонентов технологического оборудования может быть универсальный гидравлический манипулятор с грузовым моментом 50 или 70 кНм.

Трехосная компоновка колесной лесозаготовительной машины повышает ее устойчивость, что обеспечивает безопасную работу оператора. Шарнирное сочленение полурам (мостов) позволяет преодолевать препятствия без отрыва колес от опорной поверхности.

**Процессор ЛО-123** обеспечивал обработку деревьев (обрезку сучьев и раскряжевку) при несплошных рубках непосредственно на технологическом коридоре (волоке). Учитывая, что машина такого назначения создавалась впервые в отечественной практике, разработке ее предшествовала большая исследовательская работа по обоснованию и проверке параметров технологического оборудования.

На машине ЛО-123 устанавливали гидроманипулятор с грузовым моментом 70 кНм. В качестве рабочего органа, навешиваемого на гидроманипулятор, использована сучкорезно-раскряжевная головка, разработанная в КарНИИЛПе. Протаскивание ствола через трехножевой контур для обрезки сучьев осуществлялся циклично с помощью гидроцилиндра с ходом поршня 1 м. Такое устройство позволяло развивать значительное усилие обрезки сучьев (до 5 т), что с успехом обеспечивало обработку стволов осины и березы, которые преимущественно должны выбираться при рубках ухода.

Машина ЛО-123 снабжалась автоматизированной системой управления, обеспечивающей программный раскрой хлыста и учет выработанных сортиментов. Производительность – 8м<sup>3</sup>/ч. Серийно не выпускалась.

**Форвардер ЛТ-189** разработан КарНИИЛПом совместно с Майкопским проектно-конструкторским институтом лесного машиностроения. Компоновка машины аналогична большинству форвардеров, выпускаемых на Западе: на передней полураме располагаются двигатель и кабина оператора, на задней полураме – технологическое оборудование – манипулятор с захватом перед грузовой платформой, отделяемый от нее ограждением.

Освоение серийного выпуска машины ЛТ-189 было начато на Петрозаводском ремонтно-механическом заводе в 1990 г. Всего таких форвардеров было изготовлено более ста единиц.

КарНИИЛП в процессе изготовления и эксплуатации ЛТ-189 постоянно проводил работы по совершенствованию форвардера и в результате была создана новая машина – ЛТ-189М, производство которой начал в 1995 году Орловский завод дорожных машин (рис. 2.19.).



*Рисунок 2.19. Форвардер ЛТ-189М. (Фотография: АО «Орловский завод дорожных машин»)*

В конструкцию машины ЛТ-189М по сравнению с ЛТ-189 внесены значительные изменения. Основные из них следующие:

1. За счет введения бортовых редукторов увеличен дорожный просвет с 400 мм до 600 мм и сняты изгибающие моменты с полуосей трактора;
2. Передняя рама машины имеет оригинальную конструкцию и надежно защищает узлы трактора и гидросистемы от повреждений;
3. На задней балансирной тележке применены более широкие шины, за счет чего удельное давление на грунт снизилось с 1,2 до 0,7 кг/см<sup>2</sup>;
4. Доработана кабина, улучшены условия работы оператора при развороте сиденья для погрузочно-разгрузочных работ;
5. Передний брус трактора укорочен, что позволило увеличить угол въезда до 28° и сократить габаритную длину трактора;
6. Предусмотрена установка дополнительных фар для освещения рабочей зоны.

В новом форвардере существенно улучшена проходимость машины; увеличена грузоподъемность; повышена эксплуатационная надежность; повышена

топливная экономичность; улучшены условия работы оператора; машина полностью соответствует эколого-лесоводственным требованиям.

После 1995 года в России работа по созданию отечественных машин для заготовки сортиментов несколько оживилась. АО ЦНИИМЭ (г. Москва) совместно с Минским тракторным заводом разработали и изготовили легкий форвардер МЛ-124 с колесной формулой 4х4. Однако широкого применения эта машина не получила.

С 2003 года Минский тракторный завод предлагает форвардер МЛ-131, разработанный также при участии АО ЦНИИМЭ. Конструкция этой машины принципиально не отличается от ЛТ-189М. По сравнению с ЛТ-189М на МЛ-131 установлен более мощный двигатель, применены специальные лесные шины. Для того, чтобы иметь представление об этих машинах, приведем их основные параметры (табл. 2.2.).

*Таблица 2.2. Краткая характеристика форвардеров ЛТ-189М и МЛ-131.*

Наименование показателя	Значение показателя	
	ЛТ-189М	МЛ-131
Мощность двигателя, кВт	59,4	77
Эксплуатационная масса, кг	12 000	13 000
Наибольшая грузоподъемность, кг	9 000	10 000
Длина транспортируемых сортиментов, м	2-6	2-6,5
Габаритные размеры, мм		
длина	9 000	9 070
ширина	2 620	3 000
высота	3 450	3 550
Ширина колес, мм	2 000	2 250
Дорожный просвет, мм	600	600
Глубина преодолеваемого снежного покрова, мм	1 000	1 000
Вылет гидроманипулятора, м	6-10	7,1
Грузоподъемный момент, кНм	40	65

Конструкторами АО «Горьковский автомобильный завод» (г. Нижний Новгород) при участии АО ЦНИИМЭ (г. Москва) разработан и изготавливается одним из его дочерних предприятий форвардер МЛ-104. Вначале была предпринята попытка использовать как базу массивную сплошную раму и ходовую часть колесного бронетранспортера (8х8), установив на эту базу гидроманипулятор и платформу с кониками для размещения сортиментов. Однако эта база оказалась непригодной в условиях лесосеки, поэтому была разработана машина с шарнирно-сочлененной рамой. Колесная формула МЛ-104 – 8х8. На машине применены специальные лесные шины, установлен гидроманипулятор Loglift-71VT. Мощность двигателя 100 кВт.

Первым российским харвестером можно считать машину МЛ-20 конструкции ЦНИИМЭ. Машина имеет тяжелую гусеничную базу экскаваторного типа, на которой первоначально было смонтировано оборудование для срезания и пакетирования деревьев, и машине была присвоена марка ВПМ ЛП-19. Заменяя валочную головку на устройство подобное харвестерной головке, получили харвестер.

Отличие ее от современных одномодульных харвестеров заключается в том, что после срезания дерева обрезка сучьев и раскряжевка ствола производятся в вертикальном положении дерева последовательным перемещением головки с помощью стрелы машины. К сожалению, машина МЛ-20, имея значительные габариты и недостаточную технологичность, не может применяться на несплошных рубках.

КарНИИЛПом был разработан и испытан опытный образец легкого харвестера ЛП-62. Компонировочное решение машины – с передним моторным и задним технологическим модулями. В качестве базы использован доработанный форвардер ЛТ-189М: усилена и укорочена задняя полурама, увеличена до 2500 мм ширина колеи, установлен форсированный двигатель мощностью 77 кВт. Технологическое оборудование представлено гидроманипулятором с вылетом 9,1 м, с грузовым моментом 90кНм Майкопского машиностроительного завода. Харвестерная головка разработана и изготовлена в КарНИИЛПе. Головка трехножевая: один нож неподвижный, подпружиненный, два – расположены на гидрорегулируемых рычагах и используются также для захвата ствола дерева. Протаскивающий механизм состоит из приводных гусеницы и двух вальцов, благодаря этому усилие протаскивания достигает 2 500 кг. Масса харвестерной головки – 600 кг. Производительность харвестера ЛП-62, полученная в период приемочных испытаний, – 8,5 м<sup>3</sup>/ч. Серийно не выпускалась.

Начиная с 2002 года в России стали использоваться харвестеры, изготовленные на отечественной базе (машины ЛП-19В, МЛ-119А) с применением импортных харвестерных головок и гидроаппаратуры ввиду отсутствия отечественной харвестерной головки.

## 2.3. Технология лесосечных работ

### 2.3.1. Подготовительные работы

*Подготовительные работы* – это операции по созданию необходимых условий для безопасного и эффективного выполнения основных работ на лесосеке. Они включают в себя: подготовку лесосек, лесопогрузочных пунктов, обустройство мастерского участка, выбор трасс лесовозных усов, монтаж и демонтаж оборудования.

*Лесосырьевая подготовка.* Если лесопользователь имеет участки лесного фонда в долгосрочном пользовании (в аренде), то за 2 года до начала рубки, в соответствии с утвержденным планом рубок, им подается соответствующая заявка в лесхоз, на территории которого размещены участки лесного фонда.

На участках лесного фонда, переданных в долгосрочное пользование, отвод лесосек должен производиться при наличии планов рубок, утвержденных в соответствии с материалами лесоустройства. Лесопользователи в лесосечный фонд очередного года в лесах всех групп обязаны включать все оставленные ими недорубы и не начатые лесосеки прошлых лет. В противном случае лесорубочные билеты на другие лесосеки им не выписываются.

В течение года лесопользователи имеют право на получение лесорубочного билета на каждую лесосеку. Если право лесопользования приобретено по результатам лесного аукциона, то лесорубочный билет должен быть получен в течение 20 дней после подписания протокола. В противном случае право на пользование лесосечного фонда теряется.

Число и общая площадь лесосек годовичного лесфонда зависят от планируемых объема и номенклатуры выпускаемой в течение года продукции из древесины, состава и качества насаждений, средней площади отводимой в рубку лесосеки.

Договора лесопользователя с потребителями лесопродукции должны учитывать состав насаждений, например, планируемый объем хвойной и лиственной древесины. В соответствии с этим должен формироваться лесосечный фонд.

Объем каждой древесной породы в составе лесосеки может быть определен по формуле:

$$Q_i = \frac{S \cdot q \cdot k_i}{10^4},$$

где  $S$  – площадь лесосеки, м<sup>2</sup>;  
 $q$  – средний запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  
 $k_i$  – доля запаса расчетной породы в вырубаемом составе древостоя.

$$k_i = \frac{n \cdot V_i}{10 \cdot V_{cp}},$$

где  $n$  – число деревьев из 10 относящихся к расчетной породе (группе пород, например хвойной, при составе насаждений 5Е1СЗБ1Ос  $n = 6$ );  
 $V_i$  – средний объем хлыста расчетной породы, м<sup>3</sup>;  
 $V_{cp}$  – средний объем хлыста в насаждении.

**При отводе лесосек** проводят следующие работы: отграничивают лесосеки визирами, на основании перечета определяют запас древесины, средний объем хлыста, дают денежную оценку, составляют план лесосеки (абрис).

Намеченные в рубку лесосеки отграничивают в натуре таким образом, чтобы ее границы были ясно видны. По границам лесосек прорубают визиры. Для этого обрубает нижние сучья, вырубает кустарник, устанавливают вешки. При отбивке визиров срубают все деревья, стоящие по линии хода толщиной до 24 см на высоте груди, а на деревьях слева и справа делают затески. Крупные деревья визиром обходятся. При сплошных рубках в лесах II группы прорубают визиры шириной 0,4-0,5 м, в лесах III группы – до 0,75 м, а при очень больших лесосеках (50 га и более) – до 2 м. Съёмка границ и привязка лесосек производятся при помощи буссоли или других геодезических инструментов, а промеры линий – мерной лентой.

**Технологическая подготовка.** Разработка лесосек или делянок производится лесопользователем по технологическим картам, согласованным с лесхозом, без которых лесорубочные билеты не выдаются. Лесопользователи после предварительной передачи им лесосек по актам могут производить на них подготовительные работы. При этом размечаются волока, технологические коридоры, подготавливаются погрузочные пункты. На все виды подготовительных работ выписывается лесорубочный билет при наличии согласованных с лесхозом технологических карт на их разработку. Заготовленная при этом древесина включается в объем лесосечного фонда, отпускаемого лесопользователю.

**Подготовка территории лесосек к рубке.** Подготовка территории включает в себя уборку опасных (сухостойных, зависших и т. п.) деревьев, разбивку лесосек на делянки и пасеки, разметку пасечных волоков, разметку и разрубку погрузочных пунктов (верхних складов), магистральных волоков и технологических коридоров. При машинной заготовке уборка опасных деревьев производится в процессе выполнения основных работ.

**Подготовка трелевочных волоков.** Подготовка трелевочных волоков заключается в разметке и разрубке их со спиливанием деревьев на всей ширине волока, а также в разделке и вытрелевке товарных валежных стволов. На сырых заболоченных лесосеках требуется, кроме того, укладка сучьев на волок.

Разметку волоков следует проводить непосредственно перед разработкой лесосеки. Магистральные волоки размечаются под руководством мастера. Основное направление волоков задается технологической картой, но при осмотре лесосеки допускается отклонение от заданного направления. Изменения вносят в технологическую карту. Направление волока закрепляется визирами, затесками на деревьях или вешками, яркими повязками. Это делается перед началом разработки лесосеки.

При несплошных рубках для снижения повреждаемости оставляемых на корню деревьев по границам пасечных волоков в местах их примыкания к магистральным оставляют отбойные деревья из числа назначаемых в рубку. Их валку осуществляют в последнюю очередь.

На волоках пни должны быть срезаны заподлицо с поверхностью волока.

**Подготовка лесопогрузочных пунктов.** Подготовка погрузочных пунктов необходима для обеспечения погрузки на лесовозный транспорт заготовленного леса, а также для создания запасов стрелеванных деревьев (хлыстов). При сортиментной технологии на них производятся раскряжевка хлыстов на сортименты, сортировка и штабелевка сортиментов.

Погрузочные пункты устраивают вблизи лесовозных путей преимущественно на сухих, прямолинейных и горизонтальных участках или же с небольшим уклоном в сторону пути (до 25 %). Допускается устройство погрузочных пунктов на кривых участках при радиусе закругления для узкоколейной железной дороги (УЖД) не менее 100 м и автодороги – не менее 50 м и продольном уклоне пути не более 4 % на спуске и 3 % на подъеме на УЖД, 20 % на спуске и 10 % на подъеме на автодороге. Площадки под погрузочные пункты располагаются на лесосеке так, чтобы расстояния трелевки были наименьшими для данных условий, и их размеры должны быть достаточными для размещения оборудования и необходимого запаса леса. Количество

погрузочных пунктов и их расположение на лесосеке зависят от размеров лесосеки, принятого среднего расстояния трелевки и типа лесовозного транспорта.

Состав и объем работ по подготовке погрузочных пунктов определяются типом технологического процесса лесосечных работ и видом применяемых механизмов и оборудования. Во всех случаях необходимо произвести расчистку площадки, грубую планировку и разрубку зоны безопасности. Расчистка площадки заключается в валке всех деревьев заподлицо с землей, уборке кустарника и подлеска, планировке площадки.

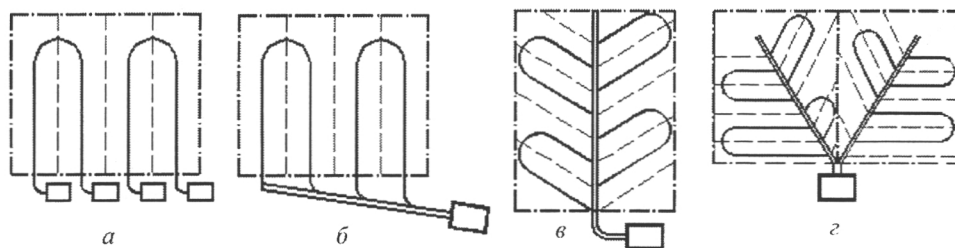
Лесовозные усы намечаются из расчета обеспечения трелевки на расстояние до 1 000 м при использовании колесных машин и до 500 м – гусеничных. Лесовозные усы подготавливает специальная дорожно-строительная бригада.

Схема размещения волоков выбирается с учетом рельефа местности, размеров и конфигурации лесосеки, лесоводственных требований. Типовые схемы размещения волоков на делянке приведены на рисунке 2.20. Параллельная схема без магистральных волоков представлена на рисунке 2.20. *а*. Схема рекомендуется в случае, когда вдоль лесовозной дороги можно размещать штабеля и вести погрузку широким фронтом. При этом достигается кратчайшее расстояние трелевки. На границе делянки пасечные волокни могут соединяться для осуществления поворота форвадера.

Схема с параллельным размещением пасечных волоков (рис. 2.20. *б*) применяется при равнинном рельефе местности и позволяет более строго выдерживать их разметку на местности, упрощает обеспечение очередности работ с соблюдением условий безопасности, при этом несколько увеличивается среднее расстояние трелевки древесины.

Схема с веерным размещением волоков (рис. 2.20. *в*) приемлема для всех типов рубок на лесосеках вытянутой формы. По этой схеме 1-2 магистральных волокна проходят на всю глубину лесосеки, к ним примыкают под углом 30-45° пасечные волокна.

Схема с диагональным размещением волоков (рис. 2.20. *г*) рекомендуется для лесосек с пересеченным рельефом местности. Ее применение усложняет разметку волоков и пазек на лесосеке, но позволяет сократить расстояние трелевки.



**Рисунок. 2.20.** Типовые схемы размещения волоков. **а** – параллельная при погрузке широким фронтом, **б** – параллельная, **в** – веерная, **г** – диагональная; ———— – магистральный волок, ———— – пасечный волок, - - - - - – граница делянки, — — — — – граница ленты

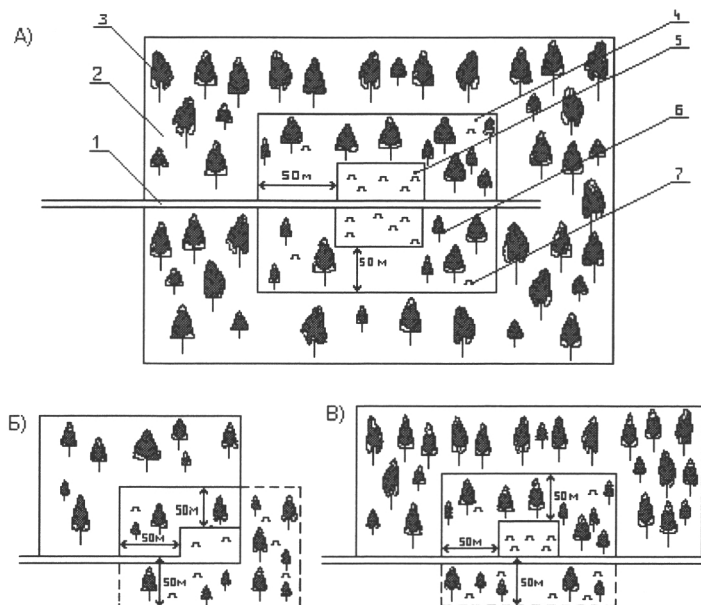
Разметка магистральных и пасечных волоков проводится под руководством мастера или выполняется оператором харвестера самостоятельно. Направление волоков задается по буссоли или компасу. Ось волока закрепляется на местности затесками на деревьях или яркими повязками. При использовании колесных машин пасечные волока могут располагаться между редко стоящими деревьями и не быть строго прямолинейными.

Лесопогрузочный пункт намечается на дренированных свободных от леса местах или участках с редким древостоем. Подготовку площадки под погрузочный пункт, места под обустройство, уборку опасных деревьев, рубку волоков проводят лесосечные бригады (звенья) или рабочие, работающие индивидуально. Подготовка площадки под погрузочный пункт включает срезание деревьев и пней заподлицо с землей, уборку подлеска, подроста, валежника и валунов. Участки со слабыми грунтами укрепляются сучьями. Для укладки лесоматериалов устраивается подштабельное основание, состоящее из одной или двух подкладок.

Бригадные обогревательные домики устанавливаются в зоне работы бригад. Стоянка для машин устраивается на сухой площадке вблизи уса лесовозной дороги, по возможности рядом с источником воды.

На расстоянии 50 м от границ погрузочного пункта, обогревательных домиков, столовых в лесных массивах, не подлежащих разработке, убираются опасные деревья. В подлежащих разработке насаждениях убираются все предназначенные в рубку деревья, включая опасные. Возможны три варианта

зон безопасности (рис. 2.21.). В первом случае А) погрузочный пункт расположен внутри лесосеки – в зоне безопасности вырубают все деревья, назначенные в рубку. Во втором случае Б) площадка одним краем граничит с неотведенным в рубку массивом – с этой стороны в зоне убирают только опасные деревья. В третьем случае В) две стороны площадки примыкают к неотведенному в рубку массиву, где также убираются лишь опасные деревья.



**Рисунок 2.21.** Схемы зон безопасности: А) – площадка внутри лесосеки; Б) – примыкание площадки к массиву с двух сторон; В) – примыкание площадки к массиву с одной стороны; 1 – лесовозный ус; 2 – лесосека; 3 – растущее дерево; 4 – зона безопасности; 5 – лесопогрузочный пункт; 6 – подрост; 7 – пень.

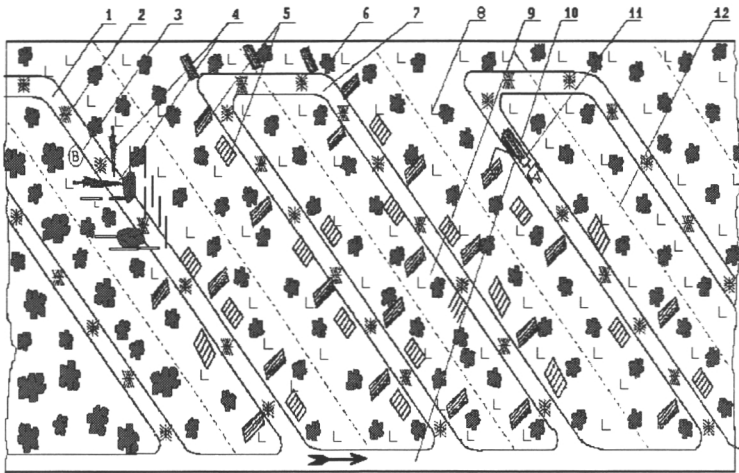
Уборка опасных деревьев в зоне безопасности выполняется до начала разработки лесосеки и заключается в приземлении деревьев. В пасаках опасные деревья убираются заранее только на рубках главного пользования при валке деревьев бензопилами. Если в лесосеке более 20 % от общего числа деревьев являются опасными, то их уборку заранее не производят, а лесосеку разрабатывают по правилам разработки ветровально-буреломных лесосек. К опасным относятся гнилые, сухостойные, зависшие, ветровальные, буреломные и сломанные деревья. До проведения несплошных рубок с использованием на валке бензопил в пасаках приземляются только очень опасные деревья (падающие от толчка вилкой, удара топором).

Следует отдельно заметить, что при использовании на валке харвестера опасные деревья на пасаках при всех видах рубок вырубятся в процессе разработки лесосеки.

### 2.3.2. Технологические схемы разработки лесосек

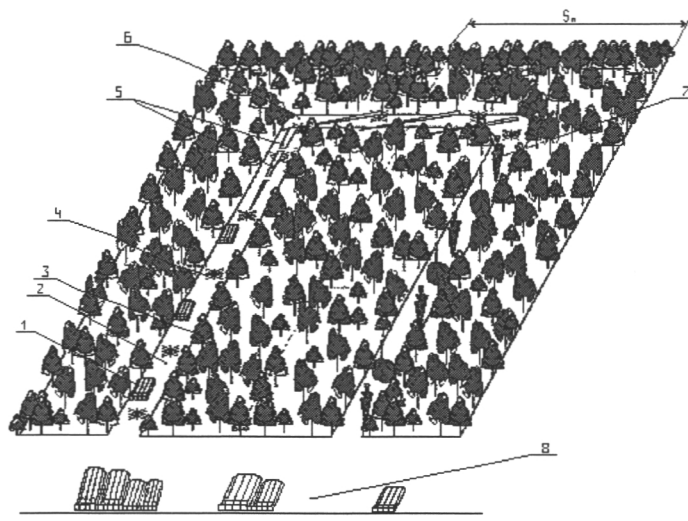
#### *Технология лесосечных работ при использовании бензопил и форвардеров*

Типовая технологическая схема разработки лесосек при несплошных рубках с заготовкой сортиментов на пасаках приведена на рисунке 2.22. Вальщики леса последовательно выполняют весь комплекс лесосечных работ: валку деревьев, обрезку сучьев с укладкой их на волок и частичным оставлением на пасеке для перегнивания, разметку и раскряжевку хлыстов, подноску (подтаскивание) сортиментов в зону действия манипулятора форвардера и укладку в пачки. Сбор, погрузка сортиментов на платформу, подвозка на верхний склад, сортировка и штабелевка производятся форвардером. Один форвардер в зависимости от состава и крупномерности древостоя должны обслуживать 4-6 вальщиков.



