

43.9  
С75  
С III - 1414624



**Сравнение технологий лесосечных работ  
в лесозаготовительных компаниях  
Республики Карелия**

---



В.С. Сюнёв  
А.П. Соколов  
А.П. Коновалов  
В.К. Катаров  
А.А. Селиверстов  
Ю.Ю. Герасимов  
С. Карвинен  
Э. Вяльккю

## **Сравнение технологий лесосечных работ в лесозаготовительных компаниях Республики Карелия**

- В.С. Сюнёв • А.П. Соколов • А.П. Коновалов • В.К. Катаров
- А.А. Селиверстов • Ю.Ю. Герасимов • С. Карвинен • Э. Вяльккю

С № 1414624

Вологодская областная  
универсальная  
научная библиотека  
им. И. В. Бабушкина

43.9  
C 75

75.001 T C 58  
Suomen metsäkeskus  
Suomen metsäkeskus  
Suomen metsäkeskus

© НИИ леса Финляндии METLA

Данный материал опубликован при поддержке Европейского Союза. Содержание публикации является предметом ответственности НИИ леса Финляндии и не отражает точку зрения Европейского Союза.

**Издатель**

НИИ леса Финляндии METLA  
Yliopistokatu 6, PO Box 68  
80101 Joensuu, Finland  
тел. +358 10 2111  
факс +358 10 211 3251  
<http://www.metla.fi>

**Редактор** Л.П. Соколова

**Фотография** Катаров В.К., Селиверстов А.А. и Ponsse Oyj

**Верстка** Сирпа Луукконен

**Отпечатано** Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008

ISBN 978-951-40-2121-3 (в переплете)  
ISBN 978-951-40-2122-0 (PDF)

# Сравнение технологий лесосечных работ в лесозаготовительных компаниях Республики Карелия

## Авторы

Сюнёв В.С., Соколов А.П., Коновалов А.П., Катаров В.К., Селиверстов А.А.  
Петрозаводский государственный университет, Лесоинженерный факультет

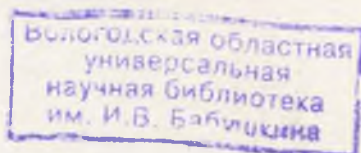
Герасимов Ю.Ю., Карвинен С., Вяльккю Э.  
НИИ леса Финляндии (METLA)

## Реферат

Приведены основные результаты международного проекта «Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях» с целью предоставления лесозаготовительным предприятиям информации о преимуществах и недостатках технологических процессов лесосечных работ, применяемых в настоящее время в Республике Карелия, и поддержки принятия правильных решений при выборе соответствующих технологий и машин.

Проект финансировался программой «Соседство Еврорегион Карелия», ЕС-Россия в 2006–2008 гг.

В электронном виде книга находится в открытом доступе на сайте [www.lesinfo.fi](http://www.lesinfo.fi)



## Предисловие

В книге представлены результаты работы по сбору и анализу данных по влиянию технологических процессов лесосечных работ на эксплуатационные затраты и производительность труда, лесную среду, эргономику и безопасность труда и качество круглых лесоматериалов на лесозаготовительных предприятиях Республики Карелия.

Издание подготовлено при поддержке научно-исследовательского проекта НИИ леса Финляндии "Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях", финансируемого Программой «Соседство Еврорегион Карелия», ЕС-Россия в 2006 – 2008 гг.

В работе принимали участие специалисты лесоинженерного и экономического факультетов Петрозаводского государственного университета, а также НИИ леса Финляндии.

Йоенсуу, Петрозаводск, июль 2008

Авторы

# Содержание

Предисловие	4
I Введение	7
2 Экономическая эффективность технологий лесосечных работ	11
2.1 Методы и данные	11
2.1.1 Производительность	11
2.1.2 Прямые эксплуатационные затраты	13
2.2 Результаты	14
2.2.1 Производительность	14
2.2.2 Прямые эксплуатационные затраты	16
2.3 Анализ результатов	20
2.3.1 Производительность	20
2.3.2 Прямые эксплуатационные затраты	21
2.4 Сценарии использования новой техники на лесозаготовках	22
2.5 Выводы и рекомендации	24
3 Лесозаготовительные технологии во взаимодействии с лесной средой	26
3.1 Методы и данные	26
3.1.1 Полевые исследования	26
3.1.2 Экспертная оценка	30
3.2 Результаты	30
3.2.1 Воздействие на почво-грунты	30
3.2.2 Воздействие на подрост и молодняк	32
3.2.3 Изъятие площадей делянок под технологические нужды	33
3.2.4 Повреждения лесной среды при проходных рубках	34
3.2.5 Экспертная оценка	34
3.3 Анализ результатов	35
3.3.1 Сравнение технологий по воздействию на лесные почво-грунты	35
3.3.2 Сравнение технологий по воздействию на древостой и подрост	36
3.3.3 Сравнение по параметрам технологических коридоров и площадок	37
3.3.4 Сравнение технологий рубок по итогам экспертных оценок	38
3.4 Выводы и рекомендации	38
4 Эргономичность рабочих мест и условия труда на лесозаготовках	39
4.1 Методы и данные	39
4.1.1 Полевые исследования	39
4.1.2 Опрос персонала	41
4.1.3 Сравнение систем машин и технологий	43
4.1.4 Травматизм на лесозаготовках	43
4.2 Результаты	43
4.2.1 Харвестеры и валочно-пакетирующие машины	43
4.2.2 Трелевочные машины	50
4.2.3 Лесозаготовительные операции, выполняемые с помощью бензопил	59
4.2.4 Чокеровка	60
4.2.5 Травматизм на лесозаготовках	61

4.3 Анализ результатов	62
4.3.1 Сравнение машин по данным измерений	62
4.3.2 Сравнение машин по данным опросов	66
4.3.3 Общая тяжесть труда на лесозаготовительных машинах	68
4.3.4 Сравнение операций, выполняемых с помощью бензопил	69
4.3.5 Сравнение различных систем машин и технологий	70
4.4 Выводы и рекомендации	71
5 Влияние технологий лесозаготовок на качество	72
5.1 Методика и данные	72
5.1.1 Полевые исследования показателей качества	72
5.1.2 Определение процента брака	80
5.1.3 Опрос персонала	80
5.2 Результаты	81
5.2.1 Полевые исследования	81
5.2.2 Процент брака	84
5.2.3 Опрос персонала	85
5.3 Анализ результатов	88
5.3.1 Сравнение технологий лесозаготовок по результатам оценки качества сортиментов	88
5.3.2 Влияние квалификации рабочего персонала на качество сортиментов	93
5.4 Выводы и рекомендации	94
6 Заключение	97
Литература	101
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	104
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	105
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	109
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	109
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	110
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	123
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	125

## I Введение

В настоящее время на Северо-Западе Российской Федерации нашли применение три группы технологий выполнения лесосечных работ, отличающиеся способом трелевки: деревьями, хлыстами и сортиментами. В первом случае осуществляются валка дерева и дальнейшее его перемещение трелевочным трактором (трелевка) в целом виде (включая сучья и ветви) до верхнего склада (погрузочной площадки). На верхнем складе у лесовозной дороги может производиться обрезка сучьев, а при необходимости и раскряжевка. Полученные хлысты или сортименты вывозятся автомобильным или железнодорожным лесовозным транспортом. Во втором случае при трелевке хлыстов дерево сразу после валки очищается от ветвей и сучьев. После этого к верхнему складу трелюется хлыст. В третьем случае дерево сразу после валки не только очищается от сучьев, но и раскряжевывается на сортименты. Далее форвардером производится трелевка сортиментов, которые складываются у лесовозной дороги.

Каждый из технологических процессов лесосечных работ может иметь особенности, обусловленные конкретными природно-производственными условиями, типом применяемых машин и механизмов, долей использования ручного труда. В конкретном воплощении, в зависимости от уровня механизации и применяемой техники, все выявленные технологические процессы лесосечных работ можно разделить на пять групп:

1. *Сортиментная механизированная*: валка, обрезка сучьев и раскряжевка харвестером, трелевка форвардером: **сорт (х+ф)**;
2. *Сортиментная механизированная*: валка бензопилой, обрезка сучьев и раскряжевка бензопилой, трелевка форвардером: **сорт (б/п+ф)**;
3. *Хлыстовая механизированная (традиционная)*: валка бензопилой, обрезка (обрубка) сучьев бензопилой (топором), трелевка чокерным трелевочным трактором: **хлыст (б/п+ТТ)**;
4. *Деревьями, механизированная*: валка валочно-пакетирующей машиной, трелевка скиддером (трелевочный трактор с пачковым захватом): **дер (ВПМ+ТТ)**.
5. *Деревьями, механизированная*: валка бензопилой, трелевка чокерным трелевочным трактором: **дер (б/п+ТТ)**.

Говоря об эффективности и целесообразности применения того или иного технологического процесса, следует учитывать целый набор характеризующих его показателей. Так, экономическая эффективность может быть оценена показателями производительности и величиной затрат. К экологическим показателям оценки технологических процессов могут быть отнесены повреждения почво-грунтов (глубина колеи, степень уплотнения почвы по следу машин), сохранность подроста, повреждения оставляемых на доразивание деревьев и ряд других. Естественно, что при сравнении технологических процессов в современных условиях хозяйствования нельзя игнорировать показатели качества полученных лесоматериалов. Эти показатели определяются путем оценки качества лесоматериалов в соответствии с предъявляемыми к ним техническими требованиями (условиями) из контрактов потребителей, а также дополнительными требованиями к качеству лесоматериалов, установленными на лесозаготовительных предприятиях. В последние годы повышенное внимание уделяется созданию комфортных и безопасных условий труда рабочих на лесосечных работах. Обеспечение таких условий позволяет привлечь молодежь к работе в лесу, сделать труд лесозаготовителей более привлекательным.



В качестве показателей безопасности и комфортности условий труда могут быть использованы эргономические показатели, характеризующие тяжесть труда (уровень шума и вибрации, обзорность и т. д.).

Таким образом, оценка эффективности и выбор наиболее приемлемого для конкретных природно-производственных условий технологического процесса должны осуществляться комплексно на основе целого ряда показателей: экономических, экологических, эргономических, а также качества получаемых лесоматериалов.

С целью оценки эффективности применяемых в настоящее время на Северо-Западе РФ технологических процессов лесосечных работ были проведены комплексные сравнительные полевые исследования таких процессов по рассмотренным группам показателей. Полигоном исследований была выбрана Республика Карелия, поскольку территория данного региона позволяет изучить работу широкого спектра лесозаготовительной техники практически всех технологических процессов лесосечных работ в различных природных условиях, характерных для Северо-Запада России.

Исследования проводились в течение 2007–2008 гг. на базе 15 лесозаготовительных предприятий, обеспечивающих около 40% всего объема лесозаготовок в республике. Данные предприятия ведут лесозаготовки во всех районах Республики Карелия, работают по всем упомянутым технологиям с использованием техники отечественного и зарубежного производства и характеризуется различными природно-производственными условиями (табл. 1.1).

Общие объемы и объемы по отдельным технологиям лесосечных работ за 2006 год по рассматриваемым предприятиям показаны на рис. 1.1.

Таблица 1.1. Исходные данные по предприятиям

Предприятие	Технология	Среднее расстояние трелевки, км	Среднее расстояние вывозки, км	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup>	Породный состав	Годовой объем лесозаготовок, тыс. м <sup>3</sup>
1	а) Сорт (х+ф)	0,3	60	0,303	4С5Е1Б	63,4
	б) Хлыст (б/п+ТТ)	0,3	60	0,488	6С4Е+Б	75,4
	в) Дер (ВПМ+ТТ)	0,7	60	0,276	5С4Е1Б	103,3
2	а) Сорт (х+ф)	0,4	78	0,130	3С7Б	106,8
	б) Сорт (б/п+ф)	0,4	78	0,130	3С7Б	71,8
3	а) Сорт (х+ф)	0,3	26	0,272	5С3Е2Б	50,0
	б) Сорт (б/п+ф)	0,3	26	0,272	5С3Е2Б	34,4
4	Сорт (х+ф)	0,2	25	0,356	6Е2Е1С1Б	90,0
5	а) Сорт (х+ф)	0,6	56	0,282	4С2Е2Б2О	144,8
	б) Хлыст (б/п+ТТ)	0,7	56	0,251	4Е3Б3О+С	176,4
6	Сорт (х+ф)	0,4	8	0,127	2С8Б	48,0
7	Сорт (б/п+ф)	0,4	43	0,257	3С2Е5Б	58,0
8	Сорт (б/п+ф)	0,3	96	0,313	1С3Е4Б2О	102,6
9	Сорт (б/п+ф)	0,4	124	0,300	2С2Е4Б2О	96,2
10	Хлыст (б/п+ТТ)	0,5	20	0,641	2С3Е3Б2О	197,9
11	Хлыст (б/п+ТТ)	0,6	58	0,267	1С4Е3Б2О	70,1
12	Хлыст (б/п+ТТ)	0,4	60	0,230	3С1Е6Б	75,2
13	Хлыст (б/п+ТТ)	0,6	36	0,300	1С3Е4Б1О	122,0
14	а) Хлыст (б/п+ТТ)	0,3	13	0,211	6С3Е1Б	218,4
	б) Дер (ВПМ+ТТ)	0,15	70	0,234	4С5Е1Б	214,9
15	Дер (б/п+ТТ)	0,5	35	0,254	5Е3Б2О+С	67,1

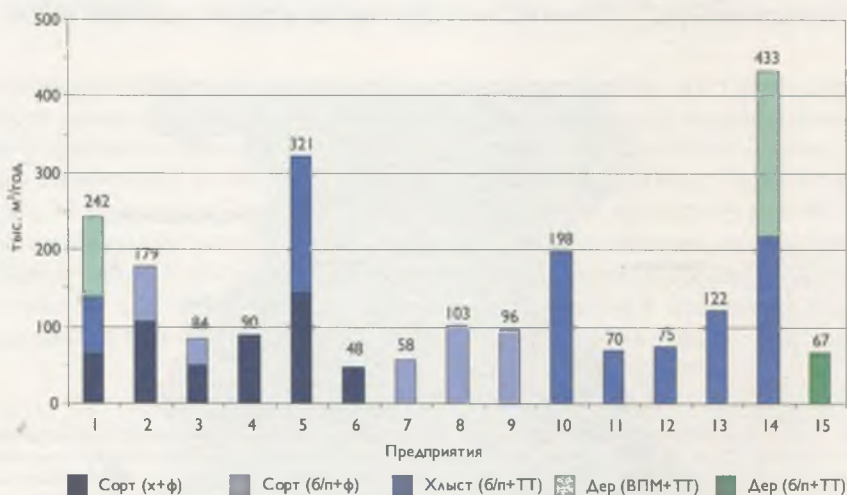


Рис. 1.1. Объемы лесозаготовок по предприятиям

В целом рассматриваемые технологии по объемам лесозаготовки распределились следующим образом: хлыстовая – 42%; сортиментная – 40%; деревьями – 18% (рис. 1.2).

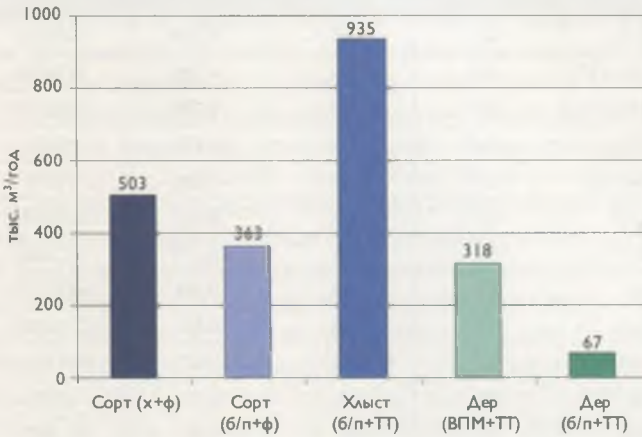


Рис. 1.2. Объемы лесозаготовок по технологиям

В исследуемых технологиях лесосечных работ применялась следующая техника: валочно-пакетирующие машины (Timberjack 850), колесные и гусеничные харвестеры (Timberjack 1270D, John Deere 1070D, John Deere 1270D, Volvo EC210BLC, Valmet 901.3, Valmet 911.3), гусеничные трелевочные трактора (ТДТ-55А, ТЛТ-100А, ТБ-1-16), колесные форвардеры (Timberjack 1410D, Timberjack 1010D, John Deere 1110D, John Deere 1410D, Valmet 840.3), колесные скиддеры (Timberjack 460D), гусеничные скиддеры (МЛ-136), гусеничные сучкорезные машины (ЛП-30Б) и процессоры (Hitachi Zaxis 230). Проведенные исследования включали полевые эксперименты, а также анкетирование работников и руководителей предприятий. Полевые исследования проводились на 23 делянках, местоположение которых показано на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Места полевых исследований

## 2 Экономическая эффективность технологий лесосечных работ

### 2.1 Методы и данные

#### 2.1.1 Производительность

Основными оцениваемыми параметрами выступают сменная и часовая выработка как систем машин, так и отдельных машин и механизмов по основным операциям лесосечных работ.

1. *Выработка на машино-смену по системе машин ( $m^3$ )*. Принимается по средним сложившимся показателям эксплуатации машин на лесосеке. Выработка на машино-смену определяется на основе фактических данных предприятий и рассчитывается как отношение годового объема работ к количеству отработанных машино-смен. Итоговая средняя выработка на машино-смену определяется как средневзвешенная по объемам работ.

Основным источником для оценки производительности являются документы внутренней отчетности, среди которых, наряду с типовыми формами, используются и специализированные, нетиповые, которые устанавливаются самим предприятием<sup>1</sup>. Число предприятий, по которым осуществлялась оценка выработки на машино-смену, представлено в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Источники оценки выработки на машино-смену

Технология	Число предприятий	Количество цепочек машин	Отработано машино-смен (год)
Сорт (х+ф)	6	12	9 342
Сорт (б/п+ф)	5	5	8 853
Хлыст (б/п+ТТ)	7	7	24 360
Дер (ВПМ+ТТ)	2	2	3 093
Дер (б/п+ТТ)	1	1	1 118

При оценке выработки важно учитывать не только ее текущий уровень, но и динамику ее изменения. В рамках работы выявлена зависимость выработки от стажа работы операторов харвестеров, которая определена с использованием данных учета системы Timbermatic, устанавливаемой на харвестерах John Deere. Оценка осуществлена для 20 операторов харвестеров в течение первых 16 месяцев их работы. Итоговое изменение выработки определяется как средневзвешенное по объемам работ.

2. *Часовая выработка по отдельным машинам и механизмам ( $m^3$ )*. Определяется как средняя в течение смены по оцениваемым машинам и механизмам с учетом времени на подготовительно-заключительные работы, время отдыха, технические и

<sup>1</sup> Как показало исследование, представители лесозаготовительных организаций для принятия решений в основном используют унифицированные формы только для высшего уровня управления и, как правило, только тогда, когда масштабы хозяйственной деятельности значительны. Нестандартные формы в основном формируются исходя из необходимости оценить те или иные бизнес-процессы или их составляющие. Например, на предприятиях, использующих две технологии лесосечных работ или более, оперативный учет ведется в разрезе этих технологий, но без учета уровня механизации, типа используемой техники и системы машин, сезонности и иных факторов. В связи с этим ясно, что для полной оценки существующей ситуации по лесозаготовкам необходимо осуществлять формализацию бизнес-процессов, т. е. разработать и использовать формы документации для контроллинга операций фазы лесосечных работ.

технологические перерывы. Рассчитывается делением объема работ по операциям технологического цикла на среднее время смены.

Оценка фактической часовой выработки осуществляется на основе использования следующих источников:

- а) данные предприятий: фотохронометражные наблюдения, осуществленные силами работников планово-экономических подразделений исследуемых предприятий;
- б) «полевые» исследования: включают проводимые авторами данной работы фотохронометражные наблюдения и видеосъемку, при которой выборочным методом непрерывно фиксируется длительность отдельных сложных циклических приемов (элементов рабочего времени), например, разгрузка форвардера, а также начало и конец отдельных однородных приемов (трелевка, переезд к месту погрузки).

Хронометражные наблюдения осуществлялись с использованием листа наблюдений (Приложение 1) непрерывным методом, при котором последовательно по текущему времени фиксируются все затраты рабочего времени по фиксажным точкам, определяющим конец предыдущего трудового приема и начало последующего приема, согласно методике [2, 6]. Количество проведенных замеров по рассматриваемым технологиям и предприятиям представлено в табл. 2.2.

**Таблица 2.2. Источники оценки часовой выработки**

№ п/п	Технология	Количество замеров (источник)			
		Данные учета системы Timbermatic	Данные предприятий	«Полевые» исследования	
				Фотохронометраж	Видеосъемка
1	Сорт (х+ф): 1, 2, 3, 4, 5 и 6 предприятия, 17 лесосек				
	Харвестер	258	10	7	6
	Форвардер	-	4	10	5
2	Сорт (б/п+ф): 2, 3, 7, 8 и 9 предприятия, 10 лесосек				
	Бензопила: валка, обрезка сучьев	-	9	7	6
	Форвардер	-	14	2	2
3	Хлыст (б/п+ТТ): 1, 5, 10, 11, 12, 13 и 14 предприятия, 7 лесосек				
	Бензопила: валка	-	4	3	1
	Бензопила: обрезка сучьев, оторцовка	-	5	3	1
	Трелевочный трактор (ТДТ)	-	4	3	1
4	Дер (ВПМ+ТТ): 1 и 14 предприятия, 3 лесосеки				
	ВПМ (ТJ 850)	-	1	2	3
	Скиддер (ТJ 460 D)	-	1	2	3
	Hitachi 230 (LC)	-	1	2	2
5	Дер (б/п+ТТ): 15 предприятие, 2 лесосеки				
	Бензопила: валка	-	-	2	1
	Трелевочный трактор (ТДТ)	-	-	2	3
	Сучкорезная машина (ЛП -30Б)	-	-	2	1

## 2.1.2 Прямые эксплуатационные затраты

В структуре эксплуатационных затрат учитываются только прямые затраты на заготовку круглых лесоматериалов и не учитываются затраты на подготовку производства, попенную плату, а также доля общеуправленческих расходов, традиционно относимая на прямые затраты. Иными словами, учитывается только узкий круг прямых затрат, приходящихся на единицу работ (руб./м<sup>3</sup>) и формирующихся при выполнении всех операций от «пня» до верхнего склада (погрузочной площадки). Вышеперечисленные затраты оцениваются по экономическим элементам и по технико-экономическим факторам [4, 5, 7].

При оценке по экономическим элементам затраты группируют в соответствии с их экономическим содержанием:

- оплата труда производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация используемых машин и механизмов;
- материальные затраты (включая затраты на топливо-смазочные материалы, ТО и Р);
- прочие затраты, включая лизинговые платежи, а также износ бензиномоторных пил, резины, затраты на тросы, блоки и пр.

При оценке по технико-экономическим факторам затраты группируют в зависимости от объемов лесозаготовок и делят на:

- *условно-постоянные*: стоимость вспомогательных материалов, используемых на ремонтные нужды, смазочных и обтирочных материалов, хозяйственного инвентаря и инструментов, арендная плата за использование машин и оборудования, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи по кредитам банков в пределах процентной ставки, установленной директивными органами, амортизационные отчисления от стоимости основных средств (машин и оборудования), кроме того, учитываются лизинговые платежи и пр.;
- *условно-переменные*: затраты на технологическое топливо и энергию, оплату труда производственных рабочих, отчисления на социальные нужды и пр.

Оценка затрат осуществлялась на основе использования следующих источников (табл. 2.3):

- экономическая отчетная документация и данные оперативного учета фактических затрат по рассматриваемым предприятиям;
- существующие сводные отчеты, цены на приобретаемые ресурсы в рассматриваемые периоды, нормативы затрат ресурсов, расценки на выполнение работ и иные документы.

Таблица 2.3. Источники оценки затрат

Технология	Предприятия	
	Фактические данные	Расчет
Сорт (х+ф)	1, 2, 3, 4, 5, 6	12
Сорт (б/п+ф)	2, 3, 8	5
Хлыст (б/п+ТТ)	1, 5, 12, 13, 14	7
Дер (ВПМ+ТТ)	2	2
Дер (б/п+ТТ)	1	1

С учетом объемов работ осуществляется расчет затрат по вышеуказанным элементам затрат на единицу работ (руб./м<sup>3</sup>)<sup>2</sup>. В дальнейшем осуществляется расчет средневзвешенной величины затрат по технологиям, машинам и механизмам как в целом, так и по технико-экономическим факторам. Результаты расчетов сравниваются с финской методикой расчета затрат [1], которая предлагает упрощенный "внебухгалтерский" инструмент для принятия решения.

## 2.2 Результаты

### 2.2.1 Производительность

**Выработка на машино-смену** по фактическим данным всех предприятий представлена на рис. 2.1.

Наибольшей выработкой характеризуется механизированная заготовка деревьев, а наименьшей – хлыстовая механизированная. В то же время именно по заготовке деревьями наблюдается наибольший разброс значений, что вызвано влиянием различных факторов, среди которых доминируют недостаточно эффективное планирование организации лесосечных работ, перерывы в ожидании перебазирования техники с делянки на делянку, большие сроки ремонтных работ в силу недостаточно развитой системы технического сервиса системы машин, работающей по данной технологии. Наименьший диапазон по хлыстовой технологии обусловлен традиционностью ее использования и отсутствием резервов повышения производительности. Средняя выработка по сортиментной механизированной технологии выше, чем по механизированной, но в то же время пиковые значения наибольшие именно по сортиментной механизированной. В целом на диапазоны по фактической выработке оказали влияние и иные природно-производственные факторы (размер делянок, породный состав и пр.).

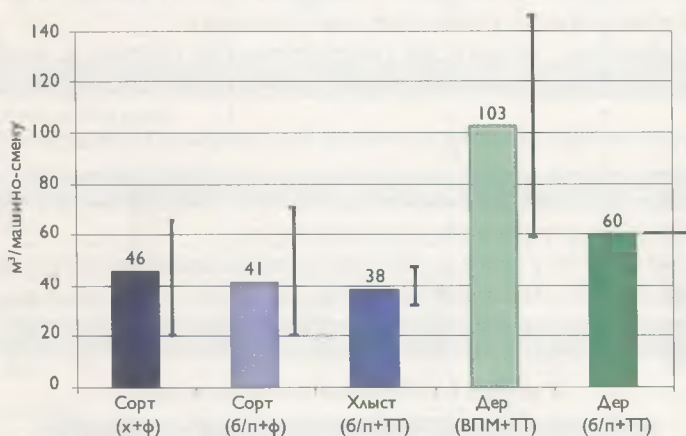


Рис. 2.1. Выработка на машино-смену

<sup>2</sup> На предприятиях формируются нетиповые, зачастую специализированные формы экономической отчетности (фактические данные) и организационно-распорядительной документации (нормативы, расценки и пр.) для внутреннего пользования, устанавливаемые самими предприятиями.

Оценено изменение уровня производительности от стажа работы<sup>3</sup> в ходе исследований и выявлено, что в среднем операторы харвестеров выходят на 90% уровень средней выработки только к 9-му месяцу работы, а на 100% - только на 13-й месяц (рис. 2.2). Таким образом, видно, что существенное влияние на повышение выработки оказывают профессионализм и опыт операторов лесозаготовительных машин, работающих на лесозаготовительных предприятиях Республики Карелия.

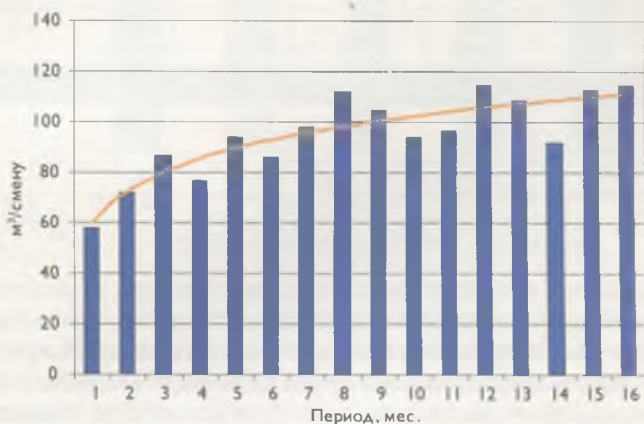


Рис. 2.2. Зависимость средней выработки от стажа работы оператора харвестера

Часовая выработка (рис. 2.3.) по рассматриваемым машинам и механизмам характеризуется большим диапазоном разброса данных, что обусловлено теми же причинами, что и по данным выработки на машино-смену. В табл. 2.4 представлены отдельно средние значения часовой выработки по сортиментной технологии.

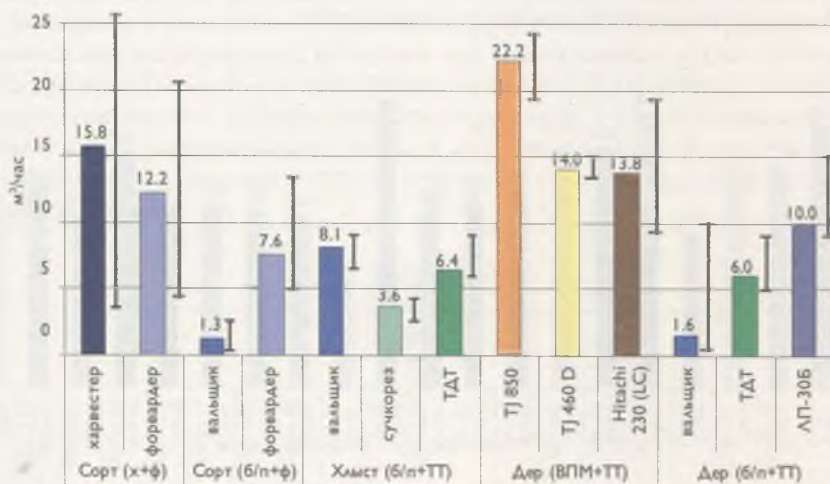


Рис. 2.3. Часовая выработка

<sup>3</sup> Использованы данные листов системы учета Timbermatic. Данные усредненные, т. к. операторы, работающие вахтовым методом (по 12 час), имеют разный опыт и стаж работы на лесосечных работах. Необходимо отметить, что даже на 16-й месяц уровень выработки невысок, т. е. есть резервы повышения выработки.



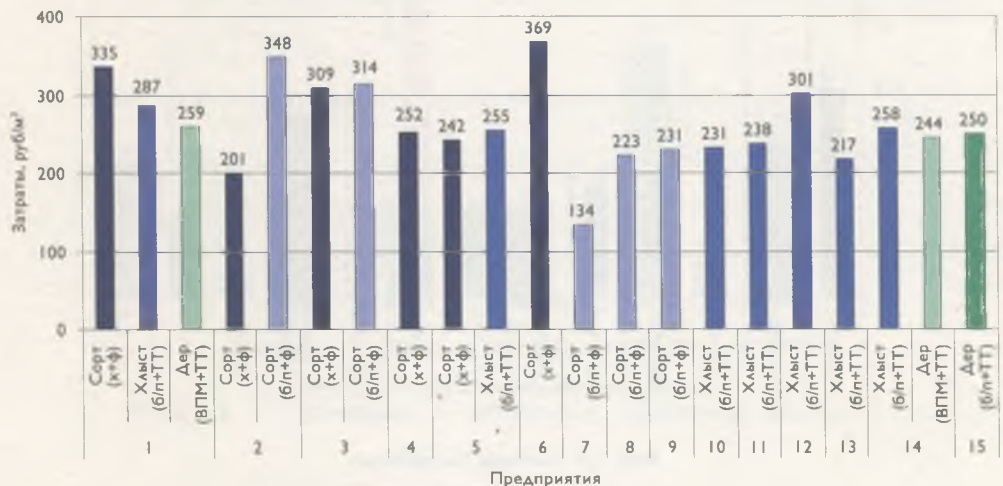
**Таблица 2.4. Часовая выработка (с указанием минимальных и максимальных значений), м<sup>3</sup>/час**

Технология	Данные учета системы Timbermatic	Данные предприятий	«Полевые» исследования	
			Фотохронометраж	Видеосъемка
<b>Сорт (х+ф)</b>				
Харвестер	16,5 (4,0 – 26,0)	9,6 (6,8 – 14,3)	15,9 (3,1 – 21,6)	17,1 (6,0 – 19,9)
Форвардер	–	8,2 (4,7 – 11,1)	13,7 (10 – 20,1)	11,5 (11,0 – 12,0)
<b>Сорт (б/п+ф)</b>				
Бензопила	–	1,2 (0,6 – 1,5)	1,5 (1,0 – 2,0)	1,2 (0,85 – 1,6)
Форвардер	–	7,0 (5,0 – 13,0)	8,5 (7,5 – 9,5)	7,5 (7,1 – 7,9)

Данные о выработке, взятые из документов предприятий, в среднем ниже, чем по результатам «полевых» исследований. Это связано с тем, что оценка производительности на предприятиях посредством проведения фотохронометража осуществлялась в основном на стадии введения техники в производство, т. е. именно в то время, когда операторы обычно выдают производительность ниже средней. Наименьший разброс данных наблюдается по валке механизированным способом, наибольший – у операторов харвестеров, что связано также с опытом и квалификацией работников.

## 2.2.2 Прямые эксплуатационные затраты

**Общие прямые затраты**, приходящиеся на 1 м<sup>3</sup> заготовленных круглых лесоматериалов, представлены на рис. 2.4 (по предприятиям) и на рис. 2.5 (по технологиям). Затраты по рассматриваемым предприятиям отличаются, что вызвано различными условиями проведения и объемами лесосечных работ.



