2001-А
5109

На правах рукописи

Коломинова Марина Витальевна

Повышение эффективности производства круглых лесоматериалов путем обоснования технологии с минимальной энергоемкостью (в условиях Республики Коми)

05 21.01. Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург~2001

Диссертация выполнена на кафедре Технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С М. Кирова.

Научные руководители - доктор технических наук, профессор Меньшиков В.Н.

- доктор технических наук, профессор Патякин В.И.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Александров В.А

- кандидат технических наук, доцент Досмаев В Н

Ведущая организация - ОАО « Лесинвест » (г С.-Петербург)

Защита диссертации состоится «__» _____ 2001 г. в __часов на заседании диссертационного Совета Д 212.220.03 в Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М. Кирова (194021, С-Петербург, Институтский пер., 5, главное здание, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан « __ » _____ 2001 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета Г.М Анисимов

РОС. НАЦИОНАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА
С.Петербург
ОЭ 200 | акт 205

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Повышение эффективности лесозаготовительного производства в настоящее время не может рассматриваться в отрыве от сложившейся в стране экономической ситуации Поэтому при оценке эффективности использования проектируемых и существующих машин, установок, кроме показателя производительности, необходимо использовать комплексные энергетические показатели, которые дают возможность сравнивать различные технологические процессы между собой и выбрать из них рациональный по критерию удельной энергоемкости.

В разработанной «Региональной программе развития и реструктуризации предприятий лесопромышленного комплекса Республики Коми на 1997-2005 годы» предусмотрено до трети объемов лесозаготовок осуществлять по сортиментной технологии. Поэтому разработка методов по сравнению технологических процессов заготовки сортиментов на лесосеке и процесса производства круглых лесоматериалов на лесопромышленном складе с точки зрения вопроса минимальных энергоемкости и стоимости энергозатрат является особенно актуальной.

Цель работы Повышение эффективности лесозаготовок путем обоснования технологического процесса производства круглых лесоматериалов с минимальной энергоемкостью.

Научная новизна. Разработаны метод и энерго-математические модели для обоснования рационального технологического процесса производства круглых лесоматериалов, базирующиеся на учете энергозатрат по комплексу основных операций лесозаготовительного процесса Определены энергетические и экономические показатели, характеризующие различные технологические процессы производства круглых лесоматериалов. Получены уравнения регрессии, характеризующие зависимости удельных энергозатрат от объема хлыста при работе подающего транспортера, пильного механизма раскряжевочной установки ЛО-15С и установки в целом, а также уравнение регрессии, характеризующее зависимость удельных энергозатрат процесса раскряжевки от объема хлыста, идущего на раскряжевку, диаметра и числа получаемых сортиментов

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Метод и энерго-математические модели по научному обоснованию рациональной технологии производства круглых лесоматериалов

2. Законы распределения объемов получаемых при раскряжевке сортиментов и результаты исследований удельных энергозатрат при работе раскряжевочной установки ЛО-15С.
3. Обоснование рационального по минимальным энергоемкости и стоимости энергозатрат технологического процесса производства круглых лесоматериалов
4. Рекомендации лесозаготовительным предприятиям.

Достоверность выполненных исследований подтверждается согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований; современными средствами научных исследований, базирующимися на положениях теории вероятности, линейного программирования; обработкой экспериментальных данных в универсальном пакете статистических программ.

Практическая значимость. Внедрение разработанных методов по обоснованию рационального с точки зрения минимальной энергоемкости технологического процесса производства круглых лесоматериалов позволит снизить затраты энергии процесса и себестоимость продукции. Полученные энерго-математические модели и реализующая их программа рекомендуются к использованию в лесозаготовительных предприятиях и в учебном процессе.

Место проведения. Работа выполнена на кафедре технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии и лесозаготовительных предприятиях Республики Коми.

Реализация работы. Разработанные рекомендации, связанные с минимизацией удельных энергоемкостей технологического процесса производства круглых лесоматериалов, учитываются при работе в лесозаготовительных, научных и проектных организациях Республики Коми.

Апробация работы. Научные положения и результаты исследований обсуждались на республиканских и международных научно-практических конференциях в 1996-2000 гг (г. Сыктывкар, г. Ухта).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 13 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести разделов, основных выводов и рекомендаций, списка литературы и трех приложений Содержание работы изложено на 208 с машинописного текста, иллюстрировано 23 рисунками и 28 таблицами. Список литературы включает 140 наименований.