**Рисунок 2.22.** Типовая технологическая схема разработки лесосеки на несплошных рубках леса с использованием бензопил и форвардеров: 1 – волок; 2 – порубочные остатки; 3 – вальщик леса; 4 – поваленные деревья; 5 – пачки сортиментов; 6 – деревья, оставленные на доращивание; 7 – разворотное кольцо; 8 – пень; 9 – полупасака после рубки; 10 – магистральный волок; 11 – форвардер; 12 – граница полупасаки.

**Волока.** Разработку лесосеки начинают с вырубке погрузочного пункта, магистральных и пасечных волоков (рис. 2.23.). Все деревья спиливаются заподлицо с поверхностью земли. Разрубка волока выполняется, как правило, одним или двумя вальщиками. Валка деревьев на волоке начинается с ближнего его конца, вдоль продольной оси вершинами к площадке лесопозначного пункта.

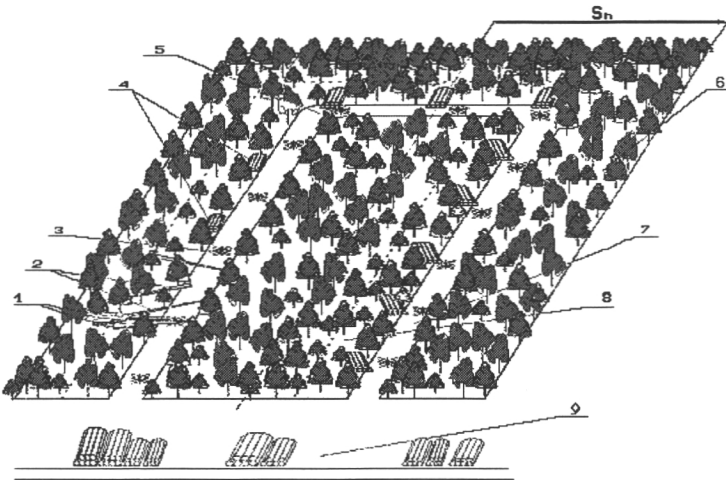


**Рисунок 2.23.** Схема разработки волока: 1 – пачка сортиментов; 2 – пасечный волок; 3 – растущий лес; 4 – порубочные остатки; 5 – сортименты; 6 – разворотное кольцо; 7 – поваленное дерево; 8 – лесопогрузочный пункт;  $S_n$  – ширина пасеки

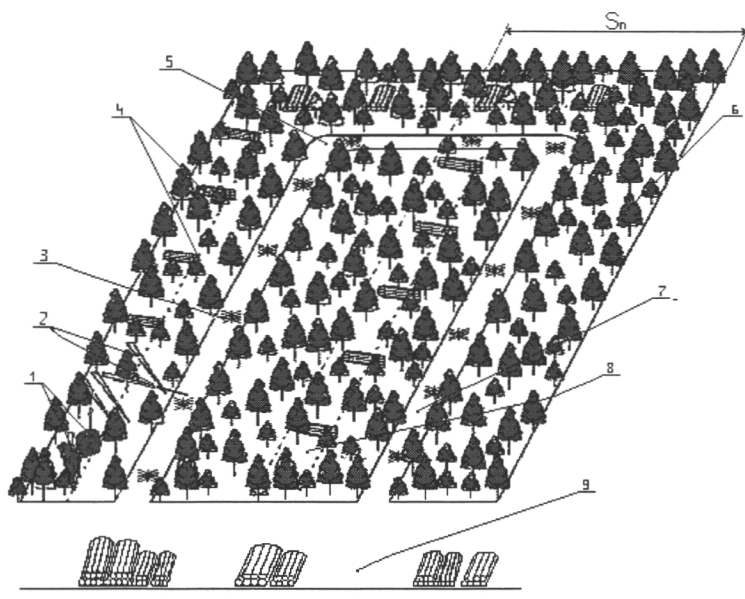
Разрубив волок на длину 40-50 м, вальщик приступает к обрезке сучьев и раскряжевке хлыстов. Отмер длин осуществляется с помощью рулетки (мерной ленты). Вальщик закрепляет на срезе дерева конец рулетки и, двигаясь от комля к вершине, производит обрезку сучьев на требуемую длину и отрезает отмеренное рулеткой бревно. Рулетка после отметки автоматически скручивается на барабан и используется для отмера длины следующего сортимента. Отделенная вершина и сучья остаются на месте обработки дерева. Окончив раскряжевку, вальщик приступает к окучиванию заготовленных сортиментов. Долготье откатывается к границе волока в зону действия манипулятора. Коротье укладывается в пачки рядом с волоком на свободные от подроста места. Пачки размещаются так, чтобы не мешали проезду форвардера по волоку. Освобождение волока от сортиментов и их окучивание обязательны при использовании форвардера с манипулятором длиной 6,5-8 м. При вылете манипулятора 8 м и более предварительное освобождение волока от сортиментов может производиться форвардером.

**Трелевка сортиментов.** После окончания разработки двух смежных волоков форвардер заезжает по волоку вглубь лесосеки, выезжает на смежный волок и производит сбор и погрузку сортиментов на платформу. На платформу загружаются сортименты одной длины и назначения и только при нехватке этих сортиментов до полной загрузки догружаются другими сортиментами. Собрав воз, форвардер доставляет сортименты на погрузочную площадку и приступает к их разгрузке и штабелевке.

**Разработка полупасек.** По окончании транспортировки сортиментов с волоков приступают к разработке полупасек. Полупасека разрабатывается в два приема. В первый прием валят деревья на ленте, примыкающей к волоку, шириной 5-7 м, вершинами на волок (рис. 2.24.). Обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты проводятся так же, как и на волоке. Порубочные остатки укладывают на волок. Заготовленные сортименты сортируют и окучивают в пачки. За второй прием валят деревья на остальной части полупасеки (рис. 2.25.). Направление валки деревьев определяется таким образом, чтобы не повредить оставляемые на корню деревья и обеспечить наибольшую производительность на последующих операциях (до минимума сократить расстояние подноски, подкатки сортиментов при окучивании). Порубочные остатки, находящиеся рядом с волоком, укладываются на проезжую часть, остальные оставляются в пасеке для последующего перегнивания. Технология выполнения обрезки сучьев, раскряжевки такая же, что и на волоке. Расстояние подноски сортиментов при окучивании не должно быть более 5 м. При заготовке крупных сортиментов, находящихся за пределами зоны действия манипулятора, используется следующий прием: при раскряжевке хлыста на сортименты делают сверху и снизу подпилы таким образом, чтобы в середине подпила оставался недопил шириной 2-3 см. Манипулятором форвардера хлыст подтаскивается к волоку с последовательным обламыванием сортиментов так, чтобы следующий сортимент опять находился в зоне действия манипулятора.



**Рисунок 2.24.** Схема разработки ленты, примыкающей к волоку: 1 – поваленные деревья; 2 – сортименты; 3 – порубочные остатки; 4 – пачки сортиментов; 5 – разворотное кольцо; 6 – растущий лес; 7 – пасечный волок; 8 – лента, примыкающая к волоку; 9 – лесопогрузочный пункт;  $S_n$  – ширина пасеки.



**Рисунок 2.25.** Схема разработки ленты, удаленной от волока: 1 – поваленные деревья; 2 – сортименты; 3 – порубочные остатки; 4 – пачки сортиментов; 5 – разворотное кольцо; 6 – растущий лес; 7 – пасечный волок; 8 – лента, удаленная от волока; 9 – лесопогрузочный пункт;  $S_n$  – ширина пасеки.

После сбора древесины, заготовленной на первой полупасеке, производится разработка следующей полупасеки. Такая последовательность разработки диктуется необходимостью создания благоприятных условий для производительной работы вальщиков и форвардера, а также необходимостью сокращения механических повреждений оставляемых на корню деревьев.

Для обеспечения полной загрузки форвардера оператор выборочно может догружать на платформу сортименты другого назначения и длины. Окончательная сортировка производится в процессе разгрузки и штабелевки на лесопогрузочном пункте.

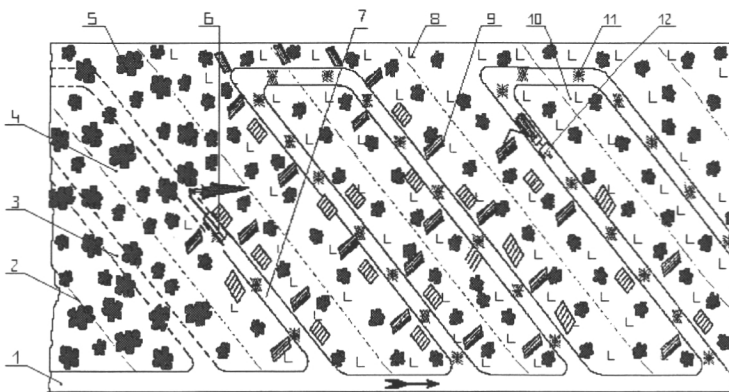
Штабелевка строительных и пиловочных бревен производится верхним отрезом в сторону дороги, разбег торцев в штабеле не должен превышать 15 см. Балансы, рудстойка, дрова хвойных и лиственных пород могут укладываться в штабель вразнокомелицу. Разбег торцев в штабеле может достигать 50 см. Высота штабеля определяется параметрами манипулятора форвардера.

После окончания лесосечных работ производится доочистка делянки, оправка и освобождение подроста хвойных пород от порубочных остатков, уборка деревьев, поврежденных до степени прекращения роста.

*Технология лесосечных работ при использовании харвестера и форвардера*

Технологический цикл заготовки сортиментов харвестером состоит из следующих приемов и движений: наводка харвестерной головки на дерево и его зажим; срезание, сталкивание и подтаскивание дерева в зону обработки; обрезка сучьев и раскряжевка ствола.

В процессе работы машина движется задним ходом. При движении машины по намеченному визиру убираются все деревья на волоках (рис. 2.26.). Путь движения машины может отклоняться от прямолинейного с целью сохранения групп подроста, а также с целью наименьшей вырубki здоровых деревьев.



**Рисунок 2.26.** Типовая технологическая схема разработки лесосеки с использованием харвестера и форвардера: 1 – магистральный волок; 2 – граница посеки; 3 – размеченный волок (до рубки); 4 – полупосека до рубки; 5 – растущее дерево; 6 – харвестер; 7 – прорубленный волок; 8 – пень; 9 – пачка сортиментов; 10 – полупосека после рубки; 11 – порубочные остатки; 12 – форвардер; ➔ – направление перевозки сортиментов на лесопогрузочный пункт.

За один проход по волоку проводится необходимая выборка деревьев по всей ширине полупасек. При сплошных рубках число проходов зависит от запаса и ширины полупасек.

Оператор харвестера может обеспечиваться бензопилой, которую он использует для валки и частичной раскряжевki деревьев диаметром больше указанного в технической документации на харвестер. Если число таких деревьев превышает 10 % от общего числа подлежащих валке, то к машинному звену придается вальщик леса, который дорабатывает лесосеку после прохода харвестера. Если комплект бензопил + форвардер практически не имеют ограничений в применении, то полностью машинный технологический

комплекс харвестер + форвардер помимо отмеченного ограничения по диаметру спиливаемого дерева имеет еще два ограничения в применении:

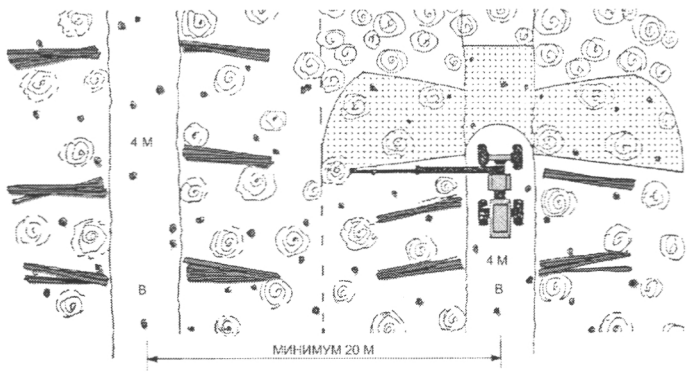
- Использование харвестера не допускается в древостоях, в которых наличие подроста характеризуется числом более 3 000 шт./га при равномерном его распределении. Не допускается использование харвестера и для валки деревьев, вокруг которых расположены густые группы подроста. В этом случае харвестер переводится на процессорный режим работы (обрезка сучьев и раскряжевка), а валка деревьев осуществляется направленно бензопилой.
- Использование харвестера также ограничивается в том случае, когда по лесоводственным соображениям расстояние между волоками (ширина пасек) превышает двойной вылет манипулятора, т. е. 16-20 м.

Колесному харвестеру разрешается сход с волока для взятия отдельных деревьев, но в этих случаях, как правило, машинному комплексу придается вальщик (или звено вальщиков), который, идя вслед за харвестером, дорабатывает неосвоенные харвестером площади пасек.

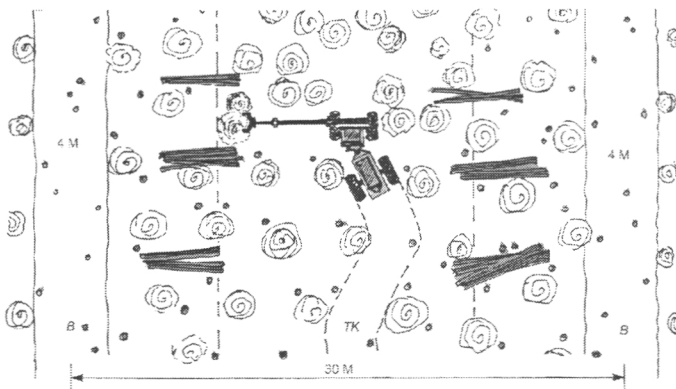
Наиболее выгодно использовать харвестер, особенно на несплошных рубках, и с экологической, и с экономической точки зрения в следующем технологическом комплексе: комплект (4-5 шт.) бензопил + один харвестер + два форвардера. В этом случае харвестер используется в основном на разрубке волоков и 5-7-метровой зоны вдоль них. Остальная площадь пасек осваивается бензопилами. Преимущества такого технологического комплекса:

- харвестер используется в основном на сплошной рубке, тем самым повышается его производительность;
- работа харвестера на малом вылете также повышает его производительность;
- формируя пачки сортиментов, харвестер освобождает вальщиков леса от тяжелой работы по окучиванию в стесненных условиях разрубки волока, одновременно создает условия для более производительной работы форвардера;
- харвестер, обеспечивая укладку сучьев и вершин на волок, укрепляет его, тем самым повышается проходимость форвардеров; уменьшается вероятность повреждения корней расположенных рядом с волоком деревьев, и, что особенно важно, вальщики леса в значительной степени освобождаются от сбора порубочных остатков для укрепления волока, сохраняя это время для основной работы;
- освоение основной площади полупасек вальщиками леса уменьшает вероятность ошибки в выборке деревьев, а направленная валка бензопилой обеспечивает лучшее сохранение подроста.

На рисунке 2.27. представлена типовая схема работы харвестера на рубках ухода при расстоянии между волоками 20 м. При большем расстоянии между волоками и использовании малогабаритных легких харвестеров допускается их заход в пасеку (рис. 2.28.).

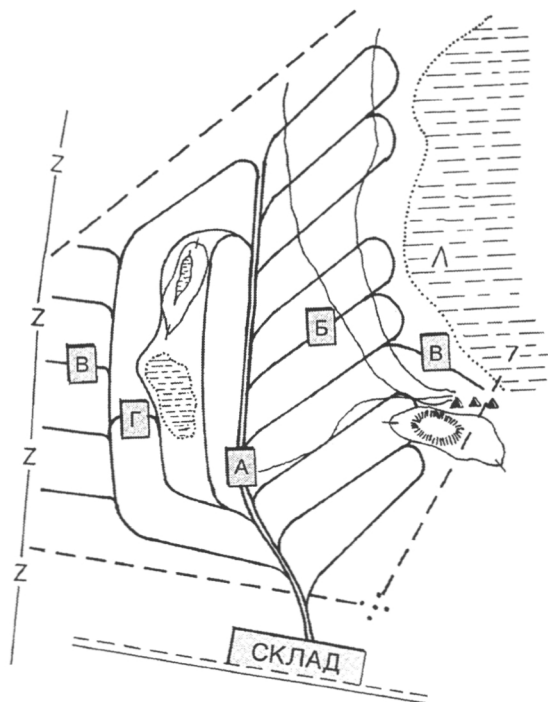


**Рисунок 2.27.** Типовая схема работы харвестера при расстоянии между волоками 20 м. (Рисунок: АО «Метсятэхо»)



**Рисунок 2.28.** Допустимая схема работы харвестера при расстоянии между волоками более 20 м. (Рисунок: АО «Метсятэхо»)

В реальной ситуации при разработке конкретных делянок достаточно часто наблюдаются отклонения от типовых схем освоения, обусловленные наличием каких-либо запретных зон. При этом используется комбинированная схема размещения волоков (рис. 2.29.).



**Рисунок 2.29.** Схема разработки лесосеки при наличии запретных зон. А – магистральный волок; Б и В – пасечные волока; Г – соединительный волок. (Рисунок: АО «Метсятэхо»)

В Марийском государственном техническом университете предложена схема освоения лесосеки (патент № 2228023), при которой малогабаритный форвардер имеет возможность переходить на соседний пасечный волок (см. рис. 2.29.). По предложению авторов схема может использоваться в редких древостоях, обеспечивающих переход форвардера между деревьями. В этом случае на первом волоке собирается первая половина пачки (форвардер движется от магистрального волока). Вторая половина пачки собирается на соседнем, втором, пасечном волоке при движении форвардера к магистральному волоку. Расстояние между переходами будет равно половине длины ленты набора пачки. Согласно проведенным исследованиям, при использовании такой схемы на 50 % сокращаются все перемещения форвардера по пасечным волокам, за счет чего возрастает его производительность.

### 2.3.3. Сортиментная технология лесозаготовок в Республике Карелия

Рассмотрим в качестве примера состояние сортиментной технологии лесозаготовок в России на примере ближайшего финляндского соседа – Республики Карелия.

За 2003 год объем заготовки леса крупными и средними предприятиями ЛПК Республики Карелия составил 4 766 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по сортиментной технологии - 1 848 тыс. м<sup>3</sup> (39 % от всей заготовки). Увеличение к 2002 году составило 26 % (377 тыс. м<sup>3</sup>). Это наивысшие темпы роста за все годы развития сортиментной технологии. Если последние годы повышение объемов достигалось за счет улучшения использования имеющейся техники и привлечения подрядчиков, то в 2003 году за счет увеличения парка машин. Благодаря развитию лизинговых закупок численность форвардеров возросла на 11 %, а харвестеров на 43 %. И таким образом, общая их численность на 1 января 2004 года составила 83 единицы (63 форвардеров и 20 харвестеров), рост на 17 %.

Сортиментная технология применялась на предприятиях, обеспечивших 71 % всего объема рубок, средний уровень сортиментной заготовки на них составил 54 %. Наибольший прирост объемов сортиментной заготовки собственными мощностями достигнут в 2003 году в Пудожпромлесе (3,3 раза), Медвежьегорском ЛПХ (28 %), Воломском ЛПХ (24 %), Лендерском ЛПХ (14 %). Значительный рост объемов сортиментной заготовки планируется на этих предприятиях и в дальнейшем.

Анализ использования форвардеров и харвестеров показывает и возросшую интенсивность их использования. Среднемесячная выработка форвардером составила 21,2 тыс. м<sup>3</sup> (рост на 20,2 %), харвестером 21,3 тыс. м<sup>3</sup> (7,3 %), выработка на отработанную машиносмену форвардером составила 62,7 м<sup>3</sup> (рост на 6,3 %), харвестером 82,1 м<sup>3</sup> (1,4 %). Выше 30 тыс. м<sup>3</sup> составила среднемесячная выработка на один форвардер в Воломском ЛПХ (39 тыс. м<sup>3</sup>), Лахденпохском ЛПХ, Лендерском ЛПХ, Пудожпромлесе. Традиционно наивысшая сменная выработка, как на форвардер, так и харвестер, до 100 м<sup>3</sup> в смену достигается в Ладэнсо, при этом это единственное предприятие, где объем несплошных рубок достигает 50 %. Наивысшая выработка на списочный харвестер уже несколько лет достигается в Олонецлесе (25,5 тыс. м<sup>3</sup>), но она снижается, показатели других предприятий еще ниже. Это явление можно объяснить тем, что в целом изношенность харвестеров выше, чем форвардеров, так как они долгие годы не обновлялись. Произведенная в 2003 году закупка 6 машин дала эффект только в 2004 году.

Приобретение харвестеров стабилизировало потребную численность вальщиков леса по ряду предприятий, создает предпосылки повышения эффективности использования форвардеров и технологии в целом. При этом в 2003 году при покупке харвестеров впервые удалось найти реальные пути значительного снижения цены и рассрочки платежей. Большинство приобретенных новых харвестеров имеют экскаваторную базу и цену на уровне форвардера. По этому пути пошли Воломский ЛПХ, Медвежьегорский ЛПХ, Ледмозерское ЛЗХ, Пудожпромлес, Кривцылес.

Первый опыт эксплуатации гусеничных харвестеров показывает их высокую производительность и надежность. Муезерский ЛПХ, внедрив гусеничные харвестеры на обрезке сучьев, совершил реальный прорыв на этой операции, обеспечив ее полную механизацию и резкий рост производительности по сравнению с традиционными сучкорезными машинами.

Перспективна также закупка традиционных колесных харвестеров, в том числе прошедших капитальный ремонт с установкой новой харвестерной головки.

## 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО РУБОК

### 3.1. Методика и критерии

Для обеспечения устойчивости лесопользования следует рассмотреть по крайней мере три составляющих компонента методики, представленной в общем виде на рисунке 3.1.:

1. Лесоводственный;
2. Технологический;
3. Экономический.

#### 3.1.1. Лесоводственный компонент

По лесоводственным соображениям в качестве критерия оптимальности может быть принят максимум суммы промежуточного и главного пользования. Постановка задачи рациональной интенсивности и сроков повторяемости разреживаний за весь период выращивания древостоя сводится к следующему:

- В качестве *целевой функции* принимаем суммарный выход обезличенной ( $W_L$ ) или деловой ( $W_D$ ) древесины при промежуточном и главном пользовании.
- В качестве *управляемых параметров* принимается количество приемов разреживаний ( $m$ ), их интенсивность, выраженная уровнем снижения полноты ( $Pr$ ), и сроки их повторяемости ( $t$ ).
- В качестве *функциональных ограничений* принимается условие непревышения восстанавливаемого после рубок запаса, соответствующего полноте древостоя перед первым приемом разреживаний ( $M_{PO}$ ).

В математической интерпретации задача представляется в следующем виде:

$$\begin{aligned} W_L \rightarrow \max \text{ или } W_D \rightarrow \max \\ m_{\min} \leq m \leq m_{\max} \\ Pr_{\min} \leq Pr \leq Pr_{\max} \\ t_{\min} \leq t \leq t_{\max} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Целевая функция включает в себя две составляющие:

$$W_L = V_{\text{пн}} + V_{\text{гп}}, \quad (3.2)$$

$$W_D = V_{\text{Дпн}} + V_{\text{Дгп}}, \quad (3.3)$$

- где  $V_{\text{пн}}$  – объем промежуточного пользования по обезличенной древесине, м<sup>3</sup>/га;  
 $V_{\text{гп}}$  – объем главного пользования по обезличенной древесине, м<sup>3</sup>/га;  
 $V_{\text{Дпн}}$  – объем промежуточного пользования по деловой древесине, м<sup>3</sup>/га;  
 $V_{\text{Дгп}}$  – объем главного пользования по деловой древесине, м<sup>3</sup>/га.