**Рис. 2.4. Прямые эксплуатационные затраты по предприятиям**

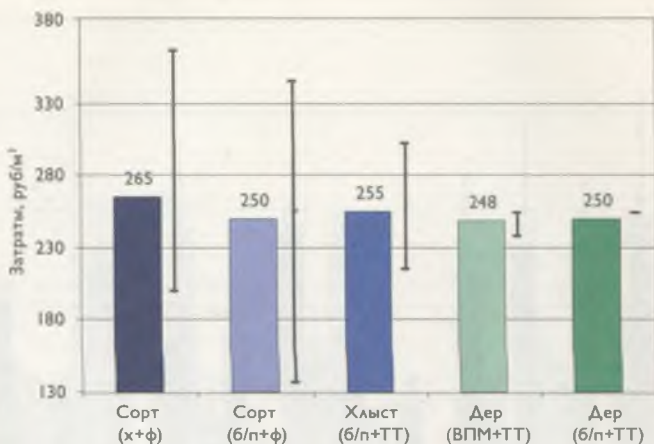


Рис. 2.5. Средние прямые затраты по технологиям

Как видно из рис. 2.5, средние прямые эксплуатационные затраты различаются незначительно. Наименьшие удельные затраты показывает механизированная технология заготовки деревьями, но диапазон затрат здесь достаточно узкий, что вызвано малым количеством наблюдений при работе по данной технологии. В то же время наибольший диапазон затрат характерен для сортиментной механизированной и сортиментной механизированной технологий, что позволяет утверждать, что при условии грамотной организации лесосечных работ и высокой производительности техники они могут работать с меньшими затратами, чем другие рассматриваемые технологии.

Рассмотрим прямые эксплуатационные затраты в разрезе используемых машин и механизмов (рис. 2.6). Низкие прямые эксплуатационные затраты наблюдаются при использовании на валке бензопил, т. к. затраты определяются в основном оплатой труда вальщиков и расходом материальных ресурсов (ТСМ, пилы и пр.). Затраты при использовании форвардера различны при использовании его по сортиментной механизированной и сортиментной механизированной технологиям, что обусловлено различными износом техники, средней выработкой, а также условиями эксплуатации техники. Данные причины лежат и в основе различия затрат при использовании трелевочного трактора (ТДТ) по хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями.

1414624

Вологодская областная  
универсальная  
научная библиотека

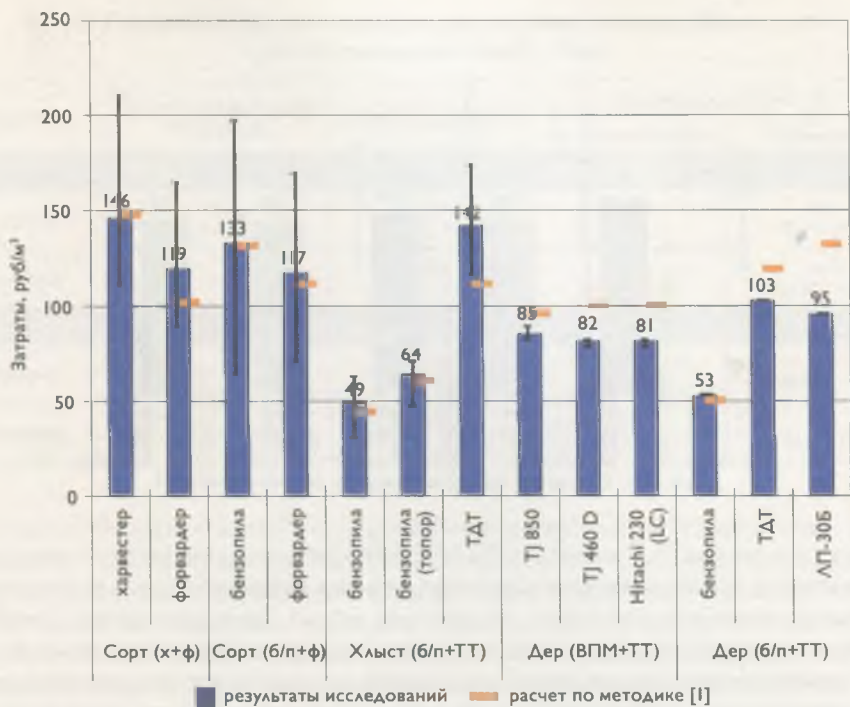


Рис. 2.6. Средние прямые эксплуатационные затраты по машинам и механизмам<sup>4</sup>

Оценка расчета затрат по финской методике также показывает наименьшие значения у хлыстовой технологии, далее - у сортиментной и наивысшие - у заготовки деревьями. Отличие полученных результатов от оценки затрат по методике незначительно и обусловлено использованием в методике упрощенного подхода. Примеры расчета представлены в Приложении 2.

Структура затрат по рассматриваемым технологиям включает как элементы затрат (рис. 2.7), так и технико-экономические факторы (рис. 2.8).

<sup>4</sup> На рисунке диапазон данных отображает минимальное и максимальное значение параметра, а фактическое среднее значение выводилось как средневзвешенное.

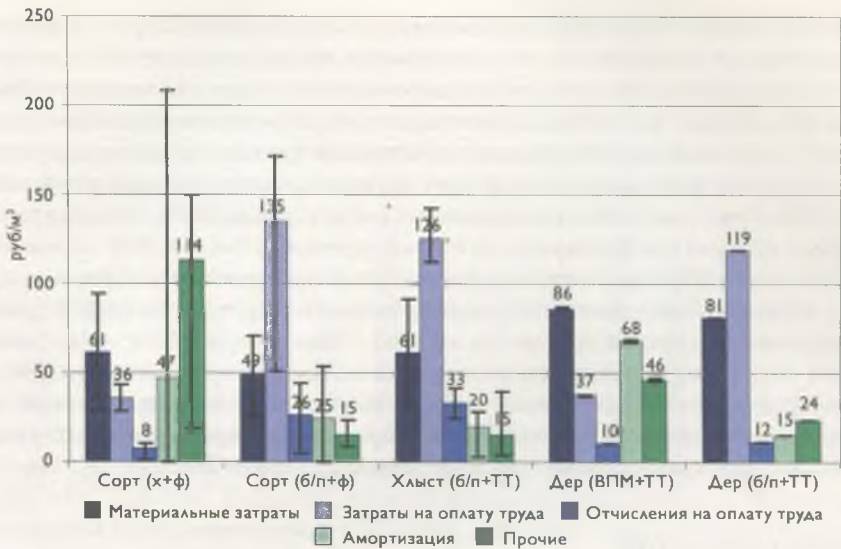


Рис. 2.7. Средние затраты по элементам

Как видно из рис. 2.7, наибольший диапазон разброса данных по элементам затрат наблюдается у сортиментной машинизированной и сортиментной механизированной технологий. Более устойчивы значения затрат у хлыстовой технологии и технологии заготовки деревьями. В состав прочих расходов могут включаться лизинг лесосечных машин и механизмов, износ МБП, расходы на спецодежду, налог на имущество, транспортный налог и пр.

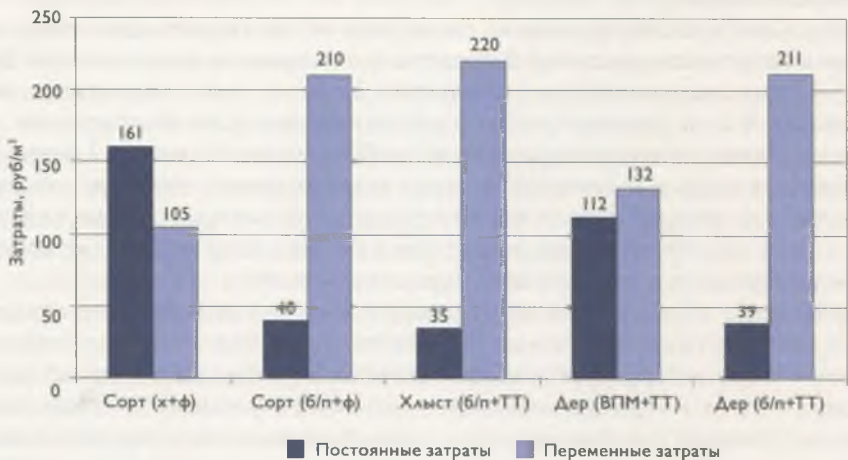


Рис. 2.8. Средние прямые эксплуатационные затраты по технологиям

Оценивая структуру затрат по технико-экономическим факторам, можно сделать вывод, что наибольшие постоянные затраты свойственны сортиментной машинизированной технологии. Основной причиной является то, что средний срок с начала эксплуатации используемой техники мал, и чаще всего данная система ма-

шин приобретается по лизингу, что значительно увеличивает затраты в первые 3-5 лет использования техники за счет увеличенной амортизации (до 40% в структуре затрат). Сортиментная механизированная технология также обеспечивает приемлемый уровень затрат, причем здесь постоянные затраты составляют 16%, т. к. в данной технологии используется меньшее количество единиц техники, а переменные затраты в основном формируются за счет затрат на оплату труда с отчислениями (свыше 50% от всех затрат) и материальных затрат (около 20%). Структура удельных затрат при механизированной заготовке деревьями такова: 84% переменные и 16% постоянные затраты, где также решающую роль оказывают затраты на оплату труда с отчислениями (свыше 50%) и материальные затраты (свыше 30%). Затраты по традиционной хлыстовой технологии (86% - переменные, 14% - постоянные) в основном также формируются за счет затрат на оплату труда (свыше 60%) и материальных затрат (25%), причем в связи с сильным износом используемой техники величина амортизационных отчислений при использовании данной технологии меньше, чем при использовании других технологий (менее 7%).

## 2.3 Анализ результатов

### 2.3.1 Производительность

Наибольшей производительностью характеризуется механизированная технология заготовки деревьями. В целом, средняя выработка при использовании механизированной технологии заготовки деревьями выше средней выработки по всем технологиям в 1,8 раза в одинаковых природно-производственных условиях. При условии хорошей организации работ (отсутствие простоев по организационным причинам, своевременная доставка материалов и пр.) выработка по данной технологии может быть повышена на 20-50%.

Приемлемую производительность по выработке показывает механизированная технология заготовки деревьями. В среднем для непрерывной и ритмичной работы требуется бригада, включающая 6 вальщиков, 2 трелевочных трактора и сучкорезную машину. В целом выработка по данной технологии также выше средней на 4%. Так как по данной технологии традиционно работа осуществляется в 1 смену (иногда, в летний период, – в 2 смены), а также используется устаревшая отечественная техника, то резервы повышения производительности практически исчерпаны. Кроме того, в данном случае предстоит еще комплекс нижекладских работ, что значительно снижает эффективность данной технологии.

Выработка по сортиментной механизированной технологии ниже средней на 20%, но выше сортиментной механизированной и традиционной хлыстовой (соответственно на 11 и 20%). Необходимо отметить, что столь низкая производительность обусловлена в первую очередь недостаточной квалификацией операторов и плохой их обученностью. Так, например, квалифицированные операторы харвестеров при проведении хронометражных наблюдений показывали чистую часовую про-

изводительность до 26 м<sup>3</sup>. в то время как неквалифицированные выдавали от 3 до 15 м<sup>3</sup>. В то же время при грамотной организации работ и качественно подготовленном персонале средняя производительность может быть повышена в 2 раза. Рассматривая производительность внутри системы машин, можно отметить, что производительность харвестера выше производительности форвардера в среднем на 30%. В данном случае можно рекомендовать систему машин, включающую 2 харвестера и 3 форвардера, что позволит обеспечить высокую производительность системы машин.

Сортиментная механизированная технология обеспечивает производительность на 8% выше традиционной хлыстовой. При данной технологии оптимальный состав бригады при условии односменной работы вальщиков и круглосуточной работы форвардера в среднем составляет 16 вальщиков на 1 форвардер.

Наименьшей производительностью обладает хлыстовая механизированная технология. Средняя производительность у вальщика на 12% выше, чем у сучкорубов (в среднем 2 сучкоруба: топор или б/пила) и на 27% выше, чем у трелевочного трактора (ТДТ-55, ТЛТ-100). В данной технологии также практически исчерпаны резервы повышения производительности и, кроме того, работа осуществляется в 1 смену (иногда, летом, - в 2 смены).

Таким образом, при отказе от традиционной хлыстовой технологии, более эффективным с точки зрения производительности видится переход, в первую очередь, на механизированные технологии заготовки.

### 2.3.2 Прямые эксплуатационные затраты

Сравнивая рассматриваемые технологии по удельным прямым эксплуатационным затратам, можно сделать вывод о том, что они незначительно отличаются друг от друга. Необходимо отметить, что негативное влияние на уровень себестоимости продукции оказывает традиционный вариант технологического процесса (хлыстовой метод), включающий, помимо комплекса лесосечных работ и вывозки, также и нижескладские работы. Учитывая высокую стоимость используемого оборудования, большую степень его изношенности и низкий коэффициент использования, можно говорить о том, что применяемая технология является более затратной по сравнению с другими технологиями, в то время как сортиментная технология позволяет получать готовую продукцию на верхнем складе (погрузочной площадке), хлыстовая технология и технология заготовки деревьями включают, помимо комплекса лесосечных работ и вывозки, также и нижескладские работы и поэтому данные технологии оказывают далеко не положительное влияние на экономику предприятия.

Оценивая использование технологий по полной структуре затрат (с учетом затрат по комплексу нижескладских работ, вывозке древесины и пр.), по данным исследований предприятий распределение технологий можно представить следующим образом (рис. 2.9):

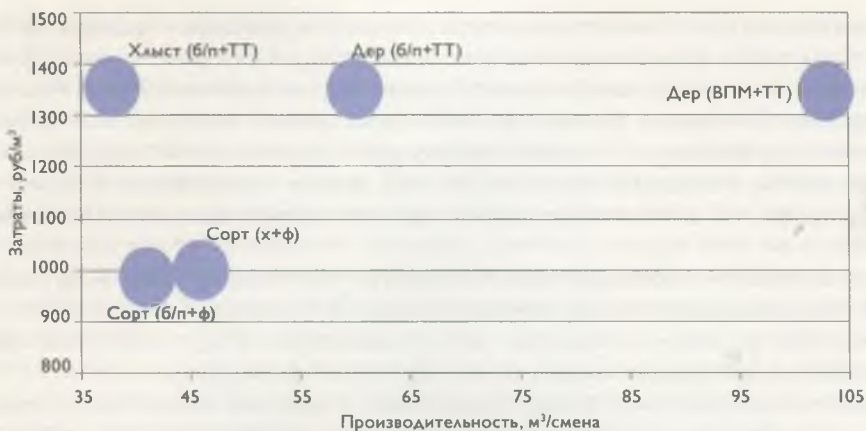


Рис. 2.9. Распределение технологий по средним затратам и выработке

Таким образом, учитывая не только прямые эксплуатационные затраты по фазе лесосечных работ, но и все затраты, формирующие полную (коммерческую) себестоимость продукции, можно увидеть, что переход на сортиментную механизированную заготовку в значительной мере позволяет сократить экономические потери и повысить эффективность лесозаготовок.

Сравнивая средние фактические затраты по предприятиям с методикой [1], можно увидеть, что результаты отличаются незначительно. Различие обусловлено использованием в методике упрощенного подхода, кроме того, расчет основывался на усредненных показателях. В целом, данные расчетов по методике попадают в интервал фактических данных предприятий, что может говорить о ее пригодности в реальных условиях для предварительной оценки эффективности использования технологий.

## 2.4 Сценарии использования новой техники на лесозаготовках

Выбирая те или иные способы приобретения лесозаготовительной техники, необходимо просчитывать экономические последствия такого выбора, т. е. проанализировать денежные потоки будущих периодов при различных способах финансирования. Основными источниками финансирования приобретения машин являются:

- собственный капитал;
- банковский кредит;
- лизинг.

Определим изменение средних затрат на лесосечных работах в случае приобретения новой техники по базовой хлыстовой технологии, а также сортиментной механизированной, сортиментной механизированной и механизированной технологии заготовки деревьями при использовании различных источников финансирования [8]. Примем в качестве первоначальных условий срок кредитования и срок договора лизинга – 3 года, ставку процента – 18 % годовых, уровень инфляции по переменным затратам – 12% при прочих равных условиях (средний размер лесосеки, объем хлыста и т. д.). Необходимо отметить, что на практике схем кредитования и лизинга по лесозаготовительным машинам существует множество и предприятие само выбирает лизинговую компанию, банк или поставщика техники, учитывая множество

внешних факторов, влияющих на процесс принятия решения о приобретении техники.

Как можно видеть из рис. 2.10, наименьшими затратами характеризуется приобретение техники за счет собственных средств по всем технологиям. Но именно приобретение имущества за счет собственных средств требует максимального оттока денежных ресурсов в первоначальный период. Поэтому у предприятий зачастую не хватает средств для данного вида инвестирования. Кроме того, приобретение имущества осуществляется в основном за счет чистой прибыли, что увеличивает необходимую сумму денежных средств, а это в свою очередь может негативно сказаться на хозяйственной деятельности предприятия.

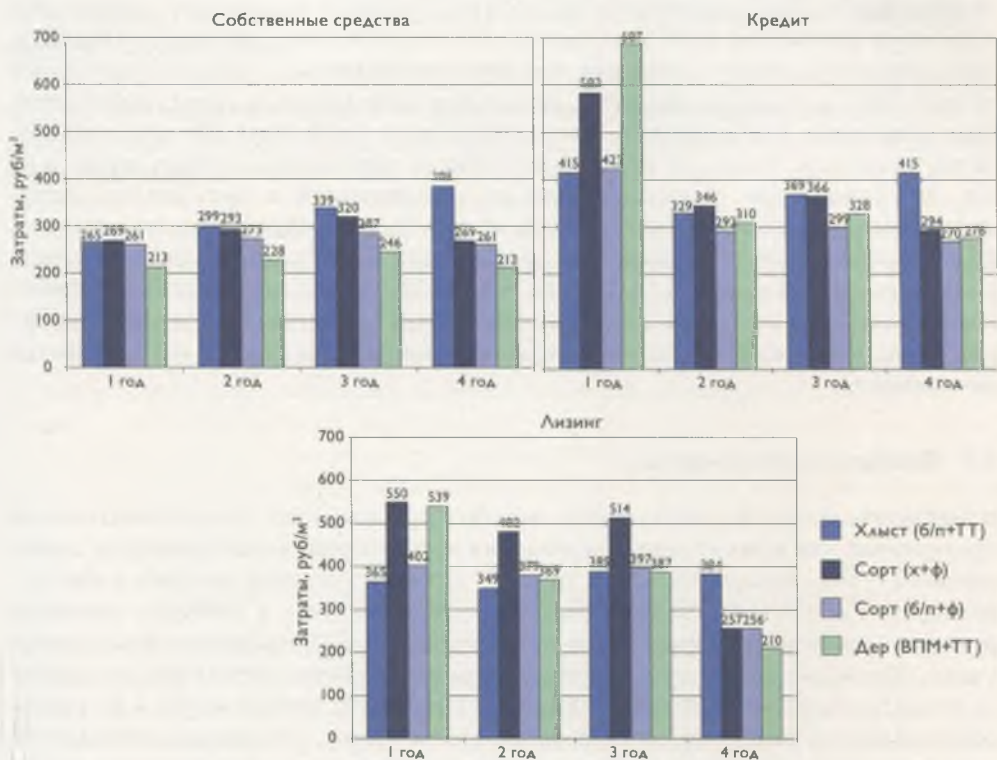


Рис. 2.10. Динамика изменения затрат в зависимости от источников финансирования

При использовании кредитной линии приобретение имущества осуществляется без одновременного отвлечения большого объема собственных средств. Кроме того, по окончании кредитной сделки у организации остается имущество со значительной остаточной стоимостью. Это ведет к тому, что и по окончании срока кредитования организация будет иметь экономию на налоге на прибыль (за счет отнесения на расходы амортизационных отчислений и налога на имущество). Затраты на финансирование в этом случае немного ниже, чем при использовании лизинга в течение периода кредитования.

Однако в перспективе видится выгодность применения именно лизинговых схем приобретения лесозаготовительных машин и оборудования по ряду причин:



- лизинг дает возможность применения ускоренной амортизации с максимальным коэффициентом, равным 3, что позволяет быстрее окупать имущество и производить его замену на более совершенное;
- на 4-й год (в рассматриваемом случае) уровень затрат на лесосеке становится ниже, чем при использовании кредита;
- лизинговые платежи полностью относятся на себестоимость круглых лесоматериалов (элемент «Прочие затраты»);
- иные причины (зачет НДС, широкая доступность лизинга и пр.).

Оценивая уровень затрат на лесосеке при заготовке по различным технологиям, можно увидеть, что в первые годы эксплуатации техники наименьшие затраты дает хлыстовая технология, но в то же время по этой технологии наблюдаются наибольшие темпы роста затрат в динамике, что обусловлено высоким уровнем переменных затрат (86%), и на 4-й год она имеет наивысшую себестоимость среди рассматриваемых вариантов. Сортиментная механизированная технология как при использовании кредитной линии, так и при лизинге имеет наименьший уровень затрат, а на 4-й год уровни затрат по сортиментной механизированной и сортиментной машинизированной технологиям сближаются. В этом случае эффективность использования сортиментной технологии для предприятия заключается в меньшем оттоке денежных средств в первый год работы, чем по другим рассматриваемым технологиям. Технология заготовки деревьями отличается существенным оттоком денежных средств в первый год по лизингу, но по уровню затрат на 4-й год становится наименьшей.

## 2.5 Выводы и рекомендации

В результате исследований было выявлено, что руководители лесозаготовительных предприятий для эффективного управления организацией и обеспечения ее долгосрочного существования не всегда уделяют должное внимание методам и инструментарию контроллинга бизнес-процессов, руководствуясь в процессе принятия решений в основном информационно-методической базой финансового и налогового учета. «Котловой» способ учета затрат, который достаточно широко распространен на лесозаготовительных предприятиях, не способствует оценке затрат и их управлению по местам возникновения и по фазам лесозаготовок. Это нередко сказывается на отсутствии оперативных сведений о расходе, перерасходе или экономии ресурсов. Кроме того, предприятиями не используются в полной мере возможности управленческого учета, что не позволяет дифференцировать сведения по стадиям и видам лесозаготовительных работ и видам продукции. Между тем разрабатываемые в ходе лесозаготовительных работ сметы могут быть применены в качестве инструментария оперативной оценки лесозаготовительного производства, и сложившаяся в лесозаготовительных предприятиях практика функционального управления все же позволит измерять затраты по бизнес-процессам заготовки древесины по каждой фазе и технологическим операциям лесозаготовительных работ.

Рассматривая технологии лесозаготовок, можно отметить, что у сортиментной технологии (как машинизированной, так и механизированной), а также у машинизированной технологии заготовки деревьями еще есть существенные резервы повышения производительности.

При оценке технологии по прямым эксплуатационным затратам на лесосеке выявлено, что затраты отличаются незначительно. Однако, учитывая, что при использовании хлыстовой технологии и технологии заготовки деревьями требуется проведение дальнейших нижнескладских работ, наиболее предпочтительной с точки зрения затрат является сортиментная технология, обеспечивающая получение товарной продукции непосредственно на верхнем складе (погрузочной площадке).

Сегодня предприятия лесопромышленного комплекса используют различные варианты технологических процессов (традиционная хлыстовая вывозка и комплекс нижнескладских работ и различные варианты сортиментной технологии), которые должны оцениваться по спектру технико-экономических показателей. Этот переход требует значительных финансовых вложений, поэтому оценку эффективности необходимо проводить для различных вариантов финансирования: собственные средства, кредит, лизинг.

В целом можно отметить, что переход на сортиментную технологию позволяет в перспективе сократить затраты на производство, повысить производительность и, как следствие, улучшить финансовое положение предприятия и конкурентоспособность продукции.

### 3 Лесозаготовительные технологии во взаимодействии с лесной средой

#### 3.1 Методы и данные

##### 3.1.1 Полевые исследования

Воздействие лесосечных технологий на почво-грунты рассматривалось по следующим показателям:

- снижение пористости на технологических коридорах, в % от пористости почво-грунта ненарушенной структуры;
- средняя глубина колеи, м;
- минерализация верхнего почвенного слоя, в % от площади делянки.

Повреждения почво-грунта происходят в основном на волоках, погрузочных площадках, в местах проезда лесной техники. Для измерения принятых показателей волокна пересекались мерными линиями в зонах начала, середины и конца. На каждой линии намечались точки промера: левая колея, ось волокна, правая колея, пасака (контроль естественных свойств). Мерные линии одной зоны волокна в количестве 3 штук располагались через каждые 0,5 м (рис. 3.1), подобно апробированной ранее методике [16].

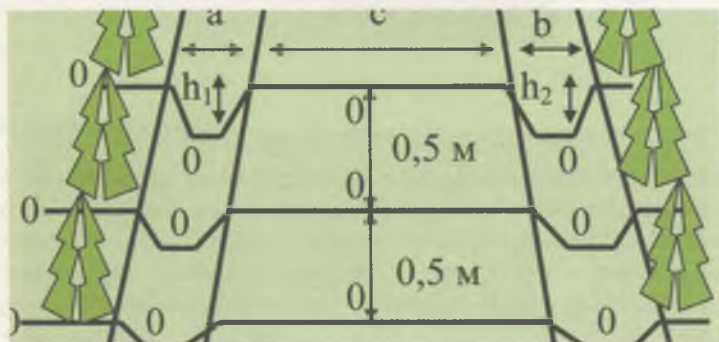


Рис. 3.1. Схема закладки мерных линий

Процент минерализации верхнего почвенного слоя определялся по следующей формуле:  $M = M_B + M_{П} + M_{BC}$

где  $M_B$  – минерализация волоков, %;

$M_{П}$  – минерализация пасек, %;

$M_{BC}$  – минерализация верхнего склада, %.

Глубина колеи измерялась в правой  $h_1$  и левой  $h_2$  колее (рис. 3.2). На ленте вычислялось среднее значение глубины колеи. По этим средним значениям определялась средняя глубина колеи на мерном участке. Путем усреднения данного показателя по всем мерным участкам было получено итоговое значение средней глубины колеи на волоках. Для установления процента снижения пористости в каждой мерной точке снимался растительный слой. Далее из подготовленного слоя извлекались образцы грунта (монолиты) при помощи грунтоотборных гильз. Забор проб грунта производился в мерных точках согласно [9] из поверхностного слоя 0 - 5 см и глубинного

слоя 15 - 20 см в зонах начала, середины и конца пасечного и магистрального волоков (точки 0, см. рис. 3.1). Образцы грунта доставлялись в лабораторию грунтоведения в герметичной упаковке (рис. 3.3), где производилось их взвешивание на электронных весах с дискретностью 0,01 г и определялась плотность.

Наименование типа грунта давалось по [11]. Далее определялись пористость грунта и процент снижения пористости.



**Рис. 3.2.** Измерение глубины колеи на волоке



**Рис. 3.3.** Грунтозаборные бьюксы

Воздействие на почво-грунты исследовалось только в летний период. На делянках, освоенных в зимний период, извлекались контрольные пробы грунтов, которые показали, что при установившемся снеговом покрове и достаточной глубине промерзания не произошло значительных изменений в почво-грунтах. Контрольные пробы, взятые с оси волока после проезда харвестеров и форвардеров, показали, что межколеинное пространство С (см. рис. 3.1) остается практически ненарушенным. Поэтому в дальнейшем пробы по оси волока на делянках, отработанных по сортиментной технологии, не извлекались. Количество замеров по технологиям показано в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Распределение делянок и грунтовых проб по технологиям и типам грунтов

Технология	Количество делянок (грунтовых проб)	
	Песок, супесь <sup>5</sup>	Суглинок
<b>Сплошные рубки</b>		
Сорт (х+ф)	2(216)	2(216)
Сорт (б/п+ф)	1(108)	1(108)
Хлыст (б/п+ТТ)	1(144)	1(144)
Дер (ВПМ+ТТ)	1(144)	1(144)
Дер (б/п+ТТ)	–	1(144)
Итого	5(612)	6(756)
<b>Рубки ухода (проходные)</b>		
Сорт (х+ф)	–	1(108)
Хлыст (б/п+ТТ)	–	1(144)
Итого	–	2(252)

**Воздействие на древостой.** При проведении выборочных рубок и рубок ухода ключевым показателем является процент поврежденных деревьев, остающихся на дорашивание. При исследовании закладывались пробные площади размером 100 на 50 м, пересекаемые лентами перече́та шириной 10 м, расположенными параллельно короткой стороне (рис. 3.4). Ленты располагались равномерно, и их суммарная площадь была не меньше 8 % от площади делянки в соответствии с [12].

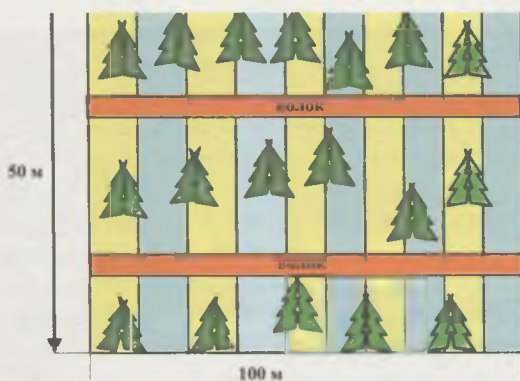


Рис. 3.4. Схема закладки пробной площади при определении повреждаемости древостая, подроста и молодняка

На лентах подсчитывались и осматривались деревья с повреждениями. К поврежденным, согласно [13, 14], относились деревья:

- с обломом вершины (ствола),
- с наклоном 10 град и более,
- с ошмыгом кроны 1/3 и более ее поверхности,
- с обдиром коры 10% и более окружности ствола,
- с обдиром и обрывом скелетных корней.

<sup>5</sup> Здесь и далее данные приводятся для песков и супеси песчанистой.

Для деревьев составлялся протокол осмотра (Приложение 3). Далее определялся процент деревьев, содержащих повреждения. Количество делянок, пробных площадей и число замеров показано в табл. 3.2.

**Таблица 3.2. Количество делянок, пробных площадей и число замеров при подсчете подроста и древостоя**

Технология	Число делянок (пробных площадей)		Число замеров
	Зима	Лето	
<b>Сплошные рубки</b>			
Сорт (х+ф)	2(5)	4(5)	2 426
Сорт (б/п+ф)	1(3)	2(5)	1 472
Хлыст (б/п+ТТ)	2(3)	2(5)	1 594
Дер (ВПМ+ТТ)	1(3)	2(5)	1 602
Дер (б/п+ТТ)	1(3)	1(3)	1 116
Итого	7(17)	11(23)	8 210
<b>Рубки ухода (проходные)</b>			
Сорт (х+ф)	–	2(2)	817
Хлыст (б/п+ТТ)	–	2(2)	790
Итого	–	4(4)	1 607

**Воздействие на подрост и молодняк.** К подросту, согласно [15], относятся возобновившееся под основным пологом, но не достигшее учетных размеров, согласно [12], то есть имеющее диаметр на высоте груди менее 8 см и высотой до 2,5 м, жизнеспособное поколение главных пород, обеспечивающее в данных условиях местопроизрастания восстановление леса естественным путем. К молодняку относятся жизнеспособные, хорошо укоренившиеся деревья главной породы высотой более 2,5 м и диаметром на высоте груди ниже отпускного диаметра (8 см), способные участвовать в формировании насаждения.

При исследовании закладывались пробные площади размером 100 на 50 м, пересекаемые лентами перече́та шириной 10 м, расположенными параллельно короткой стороне, по той же схеме, что и для перече́та древостоя (см. рис. 3.4). Перечет подроста производился согласно [15]. Данные перече́та заносились в ведомость (Приложение 4). Количество сохраненного жизнеспособного подроста и молодняка с оценкой по коэффициентам и процент их сохранности определялись для площади пасек без пасечных и магистральных волоков, лесовозных дорог, погрузочных площадок, складов, мест стоянки механизмов и других объектов, размещенных на делянке с подростом. Количество замеров приведено в табл. 3.2.

**Часть площадей делянок изымается под технологические нужды.** К этой категории относятся площади под волоками, погрузочными пунктами, производственными и бытовыми объектами. На данных площадях происходит изменение лесной среды.

В ходе исследований проводились линейные измерения параметров реальных технологических объектов. По итогам измерений определялась площадь, занятая верхними складами, волоками и соотносилась с площадью делянки, указанной в тех-

нологической карте, вычислялась площадь технологических объектов и их доля в общей площади лесосеки.

### 3.1.2 Экспертная оценка

Для определения степени отрицательного воздействия лесосечных технологий на лесную среду была разработана анкета. На вопросы анкеты отвечали специалисты лесной отрасли Республики Карелия. Опрос проводился как среди руководителей, так и среди операторов лесозаготовительных машин. Респондентам предлагалось оценить степень отрицательного воздействия на лесную среду по пятибалльной шкале, где "5" – наибольшее отрицательное влияние, а "0" – минимальное. Оценочные баллы были просуммированы и усреднены. Всего был опрошен 21 респондент. Данные анкетирования являются субъективной составляющей оценки различных лесосечных технологий.