Объем промежуточного пользования определяется суммированием вырубленных запасов за каждый прием разреживаний в возрасте древостоя ( $t_i$ ):

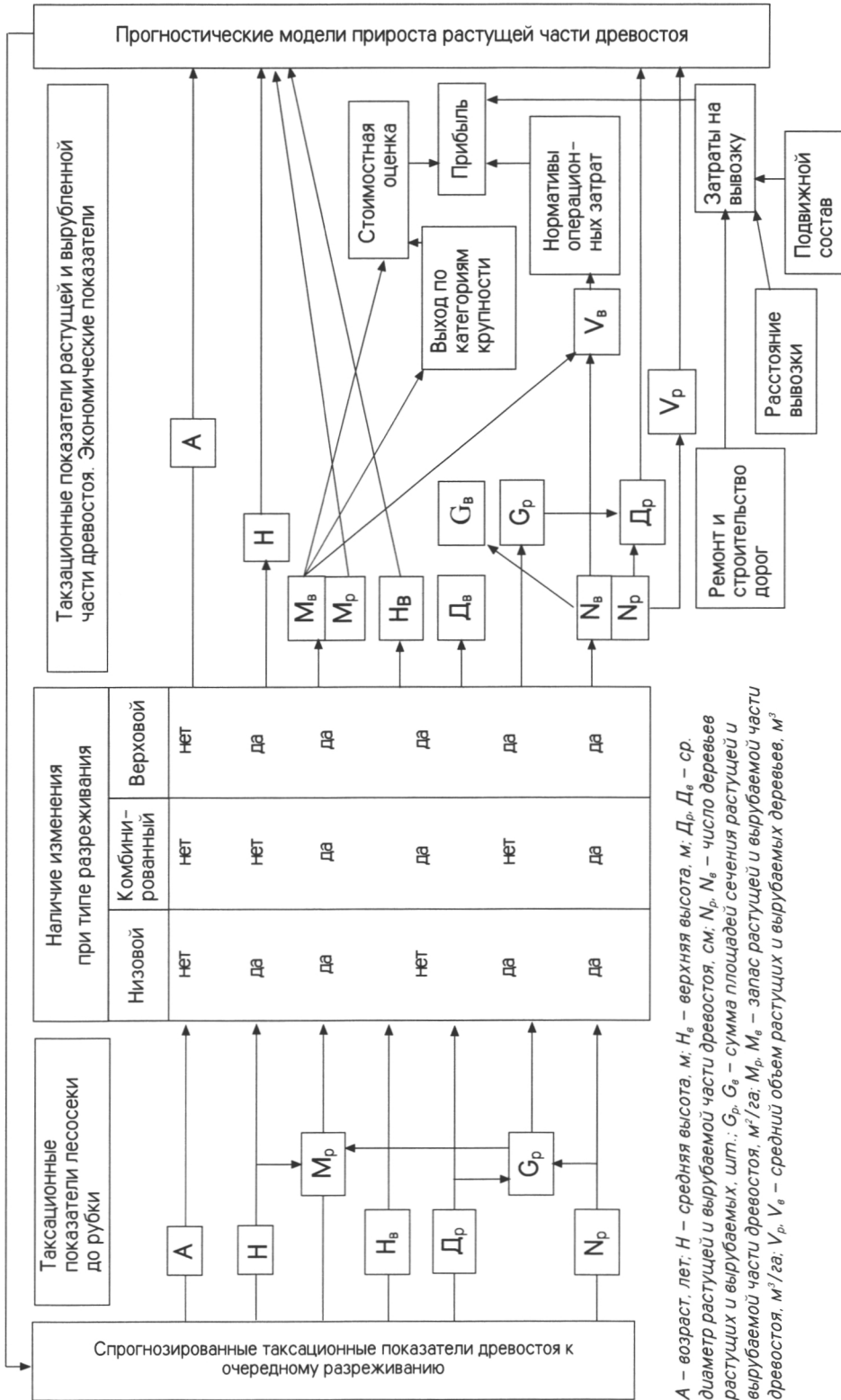
$$V_m = \sum_{i=1}^m V t_i, \quad (3.4)$$

$$V_{D,m} = \sum_{i=1}^m V_D t_i. \quad (3.5)$$

За каждый прием разреживания вырубаемый запас определяется по формуле:

$$V t_i = M t_i \cdot \left( \frac{M t_i}{M t_i^{\text{ПО}}} - P r t_i \right), \quad (3.6)$$

- где  $M t_i$  – запас древостоя в возрасте  $t_i$ , м<sup>3</sup>/га;  
 $M t_i^{\text{ПО}}$  – запас из таблиц хода роста в возрасте  $t_i$  при начальной полноте 1.0 (может быть скорректирован на полноту рассматриваемого древостоя);  
 $P r t_i$  – уровень снижения полноты при разреживаниях.



А – возраст, лет; Н – средняя высота, м;  $H_b$  – верхняя высота, м;  $D_p$ ,  $D_b$  – ср. диаметр растущей и вырубленной части древостоя, см;  $N_b$ ,  $N_p$  – число деревьев растущих и вырубляемых, шт.;  $G_p$ ,  $G_b$  – сумма площадей сечения растущей и вырубленной части древостоя, м<sup>2</sup>/га;  $M_p$ ,  $M_b$  – запас растущей и вырубляемой части древостоя, м<sup>3</sup>/га;  $V_p$ ,  $V_b$  – средний объем растущих и вырубляемых деревьев, м<sup>3</sup>

Рисунок 3.1. Блок-схема лесоводственных, технологических связей и экономических связей обоснования модели лесопользования.

Составляющая  $V_{гр}$  формулы (3.7) соответствует запасу древостоя к возрасту главной рубки  $t_{гр}$  (для сосны и ели – 100 лет, для березы 60 лет):

$$V_{гр} = Mt_{гр}, \quad (3.7)$$

$$V_{Dгр} = M_D t_{гр}, \quad (3.8)$$

где  $M_D t_{гр}$  – запас деловой древесины в возрасте  $t_{гр}$ , м<sup>3</sup>/га.

На управляемые параметры формулы (3.1) в соответствии с лесоводственными соображениями накладываются следующие ограничения:

- по количеству приемов:  $2 \leq m \leq 7$ ;
- по интенсивности разреживаний:

$$0,5 \leq P \leq PO - 0,1;$$

- по возрасту древостоя на момент проведения разреживаний:

$$21 \leq t \leq 91$$

Восстанавливаемый запас в момент времени  $t_i$  определяется на основании зависимости:

$$Mt_i = Mt_{(i-1)} + 10Z(b, t_{(i-1)}) \cdot \left[ \frac{Mt_{(i-1)}}{M^{1,0}(b, t_{(i-1)})} \right]^K, \quad (3.9)$$

- где  $Mt_i$  – восстанавливаемый запас в момент времени  $t_i$ , м<sup>3</sup>/га;  
 $Mt_{(i-1)}$  – запас древостоев в предшествующем десятилетии, м<sup>3</sup>/га;  
 $Z(b, t_{(i-1)})$  – среднепериодический текущий прирост по запасу при соответствующем возрасте и классе бонитета, м<sup>3</sup>/га;  
 $M^{1,0}(b, t_{(i-1)})$  – запас сомкнутого древостоя в соответствующем возрасте и классе бонитета, м<sup>3</sup>/га;  
 $K$  – численный коэффициент, учитывающий влияние полноты древостоя на величину почвенно-светового прироста.

Запас древостоя при исходной полноте (PO) в момент времени  $t_i$  определяется по формуле:

$$Mt_i = M_{t_i}^{1,0} \cdot PO \quad (3.10)$$

Рассматриваемая задача представляет собой многопараметрическую задачу нелинейного программирования, решаемую одним из методов целочисленного поиска, позволяющим находить оптимум с достаточной для лесохозяйственных требований точностью.

Проведение оптимизационных расчетов позволяет определиться с рациональным режимом промежуточного пользования по интенсивности и возрастам повторяемости разреживаний (см. приложение 1). В дальнейшем возникает необходимость в разработке моделей прогноза возрастной динамики таксационных показателей древостоев.

Применяемые в лесном хозяйстве таблицы хода роста относятся в основном к естественно формирующимся древостоям. Значительная доля древостоев за время их выращивания подвергается разреживаниям различной интенсивности и повторяемости. Поэтому очень важно иметь нормативы, обеспечивающие рациональные режимы лесопользования за весь период выращивания в виде распределения по возрастам интенсивности разреживаний и сроков их повторяемости. Для этого следует воспользоваться моделями текущего прироста по запасу, данными региональных таблиц хода роста сомкнутых древостоев, позволяющими на каждом шаге прогнозирования восстановления запаса определять относительную полноту в каждом последующем десятилетии.

Так, для сосняков величину восстанавливаемого после рубки запаса можно рассчитать при помощи уравнения (3.11), отображающего зависимость текущего прироста по запасу от возраста, полноты и бонитета древостоев:

$$M_{A+10} = M_A^0 + 10 \cdot \exp \left\{ \begin{array}{l} k_0 + k_1 \ln A + k_2 \ln H_A^b + \\ + k_3 \ln H_A^b \ln A + k_4 \ln^2 A \end{array} \right\} \cdot (\Pi_A^0)^K, \quad (3.11)$$

- где:  $M_{A+10}$  – запас через 10 лет от возраста  $A$ , лет,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  
 $M_A^0$  – запас в исходном возрасте  $A$ , лет,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  
 $A$  – возраст древостоя, лет;  
 $H_A^b$  – верхняя высота древостоя, характеризующая класс бонитета, м;  
 $\Pi_A^0$  – относительная полнота в возрасте  $A$  лет после разреживания, ед.  
 $k_0, \dots, k_4$  – численные коэффициенты, зависящие от древесной породы;  
 $K$  – численный коэффициент, учитывающий влияние полноты древостоя на величину почвенно-светового прироста.

Прогнозирование восстановления запаса осуществляется на каждое десятилетие. Прогнозирование восстановления полноты производится по отношению восстановленного через 10 лет запаса к запасу из таблиц хода роста сомкнутых древостоев.

Важным элементом исследований по ходу роста древостоев с оптимальным режимом разреживаний должны быть нормативы, отображающие структуру

вырубаемой части древостоя, а также динамику изменения таксационных показателей оставляемой части древостоя.

Рассмотрим в общем виде элементы рекомендуемой методики, требующей наличия необходимой нормативной информации, представленной либо в табличной, либо в математической формах записи по следующим пунктам:

1) Исходная таксационная характеристика древостоя:

- А – возраст древостоя, лет;
- Н – средняя высота древостоя, м;
- $H_b$  – верхняя высота древостоя, м;
- D – среднеквадратический диаметр древостоя, см;
- N – густота древостоя, шт./га;
- G – сумма площадей сечения древостоя, м<sup>2</sup>/га;
- M – запас древостоя, м<sup>3</sup>/га;
- П – относительная полнота древостоя, ед.

2) Тип разреживания при промежуточном пользовании:

- $T_1$  – низовой;
- $T_2$  – комбинированный;
- $T_3$  – верховой.

3) Количество вырубаемых деревьев по типам разреживаний:

$$N_1 = 0,01 \cdot N \cdot P_1^b, \quad P_1^b = f_1(P_V), \quad (3.12)$$

$$N_2 = 0,01 \cdot N \cdot P_2^b, \quad P_2^b = f_2(P_V), \quad (3.13)$$

$$N_3 = 0,01 \cdot N \cdot P_3^b, \quad P_3^b = f_3(P_V), \quad (3.14)$$

- где  $N_1$  – количество вырубаемых деревьев при низовом типе разреживания, шт./га;
- $N_2$  – количество вырубаемых деревьев при комбинированном типе разреживания, шт./га;
- $N_3$  – количество вырубаемых деревьев при верховом типе разреживания, шт./га;
- $P_1^b, P_2^b, P_3^b$  – процент вырубаемых деревьев при типах разреживания  $T_1; T_2; T_3$ ;
- N – количество деревьев на корню до рубки, шт./га;
- $P_V$  – процент выборки запаса древостоя при рубках ухода.

4) Средний диаметр вырубаемых деревьев по типам разреживаний:

$$D_1 = DB_1, \quad B_1 = f_4(P_V), \quad (3.15)$$

$$D_3 = DB_3, \quad B_3 = f_6(P_V), \quad (3.16)$$

- где  $D_1$  – средний диаметр в рубаемой древесине при низовом типе разреживания, см;  
 $B_1$  – доля диаметра древостоя до рубки при низовом типе разреживания;  
 $D_3$  – средний диаметр вырубаемой древесине при верховом типе разреживания, см;  
 $B_3$  – доля диаметра древостоя до рубки при верховом типе разреживания.

Согласно целевой направленности методики все расчеты осуществляются в два этапа. На первом этапе вычисляются таксационные показатели вырубаемой и оставляемой части древостоя:

- 1) Средний диаметр вырубаемых деревьев ( $D_b$ , см) определяется по моделям (3.15) и (3.16).
- 2) Количество вырубаемых деревьев ( $N_b$ , шт./га) определяется по моделям (3.12), (3.13), (3.14).
- 3) Сумма площадей сечения вырубаемых деревьев ( $G_b$ , м<sup>2</sup>/га):

$$G_b = \frac{\pi}{4} \cdot D_b^2 \cdot \frac{N_b}{10000}. \quad (3.17)$$

- 4) Объем среднего дерева вырубаемой части древостоя ( $V_b$ , м<sup>3</sup>):

$$V_b = \frac{M_b}{N_b}, \quad (3.18)$$

где  $M_b$  – запас вырубаемой древесины, м<sup>3</sup>/га.

- 5) Сумма площадей сечения, оставшаяся после разреживания ( $G_o$ , м<sup>2</sup>/га)

$$G_o = G_p - G_b \quad (3.19)$$

где:  $G_p$  – сумма площадей сечения древостоя до рубки, м<sup>2</sup>/га;

- 6) Запас древостоя, оставшийся после разреживания ( $M_o$ , м<sup>3</sup>/га):

$$M_o = M_p - M_b \quad (3.20)$$

где:  $M_p$  – запас древостоя до разреживания, м<sup>3</sup>/га;

- 7) Полнота древостоя, оставшегося после разреживания ( $\Pi_o$ , ед.):

$$\Pi_o = \frac{M_o}{M^{1.0}} \quad (3.21)$$

где:  $M^{1.0}$  – запас сомкнутого древостоя из таблиц хода роста, м<sup>3</sup>/га.

- 8) Количество оставшихся после разреживания деревьев ( $N_o$ , шт./га):

$$N_o = N_p - N_b \quad (3.22)$$

- 9) Средний диаметр древостоя, оставшегося после рубки ( $D_o$ , см):

$$D_o = \sqrt{\frac{G_o \cdot 10000}{\frac{\pi}{4} \cdot N_o}} \quad (3.23)$$

На втором этапе осуществляется прогнозирование таксационных показателей оставшейся после разреживания части древостоя по статистическим моделям и формулам вида:

1. Прогнозирование восстановления запаса древостоя через 10 лет ( $M_{A+10}$ , м<sup>3</sup>/га) осуществляется по уравнению (3.11)
2. Прогнозирование восстановления полноты древостоя через 10 лет ( $\Pi_{A+10}$ , ед.)

3. 
$$\Pi_{A+10} = \frac{M_{A+10}}{M_{A+10}^{1.0}} \quad (3.24)$$

4. Прогнозирование среднего диаметра древостоя, оставшегося после разреживания ( $D_{A+n}$ , см) по уравнению общего вида:

$$D_{A+n} = D_A^0 \cdot \exp \left\{ \begin{array}{l} k_1 \ln A \cdot \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + k_2 \ln H_A^0 \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + \\ + k_3 \ln L_A^0 \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + k_4 \ln^2 \left( 1 + \frac{n}{A} \right) \end{array} \right\}, \quad (3.25)$$

- где  $D_A^0$  – средний диаметр древостоя, оставшегося после разреживания в возрасте  $A$  лет, см;  
 $A$  – возраст древостоя на момент разреживания, лет;  
 $H_A^0$  – средняя высота древостоя после изреживания, м;  
 $n$  – отдаленность прогноза, лет;  
 $L_A^0$  – среднее расстояние между деревьями в возрасте  $A$ , характеризующее количество деревьев после изреживания по формуле:

$$L_A^0 = \sqrt{\frac{10000}{N_A^0}}, \quad (3.26)$$

- где  $N_A^0$  – количество деревьев, шт./га.

5. Прогнозирование изменения числа деревьев, оставшихся после разреживания ( $N_{A+n}$ , шт./га):

$$N_{A+n} = \frac{10000}{L_{A+n}^2},$$

$$L_{A+n} = L_A^0 \cdot \exp \left\{ \begin{array}{l} k_1 \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + k_2 \ln A \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + \\ + k_3 \ln H_A \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) + k_4 \ln L_A^0 \cdot \ln \left( 1 + \frac{n}{A} \right) \end{array} \right\}, \quad (3.27)$$

6. Прогнозирование суммы площадей сечения древостоя, оставшегося после разреживания ( $G_{A+n}$ , м<sup>2</sup>/га):

$$G_{A+n} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{A+n}^2 \cdot \frac{N_{A+n}}{10000} \quad (3.28)$$

Представленный перечень уравнений позволяет охарактеризовать вырубаемую часть древостоя, установить параметры таксационных показателей оставшегося после разреживания древостоя и спрогнозировать их изменение к очередному приему рубки.

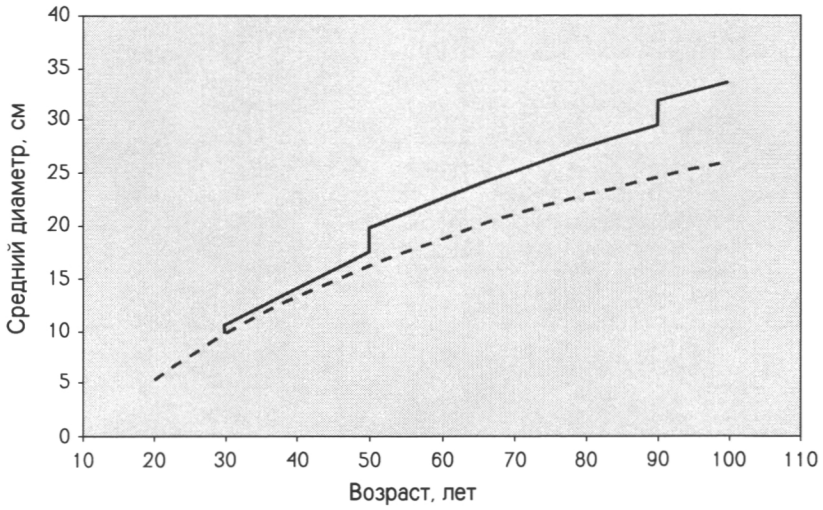
Задействованные в рекомендуемых уравнениях независимые переменные позволяют разработать многовариантные нормативы хода роста древостоев под воздействием разреживаний различной интенсивности. Практическая значимость таких нормативов очевидна. Их сочетание с решением оптимизационных задач, нацеленных на максимум суммарного промежуточного и главного пользования, позволяет для каждого древостоя составить рациональную программу разреживаний. Такой норматив по ходу роста следует именовать как «Паспорт возрастной динамики лесосеки с оптимальным режимом лесопользования» (с разреживаниями в возрасте 30, 50 и 90 лет), в общем виде представленный в табличной форме (рис. 3.2.).

Схематично ход роста древостоев под воздействием оптимального режима разреживаний представлен на рисунках 3.3.-3.7.

Порода - \_\_\_\_\_, бонитет – \_\_\_\_\_, полнота древостоя перед первым приемом рубки \_\_\_\_\_ ед. Цель – максимум лесопользования от 30 до 120 лет древостоя при \_\_\_\_\_ приемах разреживаний.

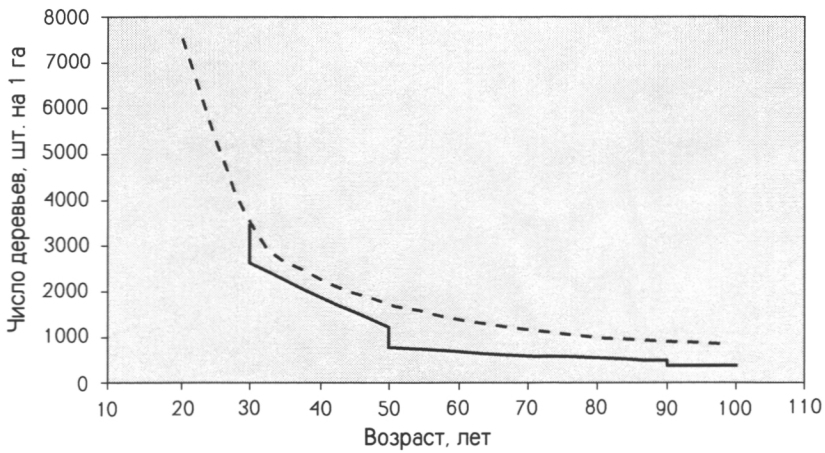
С т р о к а	Запас древостоя (M), м <sup>3</sup> /га; Уровень снижения полноты древостоя (Pr), ед.; Вырубленный запас обезличенной древесины (WL), м <sup>3</sup> /га; Вырубленный запас деловой древесины (WD), м <sup>3</sup> /га										И т о г о
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
M Pr W <sub>L</sub> W <sub>D</sub>											
Возраст (A), лет; Высота верхняя (H <sub>B</sub> ), м; Средний диаметр (D), см; Число стволов древостоя (N), шт./га; Сумма площадей сечений (G), м <sup>2</sup> /га; Запас стволовой древесины (M), м <sup>3</sup> /га; Средний объем вырубаемых деревьев (N), шт./га; p, b – индексы в обозначениях для растущих и вырубаемых деревьев											
A	H <sub>B</sub>	Dp	Db	Np	Nb	Gp	Gb	Mp	Mb	Vp	Vp
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											
110											
120											

Рисунок 3.2. Форма паспорта возрастной динамики лесосеки с оптимальным режимом лесопользования.



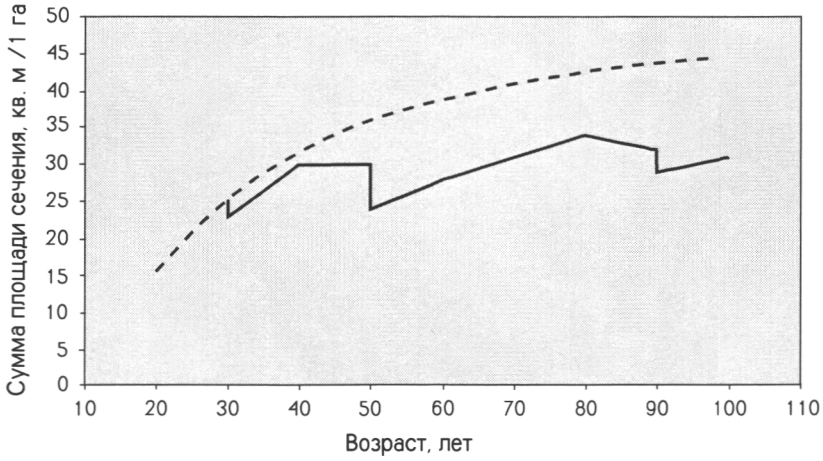
———— под воздействием разреживаний — — — по данным таблиц хода роста

**Рисунок 3.3.** Возрастная динамика среднего диаметра сосновых древостоев по данным таблиц хода роста и при трех разреживаниях оптимального режима.



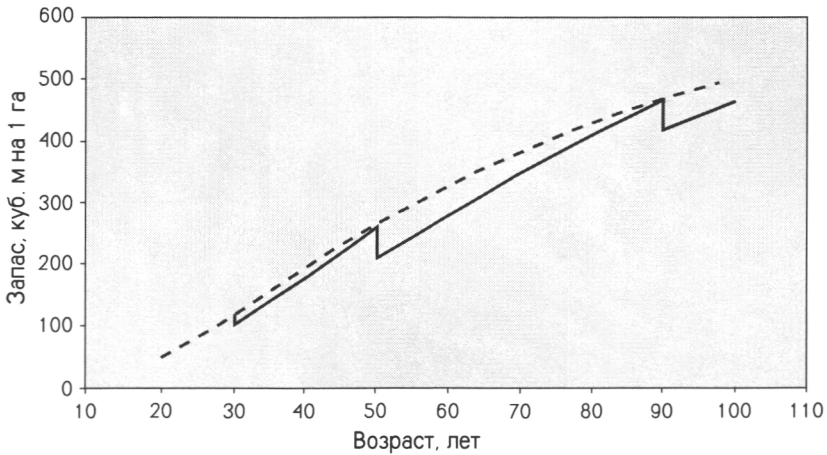
———— под воздействием разреживаний — — — по данным таблиц хода роста

**Рисунок 3.4.** Возрастная динамика самоизреживания сосновых древостоев по данным таблиц хода роста и при трех разреживаниях оптимального режима.



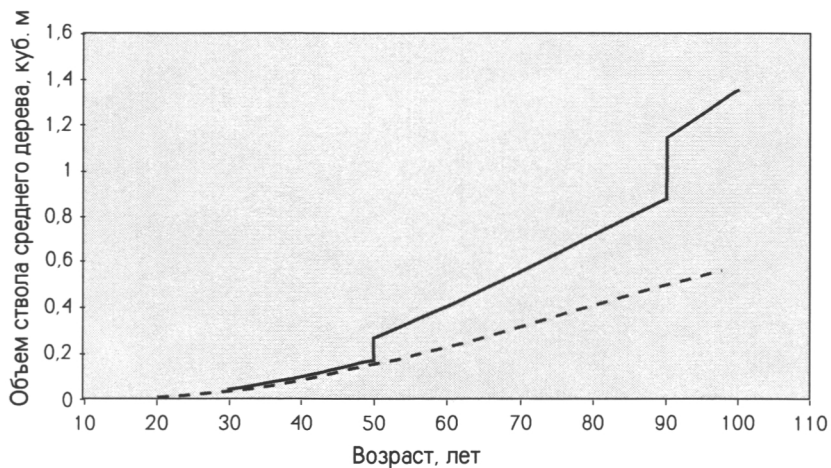
—— под воздействием разреживаний — — — по данным таблиц хода роста

**Рисунок 3.5.** Возрастная динамика суммы площадей сечения сосновых древостоев по данным таблиц хода роста и при трех разреживаниях оптимального режима.



—— под воздействием разреживаний — — — по данным таблиц хода роста

**Рисунок 3.6.** Возрастная динамика запаса сосновых древостоев по данным таблиц хода роста и при трех разреживаниях оптимального режима.



————— под воздействием разреживаний — — — по данным таблиц хода роста

**Рисунок 3.7.** Возрастная динамика объема ствола среднего дерева сосновых древостоев по данным таблиц хода роста и при трех разреживаниях оптимального режима.

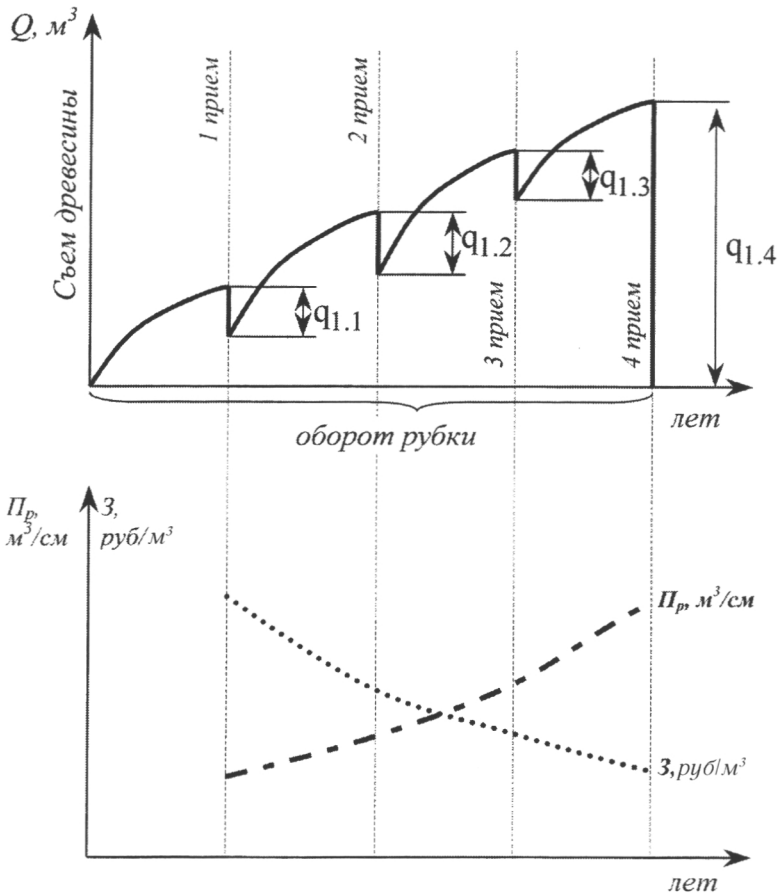
Таким образом, паспорт древостоя с оптимальным режимом промежуточного пользования является контрольной придержкой при проведении разреживаний. Однако, перед очередным приемом рубки расчеты следует повторить, внося соответствующие коррективы в режим разреживаний. Наличие разработанной нормативной базы позволит планировать объем промежуточного пользования, контролировать заготовку древесины параметрами таксационных показателей оставляемой и вырубленной частей древостоя.

### 3.1.2. Технологический компонент

Если сравнить рубки сплошные, постепенные и выборочные, то экологический ущерб будет наибольший от сплошных рубок и значительно меньший от постепенных и выборочных рубок. Экологический ущерб  $Y_{эк}$  может быть оценен в рублях на 1 гектар вырубленной площади и представлять из себя как сумму ущербов, понесенных от потери санитарно-гигиенических, водоохранно-защитных, рекреационных и других функций леса, а также возмещение затрат на ликвидацию техногенных воздействий лесосечных машин.

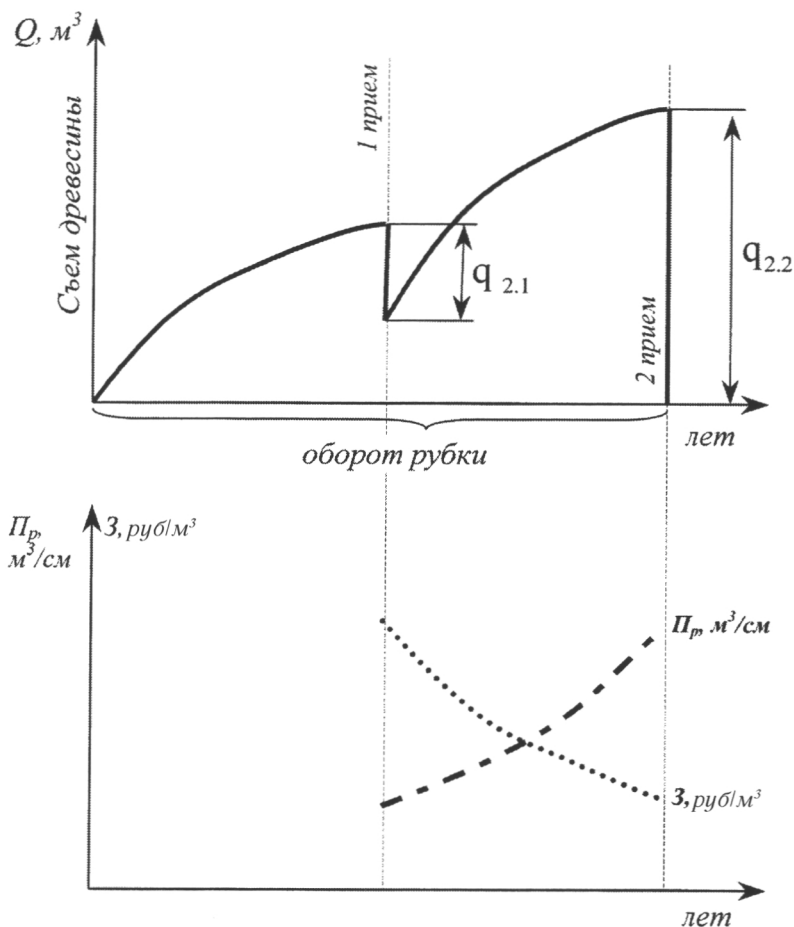
На рисунках 3.8. и 3.9. представлена графическая интерпретация критериев эффективности при проведении четырехприемной и двухприемной рубок леса соответственно.

### Вариант 1. Четырехприемная рубка



**Рисунок 3.8.** Графическое представление критериев эффективности четырехприемной рубки:  $Q$  – срез древесины,  $м^3$ ;  $Пр$  – производительность,  $м^3/смена$ ;  $З$  – затраты,  $руб/м^3$ .

## Вариант 2. Двухприемная рубка



**Рисунок 3.9.** Графическое представление критериев эффективности двухприемной рубки:  $Q$  – съем древесины,  $\text{м}^3$ ;  $\text{Пр}$  – производительность,  $\text{м}^3/\text{смена}$ ;  $\text{З}$  – затраты,  $\text{руб/м}^3$ .

Стратегия рубок в зависимости от их интенсивности, возраста вырубаемого древостоя или его части существенным образом влияют на производительность машин, которая в свою очередь коррелирует с вырубаемым запасом и средним объемом ствола. Таким образом, оценку стратегии рубок следует делать также и путем прогнозирования производительности машин и оборудования при проведении различных приемов рубки. Такая оценка составляет технологический компонент эффективности лесопользования.

Согласно выводам, полученным в разделе 3.1.1., можно записать следующее выражение:

$$Q_1 = q_{1.1} + q_{1.2} + q_{1.3} + q_{1.4} > Q_2 = (q_{2.1} + q_{2.2}), \quad (3.29)$$

которое подтверждает тезис о том, что в первом варианте (4-приемная рубка) объем снимаемой за период оборота рубки древесины больше, чем во втором варианте (2-приемная рубка).

С другой стороны, чем больше число приемов, тем меньше средняя интенсивность рубки и, следовательно, тем меньше производительность машин и оборудования. Из этого следует, что средневзвешенная производительность  $\Pi_p$ , м<sup>3</sup>/смена в первом варианте скорее всего будет меньше, чем во втором, т.е. справедливо неравенство:

$$\Pi_{p_1} < \Pi_{p_2}.$$

Для окончательного выяснения требуется расчет производительности машин по обоим вариантам в зависимости от вырубаемого запаса, среднего объема хлыста и других параметров лесосеки. Таким образом, получение максимального объема древесины за период оборота рубки не может являться окончательной оценкой стратегии рубок. Снижение производительности приводит к увеличению затрат на выполнение работ, и поэтому в оценке эффективности рубок должен присутствовать экономический компонент.

### 3.1.3. Экономический компонент

По экономическим соображениям важнейшим критерием оценки оптимальности является прибыль, которая зависит от объема, качества и цены реализованной древесины, а также от затрат на заготовку древесины. Если принять в обоих вариантах одинаковые системы машин, заработную плату рабочих, расход горюче-смазочных материалов, то суммарные затраты в расчете на 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины (З, руб/м<sup>3</sup>) будут зависеть в основном от производительности машин. Причем чем она больше, тем меньше затраты. Исходя из этого и рисунков 3.8. и 3.9. можно записать, что

$$Z_1 > Z_2.$$

Следует иметь в виду, что вырубаемая древесина по I и II вариантам будет разного качества, выручки ( $W$ , руб/м<sup>3</sup>) от ее реализации будут различными и поэтому справедливо выражение

$$W_1 > W_2.$$

Окончательное решение об эффективности можно обосновать после расчета прибыли ( $\Pi$ , руб.) по сравниваемым вариантам, которая определится по формуле

$$\Pi_i = (W_i - Z_i) \cdot Q_i. \quad (3.30)$$

Индекс  $i$  обозначает порядковый номер варианта рубок.

## 3.2. Расчет затрат на заготовку древесины по сортиментной технологии

### 3.2.1. Общие понятия

В основе планирования показателей использования лесозаготовительной техники лежит расчет затрат на ее эксплуатацию. Это делает возможным сравнение эффективности использования различных лесосечных машин и оборудования. Знание структуры расходов помогает выявить факторы, которые способствуют повышению рентабельности.

#### *Затраты*

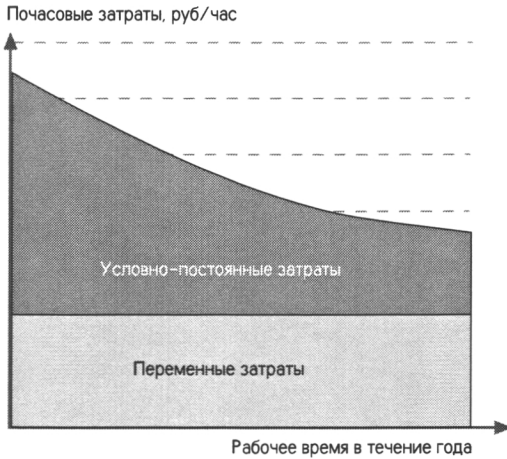
Затраты на эксплуатацию лесозаготовительной техники делятся на условно-постоянные и переменные (рис. 3.10. и 3.11.). Условно-постоянные затраты рассчитываются за определенный промежуток времени, как правило, это календарный год, и они не зависят от продолжительности эксплуатации машины. Переменные затраты изменяются пропорционально времени использования машины.

*К условно-постоянным затратам* относятся: процент с капитала и амортизация, все виды страховок, административные и общехозяйственные расходы и компенсации, выплачиваемые оператору машины. К компенсациям относятся все затраты, связанные с доставкой оператора от места жительства до лесосечной площадки, и сумма командировочных расходов оператора согласно контракту.

*Переменные (прямые) затраты* включают в себя расходы на труд, затраты на топливо и горюче-смазочные материалы, затраты на ремонт и техническое обслуживание лесозаготовительного трактора.



**Рисунок 3.10.** Условно-постоянные затраты не зависят от рабочего времени в течение года. С увеличением переменных возрастают и совокупные затраты.



*Рисунок 3.11. В почасовых затратах доля условно-постоянных уменьшается в течение года.*

**Использование времени**

Контроль эффективности эксплуатации лесной машины предполагает деление общего времени на части (рис. 3.12.).



*Рисунок 3.12. Распределение общего времени.*

**Общее время** – это весь лимит времени за расчетный период.

**Рабочее время** – это весь лимит времени, связанный с работой; в принципе, это время нахождения оператора на рабочем месте.

**Время простоев** – это все прочее время, которое не может считаться рабочим. Например, время на обеденный перерыв не считается рабочим временем.

**Время на ремонт** – это продолжительность сложного ремонта и технического обслуживания машины, которые нельзя сделать на делянке.

**Время на перемещение** – это время, потраченное на перемещение лесосечной машины с одной делянки на другую.

**Производственное время** – это время, потраченное на выполнение основной работы на определенной делянке.

**Эксплуатационное время** – это время, непосредственно или косвенно связанное с выполнением работы, включая перерывы менее 15 минут.

**Перерывами** считаются паузы продолжительностью более 15 минут, во время которых не выполняется основная работа. К ним причисляется время на проведение подготовительно-заключительных работ, время на личные перерывы, организационные перерывы, время на проведение технического обслуживания и небольших ремонтов.

**Фактическое время работы** – это эксплуатационное время за вычетом перерывов менее 15 минут.

#### **Соотношение временных показателей**

Сопоставление показателей, таких как эксплуатация машин в различных условиях, или показателей, характеризующих эффективность эксплуатации различных категорий машин, можно делать с помощью следующего соотношения. При этом обычно применяют техническую степень использования ( $C_T$ ):

$$C_T = \frac{B_z}{B_z + B_p + B_n}, \quad (3.31)$$

где  $B_z$  – эксплуатационное время;  
 $B_p$  – время на ремонт;  
 $B_n$  – время машинных перерывов.

Под «временем машинных перерывов» подразумевается время на ликвидацию случайных неисправностей машины, проверку и техническое обслуживание неисправностей лесосечных машин на делянке, которые и являются причиной вынужденных перерывов.

### 3.2.2. Метод расчета

#### *Основные положения*

Главная идея методики расчета – это определение затрат на эксплуатацию машины и выражение их в параметрах времени и производительности. Целью является получение достоверных показателей расходов:

- руб/год;
- руб/час;
- руб/м<sup>3</sup>.

Таким образом, можно определить величину расходов на выполненные машиной операции в различных ситуациях и рассчитать уровень использования лесосечной машины и соответствующих затрат, при которых работа была бы рентабельной. При расчете затрат способ определения используемых показателей зависит от цели дальнейшего применения калькуляции. Когда затраты рассчитываются на одну машину, за основу принимаются цена и сведения о затратах, касающиеся данной машины. Сведения о конкретной машине берутся из бухгалтерской отчетности и по результатам мониторинга ее эксплуатации непосредственно на основных работах.

Для обоснования расходов используются средние данные машины: фактическая цена, расход топлива и горюче-смазочных материалов, информация о плановых ремонтах. Результаты об отработанном машиной времени можно получать расчетным путем согласно установленным принципам, используя наблюдения за ее работой. При сравнении различных технологий заготовки расчеты затрат следует проводить в сопоставимых единицах.

#### *Принципы расчета нормы времени*

Важно, чтобы при расчете за основу принималась единица времени, по которой рассчитывались бы такие значения, как выработка на единицу продукции и другие. За единицу отработанного машиной времени принято считать один машино-час.

**Рабочее время.** Объем годового рабочего времени определяется как производная количества часов в рабочей смене на число рабочих дней в году. Пример

расчета объема годового рабочего времени в условиях России при односменном режиме работы:

$$8 \text{ (часов в день)} \times 22,4 \text{ (среднее число рабочих дней в мес.)} \times 12 \text{ (мес.)} = 2\,150,4 \text{ час.}$$

При двухсменном годовом режиме работы машины рабочее время меняется в зависимости от организации ежедневного технического обслуживания. Если техническое обслуживание проводит один оператор, то продолжительность рабочего времени составляет 16 часов. Если техническое обслуживание проводят два оператора по 30 мин., тогда рабочее время машины составит 15,5 часа.

Таким образом, годовой объем рабочего времени составит:

$$16,0 \text{ (час/день)} \times 22,4 \text{ (дней/месяц)} \times 12 \text{ (месяцев)} = 4\,300,8 \text{ рабочих часов/год, или}$$

$$15,5 \text{ (час/день)} \times 22,4 \text{ (дней/месяц)} \times 12 \text{ (месяцев)} = 4\,166,4 \text{ рабочих часов/год.}$$

Экономически обоснованный режим эксплуатации харвестера “Тимберджек 1270” следующий:

$$\begin{aligned} &\text{Односменный} - 8 \text{ месяцев/календарный год;} \\ &\text{Двухсменный} - 4 \text{ месяца/календарный год.} \end{aligned}$$

Тогда общее рабочее время в течение года составит 2 867 часов (см. табл. 3.1.).

**Время на перемещение.** Доля времени на перемещение в среднем составляет для форвардеров 5 %, для харвестеров – 3-5 % от эффективного фактического времени работы.

**Степень использования.** На изменение степени использования форвардеров тип или марка базового трактора существенно не влияют и она составляет для:

$$\begin{aligned} &\text{Форвардера} - 80-90 \% ; \\ &\text{Харвестера} - 75-85 \% . \end{aligned}$$

**Почасовое рабочее время** – это время, оплачиваемое оператору по часовому тарифу на проведение обслуживаний, ремонтов и подготовительно-заключительных работ.

**Срок эксплуатации машины (по годам)** зависит от продолжительности использования машины, а также от ее износа и составляет для форвардера 7-8 лет и для харвестера 6-7 лет. Термин «списание» обозначает годовое снижение стоимости машины. Например, по плану машина должна эксплуатироваться 7 лет. Оценивается остаточная стоимость, по которой можно продать машину

после семилетнего использования. Если машина изнашивается до конца, остаточная стоимость будет нулевой. Годовое списание рассчитывают как:

$$\frac{\text{Покупная стоимость} - \text{Остаточная стоимость}}{\text{Срок эксплуатации, лет}}$$

Под остаточной (меновый) стоимостью понимается цена, за которую можно продать машину после определенного срока эксплуатации. Остаточная стоимость рассчитывают как:

$$\text{Процент встречных продаж} \times \text{закупочная цена.}$$

**Цена машины.** В расчетах используется термин «закупочная цена». В закупочную цену включаются: стоимость приобретения машины, стоимость дополнительных комплектующих, транспортные расходы и таможенные сборы.

#### **Условно-постоянные затраты**

Процентная ставка зависит от структуры основного капитала. Ставка заемного капитала должна соответствовать процентной ставке на свободном рынке. Процентная ставка собственного капитала устанавливается согласно альтернативным инвестициям. Для расчета процентной ставки предлагается использовать следующую формулу:

$$c = \frac{n}{100} \cdot \frac{Ц + O}{2}, \quad (3.32)$$

где  $c$  – годовая процентная ставка, руб;  
 $n$  – процент годовой ставки;  
 $Ц$  – цена машины;  
 $O$  – остаточная стоимость.

**Страховки.** Лесные машины обычно страхуют на случай пожара, аварии и ответственности за возможный ущерб. Годовая сумма страхования рассчитывается согласно действующим страховым тарифам.

**При использовании личных транспортных средств** для производственных нужд компенсируются затраты, связанные с организацией работы, перемещениями и ремонтом. Пробег автомобиля определяется как среднеарифметическое значение протяженности самых продолжительных маршрутов в течение года. Компенсация транспортных расходов обговаривается в контракте.

**Компенсация транспортных расходов** – это возмещение потраченных оператором личных средств на дорогу до рабочего места. Количество километров пробега рассчитывается на основании учета прошлых лет. Сумма километро-компенсации обговаривается в контракте.

**Общие расходы** включают в себя затраты на содержание предприятия, например, таких, как бухгалтерский учет. В расчетах принимается среднегодовое значение данного вида издержек.

### ***Переменные затраты***

**Расходы на оплату труда.** Сдельная и почасовая оплата труда, надбавки за сменную работу и за работу в тяжелых условиях устанавливаются согласно коллективному трудовому договору. Косвенные издержки по заработной плате, например, отчисления на социальное страхование, устанавливаются согласно соответствующему договору и предписанию.

**Расходы на топливо и горюче-смазочные материалы.** Общее количество топлива, ГСМ и гидравлического масла определяется по нормам их расхода на единицу времени.

**Расходы на ремонт и техническое обслуживание** рассчитываются на весь срок эксплуатации машины на основе среднегодового значения. Сюда включаются стоимость необходимых запасных частей и оплата услуг по ремонту и техническому обслуживанию сторонними организациями. Плата за время, потраченное оператором на ремонт и техническое обслуживание, входит в расходы на оплату труда. Годовые фактические затраты на ремонт и обслуживание можно определить только проанализировав их за предшествующий период. В предварительных калькуляциях затраты на ремонт оцениваются на основании текущей информации. Следует вести постоянный учет затрат на ремонт и техническое обслуживание. Эта информация становится полезной при планировании очередной замены машины.

В калькуляционные расчеты рекомендуется включать 5 % доплаты за риск предпринимателя, то есть резервный фонд.

### ***Годовые затраты***

Годовые затраты получают суммируя все расходы в течение года. Делением суммы затрат на годовую сумму эффективно использованных часов получают затраты на час эксплуатации.

***Производственная себестоимость единицы продукции***

При использовании лесосечной машины расчет производственной себестоимости единицы продукции осуществляется:

- для харвестера – по количеству заготовленных плотных кубических метров (табл. 3.1.);
- для форвардера – по количеству перевезенных плотных кубических метров древесины (табл. 3.2.).

Делением часовых затрат на часовую выработку получают затраты на один кубический метр заготовленной древесины.

*Таблица 3.1. Пример расчета производственной себестоимости единицы продукции для харвестера (обменный курс 6.4.2004, 1 € = 34,29 руб.).*

<b>ХАРВЕСТЕР Timberjack 1270 D</b>			
Общий календарный режим работы	269 дней		
Общее рабочее время в течение года	2 867 часов		
Степень использования машины	80 %		
Суммарное эффективное время	2 294 часов		
Перерывы и задержки	430 часов		
Время на перемещение	143 часа		
Закупочная цена	12 млн. руб.		
Срок износа (15 000 часов)	6,5 лет		
Амортизационные отчисления	25 %		
Часовая производительность	15 м <sup>3</sup> /час		
Процент встречных продаж	15,2 %		
Процентная ставка на банковский кредит	15 %		
Меновая стоимость	1,824 млн. руб.		
<b>УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>		<b>Руб/год</b>	<b>Руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	1 036 800	451,96	
Износ	1 565 538	682,45	
Управленческие расходы	51 435	22,42	
Прочие	62 888	27,41	
<b>ИТОГО УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>2 716 661</b>	<b>1 184,24</b>	
<b>ПЕРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>		<b>Руб/год</b>	<b>Руб/час</b>
Расходы на ГСМ	365 943	159,52	
Расходы на ремонт и техническое обслуживание	171 450	74,74	
Запасные части	514 350	224,22	
Оплата труда оператора	306 758	133,72	
Социальные отчисления	35,6 %	-	
Отчисления на медицинское страхование	3,9 %	-	
Прочие	1 029	0,45	
<b>ИТОГО ПЕРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>1 480 699</b>	<b>645,47</b>	
Страховки	0	-	
Риск предпринимателя	5 %	-	
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>4 407 228</b>	<b>1 921,20</b>	
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ за 1 час на 1 куб. метр</b>	<b>128,08 руб.</b>		

**Таблица 3.2.** Пример расчета производственной себестоимости единицы продукции для форвардера (обменный курс 6.4.2004, 1 € = 34,29 руб.).