## 3.2 Результаты

### 3.2.1 Воздействие на почво-грунты

В результате обработки грунтовых проб было отмечено снижение пористости на магистральных и пасечных волоках при использовании всех рассматриваемых технологий лесосечных работ (рис. 3.5 и 3.6). Больше уплотнение почво-грунта (особенно в верхнем горизонте) наблюдалось при применении хлыстовой технологии. Наименьшее снижение пористости было отмечено при реализации заготовки целыми деревьями.

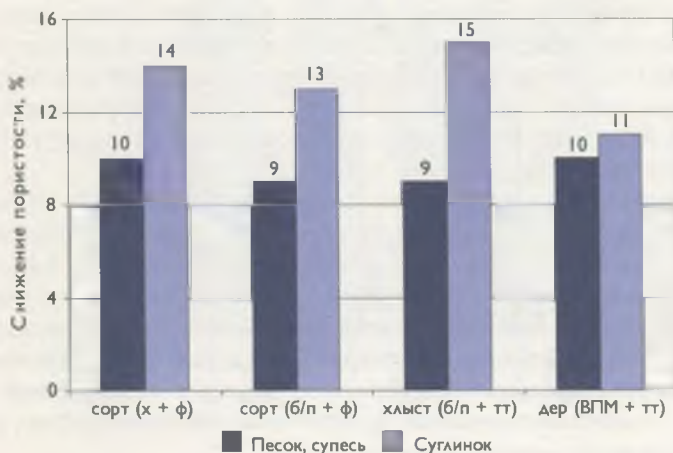


Рис. 3.5. Снижение пористости грунта на магистральных волоках

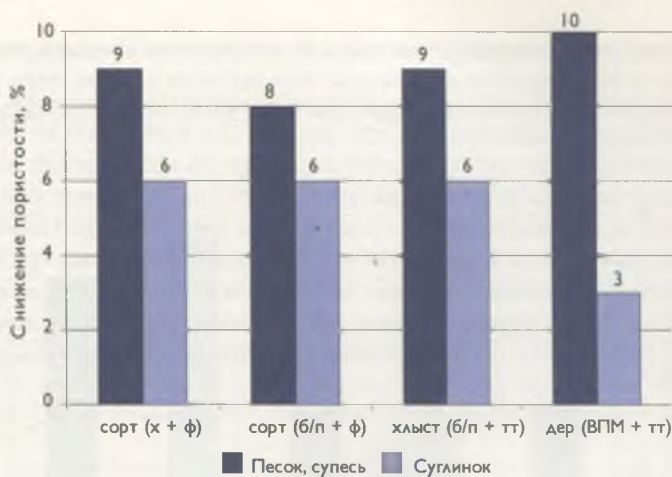


Рис. 3.6. Снижение пористости грунта на пасечных волоках

Заготовка леса деревьями с использованием отечественных машин велась в специфических условиях распространения заторфованных глин с низкой несущей способностью. Уменьшение пористости в данных условиях составило около 23% на магистральных и 17% на пасечных волоках. Следует отметить, что при реализации хлыстовой технологии некоторое уплотнение (до 5%) наблюдалось и по оси волока. При заготовке деревьями, наоборот, было зафиксировано повышение пористости до 3%. Сортиментная технология лесозаготовок оставляла грунт межколейной зоны практически в естественном состоянии. Усредненные значения глубины колеи представлены на рис. 3.7.

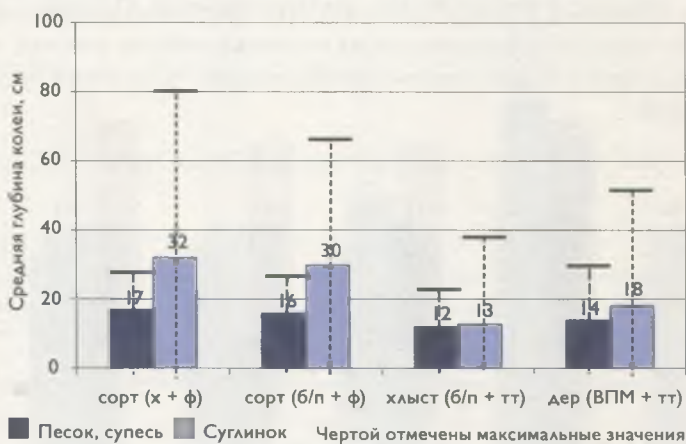


Рис. 3.7. Средняя глубина колеи, оставляемая лесозаготовительной техникой

Как показывают приведенные данные, глубина колеи на песчаных грунтах сопоставима при использовании всех рассматриваемых технологий. Значительное колеобразование на глинистых грунтах характерно для сортиментных механизированной и механизированной технологий. На заторфованных глинах при заготовке деревьями средняя глубина колеи составила 0,41 м.



В ходе реализации экспериментов также был определен процент минерализации делянок (рис. 3.8). Как видно из диаграммы, сортиментная технология меньшим образом минерализует верхние почвенные слои, нежели заготовка деревьями и в хлыстах.

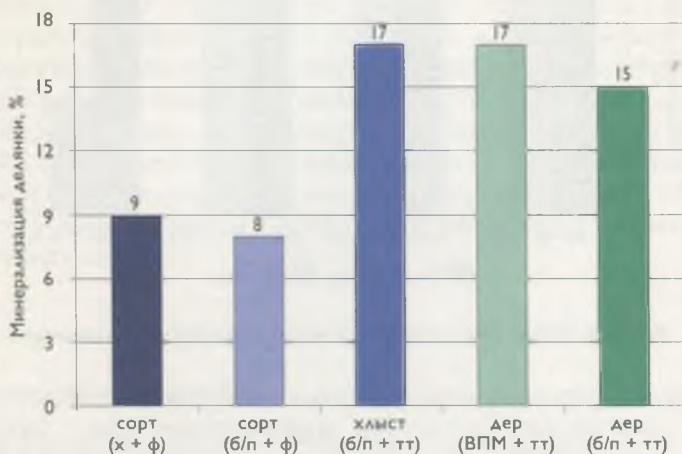


Рис. 3.8. Процент минерализации делянок

### 3.2.2 Воздействие на подрост и молодняк

В ходе перечеа подроста на пробных площадях 18 делянок были получены результаты, представленные на рис. 3.9. Требуемый нормативный уровень сохранности подроста [13] обеспечили все рассматриваемые технологии, кроме машинизированной заготовки деревьями. Следует отметить, что при использовании сортиментной технологии часть подроста была сохранена и на межколейном участке, чего практически не наблюдалось в летний период при реализации технологий заготовки хлыстами и деревьями.

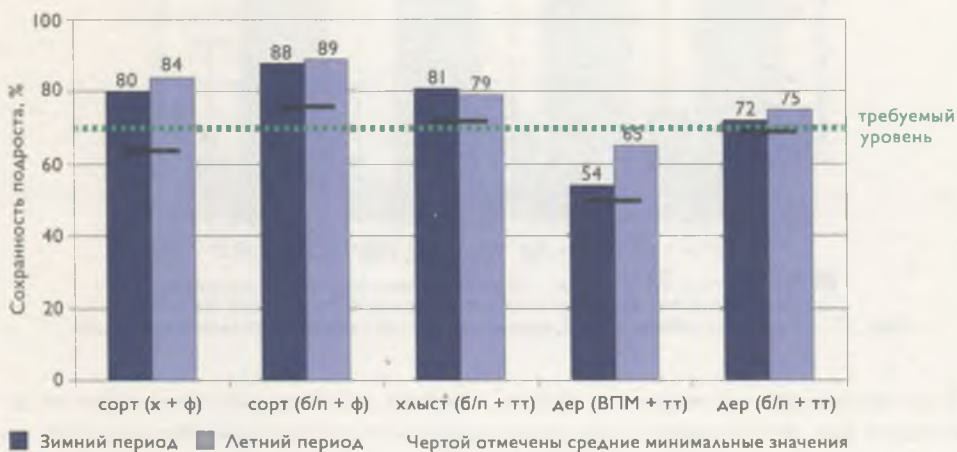


Рис. 3.9. Сохранность подроста в пасаках

### 3.2.3 Изъятие площадей делянок под технологические нужды

Результаты экспериментальных измерений параметров технологических объектов представлены на рис. 3.10 и 3.11. Видно, что сортиментная заготовка требует в 2,3 раза меньшую площадь под погрузочную площадку, чем традиционные технологии. При реализации сортиментной механизированной и механизированной технологий волокна занимают практически одинаковый процент площади делянки (около 22). Для механизированной технологии заготовки деревьями этот показатель максимален и составляет 32 – 36 %. Работа по механизированной заготовке деревьями на грунтах с низкой несущей способностью наиболее эффективна, с точки зрения использования территории делянок, в зимний период.

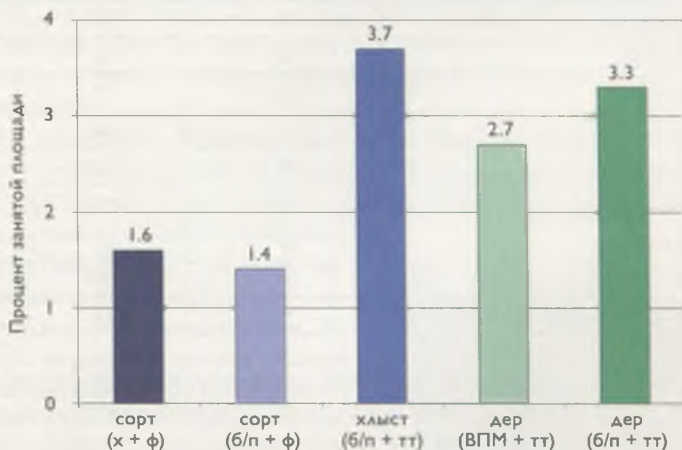


Рис. 3.10. Процент площади, занятой верхними складами

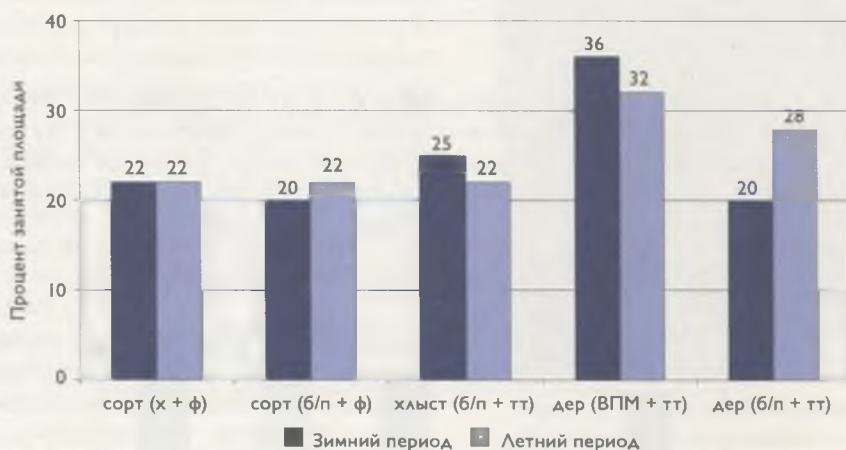


Рис. 3.11. Процент площади, занятой волокнами в зимний и летний периоды

### 3.2.4 Повреждения лесной среды при проходных рубках

Для сравнительной оценки экологичности хлыстовой и сортиментной механизированной технологий при проведении проходных рубок было проанализировано их воздействие на лесную среду в сопоставимых условиях (состав насаждения: 4ЕЗБЗОс, почва: суглинок легкий). Результаты представлены в табл. 3.3.

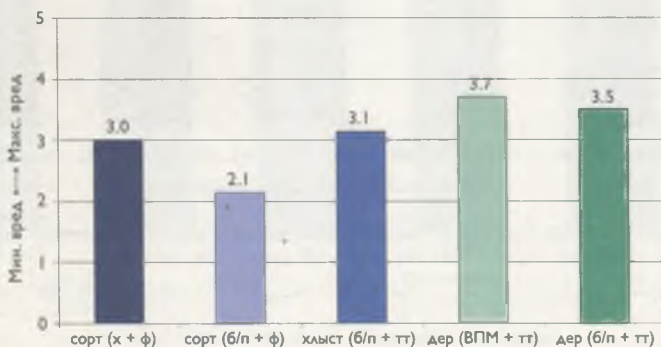
**Таблица 3.3. Сравнительные показатели воздействия хлыстовой и механизированной сортиментной технологий лесосечных работ на компоненты лесной среды**

Показатель	Единица измерения	Технология	
		Сорт (х+ф)	Хлыст (б/п+тт)
Поврежденность деревьев	%	2	3
Снижение пористости	%	6	5
Минерализация делянки	%	7	6
Средняя глубина колеи	м	0,14	0,07
Сохранность подроста	%	85	81
Площадь верхнего склада	га	0,036	0,11
Средняя ширина волоков	м	3,8	4,5
Средняя ширина пасек	м	19,5	26
Процент площади делянки, занимаемой волоками	%	19	17

При использовании на проходных рубках, сортиментная механизированная технология обнаружила преимущество перед хлыстовой технологией по показателям поврежденности деревьев, компактности верхнего склада, сохранности подроста и ширины волоков, но при работе системы машин «харвестер + форвардер» образовывалась большая колея и уменьшалась ширина пасек.

### 3.2.5 Экспертная оценка

В результате проведенного анкетирования каждая из исследованных технологий лесозаготовок в итоге получила количественную субъективную оценку, из которой следует, что сортиментная механизированная технология, по мнению большинства респондентов, оказывает наименьшее негативное воздействие на лесную среду (рис. 3.12).



**Рис. 3.12. Степень отрицательного влияния технологий на лесную среду (по мнению респондентов)**

### 3.3 Анализ результатов

#### 3.3.1 Сравнение технологий по воздействию на лесные почво-грунты

Песчаные грунты уплотняются до постоянных показателей за 2-3 прохода машин, и на магистральных волоках снижение пористости ограничивается величиной порядка 10% (в сравнении с ненарушенной структурой) для всех исследованных типов лесозаготовительных систем. На пасечных волоках уплотнение также составляет величину 8–10% для песчаных грунтов, т.е. данный тип грунтов уплотняется уже за 2-3 прохода и сохраняет свою несущую способность далее на относительно постоянном уровне. Снижение пористости на величину 10 % не приводит к значительному ухудшению свойств грунтов, поэтому в условиях песчаных грунтов применимы все технологии лесозаготовок. Средняя глубина колеи при применении всех технологий на песчаных грунтах находится в пределах 0,12–0,17 м. При этом нижним значениям соответствуют технологии хлыстовая и деревьями, а высшим – сортиментная технология.

В условиях глинистых грунтов были выявлены различия во взаимодействии движителей с почвой. На пасечных волоках пористость была снижена на величину около 6% при применении хлыстовой и сортиментной технологий. При использовании ВПМ и колесного скиддера снижение пористости составило 3%, что объясняется разрыхлением слоя грунта при взаимодействии его с пакетом деревьев. На магистральных волоках пористость была снижена на величины 15, 14 и 13% соответственно при хлыстовой, сортиментной механизированной и сортиментной механизированной технологиях. При этом следует отметить, что при движении гусеничного трелевочного трактора уплотнение происходило без значительного колееобразования (средняя глубина колеи – 0,13 м), колесная техника при меньшем снижении пористости нарезала значительную колею (0,30 – 0,32 м) (рис. 3.13). Исключением являлась работа колесного скиддера: пористость была снижена лишь на 11 % и средняя глубина колеи составила 0,18 м.

Меньше минерализуют верхние слои почво-грунтов технологии с применением систем машин «харвестер + форвардер» и «бензопила + форвардер» (8–9% минерализованной площади). Площадь минерализации при использовании хлыстовой технологии и технологии заготовки деревьями достигает 17%, что снижает их экологичность при использовании на сухих песчаных и переувлажненных глинистых почвах.

При использовании традиционной хлыстовой и сортиментной механизированной технологий на проходных рубках снижение пористости и процент минерализации



**Рис. 3.13. Колея, образовавшаяся на магистральном волоке после многократного проезда форвардера**

незначительны (5–7 %) и практически равнозначны, но на глинистых почвах колесная техника нарезает колею глубиной в среднем 0,10–0,15 м.

### 3.3.2 Сравнение технологий по воздействию на древостой и подрост

Сортиментная механизированная технология, используемая квалифицированными специалистами, обеспечивает низкую повреждаемость остающихся на доращивание деревьев (менее 2%). Хлыстовая технология также позволяет проводить рубки промежуточного пользования с повреждаемостью ниже 3%.

Делянки, предназначенные для освоения сплошными рубками с сохранением подроста, составляют около 70% от общего числа (по данным предприятий-респондентов), поэтому важность такого показателя, как сохранность подроста, велика. Этот показатель должен быть учтен при анализе лесосырьевой базы и выборе технологии. Следует отметить, что по опросам специалистов предприятий в первую очередь под рубки отдаются участки лесного фонда со значительным количеством подроста.

В зимний период высокую сохранность (около 90%) подроста в пасаках обеспечивает сортиментная технология на базе системы машин «бензопила + форвардер». Около 80% подроста сохраняется в пасаках при реализации хлыстовой и сортиментной механизированной технологий. Механизированная технология заготовки деревьями не позволяет обеспечить регламентируемую величину данного параметра (70%), оставляя в пасаках лишь половину подроста (рис. 3.14) [15]. При этом сами пасаки занимают самые малые площади среди всех технологий.



Рис. 3.14. Повреждение молодняка пакетом деревьев

В бесснежный период сохранение подроста в пасаках обеспечивают сортиментная и хлыстовая технологии, соответственно на уровнях 80–90%, что выше требуемых 70%. Технология на базе ВПМ и скиддеров, по данным выполненных наблюдений, не позволяет выполнить предъявляемые требования по сохранению подроста. При проведении проходных рубок хорошо сохраняют подрост как хлыстовая, так и сортиментная механизированная технологии.

### 3.3.3 Сравнение по параметрам технологических коридоров и площадок

Использование различной лесозаготовительной техники приводит к тому, что технологические площади занимают разный процент территории делянок. Следует отметить, что и внутри каждой технологии существует ряд дополнительных факторов, влияющих на данный параметр. К таким неопределенным факторам можно отнести вынужденное расширение территории верхнего склада (погрузочной площадки) при задержке с вывозкой древесины.

Верхние склады занимают наибольшую территорию относительно площади делянки при применении традиционной хлыстовой технологии лесосечных работ – 4%. Это во многом объясняется необходимостью проведения раскряжевки хлыстов бензопилами, что требует рассредоточения пакетов хлыстов. Гусеничные тракторы формируют штабеля довольно небольшой высоты (2–2,5 м), при этом технология работ сопряжена с многократным проездом по одному месту, что приводит к практически полной деструктуризации верхнего слоя почвы. При заготовке деревьями с применением ВПМ, скиддеров и процессоров площадь верхних складов ниже, чем при хлыстовой заготовке. Это объясняется тем, что сучкорезные машины и процессоры позволяют формировать компактные штабеля высотой до 3–3,5 м. При этом они более щадяще воздействуют на почвенный покров, так как осуществляют передвижение по слою порубочных остатков, образуемому в процессе их работы. Тем не менее при довольно мощном и обширном по площади слое этих отходов на месте верхнего склада затрудняется процесс лесовосстановления.

Наиболее компактны по расположению технологические объекты при сортиментном методе рубок (до 2%). Это обусловлено такими факторами, как возможность формировать штабеля высотой до 4 м, большим выбором пространственного расположения штабелей, меньшей площадью для осуществления штабелевочных и погрузочных маневров. Поскольку воздействие движителей форвардера на лесной грунт наблюдается в основном на подъездных волоках, то можно говорить о меньшей травмируемости почвенного покрова, нежели при применении традиционной хлыстовой технологии.

Технологическая сеть волоков занимает меньшие площади при осуществлении лесосечных работ по хлыстовой и сортиментной технологиям (20–25%), чем при заготовках деревьями (25–36%). Значение доли волоков 30% является предельным нормативом для сплошных рубок с применением многооперационных машин [13]. В случае выборочных рубок предел доли волоков составляет уже 15%. На это следует обратить внимание при разработке сети волоков, т. к. их оптимальное расположение позволит сократить образование дополнительных путей движения трелевочной техники. При проведении проходных рубок традиционная хлыстовая технология требует чуть меньшей площади волоков (17%), чем технология на базе системы машин «харвестер + форвардер» (19%). Пороговое значение данного показателя составляет 15%. Но верхний склад (погрузочная площадка) при сортиментной технологии более компактен.

### 3.3.4 Сравнение технологий рубок по итогам экспертных оценок

Эксперты отдают предпочтение сортиментной механизированной технологии лесосечных работ как наиболее экологичной (рейтинг негатива 2). Примерно одинаковые субъективные показатели экологичности получили традиционная хлыстовая и сортиментная механизированная технологии рубок (рейтинг негатива 3). Наименее щадящей специалисты лесной отрасли признали технологию заготовки деревьями (рейтинг негатива 4).

### 3.4 Выводы и рекомендации

1. При работе в условиях песчаных и супесчаных почво-грунтов все рассмотренные системы машин одинаково изменяли пористость грунтовых горизонтов (в пределах 9–10%).
2. Системы машин «харвестер + форвардер» и «бензопила + форвардер» сортиментной технологии меньше травмировали верхний слой песчаных и супесчаных почво-грунтов, что в условиях хвойных лесов и холмистой местности благоприятствует естественному возобновлению леса.
3. Использование технологии заготовки деревьями благоприятно сказывается на естественном лесовозобновлении в древостоях с мощным дерновым покровом.
4. На суглинистых грунтах при заготовке леса по традиционной хлыстовой технологии, в отличие от сортиментной технологии, значительно уплотняется верхний слой, но в тоже время практически не происходит образование колеи. Поэтому при больших площадях делянок (более 20 га) рекомендуется использовать хлыстовую технологию заготовки. При малых площадях делянок предпочтительнее реализация сортиментной технологии, т. к. при этом снижается вероятность многократного проезда техники по волокам, что в свою очередь уменьшает колеобразование при меньшем уплотнении верхних слоев почво-грунтов.
5. Реализация технологии заготовки деревьями на базе системы машин «ВПМ + колесный скиддер» приемлема только на делянках, разрабатываемых без сохранения подроста. Высокую сохранность подроста обеспечивает сортиментная механизированная технология.
6. На проходных рубках возможно использование как хлыстовой, так и сортиментной механизированной технологии, которая позволяет обеспечить более низкий процент повреждаемости деревьев (при стаже работы более 5 лет – до 2%, против нормативных 3%).
7. Опираясь на приведенные факты и данные опроса, проведенного среди операторов харвестеров (при этом 40% операторов харвестеров имеют стаж работы менее 1 года), можно говорить о квалификационном резерве экологичности сортиментной механизированной технологии.

## 4 Эргономичность рабочих мест и условия труда на лесозаготовках

### 4.1 Методы и данные

#### 4.1.1 Полевые исследования

При обработке данных полевых исследований применялся нормативный метод, который заключается в том, что сначала выполняются измерения различных параметров, оказывающих влияние на эргономичность и условия труда. Измерения выполняются непосредственно на рабочих местах в рабочих условиях. Затем результаты измерений сравниваются с принятыми нормами и стандартами (Приложение 5), определяется степень соответствия реальных измеренных показателей нормативам. На последнем этапе полученные оценки степени соответствия нормам по разным параметрам сводятся к единому показателю – к так называемой интегральной тяжести труда. Благодаря этому становится возможным непосредственно сравнивать условия работы на разных рабочих местах. Чем выше значение интегральной тяжести труда, тем тяжелее условия. В зависимости от ее значения условия труда могут быть признаны комфортными, относительно дискомфортными, экстремальными или сверхэкстремальными.

В проведенном авторами исследовании измерялись различные размеры, определяющие удобство кабины, сидения, расположения органов управления, позы тела и т. п.; параметры шума и вибрации в кабинах машин и на рукоятках бензопил; усилия на органах управления машинами (рис. 4.1). Всего измерялось более 150 различных параметров на 28 машинах (табл. 4.1).



Рис. 4.1. Измерения



**Таблица 4.1. Распределение числа машин,  
на которых проводились измерения по маркам**

Марка	Число единиц исследованных машин
<b>Харвестеры</b>	
John Deere 1070D	2
John Deere 1270D	2
Valmet 901.3	1
Valmet 911.3	1
Volvo EC210BLC	1
<b>Форвардеры</b>	
John Deere/Timberjack 1010	3
Timberjack 1110D	3
John Deere 1410D	2
Valmet 840.3	1
<b>Трелевочные тракторы</b>	
Timberjack 460D	3
МЛ-136	1
ТЛТ-100	2
ТДТ-55А	3
ТБ-1-16	1
<b>Другие</b>	
ВПМ Timberjack 850	1
Сучкорезная машина ЛП-30Б	1
<b>Бензопилы</b>	
Husqvarna 254XP	8
Husqvarna 262	1

Измеряемые параметры группируются в зависимости от того, какой из факторов условий труда оценивается с их помощью:

Группа «Органы управления», всего 34 параметра:

- Расположение и ход органов управления;
- Усилия на органах управления;
- Органы, управляемые руками;
- Органы, управляемые ногами (педали);
- Органы управления в целом.

Группа «Рабочее место», всего 38 параметров:

- Поза тела;
- Сидение;
- Кабина и расположение в ней сидения;
- Рабочее место в целом.

Группа «Алгоритм»:

- Нормированный показатель стереотипности;
- Нормированный показатель логической сложности;
- Алгоритм в целом.

Группа «Обзорность», всего 29 параметров:

- Углы обзора;
- Обзорность в рабочем направлении;
- Обзорность в направлении движения;
- Степень очистки лобового стекла;
- Обзорность в целом.

Группа «Обитаемость», всего 21 параметр:

- Шум;
- Вибрация;
- Обитаемость в целом.

Группа «Безопасность», всего 32 параметра:

- Доступ в кабину;
- Параметры за исключением параметров доступа в кабину;
- Безопасность в целом.

Для каждого фактора определяется интегральный показатель, по величине которого можно судить об удобстве сидения или органов управления в целом, степени вибрации и т. д.

#### 4.1.2 Опрос персонала

Измерения позволяют оценить многие факторы условий труда, но далеко не все. Некоторые условия не могут быть измерены непосредственно ввиду отсутствия надежных методик измерения и соответствующих измерительных инструментов. Например, трудно измерить эстетическое совершенство машины или ее отдельных элементов. С другой стороны, не стоит забывать, что на рабочих местах трудятся люди, каждый из которых обладает своими собственными особенностями восприятия и оценки окружающих условий. Одному человеку нравится один вид деятельности и одни условия, другому – другие. Это в числе прочего оказывает влияние на выбор профессии и специальности, а также может привести к тому, что объективные измеренные оценки условий труда могут достаточно отличаться от субъективных оценок, даваемых самими работающими.

Поэтому, наряду с измерениями, при полевых исследованиях проводились также опросы рабочих, в ходе которых они давали оценку условиям своей работы (рис. 4.2). Каждый респондент из опрошенных 51 оценивал 46 условий работы по шестибальной шкале (табл. 4.2). Как и при измерениях, факторы объединялись в группы. Для всех групп факторов определялись интегральные показатели. Итогом анализа данных, полученных путем опросов, также стало определение интегральной тяжести труда на каждом из рассмотренных рабочих мест.



Рис. 4.2. Опрос рабочих

Таблица 4.2. Распределение числа опрошенных операторов по маркам машин

Марка	Число опрошенных
<b>Харвестеры</b>	
John Deere 1070D	1
John Deere 1270D	8
Valmet 901.3	1
Valmet 911.3	1
Volvo EC210BLC	1
<b>Форвардеры</b>	
John Deere/Timberjack 1010	1
Timberjack 1110D	1
John Deere 1410D	7
Valmet 840.3	1
<b>Трелевочные тракторы</b>	
Timberjack 460D	3
МЛ-136	1
ТЛТ-100	2
ТДТ-55А	4
Чокеровщики (ТДТ-55А и ТЛТ-100)	5
ТБ-1-16	1
<b>Другие</b>	
ВГМ Timberjack 850	3
Сучкорезная машина ЛП-30Б	1
<b>Бензопилы</b>	
Husqvarna 254XP	9

### 4.1.3 Сравнение систем машин и технологий

Главной задачей проведенного исследования было сравнение не отдельных рабочих мест, а различных вариантов технологий лесозаготовок или систем машин. В составе каждой технологии используются свои типы машин, инструмента, рабочих операций и т. д. Сравнение двух различных машин или двух рабочих мест не составляет затруднения. Для этого достаточно сопоставить значения интегральной тяжести труда, рассчитанной для этих двух рабочих мест.

Задача усложняется, если нужно решить, какая из двух систем машин лучше с точки зрения эргономики и безопасности. Здесь необходимо выбрать такой критерий, который бы позволил свести несколько значений интегральной тяжести труда к одной обобщенной величине. Для решения этой задачи был использован минимаксный критерий Вальда, в соответствии с которым лучшей считается та система машин, в которой наибольшая тяжесть труда из всех видов работ в этой системе окажется меньше. Т. е., другими словами, при сравнении двух систем машин сначала в каждой из них определяются рабочие места с наибольшим значением интегральной тяжести труда. Та система машин, в которой это значение окажется меньше, считается лучшей. Если в двух системах машин наихудшие условия окажутся одинаковыми, рассматриваются вторые по тяжести условия в каждой из них и т. д. Таким образом, мы исключаем переоценку таких систем машин, в которых часть рабочих мест обладает очень хорошими условиями труда, а часть очень плохими. Если в составе технологии или системы машин есть хотя бы одно рабочее место с экстремальными или сверхэкстремальными условиями труда, она не может считаться совершенной с точки зрения эргономики.

### 4.1.4 Травматизм на лесозаготовках

Для определения уровня безопасности лесосечных работ наряду с измерениями и опросами выполнялся сбор статистической информации о частотности и видах несчастных случаев, происходящих при использовании различных технологий. Источниками информации в этом случае чаще всего служили акты о расследовании несчастных случаев, заключения учреждений здравоохранения и комиссий по расследованию.

## 4.2 Результаты

### 4.2.1 Харвестеры и валочно-пакетирующие машины

В ходе полевых работ были исследованы пять моделей харвестеров (рис. 4.3).



John Deere 1070D



Volvo EC210BLC



John Deere 1270D



Valmet 901.3



Valmet 911.3

Рис. 4.3. Исследованные модели харвестеров

Наблюдения за рабочим циклом харвестеров, его видеосъемка и последующий хронометраж показали, что рабочее время харвестера распределено по основным операциям так, как представлено на рис. 4.4.

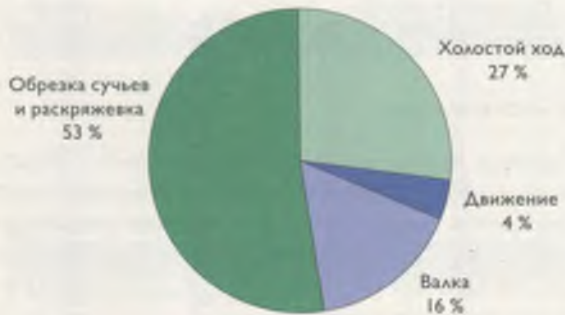


Рис. 4.4. Распределение времени внутри рабочего цикла харвестера

Определение доли времени, приходящейся на каждую операцию, необходимо, т. к. некоторые факторы, определяющие условия работы, изменяются от операции к операции. Например, в случае харвестера наибольшая вибрационная нагрузка, действующая на оператора, приходится на движение машины, а шумовая - на движение и обрезку сучьев с раскряжевкой. Это необходимо учитывать при определении интегральной тяжести труда.

Другим немаловажным фактором, определяющим удобство работы на машине, является средняя доля времени рабочего цикла, в течение которого оператор вынужден принимать какую-либо неудобную позу тела. Надо сказать, что харвестер в этом смысле является очень удобной машиной. Операторы харвестеров Valmet и Volvo практически полностью избавлены от необходимости принимать неудобные позы при работе в штатных условиях. Это связано с тем, что харвестеры этих моделей оснащены полноповоротной кабиной и оператор всегда может наблюдать за рабочим процессом, смотря прямо перед собой, без поворота головы на большие углы. Кабины харвестеров John Deere не поворачиваются, поэтому доля времени нахож-

дения операторов этих машин в неудобных позах составляет около 8%. Неудобная поза в основном характеризуется поворотом головы на достаточно большие углы для наблюдения за процессом раскряжевки и обрезки сучьев (рис. 4.5)



Рис. 4.5. Неудобные позы при работе на харвестерах без поворотной кабины

На рисунках 4.6, 4.8 – 4.11 приведены сравнительные диаграммы по основным группам интегральных показателей условий работы на рассмотренных моделях харвестеров. Интегральные показатели принимают значения от 0 до 1. Чем выше значение показателя, тем лучше соответствующие условия работы.

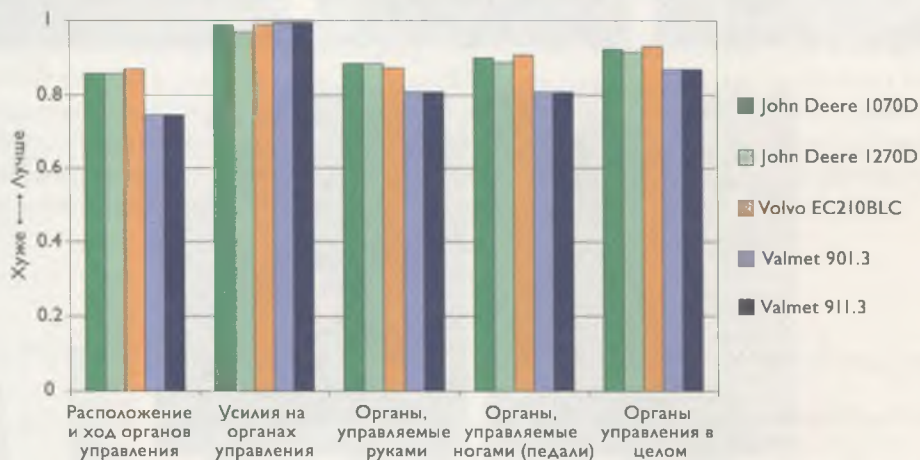


Рис. 4.6. Интегральные показатели группы «Органы управления»

Как можно видеть из рис. 4.6, харвестеры Valmet показывают меньшее значение интегрального показателя «Расположение и ход органов управления», которое в свою очередь влияет на три последних показателя. Это в основном вызвано тем, что органы управления харвестеров Valmet не отвечают трем требованиям норм и стандартов, а именно: диаметр рукояток рычагов выходит за пределы рекомендованного диапазона (49 мм при норме 20...40 мм, рис. 4.7); слишком маленькое расстояние между педалями, управляемыми одной ногой (40 мм, при норме >50 мм) и ход педалей (50 мм при норме 70...100 мм).

С другой стороны, операторы, работавшие в разное время и на харвестерах John Deere, и на харвестерах Valmet, находят, что органы управления (рукоятки) Valmet в целом более удобны благодаря компактному размещению всех кнопок и джойстиков непосредственно на них (рис. 4.7). Как раз это и увеличивает их диаметр.



John Deere



Valmet



Volvo

Рис. 4.7. Основные органы управления харвестеров

Меньшие значения показателей «Поза тела» и «Сидение» машин Valmet (рис. 4.8) связаны с тем, что их кабины могут быть признаны относительно более тесными в сравнении с кабинами John Deere. Это приводит к тому, что не выполняются нормы на диапазоны продольной и вертикальной регулировки сидения и соответственно к менее удобной позе тела (значениям углов в суставах). Недостатками сидения Volvo являются слишком узкие подлокотники и отсутствие регулируемого упора в спинке.

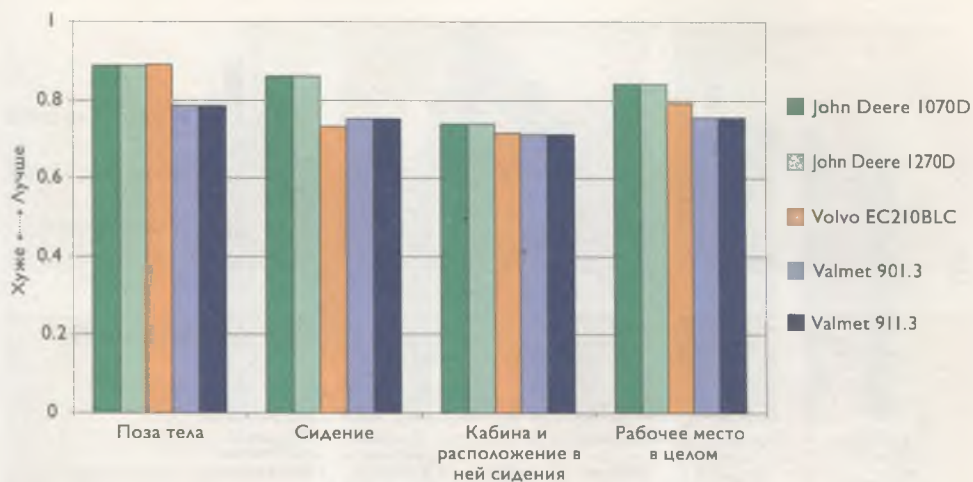


Рис. 4.8. Интегральные показатели группы «Рабочее место»

Параметры шума и вибрации рассмотренных моделей харвестеров отличаются незначительно. Значения интегрального показателя «шум» близки к 0,7, а значения интегрального показателя «вибрация» - к единице.

Сравнительно низкие показатели углов обзора у машин Valmet (рис. 4.9) связаны с тем, что здесь значение очень важного именно для харвестеров угла обзора в вертикальной плоскости находится на границе рекомендуемого стандартом диапазона. На рис. 4.10 отражены значения интегральных показателей по результатам опросов операторов харвестеров. Операторы оценивали совершенство машин и рабочих мест по шестибальной шкале. Чем выше значение показателя, тем лучше условия.

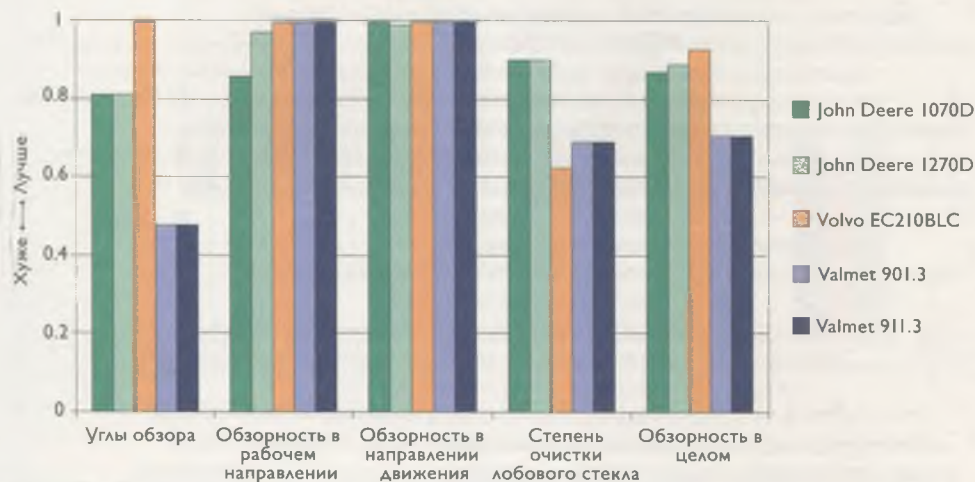


Рис. 4.9. Интегральные показатели группы «Обзорность»



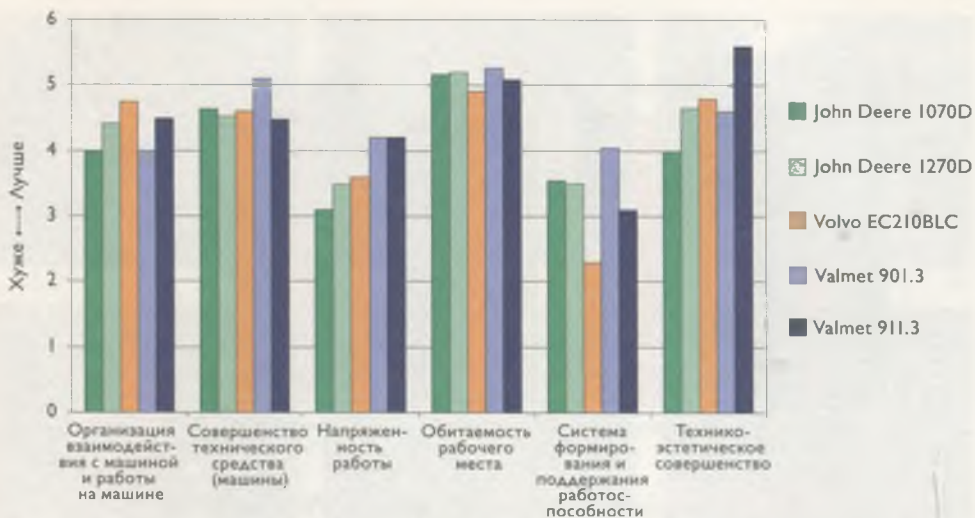


Рис. 4.10. Интегральные показатели по данным опросов

На рис. 4.11 показаны значения интегральной тяжести труда харвестеров по данным измерений, опросов и средние значения. Таким образом, условия труда операторов харвестеров Valmet 901.3 и John Deere 1270D могут быть признаны комфортными. Условия труда операторов остальных харвестеров – относительно дискомфортными, хотя разница в значениях интегральной тяжести труда для всех рассмотренных харвестеров по сути своей незначительна.

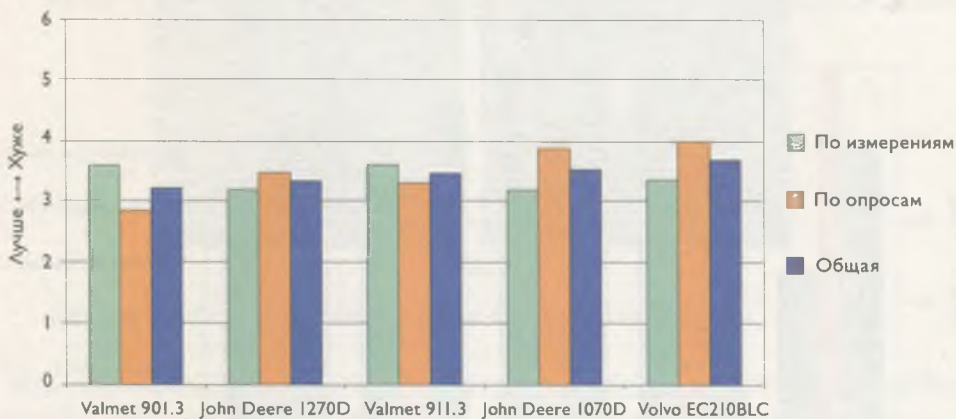


Рис. 4.11. Интегральная тяжесть труда операторов харвестеров

В ходе проведенных работ были исследованы валочно-пакетирующие машины только одной модели: Timberjack 850 (рис. 4.12). На рис. 4.13 представлено распределение времени по операциям. Эта машина по большинству оцениваемых показателей оказалась самой лучшей. Результаты измерений и опросов представлены на рис. 4.14 и 4.15. По данным измерений условия труда оператора валочно-пакетирующей машины Timberjack 850 являются относительно дискомфортными, а по данным опросов и по общей интегральной тяжести труда – комфортными.



Рис. 4.12. Валочно-пакетирующая машина Timberjack 850



Рис. 4.13. Распределение времени внутри рабочего цикла валочнопакетирующей машины

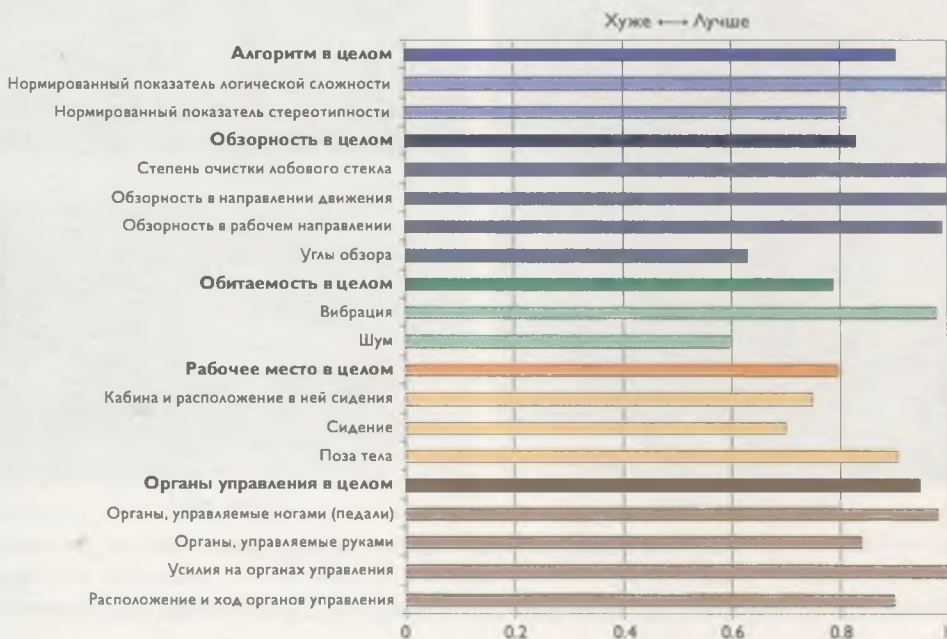
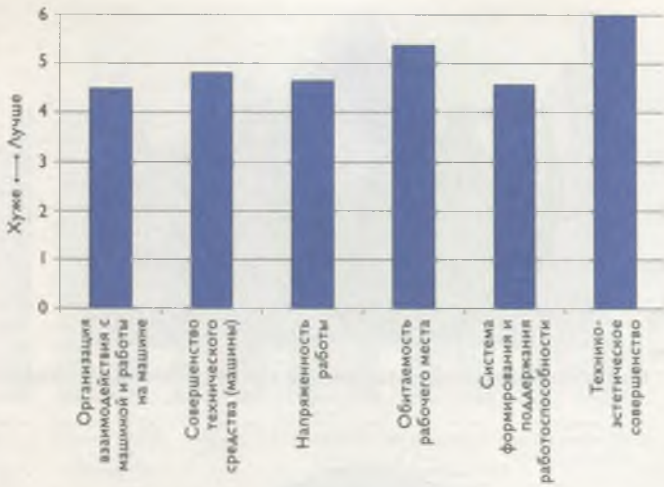


Рис. 4.14. Интегральные показатели по данным измерений для валочно-пакетирующей машины Timberjack 850



**Рис. 4.15. Интегральные показатели по данным опросов для валочно-пакетирующей машины Timberjack 850**

#### 4.2.2 Трелевочные машины

В ходе полевых работ были исследованы четыре модели форвардеров (рис. 4.16).



John Deere 1010



Timberjack 1110D



John Deere 1410D



Valmet 840.3

**Рис. 4.16. Исследованные модели форвардеров**

Распределение времени по операциям для форвардера представлено на рис. 4.17.



**Рис. 4.17.** Распределение времени внутри рабочего цикла форвардера

По данным хронометража, оператор форвардера проводит в неудобных позах достаточно большое время: в среднем 23% рабочего времени. Неудобные позы характеризуются поворотом головы и корпуса на большие углы при погрузке и движении машины (рис. 4.18).



**Рис. 4.18.** Неудобные позы при работе на форвардере

На рисунках 4.19 – 4.23 приведены сравнительные диаграммы по основным группам интегральных показателей условий работы на рассмотренных моделях харвестеров. Как можно видеть на рисунке 4.19, форвардер Valmet 840.3 показывает меньшие значения интегральных показателей «Расположение и ход органов управления» и «Педали». Это во многом вызвано тем, что здесь, как и у харвестеров той же марки, расстояние между педалями, управляемыми одной ногой, и ход педалей

не соответствуют рекомендованным нормам. Показатели «Поза тела» и «Сидение» (рис. 4.20) меньше ввиду того, что ходы регулирования положения сидения этого форвардера находятся на границах рекомендованных диапазонов.

Обзорность в направлении движения существенно выше у форвардера John Deere 1010 (рис. 4.22), т. к. у него существенно более короткий передний свес (более компактный моторный отсек, рис. 4.16). Обзорность в рабочем направлении несколько меньше у форвардера John Deere 1410D, что вызвано в целом большими габаритами этой машины.

Таким образом, условия труда операторов форвардера Timberjack 1110D признаются комфортными, а для остальных моделей – относительно дискомфортными. Отличия в значениях интегральной тяжести труда между моделями здесь, как и в случае с харвестерами, незначительны (рис. 4.24).

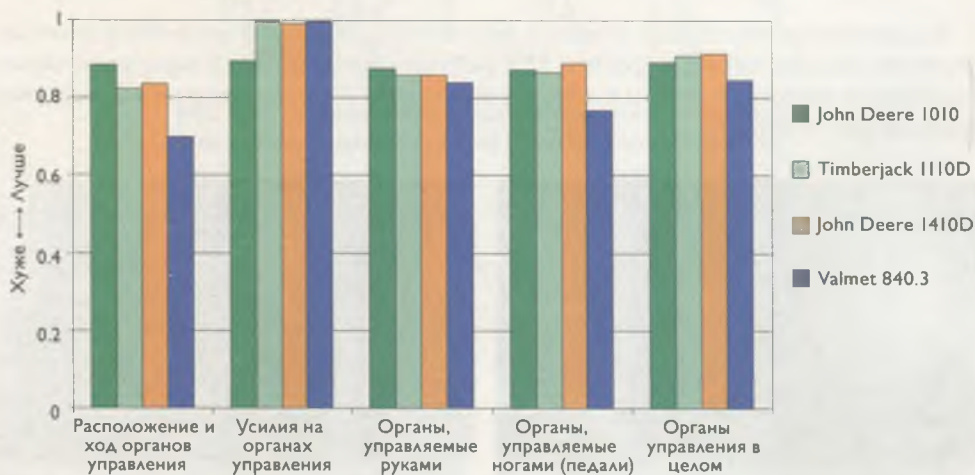


Рис. 4.19. Интегральные показатели группы «Органы управления»

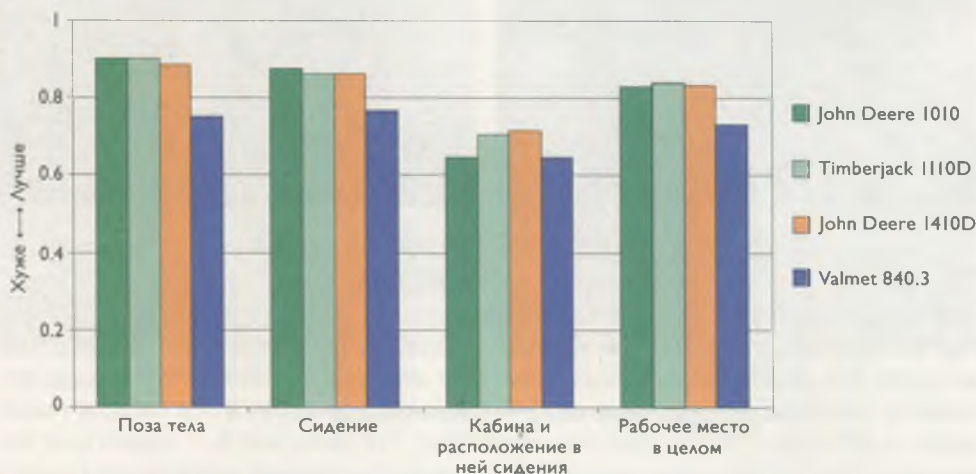


Рис. 4.20. Интегральные показатели группы «Рабочее место»

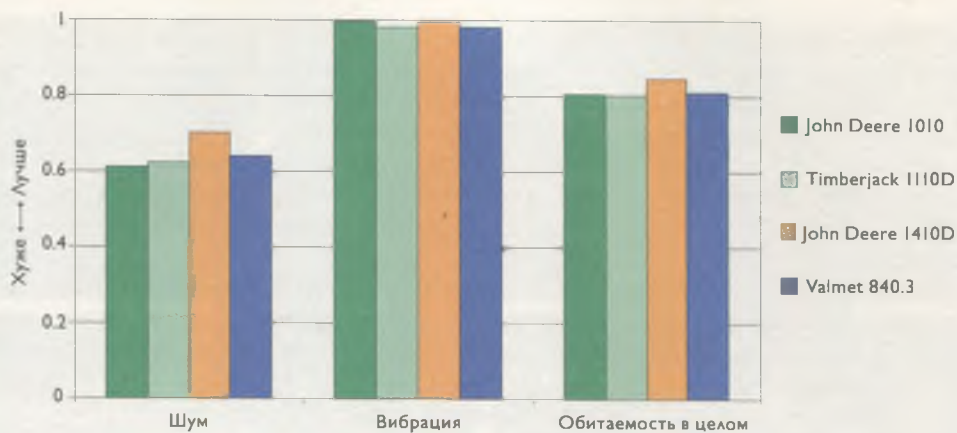


Рис. 4.21. Интегральные показатели группы «Обитаемость»

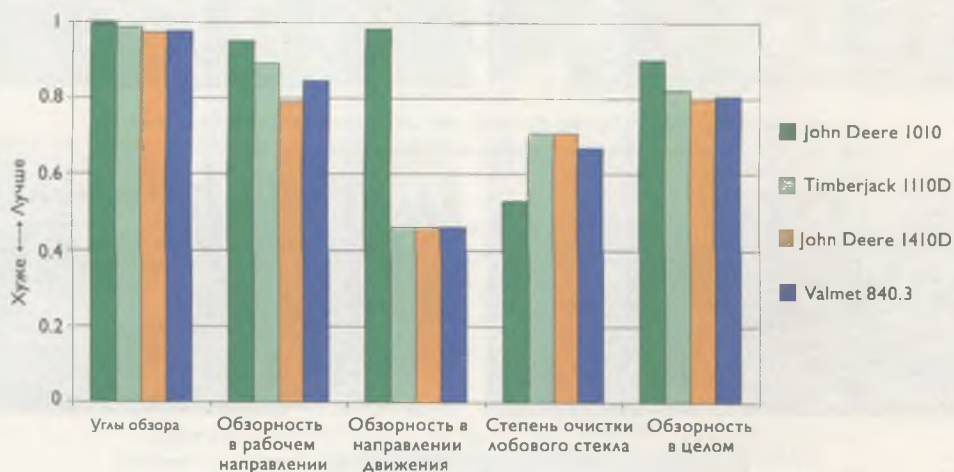


Рис. 4.22. Интегральные показатели группы «Обзорность»

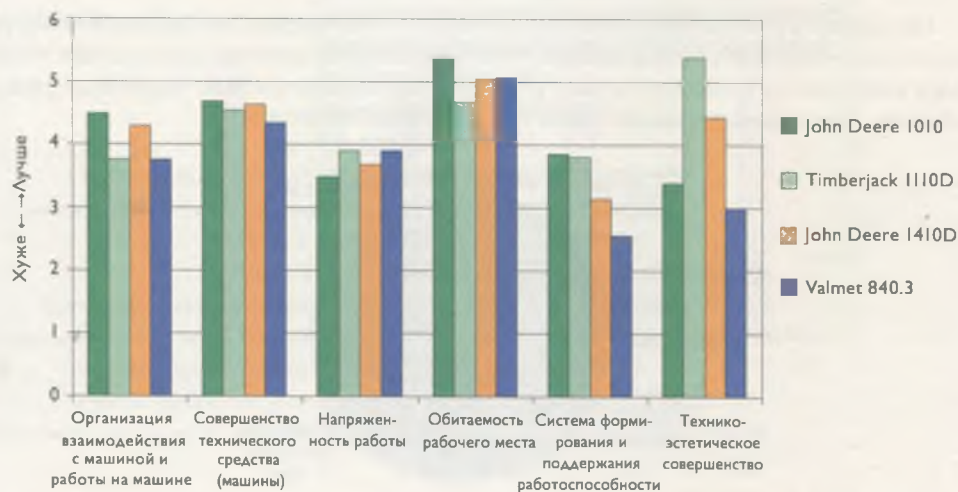
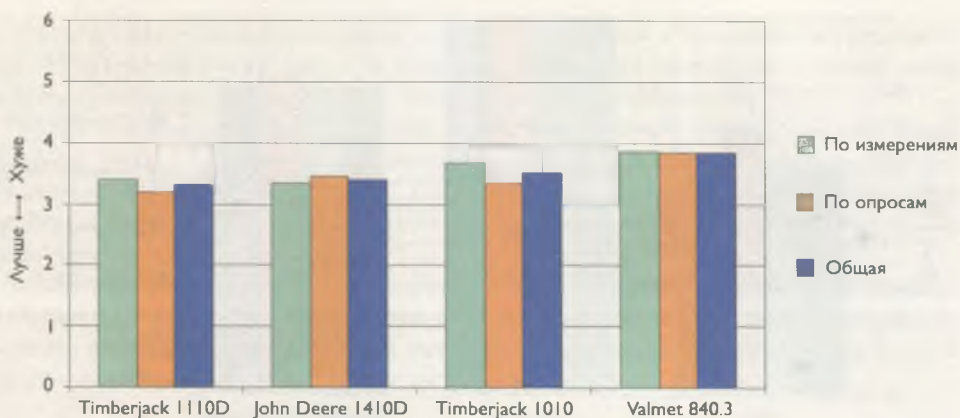


Рис. 4.23. Интегральные показатели по данным опросов



**Рис. 4.24. Интегральная тяжесть труда операторов форвардеров**

Далее среди трелевочных машин исследовались две модели отечественных гусеничных трелевочных тракторов производства Онежского тракторного завода: ТДТ-55А и ТЛТ-100 (рис. 4.25).



ТДТ-55А



ТЛТ-100

**Рис. 4.25. Исследованные модели гусеничных трелевочных тракторов**

По данным хронометрирования было построено распределение времени по операциям (рис. 4.26), а также определено, что средняя доля времени нахождения оператора в неудобных позах составляет 25%. Причем неудобные позы здесь более разнообразны, чем в рассмотренных ранее случаях (рис. 4.27).

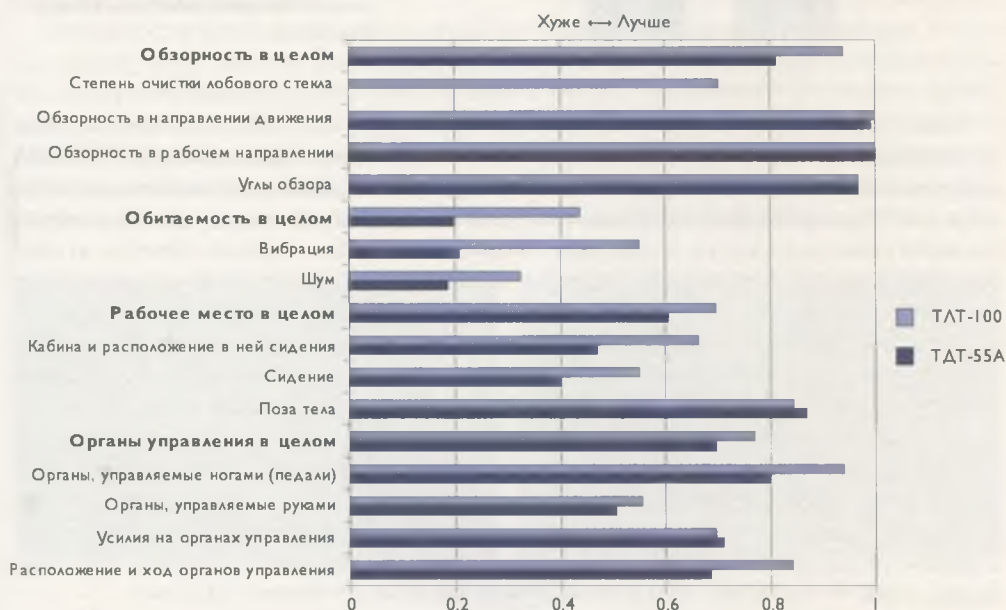


**Рис. 4.26. Распределение времени внутри рабочего цикла трелевочного трактора**



**Рис. 4.27. Неудобные позы при работе на трелевочном тракторе с тросовым технологическим оборудованием**

Результаты для этих машин приведены на рис. 4.28 – 3.30. Большинство показателей трактора ТЛТ-100 лучше, чем соответствующие показатели трактора ТДТ-55А. Это объясняется тем, что ТЛТ-100 более новая модель, оснащенная более удобной и просторной кабиной, более комфортабельным и подрессоренным сидением и т. д. Благодаря этому показатели обитаемости у трактора ТЛТ-100 больше в 2-3 раза.



**Рис. 4.28. Интегральные показатели по данным измерений**



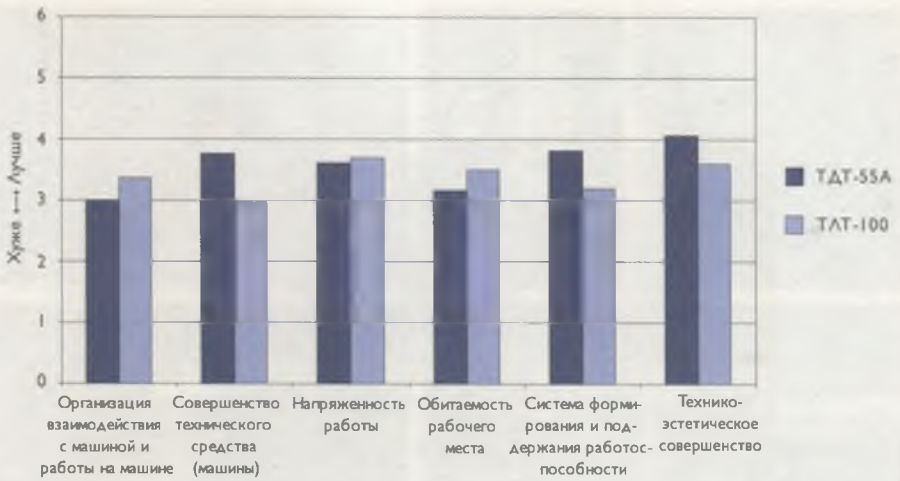


Рис. 4.29. Интегральные показатели по данным опросов

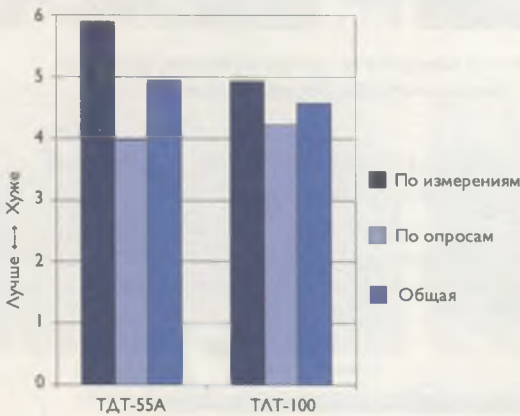


Рис. 4.30. Интегральная тяжесть труда операторов гусеничных трелевочных тракторов с тросовым технологическим оборудованием

Таким образом, условия труда операторов трактора ТЛТ-100 могут быть признаны относительно дискомфортными, а условия труда операторов трактора ТДТ-55А являются экстремальными. Здесь имеет место значительное расхождение в значениях интегральной тяжести труда, полученных по данным измерений и в значениях интегральной тяжести труда, полученных по данным опросов. Причем второй показатель оказался существенно меньшим. По данным измерений, условия труда на тракторе ТЛТ-100 – экстремальные, а на ТДТ-55А – даже сверхэкстремальные. Естественно, в таких условиях на своих рабочих местах остаются только те операторы, которые благодаря своим способностям к адаптации не воспринимают субъективно условия как сверхэкстремальные. Остальные просто уходят с такой работы. Это и нашло свое отражение в представленных результатах, т. к. в данном случае мы опрашивали операторов, работавших в своей должности в течение достаточно длительных периодов времени.

Была рассмотрена только одна модель колесных скиддеров с пачковым захватом, а именно скиддер Timberjack 460D (рис. 4.31). Параметры рабочего цикла показаны на рис. 4.32.



Рис. 4.31. Скиддер Timberjack 460D



Рис. 4.32. Распределение времени внутри рабочего цикла скиддера

Особенности технологии работы колесного скиддера с пачковым захватом, а также конструкция рабочего места рассматриваемой модели скиддера определяют то, что операторы значительную часть времени работы на машине вынуждены проводить в неудобных позах. Доля времени нахождения в неудобных позах составляет здесь 31%. Характерная неудобная поза – это поворот корпуса и головы на большие углы для наблюдения за погрузкой и разгрузкой, а также время от времени при движении для контроля и корректировки положения захвата и пачки (рис. 4.33).



Рис. 4.33. Неудобные позы при работе на скиддере Timberjack 460D

Результаты измерений и опросов отражены на диаграммах (рис. 4.34 и 4.35). Основными недостатками машины следует считать тесную кабину, достаточно высокий уровень шума, недостаточный уровень обзорности (обзорность в направлении движения вообще не соответствует имеющимся рекомендациям – расстояние, на котором из кабины видна земля перед машиной, больше 14 м). Кроме того, надо отметить высокое значение нормированного показателя стереотипности рабочего алгоритма.

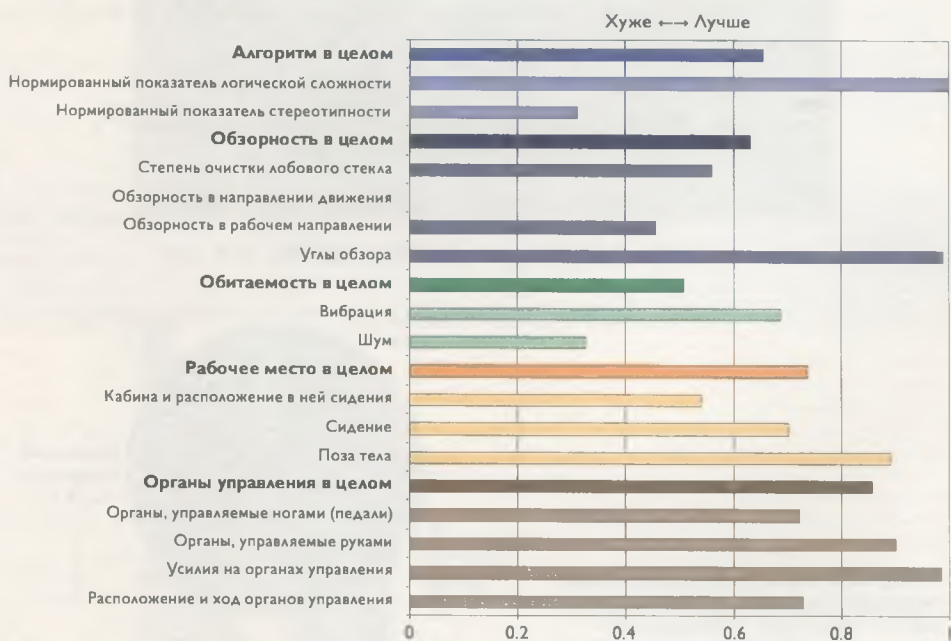


Рис. 4.34. Интегральные показатели по результатам измерений для скиддера Timberjack 460D

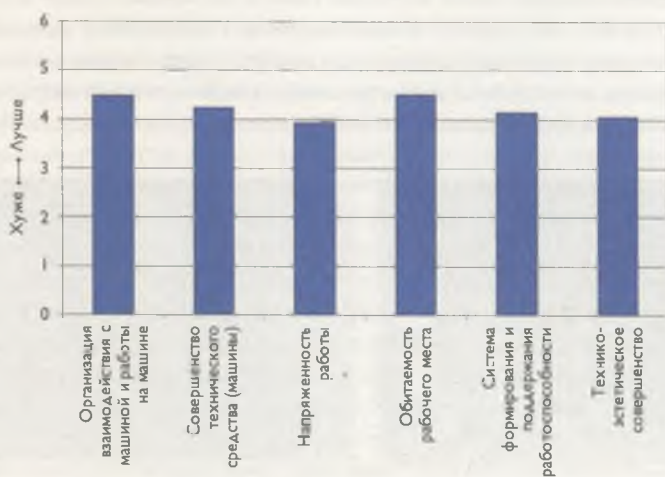


Рис. 4.35. Интегральные показатели по данным опросов для скиддера Timberjack 460D

По данным измерений условия труда операторов скиддера Timberjack 460D следует считать экстремальными, по данным опросов – комфортными, а в общем – относительно дискомфортными.