<b>ФОРВАРДЕР Timberjack 1010 D</b>		
Общий календарный режим работы	269 дней	
Общее рабочее время в течение года	2 867 часов	
Степень использования машины	85 %	
Суммарное эффективное время	2 437 часов	
Перерывы и задержки	287 часов	
Время на перемещение	143 часа	
Закупочная цена	6,35 млн. руб.	
Срок износа (15 000 часов)	6,9 лет	
Амортизационные отчисления	22 %	
Часовая производительность	15 куб. м/час	
Процент встречных продаж	17,5 %	
Ставка банка	15 %	
Меновая стоимость	1,111 млн. руб.	
<b>УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>	<b>Руб/год</b>	<b>Руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	559 594	229,62
Износ	759 239	311,55
Управленческие расходы	51 435	21,11
Прочие	62 888	25,81
<b>ИТОГО УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>1 433 156</b>	<b>588,09</b>
<b>ПЕРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>	<b>Руб/год</b>	<b>Руб/час</b>
Расходы на ГСМ	317 148	130,14
Расходы на ремонт и техническое обслуживание (включая стоимость запчастей)	514 350	211,06
Оплата труда оператора	323 698	132,83
Социальные отчисления	35,6 %	-
Отчисления на медицинское страхование	3,9 %	-
Прочие	2 160	0,89
<b>ИТОГО ПЕРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>1 285 217</b>	<b>527,39</b>
Страховки	0	-
Риск предпринимателя	5 %	-
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>2 854 292</b>	<b>1 171,25</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ за 1 час на 1 куб. метр</b>	<b>78,08 руб.</b>	

Пример экспериментального расчета применительно к хлыстовому методу заготовки древесины приведен в таблице 3.3. В расчете применен усеченный метод начисления амортизации.

*Таблица 3.3. Пример экспериментального расчета применительно к хлыстовому методу.*

<b>ТДТ-55А</b>		
Общий календарный режим работы	269 дней	
Общее рабочее время в течение года	2 867 часов	
Степень использования машины	70 %	
Суммарное эффективное время	2 007 часов	
Перерывы и задержки	717 часов	
Закупочная цена	891 700 руб.	
Срок износа (7525 часов)	3,5 лет	
Амортизационные отчисления	25 %	
Часовая производительность	8 куб. м/час	
Процент встречных продаж	26,5 %	
Ставка банка	15 %	
Меновая стоимость	236 300 руб.	
<b>УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>		
	Руб/год	Руб/час
Выплата по процентной ставке	84 600	42,15
Износ	187 257	93,30
Управленческие расходы	51 435	25,63
Прочие	62 888	31,33
<b>ИТОГО УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>386 180</b>	<b>192,41</b>
<b>ПЕРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ</b>		
	Руб/год	Руб/час
Расходы на ГСМ	180 125	89,75
Расходы на ремонт и техническое обслуживание	120 426	60,00
Оплата труда оператора	177 245	88,31
Социальные отчисления	35,6 %	-
Отчисления на медицинское страхование	3,9 %	-
Прочие	1 543	0,77
<b>ИТОГО ПЕРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ</b>	<b>549 351</b>	<b>273,71</b>
Страховки	0	-
Риск предпринимателя	3 %	-
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>963 597</b>	<b>480,10</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ за 1 час на 1 куб. метр</b>	<b>60,01 руб.</b>	

Таблица 3.4. Затраты в рублях при сортиментном методе заготовки, 2003 год.

Операции	Затраты на час работы механизма (руб./час)							Часовые затраты на один куб. метр (руб./м³)						
	Валка	Валка + пакетирование	Валка + обрезка сучьев + пакетирование	Трепка	Обрезка сучьев + пакетирование	Порубка сортиментов и перемещение	Всего	Валка	Валка + пакетирование	Валка + обрезка сучьев + пакетирование	Трепка	Обрезка сучьев + пакетирование	Порубка сортиментов и перемещение	Всего
Техно-логическая цепочка	I	72			89	549	710	11				25	64	100
	II	72		480 (446)	192	549	1293 (1259)	65		60 (54)		24	64	213 (207)
	III		583		192	549	1769		20		41	24	64	149
	IV			1921			1171			128			78	206

- I БП «Урал» с гидроклином + БП «Тайга-245» + ТБ-1М-16
- II БП «Урал» с гидроклином + гусеничный трактор на базе ТДТ-55А (ТЛТ-100А) + ЛО-120 + ТБ-1М-16 (двухфазная трелевка)
- III ЛП-19 + ЛТ-154А + ЛО-120 + ТБ-1М-16
- IV Timberjack 1270 D + Timberjack 1010 D

### 3.2.3. Пофакторный анализ издержек

На издержки лесозаготовок влияют различные факторы. К примеру производительность, особенно харвестера, существенно влияет на себестоимость единицы продукции (руб/м<sup>3</sup>). Так, на рубках промежуточного пользования производительность может быть менее 5 м<sup>3</sup>/час, тогда как на рубках главного пользования при благоприятных условиях она возрастает до 20 м<sup>3</sup>/час и более.

Определение срока эксплуатации машины и степени ее использования по времени должны быть по возможности точными, так как они оказывают прямое влияние на условно-постоянные затраты. Степень использования машины определяется на основе анализа личных наблюдений или на основе другой фактической информации. Показатель степени использования во многом зависит от состояния машины и профессионализма оператора.

При планировании использования машины целесообразно выполнять альтернативные расчеты (анализ чувствительности) для выяснения влияния «сомнительных» факторов на уровень издержек.

### 3.3. Границы эффективности применения систем машин при заготовке сортиментов

Вывозка сортиментов позволяет до минимума сократить переместительные операции. Отпадает необходимость в предельно энергонасыщенных шасси, т. к. раскряжевка у пня исключает необходимость подъема-погрузки целых стволов при выполнении последующих операций.

Возможные варианты комплектов машин для выполнения этого процесса и их технико-экономические параметры представлены в таблице 3.5. Расчет годовой выработки выполнен при числе рабочих дней в году, равном 250.

В системах 1 и 2 раскряжевка производится у пня и следовательно, трелюются сортименты. В системе 3 трелевка может быть деревьями либо хлыстами при раскряжке хлыстов бензопилой на верхнем складе.

Следует иметь в виду, что в системах машин 2 и 3 в 2-3 смены работают лишь ведущие машины на сборе и трелевке. Валка, обрезка сучьев и раскряжевка могут выполняться в запас – с меньшим числом смен, но с большим числом рабочих звеньев.

*Таблица 3.5. Техничко-экономические параметры комплектов машин.*

№ п/п	Комплект машин	Производительность базовой машины, м <sup>3</sup> /смена	Стоимость комплекта, тыс. \$ США	Годовая выработка, тыс. м <sup>3</sup> /год при коэффициенте сменности			Число обслуживающих рабочих в смену
				1	2	3	
1	Харвестер + Форвардер	92	660	23	46	69	2
2	Бензопила + Форвардер	90	220	22,5	45	67,5	5
3	Бензопила + Трелевочный трактор	64	27	16	32	48	5

Главной проблемой применения харвестеров и форвардеров на лесозаготовках России является их значительная стоимость. Приемлемый срок окупаемости такой системы машин возможен при двух-трехсменной работе в течение года. При норме выработки 92 м<sup>3</sup>/смену на лесосеке со средним объемом хлыста в пределах 0,3-0,39 м<sup>3</sup> и 250 рабочих дней годовая выработка харвестера составит от 46 000 до 69 000 м<sup>3</sup>. Предприятий с таким объемом лесозаготовок становится все меньше, особенно на рубках промежуточного пользования.

Как уже отмечалось, в России были созданы харвестеры собственного производства (МЛ-72, МЛ-20). Однако их технические характеристики неудовлетворительны и поэтому в настоящее время разрабатывается вариант с использованием отечественного шасси с навеской на него зарубежного манипулятора с харвестерной головкой (СОФИТ, МЛХ-424, МЛХ-324, харвестер на базе ЛП-19В).

Наиболее приемлемой для отечественных лесозаготовителей является комбинированная система машин 2. Это особенно перспективно, поскольку на рынке появились российские форвадеры. Рынок предлагает также поддержанные машины зарубежных фирм. Система 3 представляет собой традиционную схему заготовки хлыстов и их раскряжевку бензопилами на верхнем складе с последующей ручной раскаткой в штабеля. Эти системы не требуют больших капитальных затрат и при наличии дешевой рабочей силы еще долгое время могут находить применение.

При рациональном раскрое длины выпиливаемых сортиментов не одинаковые. Поэтому возникают проблемы полной загрузки форвадеров и автолесовозов. На практике чаще применяют ограниченное число выпиливаемых сортиментов, что не всегда позволяет добиться максимального выхода деловой древесины. При вывозке сортиментов в лесу остается большое количество неостребованных отходов лесозаготовок, что ведет к захламлению вырубок.

Технология заготовки сортиментов в лесу требует доставки на лесосеку и обратно большого числа рабочих, что при малом объеме заготовок не столь существенно.

Выбор варианта сортиментной технологии может определяться следующими условиями:

1. На предприятии имеется комплект лесосечных машин для заготовки сортиментов. При этом нет ограничений в аренде лесного фонда, в найме рабочей силы. Ставится задача нахождения предельного эффективного объема лесозаготовок без дополнительных затрат на приобретение оборудования.
2. Предприятие имеет в аренде лесной фонд с известным годовым объемом заготовки в пределах расчетной лесосеки. Средства на приобретение лесосечного оборудования и машин ограничены. Ставится задача выбора эффективного комплекта лесосечных машин для заготовки сортиментов.
3. Предприятие, накопив оборотные средства, планирует увеличить объем производства. Рынок рабочей силы не ограничен, так же как и предложения по аренде лесного фонда. В этой связи встает несколько альтернатив выбора систем машин для сортиментной заготовки древесины:
  - увеличить объем производства за счет увеличения коэффициента сменности;
  - увеличить число комплектов машин, имеющихся на предприятии;
  - продать имеющийся комплект и, вложив дополнительные средства, приобрести более производительный.

В сформулированных задачах важнейшим параметром в принятии решения является годовой объем производства круглых лесоматериалов. При раскряжке у пня либо на верхнем складе системами машин 1-3 выход деловых сортиментов может быть разным. Поэтому будет различной средняя цена единицы объема выработанной продукции. Критерием, оценивающим эффективность принимаемых решений, может быть прибыль предприятия  $\Pi$ , руб. в расчете на  $1 \text{ м}^3$  заготовленной древесины.

Функционал показателя эффективности ( $\Pi$ , руб) в общем виде может быть выражен следующим образом:

$$\Pi = \Phi \begin{pmatrix} U_1, U_2, \dots, U_n; \\ X_1, X_2, \dots, X_m; \\ V_1, V_2, \dots, V_k \end{pmatrix}, \quad (3.33)$$

При заданных условиях  $U_1, U_2, \dots, U_n$  (параметры лесосечного фонда и др.) с учетом неизвестных (предполагаемых) факторов  $V_1, V_2, \dots, V_k$  (стоимость рабочей силы, цены на энергоносители и др.) следует найти элементы решения  $X_1, X_2, \dots, X_m$  (годовой объем заготовки, комплект лесосечных машин, коэффициент сменности и др.), которые по возможности обращали бы в максимум показатель эффективности  $\Pi$ .

В таблице 3.5. представлены граничные значения годового объема заготовки сортиментов исходя из возможностей базовой машины (наиболее дорогостоящей и производительной по 1-, 2-, и 3-сменной работе). Среднегодовой коэффициент сменности может иметь значения, отличные от целочисленных.

Конкретные эффективные границы применимости систем машин могут быть получены в процессе решения изложенных задач и их оптимизации по предлагаемой методике.

Ниже рассматривается частный случай решения данной задачи при фиксированных: ценах на ГСМ, машины и оборудование; заработной плате рабочих; параметрах лесфонда и др. (см. приложение 2).

Удельная прибыль рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{уд}} = \frac{\Pi_{\text{общ}}}{Q}, \quad (3.34)$$

где  $\Pi_{\text{общ}}$  – общая прибыль, руб;  
 $Q$  – годовой объем заготовки, м<sup>3</sup>.

$$\Pi_{\text{общ}} = \Pi - C = \Pi_{\text{кбм}} \cdot Q - (a + b \cdot Q), \quad (3.35)$$

где  $\Pi$  – цена за весь объем заготовленной древесины, руб;  
 $C$  – себестоимость заготовки всего объема древесины, руб;  
 $\Pi_{\text{кбм}}$  – рыночная цена одного кубометра древесины, руб;  
 $a$  – годовая величина условно-постоянных затрат, руб;  
 $b$  – величина условно-переменных затрат на 1 кубометр, руб./кбм.

С учетом выражения (3.34), формула (3.35) примет вид:

$$\Pi_{\text{уд}} = \frac{C_{\text{кбм}} \cdot Q}{Q} - \frac{a}{Q} - b = C_{\text{кбм}} - \frac{a}{Q} - b. \quad (3.36)$$

К условно-постоянным затратам относятся:

- амортизационные отчисления за основное оборудование (АО);
- цеховые расходы (ЦР);
- общехозяйственные расходы (ОР);
- прочие производственные расходы (ППР).

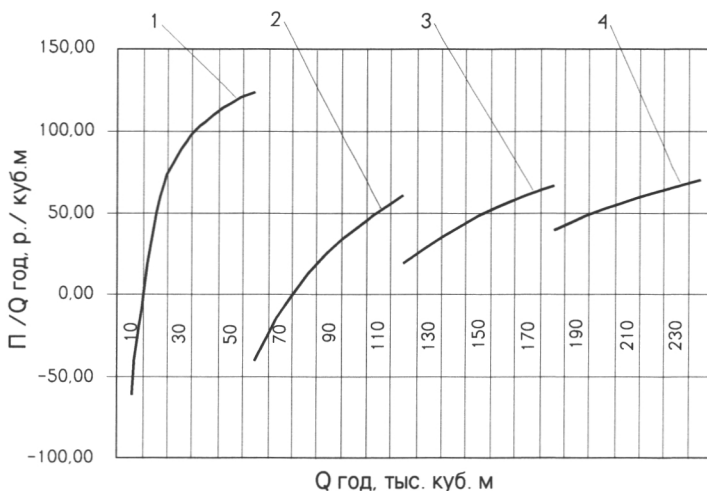
К условно-переменным затратам относятся:

- плата за древесину, отпускаемую на корню ( $\Pi_{\text{др}}$ );
- оплата труда производственных рабочих ( $O_{\text{тр}}$ );
- суммы единого социального налога производственных рабочих (ЕСН);
- расходы на подготовку и освоение производства ( $P_{\text{пос}}$ );
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования без амортизационных отчислений за основное оборудование ( $P_{\text{сэк}}$ ).

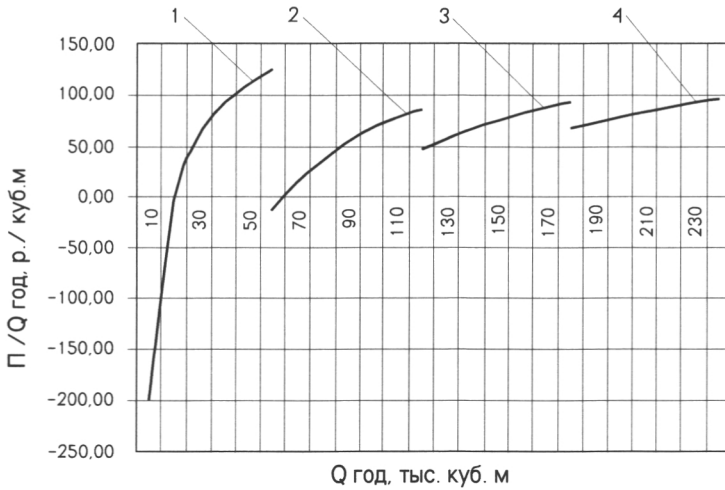
Подставляя значения  $a$  и  $b$  в формулу (3.36), получаем:

$$\Pi_{\text{уд}} = C_{\text{кбм}} - \frac{(АО + ЦР + ОР + ППР)}{Q} - (\Pi_{\text{др}} + O_{\text{тр}} + ЕСН + P_{\text{пос}} + P_{\text{сэк}}). \quad (3.37)$$

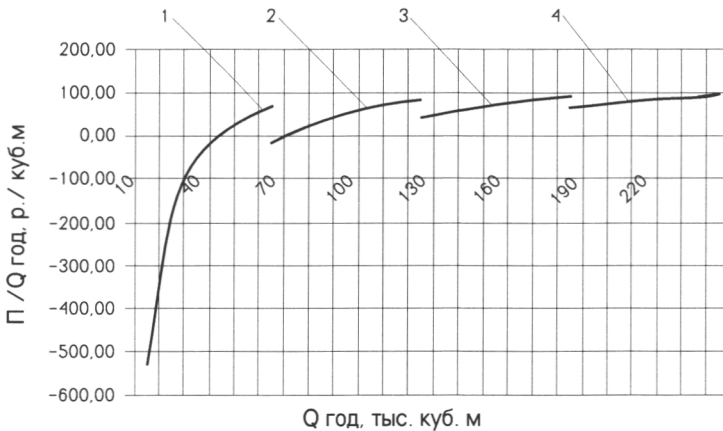
Расчеты по формуле (3.37) для систем машин представлены на рисунках 3.13., 3.14. и 3.15.



**Рисунок 3.13.** Зависимость удельной прибыли системы машин бензопила + трелевочный трактор от годового объема заготовки: 1 – один комплект машин; ... 4 – четыре комплекта машин.



**Рисунок 3.14.** Зависимость удельной прибыли системы машин бензопила + форвардер от годового объема заготовки: 1 – один комплект машин; ... 4 – четыре комплекта машин.



**Рисунок 3.15.** Зависимость удельной прибыли системы машин харвестер + форвардер от годового объема заготовки: 1 – один комплект машин; ... 4 – четыре комплекта машин.

Анализ приведенных графиков дает возможность на стадии экономического обоснования выбрать комплект машин для заготовки сортиментов, обосновать динамику роста объемов производства.

Применение механизированных систем машин на заготовке сортиментов в малых объемах вполне оправдано в период накопления оборотных средств и

дешевой рабочей силы. В ближайшей перспективе в России найдет применение система машин 2, обеспечивающая заготовку сортиментов при выполнении различных способов рубок. Эффективность применения системы машин 1 возможна при значительных объемах производства и целесообразна при высокой заработной плате рабочих.

### **3.4. Лесоводственно-экологическая оценка качества рубок ухода**

В результате разреживаний происходят качественные (положительные и отрицательные) изменения в насаждениях, определяющие в конечном итоге лесоводственную эффективность рубок ухода. Основными показателями, характеризующими изменение насаждений под влиянием рубок ухода, являются следующие:

- a) состав насаждений после ухода за хозяйственно ценными древесными породами;
- b) производительность насаждений;
- c) качественный состав насаждений по форме и состоянию стволов (коэффициент и класс формы);
- d) сортиментная структура древостоев и вырубаемого запаса (процент выхода деловой древесины);
- e) устойчивость древостоя против действия ветра и снега;
- f) средний диаметр и высота.

**Учет результатов и эффективности рубок ухода.** Технологические приемы, применяемые при рубках ухода, должны обеспечить максимальное сохранение без повреждений остающихся деревьев, других компонентов растительного покрова и почвы. Лесоводственные требования к технологии рубок указываются в лесорубочном билете, выписываемом на каждый участок, и в технологической карте, которая является основным руководящим документом при проведении рубок ухода.

По существующим рекомендациям на участке, где проводится разреживание древостоя, закладывается пробная площадь без ухода (контроль) размером 0,2-0,3 га. Вокруг контрольной пробной площади оставляется нетронутая уходом полоса шириной 10-15 м. На контрольной пробной площади производятся сплошной перебор древостоя и удаление сухостоя. На контрольных и разреженных пробных площадях во время лесоустройства проводятся периодические обмеры деревьев для выявления лесоводственной эффективности и определения срока очередного приема ухода.

**Контроль и оценка качества проведения рубок ухода.** При лесоводственной оценке качества проведения рубок ухода проверяются в натуре: правильность

выбора насаждений в рубки ухода (соответствие материалам лесоустройства), их отвода и оформления (план рубок ухода и схема разработки лесосек), соблюдение технологий разработки, сохранность подроста, наличие и параметры отрицательных воздействий на почву и т. д. При осуществлении контроля случайной выборкой должно быть охвачено не менее 3 % площадей рубок.

В процессе разреживаний древостоев наблюдается повреждение оставшихся на дальнейшее выращивание деревьев. Основными повреждениями являются обдир коры ствола, слом вершины, наклон ствола. Поврежденными считаются экземпляры, имеющие обдир коры ствола более 10 % его окружности или более 25 кв. см, расположенный ниже уровня груди; слом вершины толще 2 см, обрывы корней толще 3 см на расстоянии менее 1 м от ствола, наклон ствола более 10°, обдир корневых лап более 15 %, ошмыг кроны от 30 до 50 % ее длины. Обдир корневых лап, обрыв корневых систем могут привести к распространению грибных заболеваний, например, напенных гнилей у ели. Поэтому рекомендуемая система машин для проведения рубок ухода должна обеспечивать минимальную повреждаемость деревьев. Лесоводственная оценка последствий рубок, проведенная Институтом леса Карельского научного центра, показала, что при сортитиментном способе заготовки древесины обеспечивается незначительная повреждаемость оставшейся части древостоя (0,4-4,8 %) и высокая сохранность подроста (61-77 %). По технологии с использованием на трелевке древесины (хлыстами) тракторов ТДТ-55 с чокерной оснасткой повреждаемость оставшихся деревьев выше, чем при сортиментной заготовке, и в среднем составляет 5-6 %, а в отдельных случаях 10-12 %. Меньшая повреждаемость древостоев при сортиментной технологии обусловлена тем, что валка деревьев в пасаках производится в места, свободные от деревьев и подроста и трелевка древесины осуществляется в сортиментах.

Качество рубок ухода будет считаться удовлетворительным при соблюдении следующих требований:

1. В составе древостоя после рубки увеличивается доля главной породы.
2. Сумма площадей сечений (густота) оставляемой части древостоя соответствует проектной (плановой).
3. Площадь магистральных и пасечных волоков не должна превышать 15 % общей площади делянки.
4. Количество ошибочно спиленных или оставленных деревьев в сумме не превышает 10 % от общего числа учтенных деревьев.
5. Глубина колеи в технологических коридорах не превышает 10 см.
6. Высота пней в пасаках при диаметре среза до 30 см не должна превышать 10 см, а при большем диаметре – одной трети его. В технологических коридорах и на погрузочных площадках деревья срезаются на уровне поверхности почвы.

7. Количество поврежденных деревьев не должно превышать 3 % от общего числа стволов после рубки.
8. Сохранность подроста должна быть не менее 70 % в зимний период и не менее 60 % летом от общего количества до рубки.

Для обеспечения и сохранения природоохранных функций лесов и их биологического разнообразия:

- не должны вырубаться участки мест обитания редких животных и растений;
- не должны нарушаться лесные биогеоценозы пониженных ложбин стока, т. к. они представляют собой особо ценные биотопы, играющие особую роль в сохранении биоразнообразия;
- должно быть сохранено на участках рубок определенное количество старых, сухостойных деревьев, валежа и ветровала, т. е. сохранены условия местообитания животных и птиц, мхов, лишайников, грибов, насекомых.