#### 4.2.3 Лесозаготовительные операции, выполняемые с помощью бензопил

Были исследованы две модели бензопил: Husqvarna 254XP и Husqvarna 262, причем вторая модель используется только на валке, а первая на всех исследованных видах работ. Измерялись временные параметры рабочего цикла, параметры шума и вибрации. Результаты сведены в табл. 4.2.

**Таблица 4.2. Результаты измерений эргономических параметров бензопил на различных видах работ**

Вид работ	Доля времени работы пилы на оборотах, %	Доля времени нахождения работающего в неудобных позах, %	Средневзвешенное звуковое давление, dB	Средневзвешенное виброускорение, $m/s^2$		Среднее время воздействия вибрации в смену, мин	Допустимое время воздействия вибрации в смену, мин
				Правая рука	Левая рука		
Валка пилой Husqvarna 54XP	53	55	83	7,6	10,7	264	197
Валка пилой Husqvarna 262	53	14	73	4,5	8,1	264	240
Обрезка сучьев	66	31	92	10,1	11,9	264	184
Валка - обрезка сучьев – раскряжевка (технология бензопила - форвардер)	51	27	87	7,9	11,2	253	191
Раскряжевка в штабеле	27	15	86	4,3	10,7	144	198

Средневзвешенное звуковое давление на всех видах работ находится в пределах нормы при условии работы в шумозащитных наушниках. По величине действующего на руки виброускорения можно рассчитать допустимое время непрерывного воздействия вибрации. Сравнив полученное значение с реальным измеренным (табл. 4.2), можно сделать вывод о том, что требования ГОСТ на вибрационную безопасность на всех видах работ, кроме раскряжевки в штабеле, не выполняются.

При работе с бензопилой Husqvarna 254XP на валке вальщик вынужден находиться в неудобных позах в среднем 55% времени. Это самое большое значение во всех рассмотренных видах работ. Неудобная поза характеризуется наклоном корпуса вперед на большие углы, опорой на полусогнутые ноги, иногда к этому еще добавляется поворот корпуса и головы для наблюдения за деревом. Благодаря тому, что бензопила Husqvarna 262 оснащена рукоятками, подобно отечественным пилам «Урал» и «Дружба», доля времени нахождения в неудобных позах составляет всего 14% от общего времени работы. Характер неудобных поз также в целом не такой экстремальный, как в предыдущем случае. Средневзвешенное звуковое давление здесь оказалось также меньшим за счет большего удаления пилы от органов слуха вальщика.

Доля времени нахождения в неудобных позах на обрезке сучьев составляет 31%. Неудобная поза характеризуется наклоном корпуса вперед на большие углы, опорой на полусогнутые ноги. Часто приходится опираться только на одну ногу, стоять

неустойчиво на стволе дерева, ветвях и т. п. Средневзвешенное звуковое давление здесь самое большое среди рассмотренных операций. Оно вызвано наибольшей долей времени, приходящейся на высокие обороты двигателя пилы (66 %).

Последний из рассмотренных видов работ – раскряжевка в штабеле – применяется сравнительно редко в комбинированной технологии, когда трелевка выполняется в два этапа. Сначала гусеничным трелевочным трактором хлысты доставляются на промежуточную площадку, где и происходит их раскряжевка. Далее готовые сортаменты трелюются форвардером на верхний склад. Данная операция характеризуется, с одной стороны, большой долей работы пилы на холостом ходу (73%), когда рабочий выполняет отмер сортамента. С другой стороны, характерным является то, что значительную долю смены раскряжевщик вообще не работает с пилой. Как правило, периодичность доставки пачки хлыстов трелевочным трактором на промежуточную площадку существенно меньше времени, потребного на ее раскряжевку. Таким образом, время воздействия вибрации и шума значительно снижается. Благодаря этому раскряжевка в штабеле – это единственный вид работ из рассмотренных, в котором соблюдается норма времени непосредственного воздействия вибрации.

Все пять показателей, рассчитанных по результатам опросов вальщиков, обрезчиков сучьев, раскряжевщиков, находятся в пределах от 3 до 4 по шестибалльной шкале. Такие значения в свою очередь определяют значение интегральной тяжести труда 3,91, что соответствует относительно дискомфортным условиям труда. С другой стороны, объективно, по данным измерений, ни один из видов лесосечных работ с участием бензопил кроме раскряжки в штабеле не соответствует нормам по вибронегруженности. Учитывая также то, что работа осуществляется круглый год на открытом воздухе под воздействием различных неблагоприятных погодных факторов, интегральная тяжесть труда, по данным измерений, принимает здесь значение 6, а условия признаются сверхэкстремальными. Таким образом, общая интегральная тяжесть труда, рассчитанная с учетом двух приведенных выше величин, которую мы будем в дальнейшем учитывать при сравнении различных технологий лесозаготовок, принимает значение 4,96, что соответствует экстремальным условиям.

#### 4.2.4 Чокеровка

Значения интегральных показателей, полученные после обработки результатов опросов чокеровщиков, работающих с гусеничными трелевочными тракторами Онежского тракторного завода, проиллюстрированы на рис. 4.36. Как и в случае с вальщиками, все значения близки к трем, кроме показателя «Совершенство технического средства», который принимает значение 1,82. Это говорит о том, что чокеровщики часто находят крайне несовершенными машины, с которыми они работают, а также их технологическое оборудование (тросо-чокерное). Естественно, это сказывается на субъективных оценках тяжести работы и приводит к тому, что среди всех рассмотренных видов работ данный вид имеет самое высокое значение общей интегральной тяжести труда - 5,32. Условия труда – экстремальные.

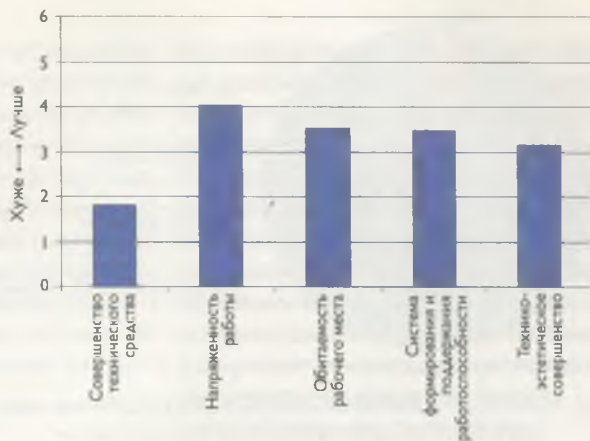


Рис. 4.36. Интегральные показатели по данным опросов для чокеровщика

#### 4.2.5 Травматизм на лесозаготовках

Одновременно с измерениями машин, инструмента и опросами на тех же предприятиях собиралась информация о статистике несчастных случаев, происходивших при выполнении лесозаготовительных работ. При этом фиксировалось, при использовании каких технологий и при выполнении каких конкретно операций происходил каждый несчастный случай, какие именно травмы причинялись пострадавшему. Всего было зафиксировано 49 несчастных случаев: 29 при использовании хлыстовой технологии и 20 при использовании сортиментной технологии. Из 49 зафиксированных случаев только один был связан с лесозаготовительной машиной на сортиментной технологии. Все остальные случаи произошли на хлыстовой технологии и на сортиментной механизированной, где валка, обрезка сучьев и раскряжевка выполняются с помощью бензопил. Таким образом, можно сделать вывод о том, что полностью машинизированная сортиментная технология (харвестер плюс форвардер) является самой безопасной с точки зрения частоты несчастных случаев.

При использовании хлыстовой технологии почти три четверти несчастных случаев происходят на операциях, где используются бензопилы и топоры. Это обрубка или обрезка сучьев и валка (рис. 4.37). 14% случаев зафиксировано на чокеровке. При использовании сортиментной технологии бензопила + форвардер самыми опасными операциями являются валка и раскряжевка (по 35% случаев) (рис. 4.38). На втором месте стоит обрезка сучьев (25%).

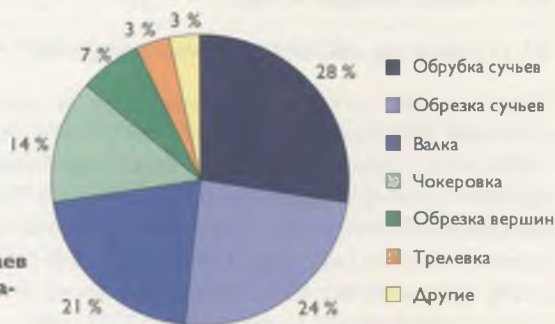


Рис. 4.37. Частотность несчастных случаев на различных операциях при использовании хлыстовой технологии



**Рис. 4.38.** Частотность несчастных случаев на различных операциях при использовании сортиментной технологии

Как видно из рис. 4.39, самым распространенным видом травм на лесозаготовках являются повреждения ног пильной цепью. Они составляют 38%. На втором месте повреждения ног топором (14%). Вообще разные повреждения ног в сумме составляют 68%, тогда как повреждения рук - всего 12%. Достаточно часто случаются травмы, связанные с ударом деревом или его частью по голове рабочего (8%). Остальные виды травм встречаются сравнительно редко.



**Рис. 4.39.** Распределение травм по видам

## 4.3 Анализ результатов

### 4.3.1 Сравнение машин по данным измерений

Для сравнения отдельных моделей машин приведем диаграммы, иллюстрирующие основные интегральные показатели и интегральную тяжесть труда. Лучшее значение показателя, характеризующего эргономичность органов управления, имеет валочно-пакетирующая машина Timberjack' 850 (рис. 4.40). В целом практически все машины показывают достаточно хорошие значения этого показателя, однако у машин Valmet и скиддера Timberjack 460D они несколько ниже, чем у машин John Deere. Существенно более низкие значения этого показателя имеют отечественные гусеничные машины, в особенности ТДТ-55А.

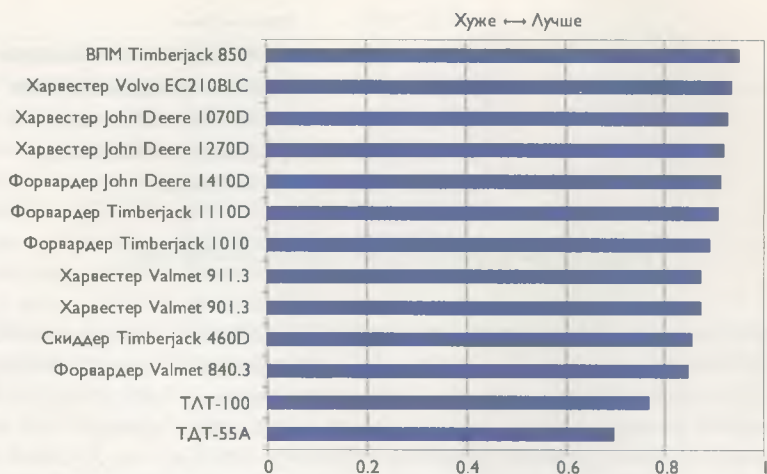


Рис. 4.40. Интегральный показатель «Органы управления»

Лидерами по лучшему показателю «Рабочее место» являются машины для сортиментной заготовки John Deere (рис. 4.41). Чуть хуже значения для машин Valmet и Timberjack 460D. К ним приближается рабочее место трактора ТЛТ-100. Существенно ниже значение этого показателя у трактора ТДТ-55А, даже в сравнении с ТЛТ-100.

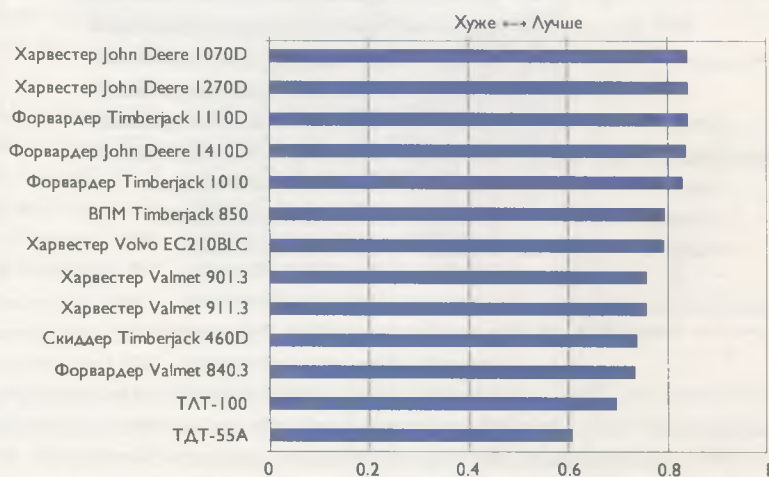


Рис. 4.41. Интегральный показатель «Рабочее место»

Показатель «Алгоритм» строится по видам машин (рис. 4.42). Хорошие результаты показывают харвестеры, форвардеры, гусеничные тракторы. Чуть хуже значение у ВПМ и существенно ниже – у колесных скиддеров. И в том и в другом случае это связано с высоким значением нормированного показателя стереотипности, т. е., другими словами, с высокой монотонностью работы.



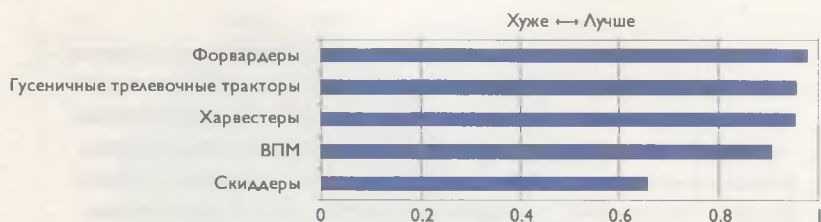


Рис. 4.42. Интегральный показатель «Алгоритм»

«Обзорность» - один из немногих показателей, где отечественные машины имеют неплохие результаты (рис. 4.43). Трактор ТЛТ-100 даже получил наивысшую оценку. Машины распределились здесь не столь однозначно, т. к. на обзорность влияет масса факторов: размеры кабины, степень остекления, расположение глаз оператора по отношению к окнам, размеры машины, переднего свеса и т. п. Худшее значение у скиддера Timberjack 460D. Это связано с очень большой длиной моторного отсека, который сильно ограничивает обзорность вперед.

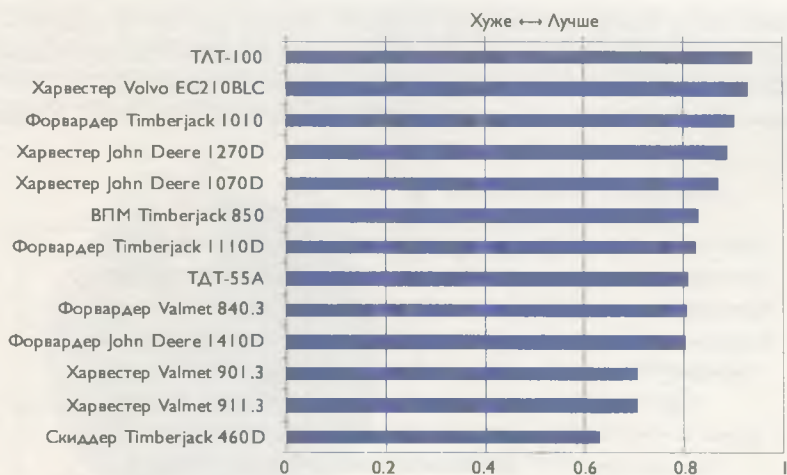


Рис. 4.43. Интегральный показатель «Обзорность»

Основу показателя «Обитаемость» в нашем случае составляли шумовые и вибрационные характеристики. В целом лучшие значения показывают харвестеры (рис. 4.44), чуть хуже – форвардеры. Плохие значения у скиддера Timberjack 460D (в основном из-за шума) и у трактора ТЛТ-100. Совсем неудовлетворительное значение этого показателя продемонстрировал трактор ТДТ-55А.

Хуже ← → Лучше

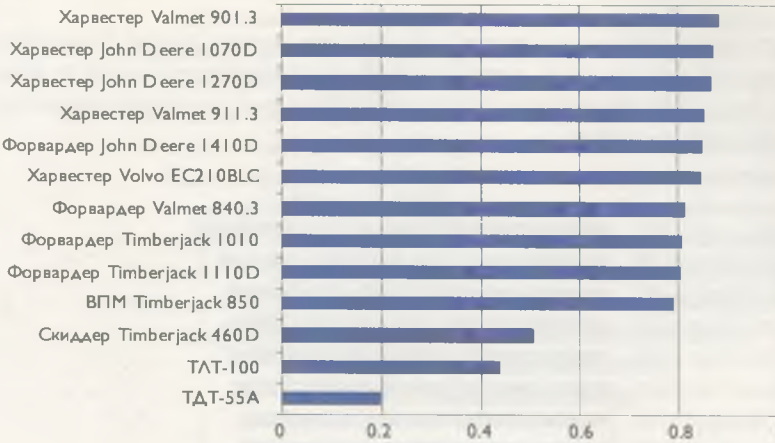


Рис. 4.44. Интегральный показатель «Обитаемость»

Общую оценку совершенства машин с точки зрения эргономики производили путем сравнения значений интегральной тяжести труда, рассчитанной с учетом всех вышеприведенных частных интегральных показателей (рис. 4.45). Лидирующее положение и оценку «комфортные условия» получили современные модели машин John Deere и Volvo. Совсем немного отличаются показатели для остальных машин, применяющихся в сортиментной технологии и получивших оценку «относительно дискомфортные условия». Чуть хуже здесь показатель у машины Valmet 840.3. В эту группу входит также и ВПМ Timberjack 850.

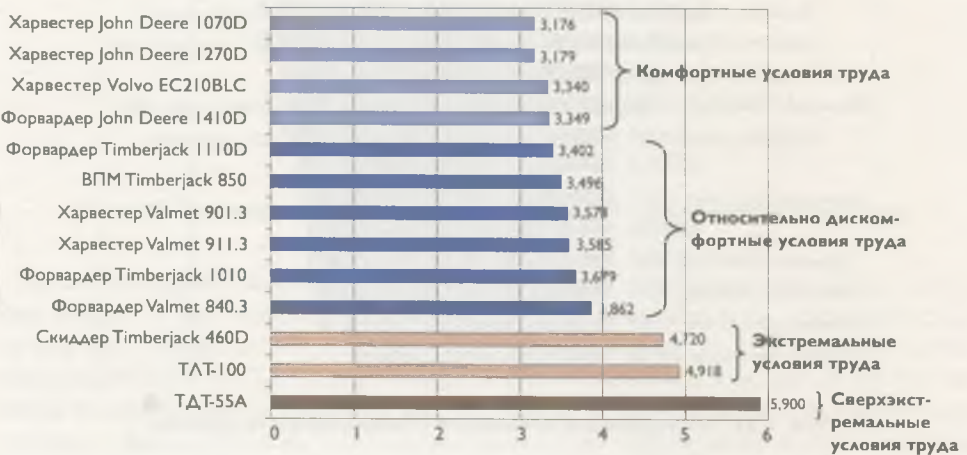


Рис. 4.45. Интегральная тяжесть труда по данным измерений

Далее с достаточно большим отрывом в худшую сторону идут Скиддер Timberjack 460D и отечественный трактор ТЛТ-100. Они показали близкие значения интегральной тяжести труда и получили оценку «экстремальные условия». И совсем неприемлемыми с точки зрения современных требований оказались условия труда при работе на машине ТДТ-55А.

### 4.3.2 Сравнение машин по данным опросов

По данным, полученным в результате опросов операторов машин, также был определен ряд интегральных показателей, диаграммы для сравнения некоторых из них приведены на рис. 4.46 - 4.49. Диаграммы отражают субъективные оценки операторов и приводятся без комментариев.

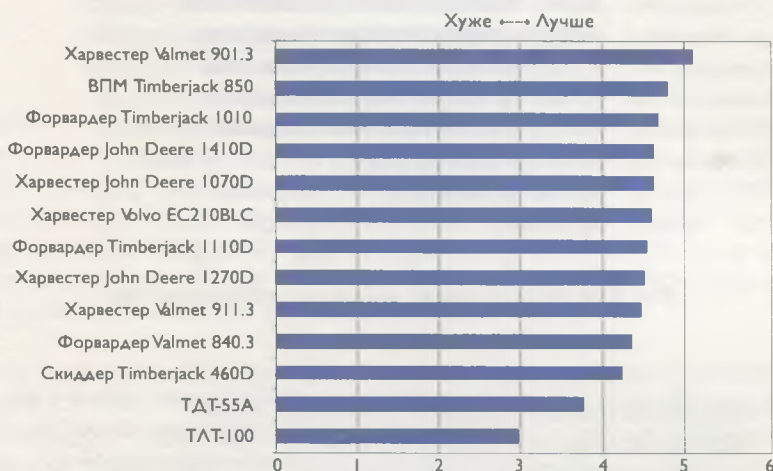


Рис. 4.46. Интегральный показатель «Техническое совершенство машины»

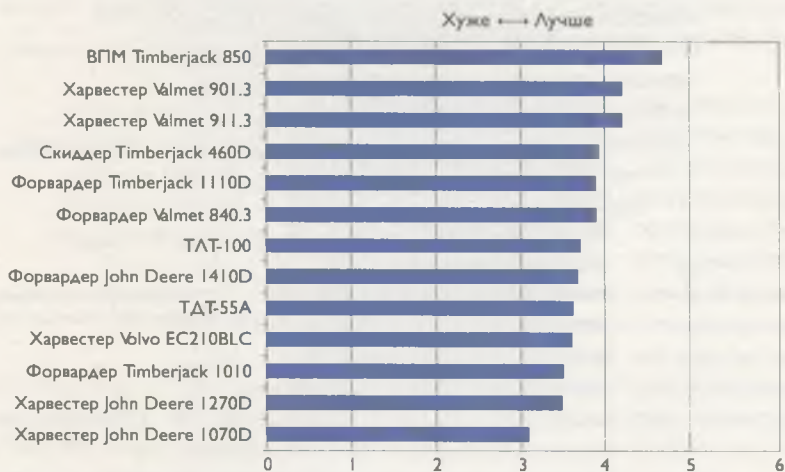


Рис. 4.47. Интегральный показатель «Напряженность работы»

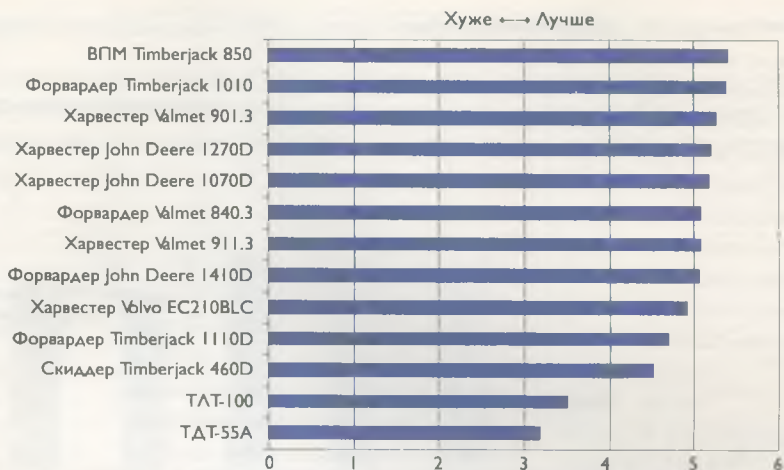


Рис. 4.48. Интегральный показатель «Обитаемость»

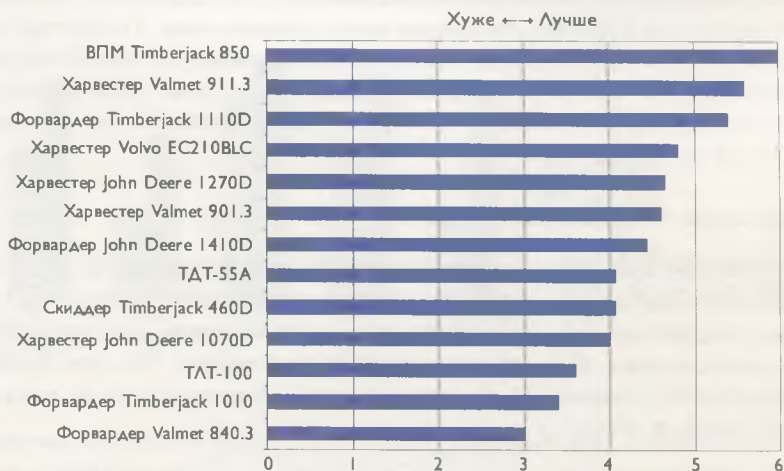


Рис. 4.49. Интегральный показатель «Эстетическое совершенство машины»

ВПМ Timberjack 850 занимает на всех диаграммах либо первое, либо второе место. Это говорит о том, что операторы этой машины очень довольны условиями труда на ней. Это с большим отрывом приводит ее на первое место и по значению интегральной тяжести труда, определенной по результатам опросов (рис. 4.50). Все машины получили оценки «комфортные условия» или «относительно дискомфортные условия». Примечательно, что в целом операторы форвардеров больше довольны условиями своей работы, чем операторы харвестеров, хотя объективно, по данным измерений, условия работы на харвестерах в целом лучше. Это, вероятно, связано с большими сложностью алгоритма и напряженностью труда операторов харвестеров.

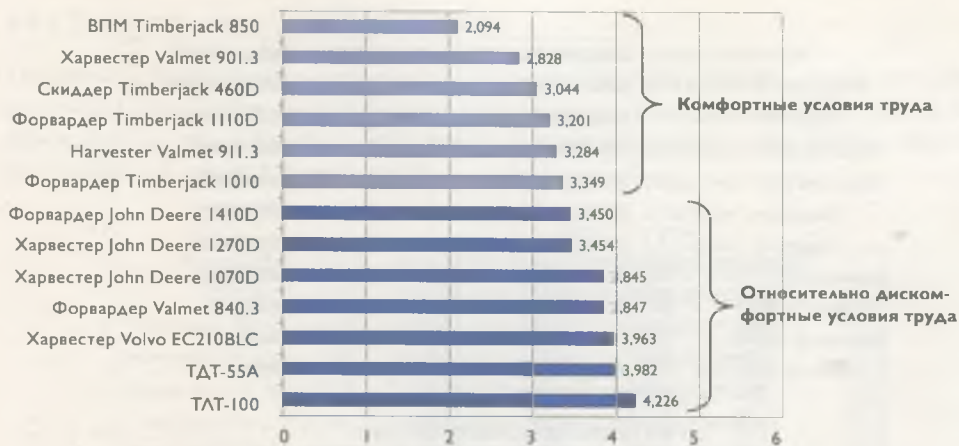


Рис. 4.50. Интегральная тяжесть труда по данным опросов

Также примечательно, что операторы машин ТДТ-55А оценивают условия труда выше, чем операторы ТЛТ-100. Это, скорее всего, связано с тем, что на этих машинах работают сейчас опытные трактористы с большим стажем, которые большую часть своей жизни проработали на ТДТ-55А и "сроднились" с ним. Более новый трактор ТЛТ-100, несмотря на улучшенную эргономику, для многих из них непривычен и является объектом критики.

#### 4.3.3 Общая тяжесть труда на лесозаготовительных машинах

С учетом обоих значений интегральной тяжести труда для каждой модели машин была вычислена общая интегральная тяжесть труда (рис. 4.51). Она включает и объективную силу воздействия факторов рабочей среды и субъективное восприятие этих факторов работающими. При принятии решения по выбору той или иной модели машины желательно принимать во внимание все три рассмотренные варианта интегральной тяжести труда.



Рис. 4.51. Общая интегральная тяжесть труда

#### 4.3.4 Сравнение операций, выполняемых с помощью бензопил

Сравнительные диаграммы для абсолютных значений шумовой и вибрационной нагрузок на различных операциях приведены на рис. 4.52 и 4.53. Как можно увидеть, и звуковое давление, и виброускорение существенно меньше при использовании пилы Husqvarna 262 на валке.



Рис. 4.52. Средневзвешенное звуковое давление, dB



Рис. 4.53. Средневзвешенное виброускорение, m/s²

Диаграмма, представленная на рис. 4.54, показывает, на сколько минут реальное измеренное время воздействия вибрации на каждой из рассмотренных операций превышает допустимое время, рассчитанное для данных условий. Например, вальщик с пилой Husqvarna 254XP перерабатывает сверх допустимого в среднем около одного часа в смену, а вальщик с пилой Husqvarna 262 – только 20 мин. Наихудшие результаты по всем показателям демонстрирует обрезка сучьев. Это вид работ с наивысшим негативным воздействием на работающего.



Рис. 4.54. Превышение среднего времени воздействия вибрации над допустимым расчетным, мин

#### 4.3.5 Сравнение различных систем машин и технологий

Были рассмотрены 14 систем машин из числа изученных. Для сравнения систем машин был использован минимаксный критерий Вальда (W) (см. п. 4.1.3). Результаты сравнения рассмотренных систем машин приведены в табл. 4.3.

**Таблица 4.3. Сравнение систем лесозаготовительных машин (технологий) по критериям условий труда и эргономичности рабочих мест**

Система машин		W				
1	John Deere 1270D → John Deere 1410D	3,4				
2	John Deere 1070D → John Deere 1010	3,514				
3	Volvo EC210BLC → John Deere 1410D	3,651				
4	Valmet 901.3 → Valmet 840.3	3,854	3,2			
5	Valmet 911.3 → Valmet 840.3	3,854	3,435			
6	Timberjack 850 → Timberjack 460D	3,882				
7	20 Вальщиков → John Deere 1410D	4,956				
8	Вальщик → Чокеровщик → ТЛТ-100	5,316	4,956	4,572		
9	Вальщик → Чокеровщик → ТДТ-55А	5,316	4,956	4,941		
10	Вальщик → Чокеровщик → ТЛТ-100 → Обрезчик сучьев-раскряжевщик → John Deere 1410D	5,316	4,956	4,956	4,572	
11	Вальщик → 2 Обрезчика сучьев → Чокеровщик → ТЛТ-100	5,316	4,956	4,956	4,956	4,572
12	Вальщик → 2 Обрезчика сучьев → Чокеровщик → ТДТ-55А	5,316	4,956	4,956	4,956	4,941
13	Timberjack 850 → 2 Чокеровщика → 3 ТЛТ-100	5,316	5,316	4,572		
14	Timberjack 850 → 2 Чокеровщика → 3 ТДТ-55А	5,316	5,316	4,941		

Таким образом, наилучшими были признаны условия труда при использовании сортиментной технологии на базе харвестера John Deere 1270D и форвардера John Deere 1410D. Наихудшими оказались условия при валке деревьев с помощью валочно-пакетирующей машины Timberjack 850 и трелевке тремя тракторами ТДТ-55А. В целом лучшие показатели имеет технология харвестер + форвардер. Второе место занимает технология заготовки деревьями ВПМ + колесный скиддер с пачковым захватом. На третьем месте сортиментная технология бензопила + форвардер. Традиционная российская хлыстовая технология заготовки с использованием трелевочных тракторов с тросо-чокерным оборудованием, а также ее различные варианты показывают наихудшие результаты по критериям эргономики, тяжести и безопасности труда.

#### 4.4 Выводы и рекомендации

- Лучшие условия труда с точки зрения эргономики и безопасности труда имеют место при использовании машинизированной сортиментной технологии заготовки харвестер + форвардер. Причем в целом лучшие результаты здесь показывают системы машин John Deere. Чуть хуже результаты у систем на базе машин Volvo и Valmet.
- На втором месте после технологии харвестер + форвардер стоит машинизированная технология заготовки деревьями на базе системы машин ВПМ + колесный скиддер с пачковым захватом. Причем значение оценочного критерия здесь не сильно отличается от критерия для технологии, занимающей первое место.
- Третье место занимает механизированная сортиментная технология бензопила + форвардер. Значение критерия здесь значительно ниже, чем у двух первых технологий.
- Традиционная российская хлыстовая технология заготовки с использованием трелевочных тракторов с тросо-чокерным оборудованием, а также ее различные варианты показывают наихудшие результаты по критериям эргономики, тяжести и безопасности труда.
- Среди операций, выполняемых с помощью бензопил, лучшие результаты показала раскряжевка в штабелях на промежуточной площадке.
- На втором месте валка бензопилами, оснащенными рукоятками подобно пиле Husqvarna 262.
- Худшие результаты показала обрезка сучьев.
- Ни один из рассмотренных видов работ с участием бензопил, кроме раскряжевки в штабеле, не отвечает нормам по вибронагруженности.
- При выборе технологий с участием бензопил следует по возможности отказаться от использования обрезчиков сучьев с бензопилами в пользу заготовки деревьями с валкой пилами, оснащенными рукоятками подобно пиле Husqvarna 262, и последующей машинной обрезкой сучьев или в пользу сортиментной технологии, использующей комбинированную операцию валка-обрезка-раскряжевка, где шумовая и вибрационная нагрузка в целом ниже.
- При использовании механизированных технологий следует по возможности ограничить использование тракторов ТДТ-55А, т. к. они в целом не отвечают современным требованиям по эргономическим показателям (оценка «экстремальные условия труда»).



## 5 Влияние технологий лесозаготовок на качество заготавливаемых круглых лесоматериалов

### 5.1 Методика и данные

#### 5.1.1 Полевые исследования показателей качества

Для оценки влияния различных технологий лесосечных работ на качество круглых лесоматериалов используется ряд показателей качества, нормируемых в соответствующих нормативно-технических документах. К ним относятся [39, 40, 41]: наличие механических повреждений (или дефектов), дефектов обработки, загрязнений почвой (песком, глиной и пр.), несоответствие размеров сортиментов техническим требованиям (условиям) на лесоматериалы в контрактах и дополнительным требованиям к качеству лесоматериалов, установленным на том или ином заготовительном предприятии.

К механическим повреждениям, возникающим в процессе заготовки, трелевки, сортировки, штабелевки и транспортировки лесоматериалов, относятся: вырыв, задир, обдир коры, запил (повреждение пилой, тросом, пачковым захватом трелевочного трактора, грейферным захватом форвардера и другими инструментами и механизмами), заруб (повреждение топором).

К дефектам обработки, являющимся одним из основных признаков качества круглых лесоматериалов, относятся: сучья (не полностью срезанные сучья) и дефекты, вызванные механическими повреждениями при неправильной валке дерева и последующей раскряжевке его на сортименты, а именно: скол, отщеп, трещина, козырек, скол пропила.

На круглые лесоматериалы различного назначения в соответствии с нормативно-техническими документами (например, ГОСТ 9463-88) установлены размеры сортиментов, а именно длины с учетом припусков и допусков и их градация. С учетом технических требований (условий) из контрактов потребителей ограничиваются максимальный диаметр в комлевом торце и минимальный диаметр в верхнем торце сортиментов. Поэтому для получения качественных лесоматериалов необходимо соблюдение установленных ограничений на размеры.

Методика измерения показателей качества круглых лесоматериалов в зависимости от рассматриваемых технологий (систем машин) в зимний и летний сезоны на лесосеке и на нижнем складе представлена в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Методика измерения показателей качества круглых лесоматериалов

Показатель качества	Лесосека: Д- делянка; ВС- верхний склад (погрузочная площадка); Нижний склад: НС Х – хлысты, П – пиловочные бревна, Б – баланс круглый, Ф – фанерный кряж															Измерительный инструмент	
	Сорт (б/п+ф)			Сорт (х+ф)			Хлыст (б/п+ТТ)			Дер (б/п+ТТ)			Дер (ВПМ+ТТ)				
	П	Б	Ф	П	Б	Х	П	Б	Ф	Х	П	Б	Ф	Х	П		Б
<b>1 Механические повреждения</b>																	
1) Вырыв, задир	Д	-	Д	Д	-	-	НС	-	НС	-	НС	-	НС	-	ВС НС	-	Прецизионный штангенциркуль с глубиномером; мерная лента (2 м)
2) Обдир коры	Д	*	Д	Д	*	ВС	НС	*	НС	ВС	НС	*	НС	ВС	ВС НС	*	Мерные ленты (1,5 м) и (2 м); складная измерительная рейка (3,5 м)
3) Запил: - Повреждение пилой - Тросом / пачковым захватом - Грейферным захватом	Д - ВС	- - -	Д - ВС	Д - ВС	- - -	- НС -	НС - -	НС - -	НС - -	- НС -	НС - -	НС - -	НС - -	- НС -	ВС, НС ВС, НС -	- - -	Прецизионный штангенциркуль с глубиномером
4) Заруб	-	-	-	-	-	-	НС	-	НС	-	-	-	-	-	-	-	Прецизионный штангенциркуль с глубиномером
<b>2 Дефекты обработки</b>																	
1) Сучья	Д	Д	Д	Д	Д	Д	НС	НС	НС	ВС	НС	НС	НС	ВС	ВС НС	ВС НС	Прецизионный штангенциркуль с глубиномером
2) Скол, отщеп, трещина	Д	-	Д	Д	-	-	НС	-	НС	-	НС	-	-	-	ВС НС	-	Измерительная скоба торцов бревен мерная лента (2 м)
3) Козырек	Д	Д	Д	Д	Д	-	НС	НС	НС	-	НС	НС	НС	-	ВС НС	ВС НС	Не измеряется, учитывается наличие
4) Скос пропила	Д	-	Д	Д	-	-	НС	-	НС	-	НС	-	НС	-	ВС НС	-	Мерная лента (15 м); угломер на передвижной планке
3 Загрязнение почвой	-			-			ВС	НС			ВС	НС			ВС	ВС, НС	Мерные ленты (15м) и (2 м)
<b>4 Несоответствие размеров</b>																	
1) Длина	Д			Д			-	НС			-	НС			-	ВС, НС	Мерная лента (15 м)
2) Диаметр в колемов торце и верхний диаметр	ВС			ВС			-	НС			-	НС			-	ВС, НС	Измерительная скоба торцов бревен

\* - показатель измеряется, если ограничения на него оговариваются в контрактах

При заготовке сортиментами осуществлялись измерения свежезаготовленных круглых лесоматериалов до их трелевки, уложенных на делянке с обоих краев разработанного волока, а также в штабелях, сформированных на верхнем складе (погрузочной площадке) после их трелевки и сортировки форвардером (см. табл. 5.1, рис. 5.1 и 5.2).



**Рис. 5.1. Измерения сортиментов при заготовке механизированным сортиментным методом (бензопила + форвардер): А – на делянке, ВС – на верхнем складе (погрузочной площадке)**



**Рис. 5.2. Измерения сортиментов при заготовке механизированным сортиментным методом (харвестер + форвардер): А – на делянке, ВС – на верхнем складе (погрузочной площадке)**

При заготовке хлыстами осуществлялись измерения свежезаготовленных хлыстов на делянке до их трелевки и на верхнем складе (погрузочной площадке) после трелевки и штабелевки, а также сортиментов на линии раскряжевки и сортировки нижнего склада (см. табл. 5.1 и рис. 5.3).



**Рис. 5.3.** Измерения при заготовке хлыстами (бензопила + трелевочный трактор): **Д** – хлысты на делянке, **ВС** – хлысты на верхнем складе (погрузочной площадке), **НС** – сортименты на нижнем складе

При заготовке деревьями осуществлялись измерения хлыстов на верхнем складе (погрузочной площадке) и сортиментов на линии раскроя и сортировки нижнего склада (см. табл. 5.1 и рис. 5.4 и 5.5).



**Рис. 5.4.** Измерения при механизированной заготовке деревьями (бензопила + трелевочный трактор): **ВС** – хлысты на верхнем складе (погрузочной площадке), **НС** – сортименты на нижнем складе



**Рис. 5.5. Измерения при механизированной заготовке деревьями (валочно-пакетирующая машина + трелевочный трактор):  
 ВС – хлысты на верхнем складе (погрузочной площадке);  
 НС – сортименты на нижнем складе**

Требуемое количество поштучно измеряемых круглых лесоматериалов по данной методике равняется 300, как по каждой породе, так и по виду лесоматериалов. Фактически измеренное количество сортиментов представлено в табл. 5.2. Все результаты замеров заносились в контрольные листы с использованием электронного измерительного калибра (Приложение 6).

При измерении механических повреждений, дефектов обработки и размеров сортиментов в настоящей работе руководствовались ГОСТ 2140-81 [42] и ГОСТ 2292-88 [43], устанавливающими требования к методам их измерения. Применяемый при этом измерительный инструмент представлен в Приложении 6. Для определения размера обдира коры используется способ, приведенный в главе 3 работы [39].

Загрязнения почвой лесоматериалов измеряются по ширине и длине зоны загрязнения. Они считаются допустимыми в случае загрязнения боковой поверхности сортиментов, не превышающего 15% их площади или при загрязнении не более 50% площади торца сортиментов. Требования, предъявляемые к качеству измеряемых сортиментов различных пород и назначения, представлены в табл. 5.3 и 5.4.

Таблица 5.2. Количество измеренных сортиментов в зимний или летний сезон заготовки

Технология	Количество деянок		Количество измеренных сортиментов, шт.												
			Сосновые				Еловые				Березовые				
	Зима	Лето	Зима		Лето		Зима		Лето		Зима		Лето		
			П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	Ф	Б	Ф	Б	
Сорт (б/п+ф)	1	2	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Сорт (х+ф)	3	4	600	600	1 200	900	600	600	1 200	900	-	900	-	900	
Хлыст (б/п+ТТ)	1	2	600	600	300	300	600	600	300	300	300	300	300	300	
Дер (б/п+ТТ)	1	1	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Дер (ВПМ+ТТ)	1	1	300	300	300	300	300	300	300	300	-	300	-	300	
Всего	7	10	2 100	2 100	2 400	2 100	2 100	2 100	2 400	2 100	900	2 100	900	2 100	
													<b>Итого: 23 400 шт.</b>		
Примечание: П – пиловочные бревна, Б – баланс, Ф – фанерный кряж.															

Таблица 5.3. Требования к качеству измеренных пиловочных бревен и фанерного кряжа, поставляемых на внутренний рынок и на экспорт

Показатель качества	Пиловочные бревна				Березовый фанерный кряж, в т. ч. комлевой
	Сосновые		Еловые		
	Экспорт	Внутренний рынок	Экспорт	Внутренний рынок	Экспорт
<b>1. Механические повреждения</b>					
1) Вырыв, заDIR, обDIR коры, запил, заруб	ТУ 13-2-12-96 [47]. Не допускаются □.	ГОСТ 22298-76 [46]; ГОСТ 9463-88 [45].	ТУ 13-2-12-96. Не допускаются □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	ТУ 13-2-8-96 [47].
<b>2. Дефекты обработки</b>					
1) Сучья	ТУ 13-2-12-96. Допускается максимальная высота сучьев 10/20 мм, диаметр до 50/60 мм □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	ТУ 13-2-12-96. Допускается максимальная высота сучьев 10 мм, диаметр до 50 мм □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	ТУ 13-2-8-96.
2) Скол, отщеп, трещина	Не допускаются □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	Не допускается □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	ТУ 13-2-8-96.
3) Козырек	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.
4) Скос пропила	Не допускается □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	Не допускается □.	ГОСТ 22298-76; ГОСТ 9463-88.	ТУ 13-2-8-96.
<b>3. Загрязнения почвой (камни, песок, грязь, глина и пр.)</b>					
	Не допускаются □.	Не допускаются □.	Не допускаются □.	Не допускаются □.	Не допускаются □.
<b>4. Несоответствие размеров требованиям</b>					
1) Длина, м (припуск, см)	4,9; 5,5 (0 / + 6); 4,0 (0 / + 6). 4,3; 4,6; 6,1 (+5 / +8)	5,0; 5,5; 6,0; 6,1 (0 / +10) 6,1; 4,0; 3,1 (+3 / +5); дополн. 4,0; 4,3 (+3 / +10);	5,5 (+3 / +6); 5,5 (0 / +6); 4,05 (0 / +6).	5,0; 5,5; 6,0; 6,1 (0 / +10); дополн. 4,0; 4,3; 5,2 (+3 / +10).	3,3; 6,0 (0 / +10); 4,4; 5,0 (0 / +5); 3,3 (0 / +5).
2) Диаметр максимальный в комлевом торце без коры, см	55,0*; 34,0	75; 42,0*.	55,0*; 40,0*; 14,9.	75; 52,0*; 36,0; 56,0.	65,0*; 55,0*; 50,0*.
3) Диаметр минимальный в верхнем торце без коры, см	18,0*; 15,0; 15,0*.	16,0; 14,0; 11,0.	18,0*; 17,0*; 16,0*; 12,0.	16,0; 14,0.	25*; 18,0*.
<b>Примечание:</b> * - диаметр с корой; □ - требования к качеству из технических требований (условий) контрактов.					

Таблица 5.4. Требования к качеству измеренного баланса, поставляемого на внутренний рынок и на экспорт

Показатель качества	Сосновый		Еловый		Березовый
	Экспорт	Внутренний рынок	Экспорт	Внутренний рынок	Экспорт
1. Дефекты обработки					
1) Сучья	ГОСТ 9463-88; ТУ 13-2-10-96 [48].	ГОСТ 9463-88.	ГОСТ 9463-88; ТУ 13-2-10-96.	ГОСТ 9463-88; ТУ 13-2-10-96.	ТУ 13-2-1-95 [51]; ТУ 13-2-10-96; ТУ 13-2-11-96 [50]. Допускается максимальная высота остатков сучьев 20мм □.
2) Козырек	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.	Не допускается □.
2. Загрязнения лесоматериалов почвой (камни, песок, грязь, глина и пр.)	Не допускаются □.	ГОСТ 9463-88.	Не допускаются □.	ГОСТ 9463-88; ТУ 13-2-10-96.	Не допускаются □.
3. Несоответствие размеров					
1) Длина, м (припуск, см)	3,0; 4,0; 6,0 (0 / +10).	3,0 – 6,0 (-20 / +20).	3,0; 4,8, 6,0 (0 / +10)	2,4; 3,6; 4,8; 6,0 (-5 / +15); 4,0; 5,5 (-5 / +15); 1,2 (-2 / + 2); 2,4 (-2 / + 2); 3,6 и 4,8 (-15 / 15); 4,0 и 5,5 (-10 / +10); 2,4 и 3,6 (+3 / +5).	4,0; 5,5 (0 / +10); 3,0; 4,0; 6,0 (-10 / +10).
2) Диаметр максимальный в комлевом торце без коры, см	60,0.	40,0.	40,0.	60,0; 50,0; 36,0.	60,0.
3) Диаметр минимальный в верхнем торце без коры, см	8,0; 6,0.	6,0.	8,0*	16,0; 6,0.	16,0; 6,0.
<b>Примечание:</b> * - диаметр с корой; □ - требования к качеству из технических требований (условий) контрактов.					



## 5.1.2 Определение процента брака

По результатам исследования показателей качества сортиментов определяется процент брака, т.е. осуществляется выбраковка некачественных круглых лесоматериалов. Степень влияния механических повреждений, дефектов обработки, загрязнения почвой и несоответствия размеров на выбраковку сортиментов зависит от их количества, размеров, а также последующего назначения круглых лесоматериалов (для распиловки, выработки целлюлозы и древесной массы (балансы) и пр.). Если круглые лесоматериалы должны соответствовать определенному сорту, то в пределах данного сорта указываются допустимые показатели качества по количеству и размерам или недопустимые.

Требования к качеству сортиментов различных пород, сортов и назначения огораживаются в соответствующих приложениях к контрактам, заключенным между лесозаготовителями и покупателями лесопродукции, а именно в технических требованиях (условиях) на лесоматериалы. Они включают: породу древесины, сроки заготовки, размеры, требования к обработке, требования к качеству: соответствие нормативно-техническим документам, например ТУ 13-2-12-96 [47], или ГОСТ 9462-88 [44], или ГОСТ 9463-88 [45], или др. (см. табл. 5.3 и 5.4).

Если загрязнения почвой не допускались по техническим требованиям на лесоматериалы в контрактах, то загрязнение боковой поверхности сортиментов свыше 15% или загрязнение более 50% торца переводило сортименты в брак.

Лесозаготовительные предприятия также самостоятельно устанавливают дополнительные технические требования к сортировке и штабелевке сортиментов с учетом их диаметров и длин, а также наиболее предпочтительные длины выпиливаемых сортиментов. В связи с этим заготовленные сортименты определенного назначения, не соответствующие указанным требованиям, бракуются по данной группе лесоматериалов. Затем они могут быть переведены в лесоматериалы другого назначения в соответствии с их качеством.

Процент брака определяется для каждого измеряемого вида сортимента (определенного назначения) согласно техническим требованиям на лесоматериалы из контрактов для внутреннего рынка или экспорта или требованиям данного предприятия, использующего сортименты для собственных нужд.

## 5.1.3 Опрос персонала

Для получения информации об уровне обученности и стаже работы операторов проводился их индивидуальный опрос по заранее составленным анкетам. Опрос проводился на 17 делянках 11 лесозаготовительных предприятий Республики Карелия. В опросе принимали участие операторы лесозаготовительных машин (харвестеров, форвардеров, сучкорезных машин, скиддеров и процессоров), трактористы трелевочных тракторов, вальщики, обрезчики (обрубщики) сучьев и чокеровщики. Полученные результаты интервью группируются по технологиям лесозаготовок (табл. 5.5).

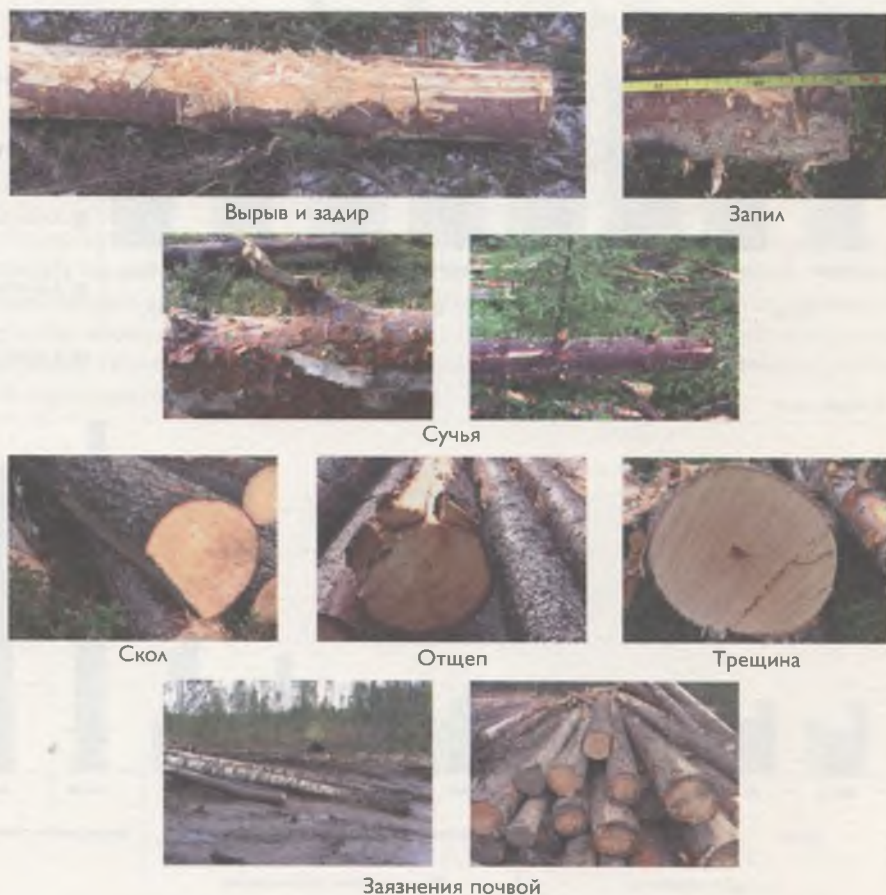
**Таблица 5.5. Данные опроса**

Технология	Количество делянок	Число интервью
Сорт (б/п+ф)	3	12
Сорт (х+ф)	7	36
Хлыст (б/п+ТТ)	3	18
Дер (б/п+ТТ)	2	13
Дер (ВПМ+ТТ)	2	12
<b>Всего</b>	<b>17</b>	<b>91</b>

## 5.2 Результаты

### 5.2.1 Полевые исследования

Было установлено, что наиболее распространенными являлись механические повреждения (вырыв, задир, запил), дефекты обработки (сучья, скол, отщеп, трещина) и загрязнения почвой (рис. 5.6).



**Рис. 5.6. Показатели, снижающие качество круглых лесоматериалов**

Несоответствие размеров сортиментов, а также максимального диаметра в комлевом торце и минимального диаметра в верхнем торце техническим требованиям (условиям) в контрактах не оказало существенного отрицательного влияния на качество сортиментов.

Результаты исследования качества хвойных сортиментов, заготовленных при использовании всех рассматриваемых технологий лесозаготовок, представлены на рис. 5.7. При хлыстовой технологии, механизированной и механизированной заготовке деревьями встречалось 2-3% сортиментов с механическими повреждениями. При использовании хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями в летний сезон также выявлено большое количество сортиментов, загрязненных почвой (5-8%). При заготовке сортиментов по сортиментной механизированной технологии как в зимний, так и летний сезон, было зафиксировано 2% сортиментов с не полностью срезанными сучьями. Это наибольшее значение среди рассмотренных технологий лесозаготовок.

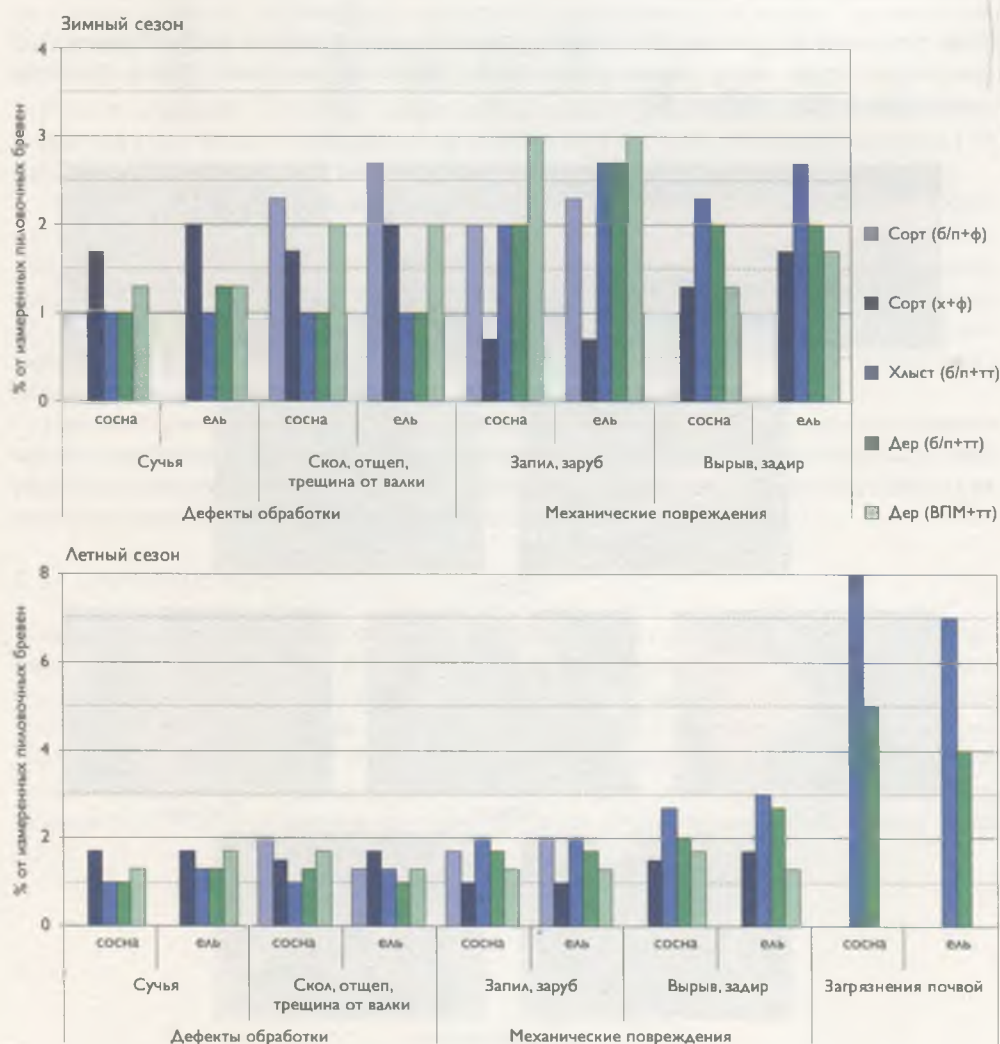


Рис. 5.7. Дефекты и загрязнения почвой у хвойных пиловочных бревен

Результаты исследования качества заготовленного березового фанерного кряжа представлены на рис. 5.8. При этом сортиментная машинизированная технология и машинизированная заготовка деревьями не рассматривались ввиду того, что данный вид сортиментов не заготавливался по указанным технологиям на исследованных делянках. В летний сезон по хлыстовой технологии отмечается наибольшее количество механических повреждений (3%) и загрязнения почвой (8%).



**Рис. 5.8. Дефекты и загрязнения почвой березового фанерного кряжа в зимний и летний сезоны**

Результаты исследования качества балансов хвойных и лиственных пород представлены на рис. 5.9. Наиболее распространенными у заготовленного баланса при использовании всех технологий лесозаготовок были такие дефекты обработки, как сучья (не полностью срезанные сучья) (2%). В летний сезон при использовании хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями присутствовало 6-9% сортиментов, загрязненных почвой.

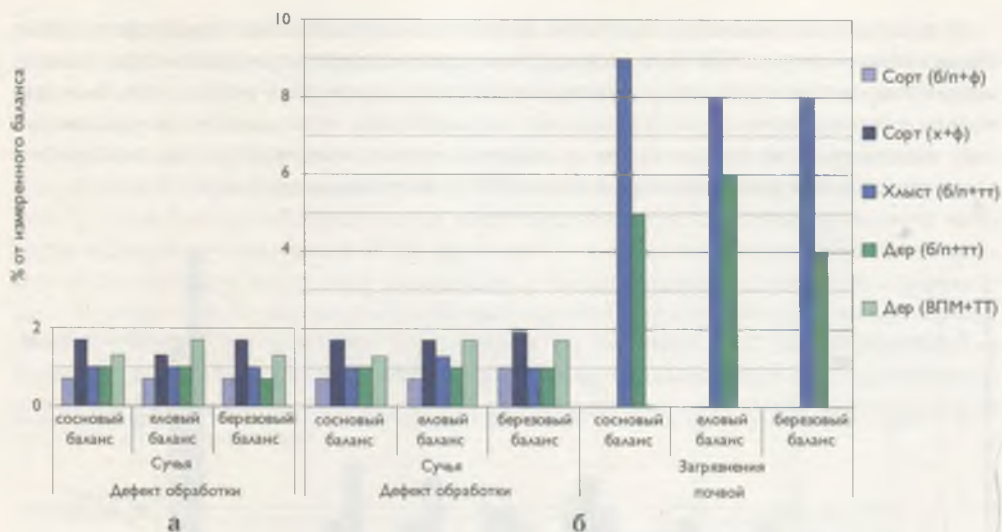


Рис. 5.9. Дефекты обработки и загрязнения почвой баланса в зимний (а) и летний (б) сезоны

## 5.2.2 Процент брака

Полученные значения процента брака для хвойных пиловочных бревен и березового баланса, поставляемых на экспорт в Финляндию и заготовленных в зимний и летний сезоны при использовании всех рассматриваемых технологий лесосечных работ, представлены на рис. 5.10. Наибольший процент брака пиловочных бревен выявлен при использовании хлыстовой технологии (7-8%). В летний сезон по данной технологии отмечается также наибольший процент брака березового баланса (6%). Наименьший процент брака пиловочных бревен у сортиментной механизированной технологии (3%). Наименьший процент брака березового баланса (1%) показала сортиментная механизированная технология.

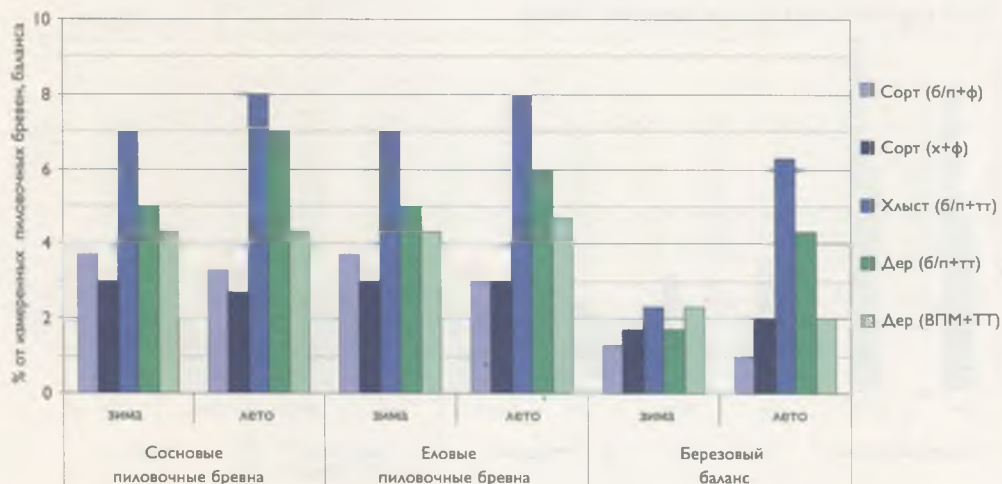


Рис. 5.10. Процент брака для хвойных пиловочных бревен и березового баланса, поставляемых на экспорт, предусмотренный ТУ 13-2-12-96 и ТУ 13-2-1-95 соответственно

Процент брака хвойных пиловочных бревен и баланса, поставляемых на рынок России и заготовленных в зимний и летний сезоны при использовании всех технологий лесозаготовок, представлен на рис. 5.11. Наибольший процент брака пиловочных бревен дает хлыстовая технология (6-7%), наименьший – сортиментная механизированная (3%). Наибольший процент брака баланса характерен для хлыстовой технологии (3%), наименьший – для сортиментной механизированной и механизированной (1-2%).

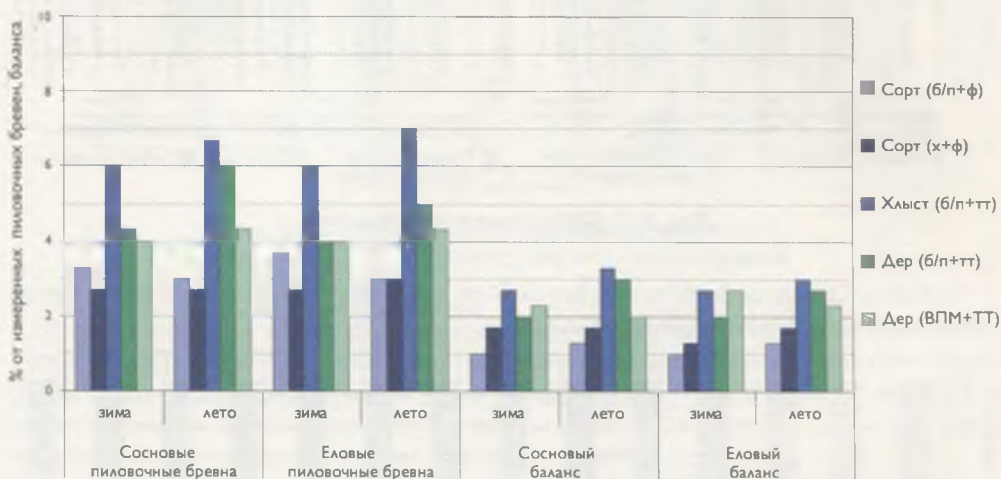


Рис. 5.11. Процент брака при заготовке хвойных пиловочных бревен и баланса, поставляемых на внутренний рынок ГОСТ 9463-88

### 5.2.3 Опрос персонала

Данные о стаже работы и образовании респондентов приведены на рис. 5.12 и 5.13 соответственно. Большой стаж работы отмечается у персонала, работающего на механизированной заготовке деревьями (более 5 лет), наименьший – у операторов харвестеров и форвардеров. Все опрошенные вальщики и операторы форвардеров, работающие по сортиментной механизированной технологии, имеют среднее профессиональное профильное образование.