*Рисунок 3.16. Старые, сухостойные деревья, валеж и ветровально-буреломная древесина – местообитание многих редких видов животных и растений. (Фотография: Finnish Forest Industries Federation)*

Ответственность за нарушения при назначении и отводе насаждений в рубку возлагается на органы лесного хозяйства. Ответственность за нарушение установленной технологии рубок ухода и качества их исполнения возлагается на лесопользователей. Выявленные нарушения оформляются актом за подписью лесничего. Несоблюдение лесоводственных требований при разработке лесосек служит основой для прекращения рубок в порядке, установленном действующим законодательством.

## 4. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

### 4.1. Техника безопасности

#### 4.1.1. Общие требования безопасности

К заготовке сортиментов на лесосеке допускаются лица, ознакомленные с правилами техники безопасности и освоившие безопасные методы работы. Организационное и техническое руководство работой по заготовке сортиментов осуществляет мастер. Распоряжения и указания мастера по технике безопасности являются обязательными для выполнения всеми рабочими.

Рабочие доставляются на работу и обратно на специально оборудованном для этих целей или индивидуальном транспорте. Заправленные бензиномоторные пилы, горюче-смазочные материалы, лесорубочный инструмент с открытыми лезвиями или зубьями перевозят спецмашинами. При возможности персонал обеспечивается мобильной связью.

***На заготовке сортиментов бензопилой.*** Заготовку сортиментов бензопилой на лесосеке могут выполнять мужчины старше 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и признанные физически годными для выполнения лесосечных работ, прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверение на право управления бензопилой.

Работать разрешается только технически исправной пилой. Занятые на заготовке сортиментов рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (защитный костюм, перчатки, сапоги с защитными накладками, каска с подшлемником, наушники, маска, пелерина и др.), инструментом и вспомогательным снаряжением (поясом с двумя крюками, рулеткой, инструментом для ухода за пилой, аптечкой, валочной лопаткой, стропом для снятия зависших деревьев), см. рисунок 4.1.



**Рисунок 4.1.** *Снаряжение вальщика: 1 – защитный костюм; 2 – каска; 3 – наушники; 4 – маска; 5 – сапоги с защитными накладками; 6 – перчатки; 7 – пелерина; 8 – цепной тормоз; 9 – рулетка; 10 – крюки. (Фотография: Юха Лайтила)*

При выполнении работ по заготовке сортиментов в одиночку на лесосеке одновременно должно работать не менее 2 рабочих на расстоянии 50-150 м друг от друга. Работа с бензопилой на лесосеке в темное время суток не допускается.

**На заготовке и транспортировке сортиментов машинами.** К управлению машинами на заготовке и транспортировке сортиментов (харвестеры, процессоры и форвардеры) допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными для работы на машинах, прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверение на право управления машиной.

Допуск к работе и закрепление операторов, ответственных за каждую машину, оформляется приказом по предприятию или другим документом. Работать на неисправной машине запрещается. При работе в темное время суток каждая машина должна быть оснащена фарами для освещения зоны работы в соответствии с действующими нормами освещенности.

Каждая машина должна быть укомплектована огнетушителем и индивидуальной санитарной аптечкой. Оператор должен в период работы пользоваться

средствами индивидуальной защиты (спецодеждой, спецобувью, защитной каской, рукавицами и др. при работе вне кабины машины).

**При подготовке лесосек.** На каждую лесосеку до начала разработки должна быть составлена технологическая карта, в которой указывается размещение зон безопасности и определены безопасные способы ведения работ.

До начала основных лесосечных работ в зоне безопасности вокруг границ лесопогрузочных пунктов для размещения оборудования на расстоянии, равном удвоенной высоте древостоя, должны быть повалены все опасные и наклоненные в сторону проведения работ деревья. К опасным относятся гнилые, сухостойные, зависшие, ветровальные, буреломные и сломанные деревья. На рубках промежуточного пользования допускается уборка опасных деревьев в процессе проведения рубок. При машинной заготовке сортиментов при всех видах рубок опасные деревья допускается спиливать и приземлять машиной в процессе разработки лесосеки. Лесосеки, которые имеют более 20 % опасных деревьев от общего числа, осваивают по правилам разработки ветровально-буреломных лесосек.

Территория в радиусе 50 м от места валки деревьев является опасной зоной. Опасная зона по волоку, пешеходным тропам и дорогам, пересекающим осваиваемую лесосеку, должна быть ограждена переносным знаком безопасности единого образца.

#### 4.1.2. Требования безопасности перед началом работы

**При заготовке сортиментов бензопилой.** Приступая к работе, необходимо:

- провести наружный осмотр пилы и, выявив неисправность, устранить ее;
- надеть и натянуть пильную цепь на шину до заводки двигателя;
- заправить пилу в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
- завести пилу и опробовать ее в работе;
- проверить исправность валочных приспособлений и другого снаряжения (крюки, рулетка и пр.).

При заводке двигателя легкой бензиномоторной пилы («Stihl», «Husqvarna» и др.) необходимо:

- затормозить цепь с помощью защитного устройства;
- завести двигатель одним из способов, рекомендуемых инструкцией по эксплуатации:
  - а) заднюю ручку зажать между ногами выше колен, левой рукой держать пилу за переднюю трубчатую ручку, правой рукой рывком за рукоятку стартера запустить двигатель;

б) пилу поставить на землю, левой рукой держать за переднюю ручку, правой ногой прижать перемычку над задней рукояткой, правой рукой рывком за рукоятку стартера запустить двигатель;

- тормоз цепи ослабить перед началом работы пилой.

До валки дерева вальщик обязан:

- выбрать направление валки;
- убрать мешающий кустарник;
- подготовить отходную дорожку длиной не менее 4 м под углом  $45^\circ$  к направлению, противоположному падению дерева; зимой дополнительно расчистить снег вокруг дерева и на отходной дорожке; очистить прикорневую зону и ствол от сучьев на высоту до 1,5 м.

Место валки деревьев в радиусе 50 м необходимо оградить запрещающими знаками.

Перед началом обрезки сучьев и раскряжевки стволов необходимо:

- наметить путь перемещения во время работы;
- убедиться в отсутствии опасности (нависших обломанных сучьев, вершинок на деревьях, оставленных на доращивание при сплошных рубках);
- подготовить подкладки, упоры, стропы (веревку) для закрепления стволов (бревен) на местности с уклоном более  $20^\circ$ .

Перед началом окучевания лесоматериалов необходимо:

- подготовить место для пачки;
- расчистить пути для подтаскивания (подкатывания) бревен.

*При машинной заготовке сортиментов (харвестер и форвардер).* Оператор должен получить от мастера указание, на каком участке выполнять работу. Самовольный переезд на другие участки не разрешается, так как это может привести к нарушению безопасных разрывов.

Следует убедиться в исправности узлов и агрегатов машины и технологического оборудования. Проверке подлежат: крепление технологического оборудования, ограждение кабины, звуковой сигнал, приборы освещения, остекление, крепление защитных решеток, тормоза. Проверяется наличие огнетушителя, аптечки. Все операции по регулированию технологического оборудования, техническому обслуживанию и ремонту необходимо производить при остановленном двигателе.

При заправке машины топливом и маслом необходимо пользоваться специальными приспособлениями, исключающими проливание ГСМ.

Перед запуском двигателя оператор должен убедиться в том, что рукоятки управления машиной и навесным технологическим оборудованием находятся в нейтральном положении, а гидросистема отключена, на вращающихся деталях двигателя и трансмиссии нет посторонних предметов.

Подогрев двигателя в зимнее время у машин, не имеющих предпускового подогрева, должен осуществляться горячей водой, паром, передвижными теплогенераторами или индивидуальными подогревателями. Пользоваться открытым огнем для подогрева двигателя и узлов гидросистемы машины не разрешается.

При осмотре и ремонте стрелы манипулятора, цилиндров, рукавов гидросистемы, а также других узлов и деталей, находящихся на высоте более 1,5 м, следует пользоваться инвентарной лестницей или специальной эстакадой с прочным настилом.

После запуска двигателя оператор должен проверить все механизмы машины и технологического оборудования на холостом ходу. При обнаружении неисправностей и невозможности их устранения своими силами оператор обязан доложить об этом механику или мастеру. Работать на неисправной или не прошедшей своевременного технического обслуживания машине не разрешается.

Перед началом движения оператор должен убедиться в отсутствии людей около машины и на пути ее движения, подать сигнал и только после этого начинать двигаться.

При переезде машины на расстояние более 50 м технологическое оборудование должно быть приведено в транспортное положение.

#### **4.1.3. Требования безопасности во время работы**

**Заготовка сортиментов бензопилой.** Переходить от дерева к дереву при валке, обрезке сучьев и раскряжевке необходимо при работе двигателя бензопилы на малых оборотах (пильная цепь не движется). Положение рабочего при выполнении операций по валке дерева, обрезке сучьев, раскряжевке стволов должно быть устойчивым, при этом пила крепко удерживается за рукоятки.

Рабочий должен владеть безопасными приемами выполнения подпила и срезания деревьев – тонких, средних, толстых деревьев с учетом их породы и состояния.

Для обеспечения падения дерева в заданном направлении нужно оставлять недопил. Валить деревья без недопила не разрешается. Валить деревья, имеющие наклон более  $5^\circ$ , следует в сторону их наклона. Для сталкивания дерева при одиночной валке с использованием легких пил применяется валочная лопатка. В начале падения дерева необходимо отойти на безопасное расстояние по заранее подготовленному пути, следя в это время за падающим деревом и сучьями. Не разрешается оставлять недопиленные или зависшие при валке деревья.

Не допускается сбивание одного или нескольких недопиленных деревьев другим деревом (групповая валка деревьев). При выборочных, санитарных, проходных рубках и прореживаниях валить деревья необходимо в просветы между деревьями. На лесосеках с уклоном более  $15^\circ$  деревья нужно валить вниз и под углом к склону, а лесосеки разрабатывать от подошвы склона к вершине. На каменистых склонах валка не разрешается.

Снимать зависшие деревья следует, как правило, с участием другого вальщика или с применением форвардера (трактора). Каждое дерево нужно снимать отдельно. Зависшее дерево сталкивают вдоль его оси.

Разрешается производить снятие зависших тонких деревьев и деревьев средней толщины:

- валочной лопаткой с крюком – вращением зависшего дерева вокруг его оси;
- аншпугом – перемещением комля дерева в сторону.

Не разрешается:

- спиливать дерево, на которое опирается зависшее дерево;
- обрубать сучья, на которые дерево опирается;
- отпиливать чураки от комля зависшего дерева;
- сбивать зависшее дерево валкой на него другого;
- подрубать корни, комель или пень зависшего дерева.

Обработку отдельных ветровальных и буреломных деревьев необходимо выполнять с участием другого вальщика, а также с использованием форвардера.

Приступая к обрубке сучьев, рабочий должен расчистить пути подхода к дереву. Обрезать сучья необходимо, стоя слева от дерева, в направлении от комля к вершине. При обрезке сучьев пила по возможности должна опираться упором о ствол дерева или скользить шиной по нему. Спиливание сучьев со стороны рабочего должно осуществляться верхней ветвью цепи движением пилы от себя.

При обрезке толстых сучьев необходимо:

- спиливание производить после подведения упора пилы к сучку;
- напряженные сучья срезать в два приема (сначала подрезать напряженные волокна, а затем сук заподлицо со стволом);
- длинные сучья во избежание зажима пильного аппарата отпиливать на расстоянии 1,0-1,5 м от основания, а затем заподлицо со стволом.

Подходить к рабочему, производящему обрезку сучьев, ближе чем 5 м не разрешается.

Работающему на обрезке сучьев не разрешается:

- стоять на стволе дерева и его ветвях;
- ставить ноги по обе стороны ствола («седлать») очищаемого от сучьев дерева;
- использовать массу тела для дополнительного давления на моторный инструмент;
- подставлять ноги под провисшие части ствола.

Раскряжевка стволов на сортименты производится в процессе очистки дерева от сучьев на длину отпиливаемого бревна. Во время работы рабочий должен занять устойчивое положение, на уклоне – находиться с нагорной стороны. Для отпиливания бревна необходимо упор бензиномоторной пилы вплотную подвести к стволу, а затем легким нажимом вводить пильную цепь в древесину. При несоблюдении этого требования шина с пильной цепью может отскочить от дерева. Раскряжевка стволов, поваленных вниз или под углом к склону, производится в направлении от вершины к склону. При раскряжевке изогнутых и напряженных стволов следует находиться с внутренней стороны изгиба ствола. Неустойчиво лежащие стволы раскряжевывать не разрешается.

Рабочему на раскряжевке не разрешается:

- пилить, стоя на стволе, концом шины;
- пилить на высоте выше уровня плеча, удерживая пилу одной рукой, при неисправном тормозе.

Работа по окучиванию лесоматериалов производится после раскряжевки группы деревьев. Мелкие лесоматериалы укладываются в пачки около волока. Крупномерные бревна (толщиной 24 см и более) оставляются на месте раскряжевки. При перемещении лесоматериалов рабочие должны быть обеспечены крюками. Следует избегать подъема и переноски длиномерных лесоматериалов, их следует подкатывать, подтаскивать или кантовать. Рабочему на окучивании и подноске лесоматериалов запрещается: работать без рукавиц, без вспомогательного инструмента, с неисправным инструментом, в обуви без защитных наконечников (носков).

**Заготовка сортиментов харвестером.** На машине во время ее работы должен находиться один оператор. Проезд машины под воздушными линиями связи и электропередачи необходимо производить с учетом габарита по высоте.

Во время заготовки леса харвестером (валка – обрезка сучьев – раскряжевка) должна соблюдаться как минимум 50-метровая зона безопасности между машинами, работающими на лесосеке. Въезд в опасную зону может разрешить только оператор, производящий заготовку сортиментов. Для этого с границы опасной зоны необходимо подать сигнал оператору и входить (въезжать) в нее тогда, когда будет получен ответный разрешающий сигнал. При обнаружении нарушения опасной зоны работа на машине должна быть немедленно остановлена.

Не допускаются валка и обработка машиной деревьев диаметром, превышающим максимальное значение, указанное в технической документации, а также валить деревья с корнем.

Работа машин по валке и обработке деревьев на склонах допускается при уклонах, не превышающих значений, указанных в технической документации по эксплуатации машин.

Перед началом работы по обработке дерева харвестер должен быть полностью остановлен и заторможен.

Оператору запрещается:

- работать при открытой двери кабины;
- производить переезды без установки рабочих органов в транспортное положение;
- оставлять без присмотра машину при работающем двигателе;
- передавать управление машиной другому лицу.

**Трелевка сортиментов форвардером.** Перед началом движения оператор должен убедиться в отсутствии вблизи и на пути следования людей, предметов и других препятствий, мешающих движению. Маневрирование осуществляется на первой передаче.

При работе оператор форвардера должен выполнять следующие требования безопасности:

- развороты машины производить в местах, где нет пней и других препятствий;
- движение вниз по склону и преодоление препятствий осуществлять на первой передаче;
- заезжать на уклоны, не превышающие значений, указанных в технической документации по эксплуатации машин;

- не оставлять машину на склоне, в случае вынужденной временной остановки затормозить машину.

Въезжать в опасную зону оператор форвардера может только тогда, когда получен разрешающий сигнал от вальщика или оператора харвестера. Перед началом работы гидроманипулятором машина должна быть полностью остановлена и надежно заторможена.

При работе гидроманипулятором запрещается:

- находиться в зоне действия рабочих органов;
- производить какие-либо профилактические или ремонтные работы;
- развивать грузовой момент гидроманипулятора более допустимого;
- производить переезды без установки рабочих органов в транспортное положение.

Во время работы на машине запрещается:

- перевозить людей на раме машины;
- находиться под грузом или вблизи его, когда он поднят;
- оставлять без присмотра машину при работающем двигателе;
- при перерывах в работе оставлять стрелу манипулятора с грузом и без него в поднятом положении;
- передавать управление машиной другому лицу.

Для обеспечения устойчивости форвардера не допускается:

- движение с грузом на подъеме при крутизне волока в продольном направлении более  $20^\circ$ , при спуске более  $25^\circ$ ;
- разворот машины с грузом на склоне и крутой поворот в сторону подъема.

Крутые спуски и подъемы необходимо преодолевать только на передачах рабочего диапазона, при этом нельзя глушить двигатель, выключать муфту сцепления, производить резкое торможение и повороты. При движении машины с грузом на спусках переключение передач запрещено.

#### **4.1.4. Передвижение техники и складирование лесоматериалов в зоне прохождения коммуникационных линий**

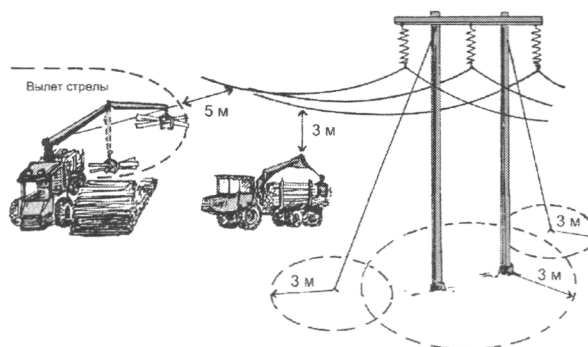
При планировании лесосеки всегда следует принимать во внимание наличие линий коммуникаций. По ходу движения машин в лесу часто бывает трудно заметить электропровода, кроме того, они порой висят ниже, чем в местах пересечения с дорогой. Еще ниже зависание в зимний период, когда провода покрыты снежно-ледяной коркой. В целях безопасности необходимо убедиться, что место расположения лесосклада и маршруты движения машин достаточно далеки от воздушной линии электропередачи.

Выполнение работ вблизи воздушной линии электропередачи с использованием различных подъемных машин и механизмов с выдвижной частью допускается только при условии, если расстояние по воздуху от машины (механизма) или от ее выдвижной или подъемной части, а также от ее рабочего органа или поднимаемого груза в любом положении (в том числе и при небольшом подъеме или вылете) до ближайшего провода, находящегося под напряжением, будет не менее указанного в табл. 4.1.

**Таблица 4.1.** Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Напряжение ВЛ, кВ	Минимальное расстояние, м
до 1	1,5
свыше 1 до 20	2,0
свыше 20 до 35	2,0
свыше 35 до 110	3,0
свыше 110 до 220	4,0
свыше 220 до 400	5,0
свыше 400 до 750	9,0
свыше 750 до 1150	10,0

Кроме того, в соответствии с действующим финским инструкциям по безопасности работ в лесу, машинам нельзя передвигаться между опорами и тросами или приближаться к ним на расстояние меньше 3 м (рис. 4.2.).



**Рисунок 4.2.** Схема зон безопасности (финский пример). (Рисунок: АО «Метсätэхo»)

Складирование лесоматериалов под воздушными линиями электропередач запрещено, размещение склада возле них также нежелательно. Если все-таки приходится складировать под или возле электролинии, необходимо предварительно связаться с владельцем электрооборудования, ознакомившись дополнительно с нормами электробезопасности.

#### **4.1.5. Требования безопасности в аварийных ситуациях**

Работа по заготовке сортиментов бензопилой должна быть прекращена при обнаружении нарушения опасной зоны, а также во время ливневого дождя, при грозе, сильном снегопаде и густом тумане (видимость менее 50 м), при скорости ветра в равнинной местности свыше 11 м/с (6 баллов, качаются крупные ветки).

При обнаружении неисправности в пиле во время работы следует прекратить выполнение операции и остановить двигатель. При зажиме пильного аппарата в резе необходимо выключить двигатель и после этого освободить пильный аппарат.

Оператор харвестера, форвардера должен немедленно остановить машину и выключить двигатель при показаниях приборов, оповещающих о недостаточном давлении масла в двигателе или повышенной температуре охлаждающей жидкости, и принять меры к устранению неисправностей. При необходимости устранения неисправности в процессе работы и проведения технического обслуживания оператор обязан выключить двигатель машины.

При заклинивании двери кабины необходимо воспользоваться выходом через открывающиеся окна; при невозможности воспользоваться ими – выдавить или разбить стекло и покинуть кабину.

В случае возникновения пожара для тушения пламени необходимо воспользоваться огнетушителем, который должен находиться в кабине.

Работа машин должна быть прекращена во время ливневого дождя, при грозе, сильном снегопаде, густом тумане (видимость менее 50 м), в темное время суток, если освещенность рабочих зон менее установленной нормами искусственного освещения (менее 10 лк).

О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец должны известить мастера. Пострадавшему должна быть оказана доврачебная помощь непосредственно на месте происшествия и приняты меры по его доставке в ближайшее лечебное учреждение.

#### 4.1.6. Требования безопасности по окончании работы

По окончании работы рабочий обязан:

- очистить моторный инструмент от грязи, опилок и остатков мусора;
- снять пильную цепь, промыть и положить в ванну с маслом;
- промыть бензином воздушный фильтр карбюратора и очистить сетку воздушного забора бензомоторной пилы;
- поставить бензомоторную пилу в предназначенное для хранения место;
- очистить и убрать вспомогательный инструмент.

После окончания работы оператор обязан:

- поставить машину на стоянку;
- привести технологическое оборудование в транспортное положение;
- выключить насосы, остановить двигатель, отключить аккумулятор;
- закрыть двери кабины на замок;
- очистить машину от грязи и веток;
- при стоянке в холодное время необходимо слить воду из радиатора и системы охлаждения двигателя.

Об имевших место недостатках по охране труда известить мастера леса.

## 4.2. Противопожарные мероприятия

Противопожарное устройство лесов предусматривает следующие мероприятия:

- устройство противопожарных разрывов, минерализованных полос и противопожарных барьеров из лиственных пород;
- строительство наблюдательных вышек, мачт, противопожарных дорог;
- организация службы авиа- и наземного наблюдения, а также телефонной и радиосвязи;
- создание пожарно-химических станций;
- организация службы временных пожарных сторожей;
- пропаганда охраны лесов от пожаров.

При проведении лесосечных работ на рубках промежуточного пользования основным противопожарным мероприятием является устройство противопожарных разрывов и минерализованных полос. Лесосеки площадью свыше 25 га должны быть разделены минерализованными полосами на участки, не превышающие 25 га. В качестве минерализованных полос могут служить трелевочные волокна, очищенные от сучьев и древесного хлама.

Независимо от времени и способа рубок необходимо:

- проводить одновременно с заготовкой леса очистку мест рубок от порубочных остатков способами, указанными в лесорубочных билетах;
- производить весеннюю доочистку мест рубок после заготовки леса и очистки лесосек в зимнее время;
- укладывать порубочные остатки в кучи или валы для перегнивания или сжигания, либо разбрасывать их в измельченном виде по лесосеке на расстоянии не менее 10 м от стен леса.

При оставлении на лесосеках на пожароопасный сезон срубленных деревьев они должны быть очищены от сучьев и приземлены, заготовленная лесопродукция должна быть собрана в плотные штабеля или поленницы. Лесосеки в хвойных лесах на сухих почвах с оставленной на пожароопасный сезон заготовленной древесиной, а также с оставленными на перегнивание порубочными остатками окаймляются минерализованной полосой шириной не менее 1,4 м.

На лесосеках, где проводятся лесозаготовительные работы, оборудуются места для курения, запрещается бросать в лесу горящие спички, окурки, горячую золу, оставлять промасленные или пропитанные бензином, керосином обтирочные материалы, заправлять топливные баки двигателей внутреннего сгорания при работающем двигателе.

Складирование в запас заготовленной древесины должно производиться только на открытых местах на расстоянии от стен лиственного леса – 20 м, хвойного и смешанного леса – 30 м. Места складирования и противопожарные разрывы вокруг них должны быть очищены от легковоспламеняемых материалов и окаймлены минерализованной полосой шириной не менее 1,1 м.

Для стоянки лесосечных машин выбирают площадку, на которой срезают пни заподлицо с поверхностью земли, с территории вокруг площадки на расстоянии 20 м убирают порубочные остатки и другие горючие материалы. В пожароопасный период стоянку окаймляют минерализованной полосой шириной не менее 2 м.

Емкости топливно-смазочных материалов должны быть удалены от другого оборудования на расстояние не менее 50 м. Растительный слой под ними и вокруг них снимают на расстоянии 2 м. Емкости ставят на подкладки и в летнее время затеняют от солнца.

Топливо и смазочные материалы (ТСМ) необходимо хранить в соответствующей стандартной закрытой таре. В пожароопасный сезон требуется очищать места хранения ТСМ от растительного покрова, древесного хлама. Следует иметь в лесу в местах расположения объектов первичные средства пожаротушения (бочки с водой, ящики с песком, огнетушители, ведра, лопаты и т. п.).