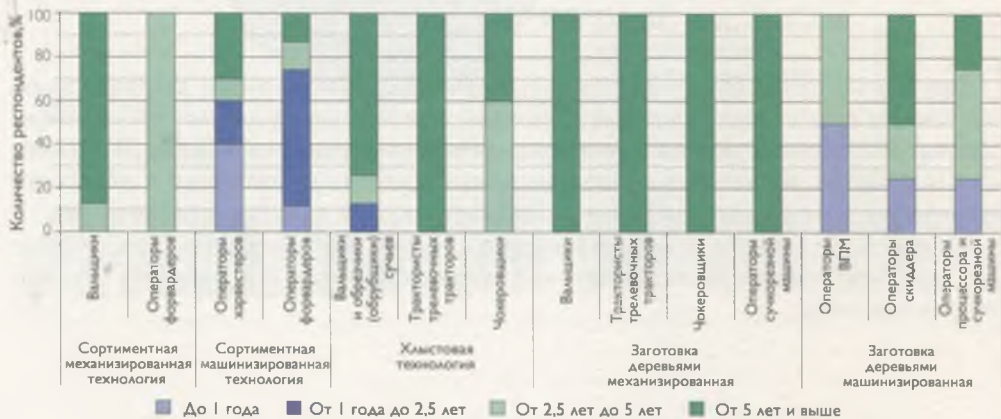


Рис. 5.12. Стаж работы респондентов

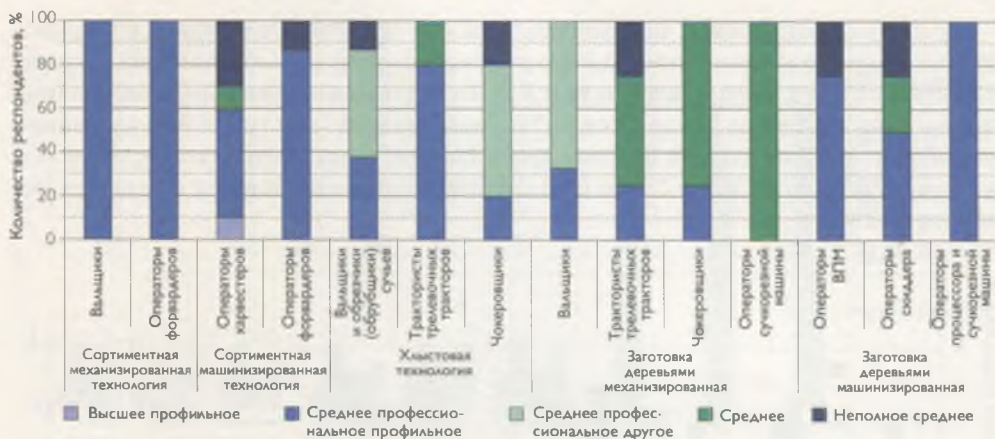


Рис. 5.13. Образование респондентов

Результаты опроса рабочего персонала по обучению их определению качества древесины представлены на рисунке 5.14.

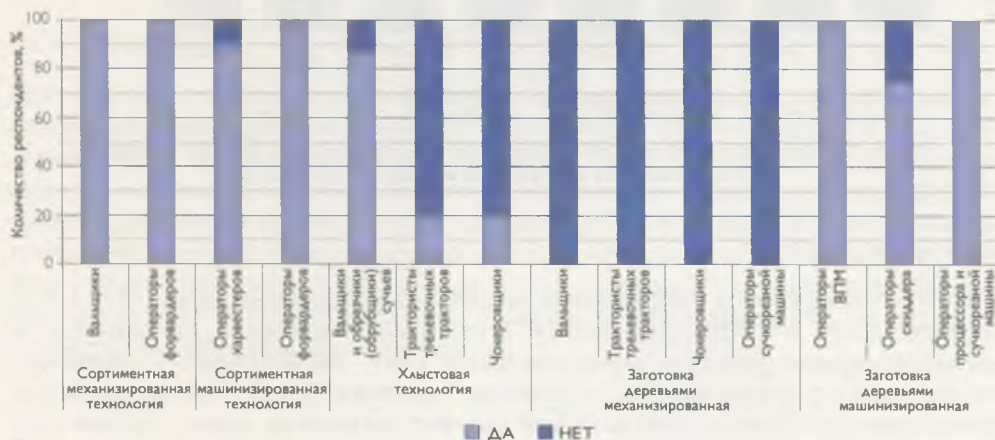
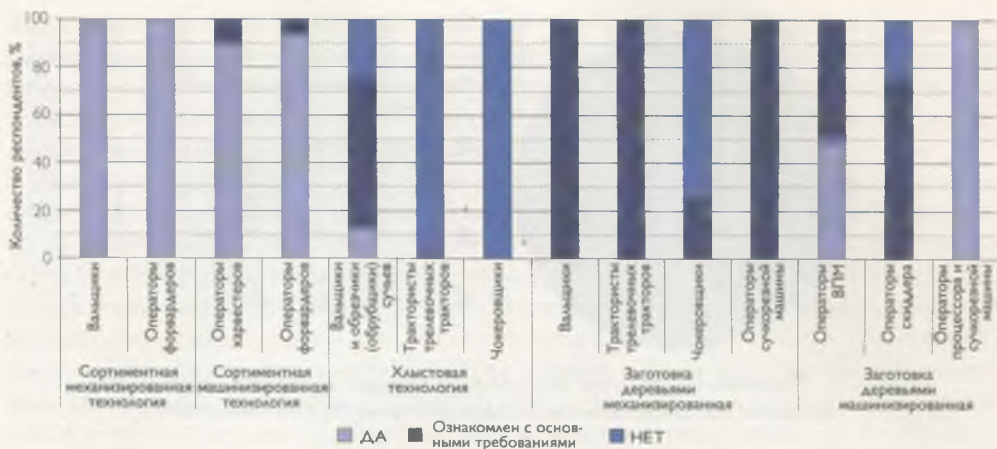


Рис. 5.14. Обучение рабочего персонала определению качества древесины (знание пороков и дефектов)

При прохождении обучения специальности или при повышении квалификации, обучение основам оценки качества древесины прошли преимущественно операторы лесозаготовительных машин (сортиментная механизированная и механизированная заготовка деревьями), вальщики и обрезчики (обрубщики) сучьев (сортиментная механизированная и хлыстовая технологии).

На рис. 5.15 показаны результаты опроса о знании рабочим персоналом требований, предъявляемых к качеству круглых лесоматериалов (в т. ч. размеров круглых лесоматериалов).



**Рис. 5.15. Знание рабочим персоналом требований, предъявляемых к качеству круглых лесоматериалов**

С требованиями к качеству лесоматериалов ознакомлены все операторы харвестеров, форвардеров, ВПМ, процессора и сучкорезной машины (сортиментная технология и заготовка деревьями, как механизированные, так и механизированные), а также вальщики и обрезчики сучьев (сортиментная механизированная и хлыстовая технология, механизированная заготовка деревьями).

Согласно опросу операторов харвестеров, для снижения или полного исключения не полностью срезанных сучьев в первую очередь необходимо применять харвестерную головку с большим усилием протаскивания и следить за заточкой сучкорезных ножей (рис. 5.16).



**Рис. 5.16. Способы снижения или полного исключения не полностью срезанных сучьев**

Для исключения образования трещин на торцах сортиментов во время раскряжевки ствола дерева харвестерной головкой в первую очередь следует регулярно следить за режущей цепью (рис. 5.17).





**Рис. 5.17. Способы исключения образования трещин на торцах сортиментов во время раскряжевки ствола дерева харвестерной головкой**

Следует также отметить, что, по мнению всех опрошенных трактористов трелевочных тракторов и чоко́ровщиков, повреждение лесоматериалов тросом (или чо́кером) не оказывает негативного влияния на их качество. Половина опрошенных операторов скиддеров считает, что механическое повреждение лесоматериалов пачковым захватом способно оказывать негативное влияние на их качество.

### 5.3 Анализ результатов

#### 5.3.1 Сравнение технологий лесозаготовок по результатам оценки качества сортиментов

При исследовании качества сортиментов, заготовленных по сортиментной механизированной технологии, было установлено, что наиболее распространенными являлись такие дефекты обработки, как сколы, отщепы и трещины (3%), а также повреждения сортиментов пилой (запилы) и грейферным захватом форвардера при выполнении погрузочно-разгрузочных операций (2%). При этом процент брака хвойных пиловочных бревен в зимний сезон составил около 4%, в летний – 3%, березового, соснового и елового баланса – около 1% вне зависимости от сезона заготовки.

При использовании сортиментной механизированной технологии, как в зимний, так и летний сезон, наиболее распространенными являются дефекты обработки: при обрезке сучьев – сучья (не полностью срезанные сучья) (2%), при валке дерева и последующей его раскряжевке на сортименты – сколы, отщепы, трещины (2%), а также механические повреждения. Прежде всего, это повреждения сучкорезно-протаскивающим механизмом харвестерной головки при обрезке сучьев – вырывы и задиры (2%). Указанным повреждениям сопутствовали обдиры коры, доходящие до древесины или со снятием слоя древесины. Реже встречались повреждения сортиментов пилой харвестерной головки (запилы) и грейферным захватом форвардера (менее 1%).

В том случае, когда операторами харвестеров выполнялись все требования и инструкции, процент брака хвойных пиловочных бревен при использовании сортиментной механизированной технологии составляет менее 3% вне зависимости от сезона.

Для хвойного баланса: менее 2 вне зависимости от сезона. Сортиментная механизированная технология также обеспечивает эффективную раскряжку ствола дерева на сортименты заданной длины с припуском по длине, как правило,  $+(0-0,04)$  м, что повышает выход сортиментов в отличие от сортиментной механизированной технологии, где припуск составлял в основном  $+(0,05-0,10)$  м.

Для хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями вне зависимости от сезона были характерны: вырывы и задиры (3%), запилы и зарубы (3%). Реже встречались не полностью срезанные сучья (1%), сколы, отщепы и трещины (1%). В летний сезон заготовки присутствовали загрязнения почвой (9 и 6% соответственно). Получено следующее значение процента брака для сосновых и еловых пиловочных бревен: зимой 6-7 и 4-5 соответственно, летом – 7-8 и 6-7% соответственно. При этом максимальное значение процента брака соответствует пиловочным бревнам, поставляемым на экспорт. Для березового баланса: зимой 2%, летом – до 6 и 4% соответственно. Для соснового и елового баланса: зимой до 3 и 2% соответственно, летом – 3%.

При использовании механизированной заготовки деревьями, как в зимний, так и в летний сезон, наиболее распространенными у сортиментов являлись: запилы (3%), сколы, отщепы и трещины (2%), вырывы и задиры (2%) и сучья (2%). При этом процент брака для сосновых и еловых пиловочных бревен составил около 4 вне зависимости от сезона. Для березового, соснового и елового баланса: зимой до 3% и летом до 2%.

Такой фактор, как сезонность ведения лесосечных работ, оказывает негативное влияние на качество заготовленных сортиментов по сортиментной механизированной технологии, хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями.

Недостаточная квалификация рабочего персонала, занятого на заготовках по хлыстовой технологии и в механизированной заготовке деревьями, оказала также отрицательное влияние на качество заготавливаемых лесоматериалов. В частности, присутствовали нарушения технологических приемов работы при выполнении следующих операций: трелевки (рис. 5.18), штабелевки на верхнем складе (погрузочной площадке) (рис. 5.19), машинной обрезки сучьев у деревьев на верхнем складе (рис. 5.20), формировании пачки хлыстов для погрузки ее на лесовозный автопоезд (рис. 5.21).



Рис. 5.18. Нарушение операции трелевки



**Рис. 5.19. Нарушение операции штабелевки хлыстов**



**Рис. 5.20. Нарушение операции обрезки сучьев**



**Рис. 5.21. Нарушение операции формирования пачки хлыстов**

Негативное влияние на качество сортиментов, заготовленных по сортиментной механизированной технологии, оказали (наряду с другими факторами) технически неграмотное обслуживание технологического оборудования (харвестерной головки)

операторами харвестеров, а также нарушение ими приемов работы при выполнении операций валки и раскряжевки. В частности, неправильная регулировка сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерной головки, некачественная заточка сучкорезных ножей, изношенность ошиповки приводных вальцов (рис. 5.22) и пр. способствовали образованию таких механических повреждений у заготавливаемых сортиментов, как вырывы, задиры и обдиры коры.



**Рис. 5.22.** Приводные стальные вальцы с изношенной ошиповкой

На рис. 5.23 показаны сортименты, заготовленные харвестером с правильно (а) и неправильно (б) отрегулированным сучкорезно-протаскивающим механизмом харвестерной головки. Неправильная регулировка приводила к образованию обдиры коры, в том числе со снятием слоя древесины.



**Рис. 5.23.** Сортименты, заготовленные харвестером с правильно (а) и неправильно (б) отрегулированным сучкорезно-протаскивающим механизмом харвестерной головки

У операторов форвардеров встречались нарушения при выполнении погрузочно-разгрузочных операций (рис. 5.24).



**Рис. 5.24. Нарушения при выполнении погрузочных и разгрузочных операций**

Для механизированной заготовки деревьев было характерно нарушение технологических приемов работы операторами скиддеров при выполнении операции штабелевки деревьев на верхнем складе (погрузочной площадке) (рис. 5.25), а операторами харвестеров, работающих в режиме процессора, – операции раскрывки и неграмотное обслуживание сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерной головки.



**Рис. 5.25. Нарушение операции штабелевки деревьев**

Как правило, во всех рассматриваемых технологиях лесозаготовок при укладке круглых лесоматериалов в штабеля отсутствовали оборудованные подштабельные основания из бревен-прокладок [52] (рис. 5.26).



**Рис. 5.26. Размещение штабеля круглых лесоматериалов на верхнем складе (погрузочной площадке) без подштабельного основания**

Отсутствие подштабельного основания способствовало загрязнению лесоматериалов в нижней части штабеля песком, глиной и пр. Для механизированной заготовки деревьями отсутствие подштабельного основания затрудняло операцию формирования пачки хлыстов челюстным погрузчиком перекидного типа и способствовало повреждению лесоматериалов.

### 5.3.2 Влияние квалификации рабочего персонала на качество сортиментов

Прежде всего, следует обратить внимание на небольшой стаж работы операторов лесозаготовительных машин, применяемых в сортиментной механизированной технологии и в механизированной заготовке деревьями. Две трети операторов харвестеров раньше не работали на отечественной лесной технике и, как правило, совсем недавно получили высшее или среднее профессиональное образование. Операторы форвардеров, ВПМ, скиддеров, харвестеров, работающих в режиме процессора или сучкорезной машины, преимущественно, прошли переобучение для работы на новых машинах 1-5 лет назад и достаточно давно получили соответствующее профессиональное профильное образование. Большинство операторов лесозаготовительных машин имеют профессиональное профильное образование.

Все опрошенные вальщики, занятые в сортиментной механизированной технологии и механизированной заготовке деревьями, имеют среднее профессиональное образование. Большинство вальщиков и обрезчиков сучьев, работающих по хлыстовой технологии, также имеют среднее профессиональное образование. Вместе с тем по хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями отмечается низ-

кий уровень образования трактористов, чокеровщиков и операторов сучкорезных машин при большом стаже их работы.

Результаты опроса рабочего персонала показали, что при прохождении обучения специальности или повышении квалификации обучение по вопросам качества древесины прошли операторы лесозаготовительных машин: по сортиментной механизированной технологии - все операторы форвардеров, по сортиментной машинизированной технологии - большинство операторов харвестеров и все операторы форвардеров, по машинизированной заготовке деревьями - все операторы ВПМ и процессоров и две трети операторов скиддеров. По сортиментной механизированной технологии обучение по вопросам качества древесины прошли также все вальщики, по хлыстовой технологии - большинство вальщиков и обрезчиков сучьев. По хлыстовой технологии - только пятая часть трактористов трелевочных тракторов и чокеровщиков.

С требованиями к качеству лесоматериалов ознакомлены все операторы харвестеров, форвардеров, ВПМ, процессоров и сучкорезных машин (сортиментная технология и заготовка деревьями, как машинизированная, так и механизированная), а также вальщики и обрезчики сучьев (сортиментная механизированная и хлыстовая технология, машинизированная заготовка деревьями). Вместе с тем по хлыстовой технологии с требованиями к качеству лесоматериалов не ознакомлена четверть опрошенных вальщиков и обрезчиков сучьев, все опрошенные трактористы трелевочных тракторов и чокеровщики. По механизированной заготовке деревьями - две трети опрошенных чокеровщиков, по машинизированной заготовке деревьями - четверть операторов скиддеров не ознакомлены с размерами и требованиями к качеству.

#### 5.4 Выводы и рекомендации

Анализ полученных результатов показал, что наиболее высокое качество заготовленных сортиментов (процент брака до 3) обеспечила сортиментная машинизированная технология во всех исследованных районах Республики Карелия, отличающихся породным составом древостоев. Сортиментная механизированная технология и машинизированная заготовка деревьями показали приемлемое качество сортиментов (процент брака до 4). Качество сортиментов, заготовленных по хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями, в особенности в летний сезон, было низким (процент брака до 8 и 7 соответственно).

Внутри сортиментной механизированной технологии присутствовали нарушения рабочим персоналом технологических приемов работы при выполнении следующих операций: вальщиками - раскряжевки ствола дерева на сортименты, операторами форвардера - погрузочно-разгрузочных. При работе по сортиментной машинизированной технологии присутствовали нарушения операторами харвестеров операций валки дерева и последующей раскряжевки его на сортименты. Встречались нарушения у операторов форвардеров при выполнении погрузочно-разгрузочных операций.

Также в сортиментной машинизированной технологии и машинизированной заготовке деревьями присутствовали нарушения при обслуживании харвестерной головки операторами харвестеров (в т. ч. харвестеров, работающих в режиме процессора). Надо отметить, что при машинизированной заготовке деревьями были зафиксированы нарушения у операторов скиддеров при выполнении операции штабелвки деревьев на верхнем складе (погрузочной площадке).

При использовании хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями присутствовали нарушения рабочим персоналам технологических приемов выполнения следующих операций: трактористами трелевочных тракторов – трелевки хлыстов или деревьев и последующей их штабелевки на верхнем складе (погрузочной площадке), обрезчиками (или обрубщиками сучьев) и операторами сучкорезной машины – обрезки сучьев у деревьев на делянке и верхнем складе соответственно.

Как было установлено, для сортиментной механизированной технологии характерны: дефекты обработки, такие как сколы, отщепы и трещины, а также механические повреждения (запилы) сортиментов пилой и грейферным захватом форвардера. Для сортиментной машинизированной технологии: дефекты обработки, в частности, сучья (не полностью срезанные сучья), сколы, отщепы, трещины; механические повреждения, причиненные сучкорезно-протаскивающим механизмом харвестерной головки при обрезке сучьев – вырывы и задиры. При использовании хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями наиболее распространены: механические повреждения, такие, как вырывы, задиры, запилы; загрязнения почвой в летний сезон заготовки. При машинизированной заготовке деревьями: дефекты обработки, такие как сколы, отщепы, трещины и сучья; механические повреждения: запилы, вырывы и задиры.

По нашему мнению, при сравнении технологий лесозаготовок следовало бы дополнительно измерить кривизну сортиментов, эффективность устранения которой во многом зависит от обученности операторов лесозаготовительных машин и вальщиков, а именно качественного выполнения ими операций раскряжевки и сортировки.

По всем рассмотренным технологиям лесозаготовок, как правило, при укладке круглых лесоматериалов в штабеля на промежуточной лесопогрузочной площадке и верхнем складе отсутствовали подштабельные основания из бревен-прокладок.

Таким образом, для повышения качества заготавливаемых сортиментов по всем технологиям лесозаготовок следует устранить обнаруженные нарушения и недостатки:

- Операторам грамотно обслуживать технологическое оборудование лесных машин (например, качественно выполнять регулировку сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерной головки, заточку сучкорезных ножей, очистку вальцов от внедрившихся остатков коры и древесины и пр.). В то же время харвестерная головка должна соответствовать по своим техническим параметрам не только базовой машине, но и подходить к породному и возрастному составу древостоя.
- Операторам лесозаготовительных машин не нарушать технологических приемов работы. При этом необходим контроль качества работы мастерами делянок и контролерами качества лесоматериалов.
- Рабочий персонал на лесосеке должен быть ознакомлен с требованиями, предъявляемыми к качеству лесоматериалов.
- Заработная плата рабочего персонала должна быть связана с качеством производимых лесоматериалов.
- Необходимо наличие профессионального профильного образования у операторов до обучения их специальности или повышения квалификации для работы на сложной технике, что особенно важно для операторов харвестеров, ВПМ и форвардеров.
- При заготовке сортиментов необходимо учитывать фактор сезонности: для сортиментной механизированной технологии процент брака выше в зимний сезон, для хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями – процент брака выше в летний сезон.



- На территории верхнего склада (погрузочной площадки) при укладке круглых лесоматериалов в штабеля следует оборудовать подштабельные основания из бревен-прокладок в зависимости от грунта.
- Учитывая природно-производственные условия Республики Карелия, необходимо совершенствование конструкции сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерных головок для повышения эффективности обработки ими деревьев с искривленной формой ствола, сбежистостью и крупными сучьями.

Следует дополнительно обратить внимание на подготовку операторов харвестеров и форвардеров. Необходимо совершенствование учебных планов по подготовке операторов с уделением большого внимания обслуживанию и регулировке технологического оборудования лесных машин, а также практической работе обучающихся на машинах того предприятия, где они планируют в дальнейшем работать. Следует также подготовить для операторов харвестеров и форвардеров рекомендации по повышению качества заготавливаемых круглых лесоматериалов, оформленные в виде краткой инструкции по качеству. При выполнении всех требований и инструкций возможно снижение уровня механических повреждений и дефектов обработки и прочих показателей качества по всем рассматриваемым технологиям.

В реальных условиях заготовки в случае устранения обнаруженных недостатков, характерных для сортиментной механизированной технологии и механизированной заготовки деревьями, возможно снижение количества сортиментов с механическими повреждениями и дефектами обработки, заготовленных в зимний и летний сезон, примерно на 20 и 25% соответственно. Следует обратить внимание и на то, что сортиментная механизированная технология позволяет повысить выход сортиментов за счет оптимизации раскряжевки.

При использовании сортиментной механизированной технологии возможно снижение количества сортиментов с механическими повреждениями и дефектами обработки, заготовленных в зимний и летний сезон, примерно на 15%.

В хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями возможно снижение количества сортиментов с механическими повреждениями и дефектами обработки, заготовленных в зимний сезон, примерно на 20 и 15% соответственно.

## 6 Заключение

Проведенные комплексные исследования технологических процессов лесосечных работ позволяют сделать следующие выводы.

**Производительность систем лесосечных машин,** используемых в исследованных технологических процессах, варьируется в широком диапазоне - от 20 до 150 м<sup>3</sup> в смену. Максимальная производительность достигается в технологическом процессе механизированной заготовки деревьями. Далее по мере убывания производительности следуют механизированная заготовка деревьями; сортиментная механизированная; сортиментная механизированная, а затем, хлыстовая механизированная технологии.

Следует отметить, что существенное значение на показатели производительности оказывают профессионализм и опыт операторов лесозаготовительных машин. Так, финские операторы лесных машин после прохождения специального курса обучения и приобретения необходимых практических навыков обеспечивают показатели производительности практически в два раза (свыше 30 м<sup>3</sup> в час против 16 м<sup>3</sup>) превышающие показатели российских операторов, обучение которых проводится зачастую непосредственно на самом предприятии. Таким образом, данный фактор позволяет выявить существенные резервы повышения производительности путем совершенствования системы обучения операторов.

**Прямые эксплуатационные затраты** имеют незначительные отличия. Наименьшими затратами характеризуется механизированная заготовка деревьями, что обусловлено в первую очередь высокой производительностью используемой техники (почти в два раза выше, чем по другим технологиям). Обладая самыми высокими показателями производительности, механизированная технология заготовки деревьями не может быть однозначно рекомендована к широкому применению на Северо-Западе РФ. Это связано с тем, что, во-первых, механизированная заготовка деревьями требует использования длинной цепочки машин: валочно-пакетирующая машина, колесный трелевочный трактор с пачковым захватом (скиддер), сучкорезная машина и погрузчик при вывозке древесины в хлыстах или харвестер, работающий в режиме сучкорезно-раскряжевой машины (процессора), при вывозке древесины в сортиментах. Для приобретения такой цепочки машин требуется привлечение большей суммы денежных средств, что является сдерживающим фактором распространения подобной техники.

Хлыстовая технология характеризуется средними затратами на лесосеке и сравнима как с сортиментной технологией, так и с технологией заготовки деревьями. Но применение хлыстовой технологии, равно как и деревьями при вывозке хлыстов, предполагает дальнейшее увеличение затрат за счет выполнения целого комплекса работ на нижнем складе, отсутствующего в случае применения сортиментной технологии.

Относительно высокие затраты при использовании сортиментной механизированной технологии обусловлены тем, что средний срок с начала эксплуатации применяемой здесь техники мал, и она в настоящее время приобретает в основном по лизингу. Это значительно повышает затраты в первые годы эксплуатации техники. Кроме того, проведенные исследования установили, что поскольку уровень квалификации операторов недостаточен, то и среднесменная производительность низка и составляет 46 м<sup>3</sup>/смену.

Сегодня многие предприятия стремятся перейти на полностью механизированную сортиментную технологию. Этот переход требует значительных финансовых

вложений, поэтому оценку эффективности необходимо проводить для различных вариантов финансирования: собственные средства, кредит или лизинг. В целом, можно отметить, что переход на сортиментную технологию позволяет в перспективе сократить затраты на производство, повысить производительность и, как следствие, улучшить финансовое положение предприятия и конкурентоспособность продукции.

Сравнение применяемых технологий лесозаготовок по **экологическим параметрам**, в первую очередь по степени негативного воздействия техники на окружающую среду, позволяет сделать следующие выводы.

При работе в условиях песчаных и супесчаных почво-грунтов все рассмотренные системы машин во всех технологических процессах практически одинаково воздействовали на нижние слои почво-грунтов, уменьшая их пористость в пределах 9–10%. Системы машин «харвестер + форвардер» и «бензопила + форвардер» в сортиментной технологии меньше травмировали верхний слой песчаных и супесчаных почво-грунтов, что в условиях хвойных лесов и холмистой местности благоприятствует естественному возобновлению леса. Использование технологии заготовки деревьями благоприятно сказывается на естественном лесовозобновлении в древостоях с мощным дерновым покровом.

На суглинистых грунтах при заготовке леса по традиционной хлыстовой технологии, в отличие от сортиментной технологии, значительно уплотняется верхний слой, но в то же время, практически не происходит образование колеи. Поэтому при больших площадях делянок (более 20 га) может быть рекомендована хлыстовая технология заготовки древесины. При малых площадях делянок предпочтительнее применение сортиментной технологии, т. к. при этом снижается вероятность многократного проезда техники по волокам, что в свою очередь уменьшает колееобразование при меньшем уплотнении верхних слоев почво-грунтов.

Реализация технологии заготовки деревьями на базе системы машин «валочно-пакетирующая машина + колесный скиддер» приемлема только на делянках, разрабатываемых без сохранения подроста. Наиболее высокую сохранность подроста в пасаках в проведенных исследованиях обеспечила сортиментная механизированная технология. На проходных рубках возможно использование как хлыстовой, так и сортиментной машинизированной технологии, которые позволяют обеспечить достаточно низкий уровень повреждаемости оставляемых на дорастивание деревьев (2–3% при стаже работы персонала более 5 лет).

Как показали данные анкетирования, проведенного среди работников лесного комплекса Республики Карелия, степень воздействия на лесную среду определяется в равной мере как квалификацией операторов лесозаготовительных машин, так и технологией лесосечных работ.

Для снижения негативного влияния на лесную среду и снижения затрат на лесовосстановление необходимо комплексное обучение операторов лесных машин, включающее тренировку на современных симуляторах, работу на разных натуральных объектах не менее 6 мес., а также ознакомление с выдержками из Правил заготовки древесины, касающимися соблюдения эколого-лесоводственных требований (Приложение 7). Следует отметить, что в настоящий период малоизученным вопросом является работа лесозаготовительной техники на грунтах с низкой несущей способностью. Вместе с тем, вследствие технологической труднодоступности этих районов в предшествующее время, они располагают значительными запасами древесины, т. е. являются перспективными для освоения.

Оценка технологических процессов по **эргономическим параметрам** применяемых машин позволила установить, что лучшие условия труда с точки зрения эргономики и безопасности труда имеют место при использовании машинизированной сортиментной технологии заготовки «харвестер + форвардер». Причем в целом лучшие результаты здесь показывают системы машин John Deere. Несколько худшие показатели у системы машин на базе машин Volvo и Valmet.

На втором месте после технологии «харвестер + форвардер» стоит машинизированная технология заготовки деревьями на базе системы машин «валочно-пакетирующая машина + колесный скиддер». Причем значение оценочного критерия здесь не сильно отличается от критерия для технологии, занимающей первое место. На третьем месте стоит механизированная сортиментная технология «бензопила + форвардер». Значение оценочного критерия здесь значительно ниже, чем у двух первых технологий. Традиционная хлыстовая технология заготовки с использованием трелевочных тракторов с тросо-чokerным оборудованием, а также ее различные варианты показывают наихудшие результаты по критериям эргономики, тяжести и безопасности труда.

Среди операций, выполняемых с помощью бензопил, лучшие результаты показала раскряжка в штабелях на промежуточной площадке. Однако ни один из рассмотренных видов работ с применением бензопил, кроме упомянутой раскряжки в штабеле, не отвечает нормам по вибронегруженности.

При использовании механизированных технологий, базирующихся на применении бензомоторных пил, следует по возможности исключить использование тракторов ТДТ-55А, т. к. они не отвечают современным требованиям по эргономическим показателям.

Сравнение рассмотренных технологических процессов по показателям **качества получаемых лесоматериалов** позволило установить, что наиболее высокое качество обеспечила сортиментная машинизированная технология. Сортиментная механизированная технология и машинизированная заготовка деревьями показали несколько худшее, но приемлемое качество лесоматериалов. Качество заготовленных сортиментов по хлыстовой технологии и механизированной заготовке деревьями, в особенности в летний сезон, было самым низким.

При исследовании сортиментной механизированной технологии были отмечены нарушения рабочим персоналом технологических приемов работы при выполнении операции раскряжки и погрузочно-разгрузочных работ с использованием форвардеров. Наблюдения за процессом лесозаготовки по сортиментной машинизированной технологии показали наличие нарушений при выполнении операторами харвестеров операций валки дерева и последующей раскряжки его на сортименты. Встречались нарушения технологии выполнения операций у операторов форвардеров при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. При машинизированной заготовке леса деревьями были отмечены нарушения технологии выполнения операций машинистами скиддеров при штабелевке деревьев на верхнем складе (погрузочной площадке). Также при использовании сортиментной машинизированной технологии и машинизированной заготовки деревьями присутствовали нарушения в обслуживании технологического оборудования, что приводило к появлению дефектов получаемых лесоматериалов. Анализ хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями установил нарушения рабочим персоналом технологических приемов работы при выполнении операций трелевки хлыстов или деревьев и последующей их штабелевки, а также при обрезке сучьев.

Перечисленные выше нарушения технологии выполнения операций, как правило, приводили к появлению дефектов круглых лесоматериалов. Для сортиментной механизированной технологии характерны сколы, отщепы и трещины, а также запылы. Для сортиментной машинизированной технологии: сучья, сколы, отщепы и трещины, а также вырывы и задиры. При использовании хлыстовой технологии и механизированной заготовки деревьями наиболее распространены: вырывы, задиры, запылы; загрязнения почвой в летний сезон заготовки. При машинизированной заготовке деревьями: сколы, отщепы, трещины и сучья, а также запылы, вырывы и задиры.

Как показали результаты исследования, сортиментная машинизированная технология обеспечила эффективную раскряжевку ствола дерева на сортименты с припуском по длине, как правило,  $+(0-0,04)$  м, что повышало выход сортиментов в отличие от сортиментной механизированной технологии, где припуск составлял в основном  $+(0,05-0,10)$  м.

Анкетирование показало, что важным направлением деятельности лесозаготовительных предприятий в плане улучшения качества заготавливаемых лесоматериалов следует считать повышение обученности персонала. При этом необходимо, чтобы заработная плата рабочего персонала была непосредственно связана с качеством заготавливаемых лесоматериалов.

В реальных условиях заготовки при выполнении всех требований и инструкций рабочим персоналом возможно снижение уровня механических повреждений, дефектов обработки и прочих показателей качества по всем рассматриваемым технологиям. В частности, при использовании сортиментной машинизированной технологии следует уделять внимание правильному выполнению операторами всех настроек и регулировок сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерной головки, заточки сучкорезных ножей, очистки вальцов от внедрившихся остатков коры и древесины и пр., а также применять харвестерную головку с техническими параметрами, подходящими к породному и возрастному составу древостоя.

Применительно к природно-производственным условиям Республики Карелия необходимо совершенствование конструкции сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерных головок для повышения эффективности обработки ими деревьев с искривленной формой ствола, сбежистостью и крупными сучьями.

## Литература

1. Заготовка древесины по сортиментной технологии: Рекомендации по расчету затрат/НИИ леса Финляндии. Исследовательский центр Йюэнсуу, 2004. – 16 с.
2. Экономика и менеджмент лесозаготовительного предприятия/Н. В. Мурашкин, Э. М. Гусейнов, Н. Э. Гусейнова и др.; под ред. Н. В. Мурашкина, Э. М. Гусейнова. – СПб.: Изд-во СПб. Ун-та, 2007. – 963 с.
3. Сборник норм выработки и норм времени на лесозаготовительные работы. –Петро- заводск, 2000. – 168 с.
4. «Отраслевые особенности состава затрат, включаемых в себестоимость продукции на предприятиях лесопромышленного комплекса» (утв. Минэкономики РФ 19.10.1994) (вместе с «Методическими рекомендациями (инструкцией) по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции лесопромышленного комплекса» Минэкономики РФ 16.07.1999) с изм.
5. Коновалов А. П., Селиверстов А. А. Технологии лесозаготовок: оценка по технико-экономическим факторам // Лесной эксперт. -2008. – №1. – С. 76-81.
6. Производительность лесосечных машин и оборудования: Учебное пособие / И. Р. Шегельман, О. Н. Галактионов. –Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – 72 с.
7. Сюнёв В. С., Коновалов А. П., Селиверстов А. А. Особенности учета затрат при различных технологиях заготовки леса на предприятиях Республики Карелия/ Сюнёв В. С.//Лесной эксперт. - 2006. - № 1(38). - С. 60-62. Продолж. -2006. - № 2(39).- С. 12-14.
8. Адамов Н. А., Тилов А. А. Лизинг. 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Питер, 2007. – 160 с: ил.
9. ГОСТ 12071 – 84. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
10. ГОСТ 12536 – 79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Изд-во стандартов, 1979.
11. ГОСТ 25100 – 95. Грунты. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
12. Наставления по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации / Федеральная служба лесного хозяйства России. – М., 1993.
13. Правила заготовки древесины / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М., 2007.
14. Правила ухода за лесами / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М., 2007.
15. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса / Гослесхоз СССР. – М., 1983.
16. Сравнительные испытания воздействия машин на лесной участок (колеобразование) / В. С. Сюнев, Г. А. Давыдков, С. А. Кильпеляйнен, Н. Кильюнен, А. Йохиахо // Теоретические и экспериментальные исследования машин и механизмов лесного комплекса: Межвуз. сб. науч. трудов. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – С. 139-144.
17. Исследование обзорности лесозаготовительного трактора. / Е. А. Васекин, И. М. Илинич, В. Е. Синяков // Техника, экономика: Межотраслевой науч.-техн. сборник. Серия «Эргономика», Вып. 3, 1991. С. 69-76.
18. Львов В. М. Математические методы обработки экспериментальных исследований в эргономике, инженерной психологии и психологии труда / В. М. Львов; Образоват. науч. центр “Ин-т эргономики и соц.-экон. технологий” (ИЭСЭТ). – Тверь: Триада, 2004. – 83 с.

19. Песков В. И. Основы эргономики и дизайна автомобиля / В.И. Песков; М-во образования Рос. Федерации. Нижегород. гос. техн. ун-т. - Нижний Новгород, 2004. – 223 с.
20. Психология труда, рекламы, управления, инженерная психология и эргономика: Энцикл. словарь / Под ред. Б. А. Душкова ; Сост.: Б. А. Душков, Б. А. Смирнов, А. В. Королев. - Екатеринбург: Деловая книга, 2000. - 462 с.
21. Сенькин А. Ю. Техническая эстетика и эргономика: Словарь. / А.Ю.Сенькин. - М.: Изд-во МГУЛ, 1999. - 64 с.
22. Фрумкин А. А. Методы и средства эргономического обеспечения проектирования / А. А. Фрумкин, Т. П. Зинченко, Л. В. Винокуров; М-во путей сообщ. Рос. Федерации, Петерб. гос. ун-т путей сообщ. – СПб.: ПГУПС, 1999. – 178 с.
23. Эргономика: Принципы и рекомендации: Методическое руководство. - М.: ВНИИ-ТЭ, 1983.- 184 с.
24. ГОСТ Р 51863-2002 Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Требования безопасности.
25. ГОСТ 12.2.102-89 Машины и оборудование лесозаготовительные и лесосплавные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Требования безопасности, методы контроля требований безопасности и оценки безопасности труда.
26. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
27. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.
28. ГОСТ 12.2.120-88 Кабины и рабочие места операторов тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности.
29. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
30. ГОСТ 12.2.002-91 Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности.
31. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
32. ГОСТ 12.2.049-80 Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
33. ГОСТ 12.1.049-86 Вибрация. Методы измерения на рабочих местах самоходных колесных строительно-дорожных машин.
34. ГОСТ 12.1.050-86 Методы измерения шума на рабочих местах.
35. ГОСТ 23941-2002 Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования.
36. ГОСТ 12.2.030-2000 Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний.
37. Ergonomic guidelines for forest machines. Uppsala: SkogForsk, the Forestry Research Institute of Sweden, 1999. – 88 p.
38. Ergonomics guidelines and problem solving / Ed. by Anil Mital et al. – Amsterdam etc.: Elsevier, 2000. – IX, 479 p. – (Elsevier ergonomics book ser.; Vol. 1).
39. Леонтьев Н.Л. Оценка качества круглых лесоматериалов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
40. Полубояринов О.И. Оценка качества древесного сырья: учеб. пособие для студентов лесотехн. вузов – Л.: ЛТА, 1971. – 69 с.
41. Шегельман И.Р. Пороки и дефекты древесины: учебное пособие – Петрозаводск: КРИА, 2004. – 60 с.
42. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М.: Госстандарт, 1990. – 87 с.

43. ГОСТ 2292-88. Лесоматериалы круглые. Маркировка, транспортирование, методы измерения и приемка. – М.: Госстандарт, 1990. – 12 с.
44. ГОСТ 9462-88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. – М.: Госстандарт, 1990. – 12с.
45. ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. – М.: Госстандарт. 1990. – 14с.
46. ГОСТ 22298-76. Бревна пиловочные хвойных пород, поставляемые для экспорта. Технические требования. – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1984. – 5 с.
47. ТУ 13-2-12-96. Хвойные пиловочные бревна, поставляемые в Финляндию. Технические условия (Стандартное приложение к контракту). – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1996. – 20 с.
48. ТУ 13-2-8-96. Березовый фанерный кряж, поставляемый в Финляндию. Технические условия (Стандартное приложение к контракту). – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1996. – 18 с.
49. ТУ 13-2-10-96. Балансы, поставляемые в Финляндию на судах. Технические условия (Стандартное приложение к контракту). – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1996. – 13 с.
50. ТУ 13-2-11-96. Балансы, поставляемые в Финляндию железнодорожным и автомобильным транспортом с применением весового метода измерения объема. Технические условия (Стандартное приложение к контракту). – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1996. – 13 с.
51. ТУ 13-2-1-95. Балансы, поставляемые в Финляндию. Технические условия (Стандартное приложение к контракту). – Химки.: Центр сертификации и стандартизации лесоматериалов “Лесэксперт” АО ЦНИИМЭ, 1995. – 15 с.
52. ГОСТ 9014.-75. Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования (с изменениями). – М.: Госстандарт, 1994. – 20с.





Примеры расчета затрат

<b>Харвестер Timberjack 1270</b>		
Общий календарный режим работы	249 дн.	
Общее рабочее время машины	3 794 час	
Степень использования машины	91%	
Факт суммарное эффективное время	3 429 час	
Перерывы и задержки	230 час	
Время на перемещение	135 час	
Закупочная цена	11 174 000 руб.	
Срок амортизации	3 лет	
Амортизационные отчисления	33 %	
Часовая производительность	15 куб. /час	
Процент встречных продаж	15,2 %	
Процентная ставка на банковский кредит	15 %	
<b>Условно-постоянные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	0	0
Износ	0	0
Управленческие расходы	0	0
Прочие лизинговый, субарендные платежи	4 123 950,93	1 270,90
<b>Итого условно-постоянных затрат</b>	<b>4 123 950,93</b>	<b>1 270,90</b>
<b>Переменные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Расходы на ГСМ	1 420 000	437,61
Расходы на ремонт и техобслуживание	135 621	41,80
Запасные части	528 936	163,01
Оплата труда оператора	715 000	220,35
Отчисления на социальные нужды (29,1% <sup>1</sup> )	208 065	64,12
Прочие	20 000	6,16
<b>Итого переменных затрат</b>	<b>3 027 622</b>	<b>933,04</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>7 151 572,93</b>	<b>2 203,94</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ на 1 куб. метр</b>	<b>188,20 руб</b>	

<sup>1</sup> Здесь и в следующих таблицах приложения включает ЕСН (26%) и отчисления на страхование от несчастных случаев (3,1%)

<b>Форвардер John Deere 1410 D</b>		
Общий календарный режим работы	269 дн.	
Общее рабочее время машины	3 290 час	
Степень использования машины	79%	
Факт суммарное эффективное время	2 590 час	
Перерывы и задержки	500 час	
Время на перемещение	200 час	
Закупочная цена	8 500 000 руб.	
Срок амортизации	3 лет	
Амортизационные отчисления	33 %	
Часовая производительность	12,2 куб. м/час	
Процент встречных продаж	15,2 %	
Процентная ставка на банковский кредит	15 %	
<b>Условно-постоянные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	0	0
Износ	0	0
Управленческие расходы	0	0
Прочие лизинговый, субарендные платежи	3 137 066,67	1 211,22
<b>Итого условно-постоянных затрат</b>	<b>3 137 066,67</b>	<b>1 211,22</b>
<b>Переменные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Расходы на ГСМ	625 939	241,68
Расходы на ремонт и техническое обслуживание	107 300	41,43
Запасные части	324 500	125,29
Оплата труда оператора	536 500	207,14
Отчисления на социальные нужды (29,1%)	156 122	60,28
Прочие	5 000	1,54
<b>Итого переменных затрат</b>	<b>1 755 361</b>	<b>677,35</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>4 892 427,17</b>	<b>1 888,58</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ на 1 куб. метр</b>	<b>154,90 руб</b>	

<b>Валочно-пакетирующая машина Timberjack 850</b>		
Общий календарный режим работы	269 дн.	
Общее рабочее время машины	5 750 час	
Степень использования машины	64%	
Факт суммарное эффективное время	3 675 час	
Перерывы и задержки	1 575 час	
Время на перемещение	500 час	
Закупочная цена	18 500 000 руб.	
Срок амортизации	6,9 лет	
Амортизационные отчисления	15 %	
Часовая производительность	27,2 куб. м/час	
Процент встречных продаж	15,2 %	
Процентная ставка на банковский кредит	15 %	
<b>Условно-постоянные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	1 598 400	434,94
Износ	2 273 623,19	618,67
Управленческие расходы	0	0
Прочие лизинговый, субарендные платежи	0	0
<b>Итого условно-постоянных затрат</b>	<b>3 872 023,19</b>	<b>1 053,61</b>
<b>Переменные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Расходы на ГСМ	3 015 000	820,41
Расходы на ремонт и техническое обслуживание	750 350	204,18
Запасные части	400 000	108,84
Оплата труда оператора	1 090 000	296,60
Отчисления на социальные нужды (29,1%)	317 190	86,31
Прочие	30 000	8,16
<b>Итого переменных затрат</b>	<b>5 602 540</b>	<b>1 524,50</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>9 474 563,19</b>	<b>2 578,11</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ на 1 куб. метр</b>	<b>94,75 руб</b>	

<b>Скиддер Timberjack 460 D</b>		
Общий календарный режим работы	269 дн.	
Общее рабочее время машины	4 560 час	
Степень использования машины	66%	
Факт суммарное эффективное время	3 025 час	
Перерывы и задержки	500 час	
Время на перемещение	200 час	
Закупочная цена	9 000 000 руб.	
Срок амортизации	4,0 лет	
Амортизационные отчисления	25 %	
Часовая производительность	27,2 куб. м/час	
Процент встречных продаж	15,2 %	
Процентная ставка на банковский кредит	15 %	
<b>Условно-постоянные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Выплата по процентной ставке	777 600	257,06
Износ	1 908 000,00	630,74
Управленческие расходы	0	0
Прочие лизинговый, субарендные платежи	0	0
<b>Итого условно-постоянных затрат</b>	<b>2 685 600,00</b>	<b>887,80</b>
<b>Переменные затраты</b>	<b>руб/год</b>	<b>руб/час</b>
Расходы на ГСМ	1 250 000	413,22
Расходы на ремонт и техническое обслуживание	575 000	190,08
Запасные части	425 000	140,50
Оплата труда оператора	785 000	259,50
Отчисления на социальные нужды (29,1%)	228 435	75,52
Прочие	60 000	1,54
<b>Итого переменных затрат</b>	<b>3 323 435</b>	<b>1 080,36</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ</b>	<b>6 009 035,00</b>	<b>1 968,16</b>
<b>ВСЕГО ЗАТРАТ на 1 куб. метр</b>	<b>100,15 руб.</b>	



Нормативы, учитывавшиеся в исследовании эргономичности и безопасности труда  
(длины в мм, силы в Н, углы в град.)

Таблица 1 - Органы управления

Параметр	Норма (рекомендация)			
	Монографии В. И. Пескова А. А. Фрумкина)	ГОСТ <sup>1</sup>	SkogForsk	ВНИИТЭ
1	2	3	4	5
Диаметр рулевого колеса	630...600			
Усилие на рулевом колесе		не более 60, рекомендуемое 50, аварийное при гидрообъемном приводе не более 600		
Наклон плоскости рулевого колеса	10...40 (40...75 для низкой посадки)	25...40		
Ход длинного рычага				100...200
короткого				50...150
Расстояние между двумя соседними рычагами при перемещении пальцами		не менее 25		
Расстояние между двумя соседними рычагами при перемещении одной рукой		не менее 50		не менее 50
двумя				не менее 100
при работе в перчатках				не менее 130
при отсутствии визуального контроля				не менее 150
Диаметр и высота рукояток рычагов				см. табл. 8
Длина рычага, приводимого кистью руки		не менее 150		
Усилие на кнопке			2...5	
Усилия, прилагаемые к рычагам и тумблерам		не более 150 для остальных (см. ниже)	см. табл. 9	см. табл. 10

1	2	3	4	5
Усилие на рычаге переключения передач		рекомендуемое 60 без разрыва потока мощности и 160 -- с разрывом		
Усилие на рычагах механизма поворота без усилителя		не более 100 (рекомендуемое 50)		
с усилителем		не более 60 (рекомендуемое 40)		
Усилие на рукоятках управления технологическим оборудованием при механическом приводе		не более 100 (рекомендуемое 60)		
при лектрогидравлическом		не более 30 (рекомендуемое 15, кнопка 1...5)		
при гидравлическом		не более 60 (рекомендуемое 20)		
Усилие на рычаге включения вала отбора мощности		не более 200 (рекомендуемое 160)		
Усилия на педалях при движении всей ноги	700...900	не более 250 для остальных (см. ниже)	не более 250 (оптимально 45...90)	не более 300
только стопы				не более 100
на тормозе	не более 687	не более 250, (рекомендуемое 200)		
на сцеплении	не более 147	не более 250, (рекомендуемое 120)		
на акселераторе	не более 78	не более 90	20...30	
Ход педали при движении только стопы (акселератор)	70...100 (акселератор)			не более 60
всей ноги	120...150			не более 200
Расстояние от боковой стенки до педали	не менее 50			



1	2	3	4	5
Расстояние между педалями, управляемыми одной ногой	не менее 50	не менее 50...100		
соседними ногами	не менее 160	не менее 150		
Длина педали при частом и длительном применении		не менее 60		280...300
редком и кратковременном		не менее 60		не менее 75
Ширина педали		не менее 60		не менее ширины стопы в обуви
Оптимальное положение педалей		см. рис. 1		
Расстояние от спинки сидения до органов управления (рулевого колеса)	360...400 не менее 270 вдоль ног оператора при низкой посадке	485±50 от вертикальной оси КТС до центра рулевого колеса	не менее 300 по горизонтальной ямой	
Вертикальный зазор между кромкой подушки сидения и органами управления (рулевым колесом)	200...240 для низкой посадки	310±50 от горизонтальной оси КТС до центра рулевого колеса	210...250	
Расстояние от спинки сидения до педалей		685±20 от вертикальной оси КТС при высоте КТС 475 (для других см. ГОСТ 12.2.120)		
Расстояние от пола до центра педалей акселератора и тормоза		100...250		
Расстояние от осевой линии сидения до центра педали тормоза		не менее 75		
Расстояние от осевой линии сидения до центра педали акселератора		не более 400		

1	2	3	4	5
Оценка положения приборов с учетом частоты использования и важности по А. А. Фрумкину	см. табл. 11 (по А. А. Фрумкину)			
Коэффициент загрузки рук по А. А. Фрумкину	0,1...0,3 (по А. А. Фрумкину)			

**Таблица 2 – Рабочее место**

Параметр	Норма (рекомендация)			
	Монография В. И. Пескова	ГОСТ <sup>1</sup>	SkogForsk	ВНИИТЭ
1	2	3	4	5
Высота передней кромки подушки сидения	350...400 (150...300 для низкой посадки)		450	
Наклон оси туловища от вертикали	не более 10...12 (15...25 для низкой посадки)			
Угол в тазобедренном суставе А2	90...120		105...120	
Угол в коленном суставе А3	95...135		105...120	110...120
Угол в голеностопном суставе А4	90...100		90...100	90...110
Угол между туловищем и предплечьем А5	5...50		0...15	
Угол в локтевом суставе А6	80...160		105...120	
Угол между осями предплечья и рулевого колеса А7	90...170			
Угол бедра по отношению к горизонтали А8	4			
Расстояние от середины нагруженного сидения до потолка кабины	не менее 1050 (не менее 960 для низкой посадки)	не менее 1010 от КТС		
Высота потолка кабины			не менее 1800	

1	2	3	4	5
Расстояние от спинки сидения до задней стенки кабины в крайнем заднем положении сидения		не менее 365 от КТС	не менее 550 (700, если сидение может наклоняться вперед-назад)	
Расстояние от спинки сидения до передней стенки (стекла) кабины на высоте головы в крайнем переднем положении сидения		не менее 510 от КТС	не менее 500	
Расстояние от спинки сидения до предметов, потенциально соприкасающихся с коленями в крайнем переднем и среднем по высоте положении сидения			не менее 700	
Расстояние от спинки сидения до передней стенки кабины по полу в крайнем заднем положении сидения			не менее 1150	
Ширина кабины на высоте подлокотников (от 310 до 810 мм от КТС) для реверсивного поста		не менее 900 (1400 для двухместной)	не менее 1150	
для нереверсивного		не менее 850		
Расстояние от оси сидения до боковой стенки кабины со стороны, через которую осуществляется поворот сидения (при поворотном на 180 град. сидении)		не менее 450	не менее 650	
Продольная регулировка сидения	130...150 для низкой посадки	не менее 135	200	
Вертикальная регулировка сидения	не менее 40 для низкой посадки	не менее 80	400...650 вплоть до перехода с низкой на высокую посадку	

1	2	3	4	5
Диапазон регулирования упругого элемента подressоренного сидения, Н		600...1200	550...1100	
Регулируемые подлокотники			наличие	
Вращающееся сидение			наличие	
Опора для свободной ноги под углом 90 град. к голени	наличие			
Высота расположения регулируемого упора в спинке сидения от поверхности подушки	220±25		150...230	
Ход регулируемого упора в спинке			50	
Более жесткие боковые поверхности подушки сидения	наличие			
Ширина сидения	не менее 460	не менее 400	не менее 460	
Глубина сидения	400...450 (450...500 для низкой посадки)	215...265 от КТС до передней кромки	370...480	
Высота спинки	450...555	150...400 над КТС		
Ширина спинки		не менее 300		
Ширина подлокотников			не менее 100	
Угол спинки назад		до 20	до 30	
Угол подушки вверх			до 8	
вниз			до 15	
Угол поперечного наклона сидения для обеспечения горизонтального положения при работе на уклонах			±15	
Угол вращения сидения при необходимости		не менее 180	не менее 220	
Расстояние между подлокотниками			470±50	
Угол поворота подлокотников внутрь			30	
наружу			15	

1	2	3	4	5
Длина подлокотников			250±50	
Высота подлокотников			150...270	
Усилие регулировки сидения		не более 100		
Ремни безопасности		наличие		

Таблица 3 – Обзорность

Параметр	Норма (рекомендация)		
	Монография В. И. Пескова	ГОСТ <sup>1</sup>	SkogForsk <sup>2</sup>
1	2	3	4
Зона А, угол вверх	6		
Зона А, угол вниз	3		
Зона А, угол влево	15		
Зона А, угол вправо	16		
Зона В, угол вверх	9		
Зона В, угол вниз	7		
Зона В, угол влево	19		
Зона В, угол вправо	симметрично продольной оси		
Степень очистки зоны А	более 98% для целого стекла (97% для составного)		
Степень очистки зоны В	более 80% для целого стекла (70% для составного)		
Угол обзора в горизонтальной плоскости		не менее 170	
в вертикальной		не менее 30 (для валочной машины не менее 120)	
Расстояние от оси машины до границы видимости поверхности земли со стороны работы манипулятора			3500 (А)
Расстояние, на котором видна поверхность земли в направлении движения машины			5000 (А)

1	2	3	4
Максимальная высота точки, которую может наблюдать оператор на расстоянии 10 м от машины			25 м (А (угол видимости вверх 65 град.)) 20 м (В) 15 м
Наблюдение передних колес при движении			желательно с минимальной переменной позы

Таблица 4 - Приборы

Параметр	Норма (рекомендация) по монографии В. И. Пескова
Цвет фона приборов	черный
Цвет цифр приборов	белый
Упорядочивание показателей всех приборов	наличие

Таблица 5 – Обитаемость (у Пескова зона комфорта (другие см. табл.))

Параметр	Норма (рекомендация)			
	Монография В. И. Пескова	ГОСТ <sup>1</sup>	SkogForsk <sup>2</sup>	Монография А. А. Фрумкина
1	2	3	4	5
Шум (среднее), дБА	40...78	не более 80	А не более 65 В не более 70 С не более 75 D не более 85	
Шум (пиковое, менее 1с), дБА			А не более 80 В не более 85 С не более 90 D не более 140	
Шум от колесной машины на расстоянии 7,5 м от продольной оси, дБА		не более 85		
Амплитуда вибрации	0...0,2 мм			
Виброускорение при воздействии на все тело, м/с <sup>2</sup>		не более 0,56 по вертикальной оси, не более 0,4 – по горизонтальным	А не более 0,4 В не более 0,57 С не более 0,8 D не более 1,1	
на руки, м/с <sup>2</sup>		не более 2	А менее 1 В менее 1,4 С менее 2 D менее 2,8	

1	2	3	4	5
Коэффициент безопасности по вибрации				не менее 24,4
Коэффициент усталости по вибрации				не более 5
Длительность непрерывного воздействия вибрации в вибрационном цикле при превышении скорректированных норм вибрационной нагрузки		не более 50 мин (не более 15 мин при значении показателя превышения $\Delta$ – 9 дБ и выше)		
Коэффициент дробности вибрационного цикла при значении показателя превышения скорректированных норм вибрационной нагрузки $\Delta$ – 6 дБ и выше		не более 1		
Ускорение	0...0,1 g			
Температура	18...24 град С	14...33 (при наружной выше 30) град С		
Перепад температуры на уровнях головы и ног		не более 4 град С		
Влажность		не более 60% при наличии кондиционера		
Вентиляция	35...90 куб. м/час			
Содержание углекислого газа	0...0,2 %			
Содержание угарного газа	0...0,01 %			

Таблица 6 – Безопасность

Параметр	Норма (рекомендация)	
	ГОСТ <sup>1</sup>	SkogForsk <sup>2</sup>
1	2	3
Поручень	наличие, если есть ступени	
Расстояние от земли до поручня	не более 1700	1200(A)

1	2	3
Расстояние от ступеней лестницы до поручня		850(A)
Свободное пространство вокруг поручня	не менее 60	
Длина поручня	не менее 120	
Диаметр поручня	15...38	
Расстояние от земли до первой ступени лестницы	не более 550 (не более 650 ГОСТ 51863)	не более 350(A)...400(B)
Угол наклона лестницы	рекомендуемый либо 30...35, либо 75...90; не рекомендуемый 60, 25...75	45(A)...70(B)
Высота ступени	не более 250 (350 для подножек)	не более 200(A)...300(B)
Глубина ступени	не менее 20	не менее 100(A)...200(B)
Ширина ступени	не менее 150 для одной и не менее 300 для двух ног	не менее 300
Зазор за ступенью	не менее 180 минус глубина ступени	не менее 150
Высота дверного проема	не менее 1300	не менее 1600
Ширина дверного проема на высоте плечей	не менее 450	не менее 600
Ширина дверного проема в нижней части	не менее 300	не менее 350
Платформа перед дверью	не менее 180x300, если высота от земли больше 1600	наличие
Запасной выход	не менее трех у кабины на поворотной платформе – не менее двух	наличие
Расположение аварийных выходов	на разных стенках и крыше кабины	
Вписывание эллипса с осями 640x440 в поперечное сечение аварийных выходов	вписывание	
Освещение ступеней и входа		наличие
Особое место в кабине для аптечки, инструкций, личных вещей	наличие	наличие
Независимый аварийный тормоз	наличие	наличие
Трогание с места на низшей передаче при активизированных тормозах		невозможно (A)
Острые кромки и ребра кабины		отсутствие (A)
Особое транспортное и стояночное положение стрелы	наличие	наличие



1	2	3
Кожухи движущихся частей	наличие	наличие
Защитная решетка	наличие у машин, транспортирующих лесоматериалы в полностью погруженном состоянии	
Размер ячейки защитной решетки	не боле 100	
Надпись «Под грузом не стоять» на манипуляторе	наличие	
То же «Опасная зона ... м.»	наличие	
Расположение АКБ	вне кабины	вне кабины
Эффективный противопожарный инвентарь	наличие	наличие
Цвет	контрастный по отношению к фону	

**Таблица 7 – Показатели алгоритма деятельности**

Параметр	Норма (рекомендация) по монографии А. А. Фрумкина
Нормированный показатель стереотипности	0,2...0,85
Нормированный показатель логической сложности	не более 0,2
Число показателей, требующих одновременного запоминания	не более 2

<sup>1</sup> Использованы следующие стандарты:

ГОСТ Р 51863-2002 Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Требования безопасности.

ГОСТ 12.2.102-89 Машины и оборудование лесозаготовительные и лесосплавные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Требования безопасности, методы контроля требований безопасности и оценки безопасности труда.

ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.120-88 Кабины и рабочие места операторов тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.002-91 Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности.

ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.049-80 Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.1.049-86 Вибрация. Методы измерения на рабочих местах самоходных колесных строительно-дорожных машин.

ГОСТ 12.1.050-86 Методы измерения шума на рабочих местах.

ГОСТ 12.4.012-83 Вибрация. Средства измерения контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования.

ГОСТ 23941-2002 Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования.

ГОСТ 12.2.030-2000 Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний.

ГОСТ 20062-96, ГОСТ 27258-87, ГОСТ 27254-87, ГОСТ Р ИСО 11169-95

<sup>2</sup> Литеры А, В, С, D в колонке норм по рекомендациям SkogForsk обозначают класс, для которого приведена норма.

**Таблица 8 – Размеры рукояток рычагов по рекомендациям ВНИИТЭ**

Форма рукоятки	Диаметр для захвата, мм				Высота для захвата, мм			
	пальцами		кистью		пальцами		кистью	
	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная
Округлая, шаровидная, коническая и др.	10...40	30	35...40	40	15...60	40	40...60	50
Удлиненная (веретенообразная, цилиндрическая)	10...30	20	20...40	28	30...90	50...60	80...130	100

**Таблица 9 – Усилия на органах управления по рекомендациям SkogForsk**

Тип органа	Усилие, Н	
	При частом использовании	Максимальное
Кнопка	2	5
Тумблер	2...5	40
Рычаг, перемещаемый всей рукой вперед-назад	5...15	140
Рычаг, перемещаемый всей рукой вправо-влево	5...15	60
Рулевое колесо	5...20	230
Педали тормоза и сцепления	45...90	250
Педали акселератора	20...30	

**Таблица 10 – Усилия на органах управления по рекомендациям ВНИИТЭ**

Способ перемещения	Максимальное усилие (Н) при частоте использования (раз в смену)				
	более 960	960-241	240-17	16-5	менее 5
Пальцами	5	10	10	10	30
Кистью	5	10	15	20	40
Кистью с предплечьем	15	20	25	30	60
Всей рукой	20	30	40	60 (40)*	150 (70)*
Двумя руками	45	90	90	90	200 (140)*

\* – в скобках для движения вправо-влево

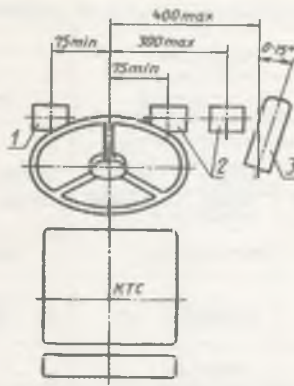


Рис. 1. – Оптимальное расположение педалей по ГОСТ 12.2.120-88:  
1 — сцепление; 2 — тормоз; 3 — акселератор

Таблица 11 – Весовые коэффициенты для оценки расположения органов управления и приборов по рекомендациям из монографии А. А. Фрумкина

Частота использования, раз/час	Значимость			
	Очень важные	Важные	Маловажные	Неважные
Очень часто, более 100	0,28	0,14	0,07	0,04
Часто, до 100	0,14	0,07	0,03	0,025
Редко, до 20	0,07	0,03	0,02	0,015
Очень редко, до 2	0,03	0,02	0,01	0,01
Сумма	0,52	0,26	0,13	0,09



а



б

Рис. 1. Мерные ленты на 15 м (а) и 2 м (б)



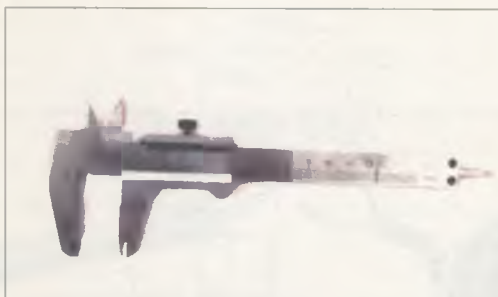
Рис. 2. Складная измерительная рейка (3,5 м)



Рис. 3. Измерительная скоба торцов бревен (50 см)



Рис. 4. Угломер на передвижной планке для дополнительного измерения скоса пропила



**Рис. 5. Прецизионный штангенциркуль с глубиномером**



**Рис. 6. Измерительный калибр**

Нормативные лесоводственно-экологические требования к лесозаготовкам на территории Российской Федерации

В соответствии с [13] при проведении сплошных и выборочных рубок должны соблюдаться следующие лесоводственно-экологические нормативы:

1. Общая площадь под погрузочными пунктами, производственными и бытовыми объектами должна быть минимальной и составлять от общей площади лесосеки:
  - на лесосеках площадью более 10 га - не более 5% при сплошных рубках, не более 3% - при выборочных рубках;
  - на лесосеках площадью 10 га и менее - при сплошных рубках с последующим возобновлением - до 0,40 га, при сплошных рубках с предварительным возобновлением и при постепенных рубках - 0,30 га, выборочных рубках - 0,25 га;
  - на лесосеках сплошных рубок площадью более 10 га, где ведется трелевка деревьев и хлыстов, для создания межсезонных запасов древесины общая площадь погрузочных пунктов, производственных и бытовых площадок - не более 15% от площади лесосеки, с повреждением почвы - не более 3%.
2. Размещение технологических коридоров осуществляется по намеченным трассам с максимальным использованием промежутков между оставляемыми деревьями (в т. ч. подростом), для чего допускается плавное отклонение оси коридора от прямой с вырубкой минимально необходимого количества деревьев. Общая площадь трасс волоков и дорог должна составлять при сплошных рубках не более 20%, при выборочных - не более 15% от площади лесосеки. На лесосеках сплошных рубок, проводимых с применением многооперационной техники, допускается увеличение площади под волоками до 30% общей площади лесосеки.
3. В лесах с влажными почвами любого механического состава, а также свежими суглинистыми почвами трелевка древесины в весенний, летний, осенний периоды допускается только по волокам, укрепленным порубочными остатками. Трелевка древесины тракторами на склонах крутизной свыше 20 градусов не допускается.
4. На участках выборочных рубок количество поврежденных деревьев не должно превышать 5% от количества оставляемых после рубки.
5. Очистка мест рубок от порубочных остатков проводится одновременно с заготовкой древесины. Очистка мест рубок осуществляется следующими способами: сбором порубочных остатков в кучи или валы для последующего использования в качестве топлива и на переработку; укладкой порубочных остатков на волокна с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при трелевке; сбором порубочных остатков в кучи и валы с последующим сжиганием их в пожаробезопасный период; сбором порубочных остатков в кучи и валы с оставлением их на месте для перегнивания и для подкормки диких животных в зимний период; разбрасыванием измельченных порубочных остатков в целях улучшения лесорастительных условий; укладкой и оставлением на перегнивание на месте рубки (без подроста).

Согласно [14], рубки ухода за лесами должны производиться с соблюдением следующих лесоводственно-экологических требований:

1. Общая площадь технологических коридоров, прорубаемых при проходных рубках, не должна превышать 15% площади лесосеки. В средневозрастных лесных насаждениях для прокладки технологических коридоров (трелевочных волоков) должно вырубаться не более 5 – 10% от всех деревьев, имеющих в лесном насаждении до проведения рубки.
2. Погрузочные пункты располагаются у дорог и квартальных просек, на полянах, прогалинах и других не покрытых лесной растительностью площадях. Величина погрузочной площадки должна быть не более 0,2 га, общая их площадь на участках до 10 га должна составлять не более 0,2 га, на участках 11 - 15 га - не более 0,3 га, а на участках свыше 15 га и при поквартальной организации работ - не более 2% общей площади лесосеки.
3. Не допускается повреждение деревьев при проведении рубок ухода за лесами более чем:
  - 2% от количества оставляемых деревьев при проведении осветления и прочистки;
  - 3% - при проведении прореживания и проходных рубок;
  - 2% от количества оставляемых на выращивание в защитных лесах.
4. Сохранность подроста в пасаках при проходных рубках в эксплуатационных лесах должна составлять не менее 80% от его количества до рубки, а в защитных лесах - при всех видах рубок ухода за лесами - не менее 90%.



*Приведены основные результаты международного проекта «Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях» с целью предоставления лесозаготовительным предприятиям информации о преимуществах и недостатках технологических процессов лесосечных работ, применяемых в настоящее время в Республике Карелия, и поддержки принятия правильных решений при выборе соответствующих технологий и машин.*



Проект финансируется Европейским союзом

METLA



9 789514 021213

ISBN 978-951-40-2121-3