На лесопогрузочном пункте необходимо иметь следующий противопожарный инвентарь: лопата железная – 10 шт.; грабли железные – 2 шт.; ведро железное – 2 шт.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промежуточное пользование лесом отражает не только уровень экономико-технологического развития общества, но и степень осознания ответственности перед будущими поколениями. Это касается в первую очередь вопроса рационального использования ресурсов единственного возобновляемого источника углеводородного сырья – лесов. Кроме того, переход к ведению устойчивого лесного хозяйства требует пересмотра критериев оценки практики ведения промежуточного лесопользования. Наряду с традиционными технико-экономическими и лесоводственными критериями необходимо принимать во внимание и социальные, экологические и природоохранные критерии, которым, к сожалению, не было отдано должного внимания в данном учебном пособии.

Авторами рассмотрено главное – методика и рекомендации по обоснованию промежуточного лесопользования, по выбору технологий и оборудования рубок промежуточного пользования и по оценке эффективности и качества рубок с использованием сортиментной технологии, накопленный в России и Финляндии. Это создает условия для рационального использования лесных ресурсов на Северо-Западе России, снижения издержек, более точного учета заготовленной древесины и в конечном итоге делает рентабельным проведение несплошных рубок. Кроме того, технология с трелевкой сортиментов позволяет учитывать более жесткие экологические требования, предъявляемые в настоящее время к ведению лесозаготовок, предъявляет особые требования к производительности и эргономичности лесозаготовительной техники, что в свою очередь позитивно влияет на социум.

## ГЛОССАРИЙ

В настоящем учебном пособии применяются основные определения и понятия:

**Абрис лесосеки** (*logging area outline, kuviokarttaluonnos*) — полевой чертеж выделов лесосеки с указанием номера выдела, рек, ручьев, дорог и других объектов внутренней ситуации в отведенной лесосеке.

**Балансы** (*pulpwood, kuitupiini*) — круглые сортименты для производства целлюлозы и древесной массы.

**Валка** (*felling, piinin kaato*) — отделение ствола растущего или сухостойного дерева от прикорневой части с последующим сталкиванием на землю или укладкой в приемное устройство машины.

**Верховой метод** (*thinning from above, yläharvennusmenetelmä*) — метод рубки ухода, когда в рубку назначаются деревья преимущественно из верхнего полога. В основном он применяется в смешанных и сложных древостоях, где главная порода находится во втором ярусе.

**Водоохранная зона** (*water protection zone, vesistön suojavyöhyke*) — территория, примыкающая к акваториям рек, озер, водохранилищ и других поверхностных водных объектов, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной и иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира.

**Возрастная структура** (*age composition, ikärakenne*) — распределение древостоев по возрастным группам.

**Возраст рубки** (*harvesting age, hakkuuikä*) — возраст спелых древостоев, устанавливаемый для назначения их в рубку главного пользования в соответствии с целевым назначением лесов.

**Возраст спелости** (*age of maturity, hakkuukypsyyssikä*) — возраст, в котором древостой приобретает количественные и качественные признаки, наиболее соответствующие целям хозяйства и отражающие определенным этапом его роста и развития. Примечание. По видам различают количественную, техническую, возобновительную и другие спелости.

**Волок** (*strip-road, ajoura*) — участок лесосеки, по которому проводится трелевка срубленной древесины. При выборочных рубках разных видов волока могут специально прорубаться (на долю прорубленных волоков может приходиться большая часть заготовленной древесины).

- **магистральный** (*main strip-road, kokoojaura*) — волок, соединяющий лесопогрузочный пункт с несколькими пасечными волоками.
- **пасечный** (*logging trail, keruu-ura*) — волок, расположенный в пределах пасеки.

**Вывозка** (*wood transport, puun kuljetus*) — перемещение транспортным средством деревьев, хлыстов, лесоматериалов от погрузочного пункта до места складирования или обработки.

**Группа возраста** (*age group, ikäryhmä*) — распределение насаждений (древостоев) по группам в зависимости от возраста спелости и продолжительности классов возраста. Различают молодняки, средневозрастные, припевающие, спелые и перестойные насаждения.

**Выборочная рубка** (*selective cutting, poimintahakkuu*) — рубка главного пользования или лесовосстановительная в разновозрастных насаждениях, при которой периодически вырубает часть древостоев определенного возраста, размеров, качества или состояния.

**Выборочная санитарная рубка** (*selective sanitary felling, hygieniahakkuu*) — вырубка сухостойных, усыхающих, ослабленных, поврежденных и больных деревьев, проводимая в целях оздоровления лесных насаждений и приведения их в надлежащее санитарное состояние.

**Выход деловой древесины** (*industrial wood yield, ainespuukertymä*) — выраженная в процентах доля деловой древесины в общем объеме заготовительных материалов.

**Выход пиломатериалов** (*sawn timber yield, tukkipuukertymä*) — количество пиломатериалов, полученное из одного кубического метра сырья.

**Деловая древесина** (*industrial wood, ainespuu*) — круглые и колотые лесоматериалы, кроме дров и древесины, не пригодной для промышленной переработки, а также пневый осмол и технологическая щепка.

**Делянка** (*cutting area, leimikko*) — часть лесосеки, ограниченная в натуре для проведения рубки в определенном объеме, выделяемая с учетом конкретных особенностей участка леса и устанавливаемых требований по организации и проведению лесосечных работ.

**Дефекты древесины** (*mechanical damages in wood, puun mekaaniset vauriot*) — пороки механического происхождения, возникающие в процессе заготовки, транспортирования, сортировки, штабелевки, погрузки, механической обработки, а также при подсочке леса.

**Долготье** (*tree trunk before bucking, runko ennen apteerausta*) — отрезок хлыста, имеющий длину, кратную длине получаемого сортамента с припуском на разделку.

**Древостой** (*tree stand, puusto*) — совокупность деревьев, иногда кустарников, являющаяся основным компонентом насаждения.

**Дрова** (*firewood, polttopuu*) — круглые или колотые сортаменты, которые по своим размерам и качеству могут быть использованы только как топливо.

**Естественная спелость** (*natural maturity, puuston luontainen uudistumisikä*) — спелость, при которой древостой переходит в стадию отмирания.

**Естественное возобновление** (*natural regeneration, luontainen uudistaminen*) — образование нового поколения леса естественным путем под пологом древостоя, на вырубках, гарях и других лесных землях; при естественном возобновлении леса может происходить смена пород.

**Запас древостоя** (*volume of stand, puuston tilavuus*) — количество растущей стволовой древесины на 1 га, выраженное в кубических метрах.

**Защита леса** (*forest protection, metsänsuojelu*) — система мероприятий по защите леса от болезней и вредителей, неблагоприятных факторов окружающей среды.

**Измельченная древесина** (*forestry sideproducts [chips, sawdust etc.], hake ja puunjälösten sivutuotteet*) — щепа, древесные стружки и опилки, получаемые в результате механической обработки или переработки лесоматериалов и отходов лесозаготовок, используемые для промышленных целей или в качестве топлива.

**Износ** (*equipment depreciation, kaluston arvonaleneminen*) — стоимостной показатель потери объектами основных средств физических качеств или утраты технико-экономических свойств.

**Интенсивность рубки** (*thinning grade, harvennusvoimakkuus*) — степень разреживания древостоев и уменьшение его общей массы, запаса древесины, полноты, сомкнутости, густоты за одну рубку ухода. *Примечание.* Выражается

обычно по одному из указанных показателей в абсолютных единицах на площадь или относительных к значению того же показателя до рубки ухода.

**Класс бонитета** (*bonity class, boniteetiluokka*) — единица оценки продуктивности насаждений (древостоев), которая зависит от качества лесорастительных условий и определяется по величине средней высоты преобладающей породы в определенном возрасте.

**Класс возраста** (*age class, ikäluokka*) — возрастной интервал, применяемый для характеристики возрастной структуры древостоев в зависимости от породы. Класс возраста древостоя: первый, второй, третий и т.д. устанавливаются в градациях 5, 10, 20, 40 лет.

**Комбинированный метод** (*combined thinning method, ala- ja yläharvennuksen yhdistävä hakkuumenetelmä*) — метод рубки ухода, где сочетаются верховой и низовой методы ухода. Применяется в разновозрастных насаждениях.

**Коротье, короткомерный сортимент** (*short log, lyhyttukki*) — круглый или колотый сортимент длиной до 2 м включительно.

**Круглый сортимент** (*round wood, pyöreä puutavara*) — сортимент, получаемый путем поперечного делания хлыста.

**Кряж** (*log, tukki*) — отрезок хлыста.

**Ландшафтная рубка** (*landscape felling, maisemahakkuu*) — вид рубки промежуточного пользования в лесах рекреационного назначения, которая направлена на формирование лесопарковых ландшафтов, улучшение их эстетических свойств и создание устойчивых насаждений.

**Лес** (*forest, metsä*) — элемент географического ландшафта, состоящий из целостной совокупности лесных древесных и иных растений, земли, животных, микроорганизмов и других природных компонентов, находящихся во взаимосвязи внутренней и с внешней средой.

**Лесное хозяйство** (*forestry, metsätalous*) — область деятельности по лесоразведению, охране, защите, использованию и воспроизводству лесов, других природных и природно-хозяйственных объектов на землях, предназначенных для лесного хозяйства.

**Лесной аукцион** (*forest auction, metsähuutokauppa*) — способ продажи участков лесного фонда (лесосек, делянок и др.) в краткосрочное пользование на основе конкурса покупателей. Победителем аукциона является покупатель, предло-

живший более высокую цену. Аукционы проводятся в постоянных или заранее назначенных местах в заранее установленное время.

**Лесной квартал** (*forest compartment, kvarttaali*) — часть леса, ограниченная на местности просеками или другими натурными границами.

**Лесозаготовка** (*logging, puunkorjuu*) — заготовка древесного сырья, включающая лесосечные работы, вывозку и работы на лесопромышленном складе.

**Лесоматериал** (*timber, puutavara*) — материалы из древесины, сохранившие ее природную физическую структуру и химический состав, получаемые из поваленных деревьев, хлыстов и (или) из их частей путем поперечного и (или) продольного деления.

**Лесопользование, лесные пользования** (*forest utilization, metsänkäyttö*) — использование лесов в целях удовлетворения потребностей экономики и населения в различных продуктах и полезностях леса.

**Лесорастительные условия** (*forest growing conditions, metsänkasvuolosuhteet*) — комплекс экологических факторов, определяющих условия роста леса. Обозначаются буквенными и численными показателями, характеризующими плодородие (А, В, С, D) и влажность (0, 1, 2, 3, 4, 5) почвы.

**Лесорубочный билет, ордер, лесной билет** (*logging license, hakkuulupa*) — документы, дающие право на краткосрочное пользование участками леса (лесорубочный билет — на рубку древостоя; ордер — на рубку части древостоя или отдельных деревьев; лесной билет — на заготовку живицы, второстепенных лесных ресурсов и побочное лесопользование).

**Лесные ресурсы** (*forest resources, metsävarat*) — совокупность древесной и недревесной продукции леса.

**Лесовозный ус** (*temporary forest road, väliaikainen metsätie*) — временный лесовозный путь со сроком эксплуатации не более года, примыкающий к ветке или магистрали лесовозной дороги и предназначенный для освоения отдельных лесосек.

**Лесовосстановительные рубки** (*regeneration cutting, uudistushakkuu*) — рубки главного пользования, проводимые постепенными, выборочными и узколесосечными способами рубок.

**Лесообразующая порода** (*dominant tree species, pääpuulaji*) — древесная порода, которая в пределах своего ареала образует основной ярус насаждений, отличающихся биологической и морфологической устойчивостью и специфическим комплексом сопутствующих растений и животных.

**Лесопользователь** (*forest user, metsänkäyttäjä*) — юридическое или физическое лицо, которому в установленном законодательством порядке предоставлено право пользования лесом (лесными ресурсами).

**Лесопункт** (*logging department, hakkuupiiri*) — основной цех леспромхоза, осуществляющий полный цикл технологических и транспортных операций — от валки леса до лесоскладских работ.

**Лесосека** (*harvesting site, hakkuualue*) — участок леса, отведенный для рубок главного или промежуточного пользования.

**Лесосечный фонд** (*annual harvesting reserve, hakkuuvaranto*) — запас древостоев, ежегодно выделяемых в рубку в порядке главного и промежуточного пользования.

**Лесосклад** (*landing, puutavaravarasto*) — производственный участок лесозаготовительного предприятия, расположенный у лесовозной дороги или в пункте ее примыкания к путям общего пользования, на котором осуществляются первичная обработка, а при необходимости и первичная переработка древесного сырья, транспортно-переместительные операции, хранение и отгрузка сырья и продукции, а также пуск в сплав; в зависимости от месторасположения различают верхний, промежуточный, нижний, прирельсовый и береговой лесосклады.

**Лесоустройство** (*forest planning and inventory, metsäinventointi ja -suunnittelu*) — система технических и экономических мероприятий по описанию и оценке (таксации) участков лесного фонда, их картографированию (составлению планшетов, планов, схем), назначению лесохозяйственных мероприятий, расчету размеров пользования лесом, составлению проектов организации и развития лесного хозяйства.

**Леспромхоз** (*private or state-owned logging company, puunkorjuuyritys*) — лесопромышленное предприятие, осуществляющее комплекс работ по заготовке, вывозке, первичной обработке и частичной переработке древесины и отходов лесозаготовок, отгрузку продукции потребителям или пуск круглых лесоматериалов в сплав, а также работы, связанные с лесовосстановлением и содействием естественному лесовозобновлению.

**Лесхоз** (*forest management unit, metsätalouspiiri*) — территориальный федеральный орган управления лесным хозяйством.

**Ликвидная (товарная) древесина** (*merchantable wood, korjattu puu ilman hakkuutähteitä*) — часть общего запаса древесины, за исключением отходов, определяемых расчетным путем.

**Мастерский участок** (*foreman district, työnjohtoalue*) — лесозаготовительное подразделение лесопункта, местом работы которого является лесосека.

**Молодой древостой, молодняк** (*young stand, taimikko*) — древостой в возрастной период его смыкания и начала интенсивного роста. *Примечание.* К молоднякам относятся древостои до конца первого или второго класса возраста.

**Неистощительное лесопользование** (*sustainable forest utilization, kestävä metsänkäyttö*) — рациональное использование лесных ресурсов, сохранение и усиление водоохранно-защитной роли лесов.

**Низовой метод** (*thinning from below, alaharvennusmenetelmä*) — метод рубки ухода, когда в рубку назначаются деревья с диаметром меньше среднего по насаждению, отставшие в росте из подчиненного полога.

**Оборот рубки** (*cutting cycle, hakkuukierto*) — период, необходимый для выращивания спелого древостоя на месте сплошной рубки главного пользования (соответствует возрасту спелости).

**Обрезка сучьев** (*delimiting, karsinta*) — удаление сучьев с помощью переносных механизмов, передвижных или стационарных сучкорезных установок.

**Обрубка сучьев** (*debranching, karsinta kirveellä*) — удаление сучьев топором.

**Общий средний прирост** (*total average increment, keskimääräinen kasvu*) — используемая при государственном учете лесов и лесоустройстве суммарная величина изменения стволового запаса насаждений за один год в среднем за весь период жизни.

**Одновозрастный древостой** (*evenaged stand, tasaikäisrakenteinen metsä*) — древостой, в котором все деревья различаются не более чем на один класс возраста.

**Осветление** (*clearing, perkaus*) — рубка ухода в молодом древостое, направленная на улучшение его породного состава, качества и условий роста деревьев главной породы. *Примечание.* Осветление проводится в древостоях

до 5-, 10- или 20-летнего возраста в зависимости от лесообразующей породы, производительности древостоя и лесорастительной зоны.

**Остаточная стоимость** (*residual value, jäännösarvo*) — стоимость объекта капиталовложения по окончании экономического срока службы.

**Охрана леса** (*forest protection, metsien suojele*) — комплекс мероприятий по предупреждению пожаров в лесах, своевременному их обнаружению и тушению, а также по охране лесов от самовольных порубок, загрязнения сточными водами, химическими и радиоактивными веществами, засорения отходами производства и потребления, хищений и других действий, причиняющих вред лесу.

**Пакетирование** (*bunching, kasaus*) — формирование и скрепление грузов в укрупненную грузовую единицу, обеспечивающие при доставке в установленных условиях их целостность, сохранность и позволяющие механизировать погрузочно-разгрузочные и складские работы.

**Пасека** (*cutting strip, korjuulohko*) — часть делянки, с которой поваленные деревья или хлысты трелюются по одному трелевочному волоку.

**Переменные затраты** (*variable costs, muuttuvat kustannukset*) — денежные и вмененные издержки, которые изменяются в ответ на изменение объема выпускаемой продукции. Обычно к переменным затратам относятся затраты на заработную плату, топливо, материалы и т. п. Различают пропорционально-переменные, регрессивно-переменные и прогрессивно-переменные затраты.

**Перестойный древостой** (*overmature forest, yli-ikäinen metsä*) — древостой в возрасте, превышающем начало периода спелости на два и более класса возраста.

**Пиловочник** (*sawlog, tukki*) — круглые сортименты для производства пиломатериалов.

**Площадь сечений** (*basal area of a stand, puuston pohjapinta-ala*) — сумма площадей поперечных сечений деревьев древостоя на высоте груди (1,3 м от поверхности земли) на одном гектаре.

**Повторяемость рубки** (*thinning frequency, harvennustiheys*) — периодичность проведения рубок промежуточного пользования.

**Погрузка** (*loading, kuormaus*) — комплекс операций по захвату, вертикальному и горизонтальному перемещению и укладке деревьев, хлыстов, лесоматериалов на транспортные средства.

**Полнота древостоя** (*stand density, puuston tiheys*) — степень заполнения в горизонтальной плоскости пространства определенной территории древостоем по сумме поперечных сечений стволов составляющих его деревьев.

- **абсолютная** (*absolute stand density, puuston absoluuttinen tiheys*) — сумма площадей поперечных сечений всех деревьев в древостое на высоте груди (1,3 м) в пересчете на один гектар.
- **относительная** (*relative stand density, puuston suhteellinen tiheys*) — отношение сумм площадей поперечных сечений реального древостоя и эталонного древостоя при полноте 1,0.

**Пороки древесины** (*defects of wood, puun vikaisuudet*) — недостатки отдельных участков древесины биологического и механического происхождения, снижающие ее качество и ограничивающие возможности ее использования.

**Приспевающий древостой** (*advanced thinning stand, varttunut metsä*) — древостой в возрастной период, предшествующий возрасту спелости, характеризующийся снижением интенсивности роста по высоте и диаметру. *Примечание.* К приспевающим относятся древостои, класс возраста которых предшествует возрасту спелости.

**Продуктивность леса** (*productivity of forest, metsän tuottavuus*) — количество различных ресурсов, произведенных лесом за определенный период времени на единице площади, и эффективность выполнения им в этот период экологических функций. *Примечание.* Выделяется продуктивность по отдельным составляющим леса и их частям – продуктивность насаждения, древостоя и т. п., а также по определенным продуктам и функциям – древесная, водоохранная и т. п.

**Прходная рубка** (*thinning of maturing stands, varttuneen metsän harvennus*) — рубка ухода, проводимая в средневозрастных древостоях с целью создания благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев. *Примечание.* Рубка ухода, следующая за прореживаниями.

**Прочие рубки** (*other fellings, muut hakkuut*) — рубки, проводимые при расчистке лесных площадей для строительства трубопроводов, дорог, прокладки просек, создания противопожарных разрывов и других объектов.

**Прочистка** (*thinning of thickets, taimikon harvennus*) — рубка ухода в молодом древостое, направленная на регулирование густоты древостоя и улучшение условий роста деревьев главной породы, а также продолжение формирования его состава. *Примечание.* Прочистка, следующая за осветлением, проводится в древостое до 10-, 20- или 40-летнего возраста.

**Разреживание, прореживание** (*thinning of middle-aged stands, nuoren metsän harvennus*) — изменение структуры древостоя путем проведения рубки ухода.

**Раскряжевка** (*bucking, katkonta*) — поперечное деление хлыстов на долготье и сортименты; различают поштучную и пачковую раскряжевку.

**Расчетная лесосека** (*allowable cut, hakkuusuunnite*) — оптимальная норма пользования лесом, установленная с соблюдением всех лесоводственных, экономических и технических требований; определяется при соблюдении принципа неистощительного и непрерывного пользования лесом.

**Рубка главного пользования** (*final felling, päätehakkuu*) — рубка спелого и перестойного древостоя для заготовки древесины и восстановления леса.

**Рубка обновления** (*regeneration thinning, nuorennushakkuu*) — рубка ухода, проводимая в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях с целью их обновления путем создания благоприятных условий роста молодым перспективным деревьям, имеющимся в насаждении, появляющимся в связи с проведением рубок ухода и содействием возобновлению леса.

**Рубка переформирования** (*rehabilitation felling, kunnostushakkuu*) — рубка ухода, проводимая в сформировавшихся средневозрастных и старшего возраста насаждениях с целью коренного изменения их состава, структуры, строения путем регулирования в насаждении соотношения составляющих его элементов или создания благоприятных условий роста деревьям целевых пород, поколений, ярусов.

**Рубка промежуточного пользования** (*thinning, kasvatushakkuu*) — осуществление заготовки древесины в насаждениях, не достигших возраста главной рубки, и в спелых насаждениях, где запрещены рубки главного пользования. К рубкам промежуточного пользования относятся рубки ухода за лесом, выборочные санитарные рубки и рубки реконструкции.

**Рубка реконструкции** (*reconstruction felling, kunnostushakkuu*) — рубка в малоценных насаждениях, не подлежащих главным и сплошным санитарным рубкам, обеспечивающая удаление малоценных элементов этих насаждений, подготовку условий для проведения мероприятий по созданию лесных культур.

**Рубка формирования** (*formation thinning, harvennushakkuu*) — рубки ухода, последовательно проводимые при выращивании насаждений от молодняков до спелых. *Примечание.* К рубкам формирования относятся осветления, прочистки, прореживания и проходные рубки.

**Рубка ухода** (*thinning, hoitohakkuu*) — уход за лесом, осуществляемый путем уничтожения или ослабления нежелательных в насаждении растений и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород, направленный на формирование и сохранение высокопродуктивных качественных насаждений и своевременное использование древесины, подлежащих удалению из насаждения деревьев.

**Себестоимость продукции** (*cost price, omakustannushinta*) — совокупность прямых издержек, связанных с производством изделия; все виды затрат, понесенных при производстве и реализации определенного вида продукции. Различают производственную и полную себестоимости.

**Сомкнутость полога** (*canopy closure, latvuserroksen sulkeutuneisuus*) — степень заполнения пространства участка леса кронами деревьев древостоя по их общей проекции на горизонтальную плоскость. *Примечание.* Выражается в десятых долях от единицы, соответствующей полной сомкнутости.

**Сортимент** (*timber assortment, tavaralaji*) — лесоматериал установленного целевого назначения.

**Сортировка круглых лесоматериалов** (*sorting of round wood, pyöreän puutavaran lajittelu*) — разделение круглых лесоматериалов по качеству, породам, размерам и при необходимости по назначению.

**Состав древостоя** (*stand composition, metsikön puulajirakenne*) — перечень древесных пород, образующих древостой, с указанием доли участия каждой из них в общем запасе насаждения.

**Спелый древостой** (*mature forest, hakkuukypsä metsä*) — древостой, достигший возраста спелости.

**Списание** (*amortization, poisto*) — годовое снижение стоимости машины.

**Сплошнолесосечная рубка** (*clearcutting, avohakkuu*) — рубки леса, при которых древостой, достигшие возраста рубки (спелости), вырубается в один прием. Существуют региональные правила, которые определяют лесоводственные нормативы и способы проведения рубок с учетом особенностей местных лесорастительных условий (см. Возраст рубки, Возраст спелости, Лесорастительные условия).

**Средневозрастной древостой** (*young thinning stand, nuori kasvatusmetsä*) — древостой в возрастной период интенсивного роста деревьев по диаметру при некотором снижении прироста в высоту. *Примечание.* К средневозрастным

относятся древостои после возраста жердняка до возраста приспевающего древостоя.

**Средний возраст** (*average age, puuston keski-ikä*) — используемое при государственном учете лесов и лесоустройстве значение возраста древостоев различных преобладающих пород или групп пород, средневзвешенной по запасу различных возрастных групп.

**Степень использования машины** (*machine utilization degree, koneen käyttöaste*) — коэффициент, отражающий практическую готовность к использованию. Он зависит как от технической степени использования, так и от организационных факторов.

**Суммарное эффективное время** (*gross effective time, tehollinen käyttöaika*) — произведение степени использования машины и общего рабочего времени.

**Таблица хода роста** (*yield table, kasvutaulukko*) — математическая модель динамики таксационных характеристик древостоев с возрастом в табличной форме.

**Технологическая карта** (*logging compartment plan, leimikkosuunnitelma*) — документ, регламентирующий порядок освоения лесосеки, содержащий схему разработки лесосеки, характеристику лесосечного фонда, технологические указания, требования лесохозяйственных органов, количественные показатели работ.

**Технологическая подготовка лесосеки** (*preparatory works on the cutting area, hakkuualueen valmistelevat työt*) — комплекс мероприятий по изучению лесозаготовительных условий (рельефа, грунтов, таксационных показателей древостоев) и выбору рациональных схем разработки и транспортного освоения лесосеки.

**Тонкомер** (*small diameter assortment, pieniläpimittainen puu, 2-13 cm*) — круглый сортимент, имеющий толщину в верхнем обрезе без коры от 2 до 13 см включительно при измерении с градацией 2 см.

**Трелевка** (*skidding, juonto*) — перемещение деревьев, хлыстов или сортиментов от места валки до лесопогрузочного пункта или лесовозной дороги в зависимости от способа формирования или транспортирования пачки деревьев (хлыстов, сортиментов).

**Трелевочный волок** (*skidding road, juontoura*) — простейший путь, по которому осуществляется трелевка или прямая вывозка.

**Трелевочный трактор, скиддер** (*skidder, juontotraktori*) — трактор, оснащенный оборудованием для трелевки деревьев и хлыстов, а также для их окучивания и выравнивания комлей перед погрузкой; в зависимости от двигателя и технологической оснастки различают гусеничные, колесные, чокерные и бесчокерные трелевочные трактора.

**Удельная валовая прибыль** (*profit margin, voittomarginaali*) — разница между продажной ценой продукта и его средними производственными и торговыми затратами.

**Управление лесами** (*forest management, metsähallinto*) — сознательная деятельность, направленная на поддержание и неистощительное использование разносторонних функций леса, реализуемая в соответствии с действующим законодательством и иными принятыми нормами.

**Условно-постоянные затраты** (*fixed costs, kiinteät kustannukset*) — затраты, остающиеся неизменными вплоть до достижения определенного объема производства и затем возрастающие скачкообразно.

**Устойчивое управление лесами** (*sustainable forest management, kestävä metsätalous*) — это такое хозяйствование в лесном комплексе, которое является экономически жизнеспособным; учитывает долговременные интересы местного населения; соответствует современным экологическим требованиям.

**Фаутная древесина** (*defected wood, vikainen puutavara*) — низкокачественная древесина.

**Фауты** (*defects, viat*) — см. пороки древесины.

**Форвардер** (*forwarder, kuormatraktori*) — самоходная машина с гидроманипулятором, предназначенная для погрузки и трелевки сортиментов в полностью погруженном положении от места заготовки до лесопогрузочного пункта с последующей перегрузкой на лесотранспортные средства.

**Харвардер** (*combination machine, yhdistelmäkone*) — комбинированная лесосечная машина, объединяющая в себе одномодульный харвестер и форвардер.

**Харвестер** (*harvester, harvesteri*) — многооперационная машина для заготовки сортиментов, выполняющая валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку хлыстов на сортименты с частичным совмещением этих операций во времени.

**Хлыст** (*trunk, runko*) — ствол поваленного дерева, очищенный от сучьев и отделенный от прикорневой части и вершины.

---

**Чокер** (*choker, juontovaijeri*) — приспособление для прицепки деревьев, хлыстов или сортиментов к тяговому канату трелевочного трактора или канатной трелевочной установки.

**Щепа** (*chips, hake*) — древесные частицы установленных размеров, получаемые в результате измельчения древесного сырья рубительными машинами и специальными установками.

- **технологическая** (*technological chip, hake*) — щепа для производства целлюлозы, древесных плит и продукции лесохимических и гидролизных производств.

**Ширина лесосеки** (*width of the cutting area, hakkualueen leveys*) — протяженность лесосеки по короткой стороне.

**Штабелевка** (*piling, kasaus*) — укладка лесоматериалов в штабель.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьев В. А.** Рекомендации по проведению рубок обновления и переформирования в водоохранных лесах Карелии. Петрозаводск, 2003. 32 с.
- Бйорнхеден Р.** Literal Review of Thinnings in Sweden [Обзор литературы по рубкам прореживания в Швеции] (не опубликован). 2004.
- Вуокила Ю.** Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät [Основы и методы ухода за лесом]. WSOY, 1987. 258 с.
- Герасимов Ю. Ю., Сюнев В. С.** Лесосечные машины для рубок ухода: Компьютерная система принятия решений. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. 236 с.
- Герасимов Ю. Ю., Сюнев В. С.** Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок. Изд-во Университета Йёнсуу, 1998. 178 с.
- Гильц Н. Р., Федотов В. В., Васюков В. А., Демин К. К.** Несплошные рубки леса. М.: Лесная промышленность, 1986. 192 с.
- ГОСТ 17461-84.** Технология лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1987. 21 с.
- ГОСТ 17462-84.** Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1985. 13 с.
- Давыдов А. В.** Рубки ухода за лесом. М.: Лесная промышленность, 1971. 180 с.
- Демин К. К., Волков А. Д.** Проблемы управления лесами. Сб. трудов лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 3. Петрозаводск, 2003. С. 35-36.
- Дыренков С. А.** Структура и динамика лесных ельников. Л.: «Наука», 1984.
- Жуков А. В. и др.** Заготовка сортиментов на лесосеке. Технология и машины. М.: Экология, 1993. 331 с.
- Лесной справочник «Tapion taskukirja».** Metsäkeskus Tapio, 1994. 640 с.
- Межотраслевые правила** по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 216.
- Мякеля М.** Metsäkoneiden kustannuslaskenta [Расчет затрат эксплуатации лесосечных машин и оборудования]. АО «Метсäteхо», 1986. 21 с.
- Наставление** по рубкам ухода в равнинных лесах Европейской части России. М., 1994. 190 с.
- ОСТ 56-108-98.** Лесоводство. Термины и определения. М.: Рослесхоз, 1998.
- Салакари Х., Хеймонен Р.** Koneellinen puunkorjuu [Механизированная заготовка леса]. Metsälehtikustannus, 1998. 87 с.
- Сеннов С. Н.** Рубки ухода за лесом. М.: Лесная промышленность, 1977. 160 с.
- Сеннов С. Н.** Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесная промышленность, 1984. 128 с.
- Синькевич С. М., Зябченко С. С., Васильев И. А., Демин К. К.** Наставления по рубкам ухода в лесах Республики Карелия. Петрозаводск, 1995. 38 с.
- Skogsstatistiks årsbok** [Статистический ежегодник лесной отрасли Швеции]. Лесной совет Швеции, 2004. 332 с.

- Судьев Н. Г., Новиков Б. Н., Рожин Л. А.** Лесохозяйственный справочник для лесозаготовителя. М.: Лесная промышленность, 1976. 224 с.
- Типизация** природно-производственных условий лесозаготовительных районов (рекомендации) – одобрены Минлесбумпромом СССР – ЦНИИМЭ, Химки, 1986. 24 с.
- Ууситало Й.** Основы лесной технологии. Feg Ltd, Йоэнсуу, 2004. 216 с.
- Филиппов Г.В., Гладков Е.Г., Пирогов Н.Е., и др.** Моделирование роста смешанных древостоев с хозяйственным воздействием на основе прогнозирования текущего прироста. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. 87 с.
- Finnish Statistical Yearbook of Forestry** [Статистический ежегодник лесной отрасли Финляндии]. НИИ леса Финляндии, 2003. 285 с.
- Харстела П.** Наука о лесном труде и лесная технология, часть I. Сыктывкар 2001. 120 с.
- Хлюстов В.К.** Закономерности формирования древесного прироста. ЛТА. Л., 1991. 319 с. Деп. во ВИНТИ 09.10.91, № 3908 – 91.
- Ширнин Ю. А., Пошарников Ф. В.** Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление/Учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. 98 с.
- Ширнин Ю.А., Рукомойников К.П.** Патент № 2228023. Способ разработки лесо-секи. Заявлен 09.04.2002, опубликован 20.05.2004, Бюл. №13.

По моделям и программе, адаптированной к соснякам южной Карелии, были сделаны расчеты суммарного лесопользования при различной интенсивности и сроках повторяемости разреживаний с первым приемом рубки в возрастах 20, 30, 40, 50, 60 и 70 лет.

Решение сформулированной оптимизационной задачи позволило получить величину общего за весь период выращивания древостоя лесопользования при различной начальной полноте древостоя, различном возрасте древостоя при первом приеме рубки и различном количестве разреживаний. Модели общего лесопользования отдельно для сосняков верескового и чернично-кисличного типа южной Карелии представлены уравнениями регрессии (1), (2), (3), (4).

### Сосняки вересковые

$$\ln W_D = 3,869308 \ln A - 0,95027 \ln^2 A + 0,077203 \ln^3 A + 1,099225 \ln \Pi + 0,10474 \ln N \quad (1)$$

$R^2 = 0,969$ ;  $F=344,3$ ;  $P=0$ ;  $t = /28,6 \quad 13,3 \quad 8,2 \quad 38,3 \quad 14,5/$ .

$$\ln WL = 4,18519 \ln A - 1,00865 \ln^2 A + 0,07976 \ln^3 A = 1,118944 \ln \Pi + 0,110048 \ln N \quad (2)$$

$R^2 = 0,962$ ;  $F=278,7$ ;  $P=0$ ;  $t = /26,9 \quad 12,3 \quad 7,4 \quad 34,0 \quad 13,3/$   
 $\lim A = 30-70$  лет;  $\lim \Pi = 0,8 - 1,0$ ;  $\lim N = 2 - 7$ .

### Сосняки чернично-кисличные

$$\ln W_D = 4,23015 \ln A - 1,02973 \ln^2 A + 0,082252 \ln^3 A + 1,034198 \ln \Pi + 0,076135 \ln N \quad (3)$$

$R^2 = 0,981$ ;  $F= 581,6$ ;  $P=0$ ;  $t = /44,0 \quad 20,3 \quad 12,3 \quad 50,7 \quad 14,9/$ .

$$\ln WL = 4,54034 \ln A - 1,07295 \ln^2 A + 0,08168 \ln^3 A = 0,985349 \ln \Pi + 0,059713 \ln N \quad (4)$$

$R^2 = 0,990$ ;  $F= 995,0$ ;  $P=0$ ;  $t = /66,5 \quad 29,7 \quad 17,2 \quad 64,3 \quad 15,2/$   
 $\lim A = 30-70$  лет;  $\lim \Pi = 0,8 - 1,0$ ;  $\lim N = 2 - 7$ .

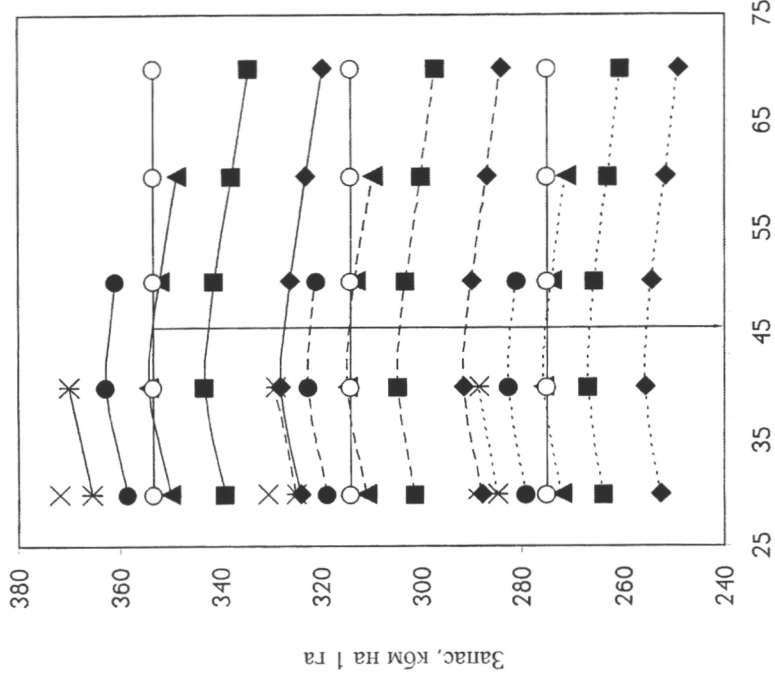
где  $W_D$  – вырубленный запас деловой древесины, м<sup>3</sup>/га;  
 $W_L$  – вырубленный запас обезличенной древесины, м<sup>3</sup>/га;  
 $A$  – возраст древостоя при первом приеме рубки, лет;  
 $\Pi$  – полнота древостоя перед первым разреживанием, ед.;  
 $N$  – количество разреживаний древостоя.

---

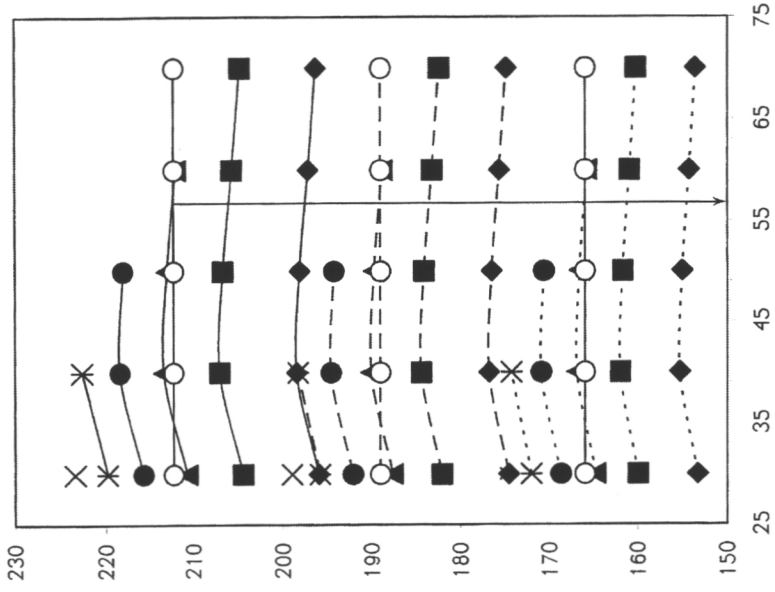
Графическая интерпретация закономерностей изменения размера общего лесопользования представлена на рисунках п.1.1. и п.1.2. Опущенные перпендикуляры из точек пересечения линий регрессии с 4 приемами рубки и уровня, соответствующего 95 % максимального лесопользования ( $0.95 * W_{max}$ ) на ось абсцисс, отображающей возраст первого приема разреживаний, позволяют сделать следующие заключения:

При ориентации на обезличенное лесопользование целесообразно проводить первый прием рубки в вересковом типе леса при 4 разреживании в возрасте от 40 до 50 лет, а в чернично-кисличном – в 50-55 лет. Если же ориентироваться на заготовку максимального количества деловой древесины, то необходимо начинать разреживания позднее указанных сроков. Так, для верескового типа срок находится в диапазоне 55-60 лет, а для чернично-кисличного – в возрасте 60 лет.

Обезличенная древесина



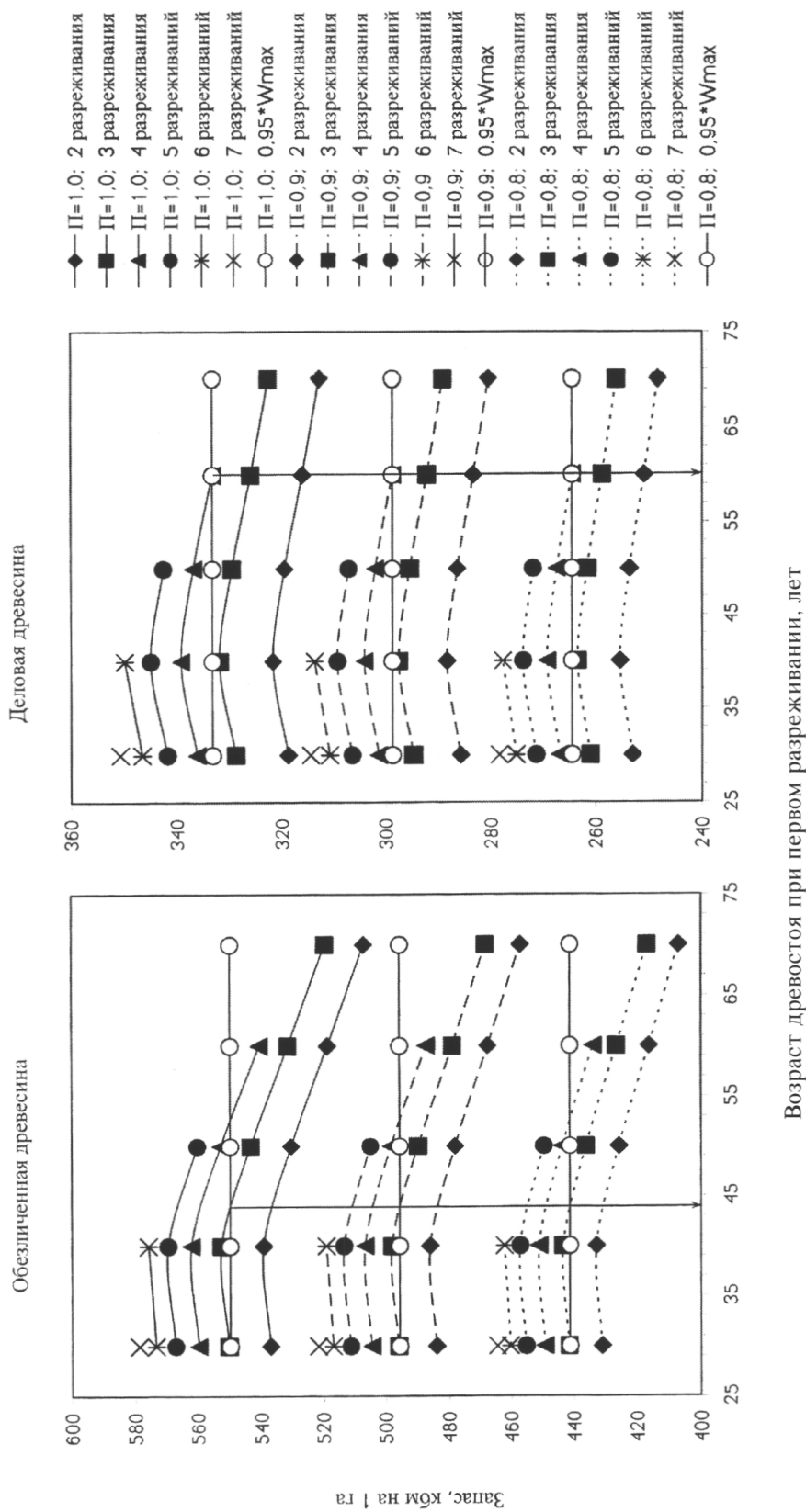
Деловая древесина



- ◆— П=1,0; 2 разреживания
- П=1,0; 3 разреживания
- ▲— П=1,0; 4 разреживания
- П=1,0; 5 разреживаний
- ✱— П=1,0; 6 разреживаний
- ×— П=1,0; 7 разреживаний
- П=1,0; 0,95\*Wmax
- ◆— П=0,9; 2 разреживания
- П=0,9; 3 разреживания
- ▲— П=0,9; 4 разреживания
- П=0,9; 5 разреживаний
- ✱— П=0,9; 6 разреживаний
- ×— П=0,9; 7 разреживаний
- П=0,9; 0,95\*Wmax
- ◆·· П=0,8; 2 разреживания
- П=0,8; 3 разреживания
- ▲·· П=0,8; 4 разреживания
- П=0,8; 5 разреживаний
- ✱·· П=0,8; 6 разреживаний
- ×·· П=0,8; 7 разреживаний
- П=0,8; 0,95\*Wmax

Возраст древостоя при первом разреживании, лет

**Рисунок п. 1.1.** Взаимосвязь общего лесопользования по категориям древесины с возрастом древостоев при первом разреживании, различном количестве приемов рубки в сосняках вересковых и различный начальной полноты при оптимальном режиме разреживания в условиях южной Карелии.



**Рисунок п. 1.2.** Взаимосвязь общего лесопользования по категориям древесины с возрастом древостоев при первом разреживании, различном количестве приемов рубки в сосняках чернично-кисличных и различной начальной полноты при оптимальном режиме разреживаний в условиях южной Карелии.

*Данные для расчета удельной прибыли*

- Средний объем хлыста 0,22-0,29 м<sup>3</sup>;
- Расстояние трелевки до 300 м;
- Календарный фонд времени работы 365 дн.;
- Число дней работы в году 250 дн.;
- Эффективный фонд времени работы 195 дн.;
- Породный состав 7СЗБ.

*Таблица п. 2.1. Квалификационная характеристика рабочих.*

Последовательность операций	Оборудование	Состав и квалификация исполнителей
1 система машин		
1. Валка, обрезка сучьев, раскряжевка	Тимберджек 1270 D	Оператор VI разряда
2. Трелевка	Тимберджек 1010 D	Оператор VI разряда
2 система машин		
1. Валка деревьев	МП-5 "Урал-2М"	Вальщик VI разряда
2. Обрезка сучьев	Тайга – 214	Обрубщик сучьев IV разряда
3. Трелевка	Тимберджек 1010 D	Оператор VI разряда
4. Раскряжевка	МП-5 "Урал-2М"	Разметчик IV разряда, раскряжевщик IV разряда
3 система машин		
1. Валка деревьев	МП-5 "Урал-2М"	Вальщик VI разряда
2. Обрезка сучьев	БП «Тайга-214»	Обрубщик сучьев IV разряда
3. Трелевка хлыстов	ТДТ-55	Тракторист VI разряда, Чокеровщик IV разряда
4. Раскряжевка	МП-5 "Урал-2М"	Разметчик IV разряда, Раскряжевщик IV разряда

*Таблица п. 2.2. Тарифная сетка, руб.*

Виды работ	Разряды					
	I	II	III	IV	V	VI
Лесосечные работы	15,05	16,56	18,06	20,32	23,18	27,09

Таблица п. 2.3. Расход и стоимость ГСМ.

Виды ГСМ	Норма расхода на МСМ	Цена 1 литра ГСМ
<b>МП-5 "Урал-2М"</b>		
Бензин	8,6	6,72
Автол	0,82	9,6
Консталин	0,1	18
<b>БП «Тайга-214»</b>		
Бензин	6,3	6,72
Автол	0,41	9,6
Консталин	0,05	18
<b>ТДТ-55А</b>		
Диз. топливо	50	6,47
Бензин	0,51	6,72
Мот. масло	4,9	9,7
Гидромасло	1,33	16,5
Автол	0,31	9,6
Нигрол	0,82	12,8
Солидол	0,41	8,7
Консталин	0,05	18
<b>Тимберджек 1270 D</b>		
Диз. топливо	94	6,47
Мот. масло	5,6	9,7
Гидромасло	1,99	16,5
Автол	0,71	9,6
<b>Тимберджек 1010 D</b>		
Диз.топливо	101	6,47
Мот.масло	5,3	9,7
Гидромасло	2,35	16,5
Автол	0,71	9,6

*Таблица п. 2.4. Плата за древесину, отпускаемую на корню, руб/м<sup>3</sup>.*

Порода	Характеристика древесины			
	Деловая древесина			Дрова
	Крупная	Средняя	Мелкая	
Сосна	51	40,92	28,2	4,08
Береза	25,56	17,16	15,72	6,72





# METLA

Научно-исследовательский институт леса Финляндии  
Исследовательский центр Йоэнсуу,  
PL 68, 80101 Йоэнсуу, Финляндия  
Тел. +358-10-2111  
Факс +358-10-211 3113

ISBN 951-40-1955-5  
Gummerus Printing Saarijärvi, Finland 2005