Содержание работы

Во введении показана актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цель, научная новизна, практическая ценность и основные положения, выносимые на защиту

1. Состояние вопроса и задачи исследования

В первом разделе рассмотрено состояние проблемы, дан анализ литературных источников и сформулированы задачи исследований

Анализ существующих технологий заготовки сортиментов, отдельных операций лесосечных работ и применяемых машин выполнен по работам С.Ф. Орлова, В.И. Алябьева, Г.К. Виногорова, В.Н. Меньшикова, В.А. Александрова, М А. Перфилова, Э.Ф. Герца, В.И. Патякина, Г М. Ушакова, Г А. Вильке, Д К. Воеводы, Б Г. Залегаллера, П.В. Ласточкина, Г.А Степакова, Г.К Ступнева, В.С. Петровского, Ю.А. Ширнина, А.А. Пижурина, А.К. Редькина, В.Р. Фергина, И.В. Фаста, Д.Л. Дудюка, Б.С. Рашковского, С.М. Тодорова и др. Обзор показал, что проведенные исследования были направлены на изучение отдельных лесозаготовительных машин и технологических процессов, оптимизации взаимосвязи между отдельными машинами, установками, технологическими линиями и потоками нижних складов. При этом практически не учитывалась энергетическая сущность машинного производства.

При выборе технологического процесса производства круглых лесоматериалов необходимо стремиться к минимизации удельных затрат энергии на выполнение тех или иных операций. Вопросами энергоемкости занимались В Б. Прохоров, В.Г. Кочегаров, Г.М. Анисимов, М.Ф. Семенов, А.И. Левша, В С. Гончаров, В.М. Дербин, Г.М. Велликок, А.В. Трофимов, В П. Булин, М.З. Файзулин, В.В. Кузнецов, В.А. Борисенко, Е.Г. Гладков и др. Эти работы посвящены отдельным лесозаготовительным машинам или операциям лесосечных работ. В целом же по технологическому процессу производства круглых лесоматериалов от валки деревьев до поставки продукции во двор потребителю исследования не проводились.

Исходя из анализа состояния проблемы, сформулированы следующие задачи исследований.

1 Обосновать методологический подход к исследованию и формированию важнейших показателей эффективности технологиче-

ских процессов и оборудования для производства круглых лесоматериалов.

2. Разработать энерго-математические модели технологических процессов производства круглых лесоматериалов в комплексе от валки деревьев до поставки продукции потребителям.
3. Создать алгоритм и программу по расчету удельных энергозатрат технологических процессов производства круглых лесоматериалов.
4. Исследовать в условиях работы лесозаготовительных предприятий Республики Коми энергоемкость процесса раскряжевки хлыстов.
5. Выработать рекомендации по рациональному производству круглых лесоматериалов с точки зрения минимальной удельной энергоемкости и стоимости энергозатрат.

2 Краткая характеристика лесов Республики Коми с позиций выхода товарной продукции и ее реализации

Леса Республики Коми характеризуются низким запасом на га (80-120 м^3), малым объемом хлыста (0,17-0,21 м^3). В лесосечном фонде республики более 60% приходится на мелкотоварную древесину, четвертую часть объема составляет дровяная древесина. Доминирующее положение в деловой древесине занимает пиловочник. Второе место в северных районах республики занимает рудстойка, так как эта древесина поставляется комбинатам «Воркутауголь» и «Интауголь», а в южных районах республики, тяготеющих к Сыктывкарскому лесопромышленному комбинату, наряду с пиловочником в основном ведется заготовка балансовой древесины.

3. Математическое моделирование технологических процессов производства круглых лесоматериалов

Третий раздел посвящен математическому описанию технологического процесса производства круглых лесоматериалов Этот процесс складывается из комплекса работ по заготовке, транспортировке и первичной обработке леса. Получать сортименты можно как на лесопромышленном складе, так и на лесосеке. Поэтому, вначале приводится классификация возможных технологических процессов производства круглых лесоматериалов. В республике Коми наибольшее распространение получили следующие процессы производства круглых лесоматериалов.

1. Технологический процесс производства круглых лесоматериалов на лесопромышленном складе;
2. Технологический процесс получения сортиментов на лесосеке с помощью валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины;
3. Технологический процесс получения сортиментов на лесосеке с помощью сучкорезно-раскряжевочной машины.

Технологический процесс оценивается эффективностью – способностью наилучшим образом преобразовывать ресурсы в результат Одним из основных экономических показателей, характеризующих эффективность производственной деятельности предприятия, является себестоимость продукции (руб./м^3). В структуре себестоимости 1 м^3 древесины до 33% составляют затраты энергии. Основная задача по обоснованию рационального по энергоемкости и стоимости энергозатрат технологического процесса производства круглых лесоматериалов заключается в поиске такого сочетания управляемых факторов (например, числа получаемых сортиментов). при котором показатели эффективности были бы минимальными.

За основу по определению удельной энергоемкости на валке-пакетировании и трелевке деревьев брались формулы, предложенные В.Г. Кочегаровым, для очистки деревьев от сучьев – В.М Дербиным.

Энерго-математические модели для оценки удельных энергоемкостей, кВт·ч/м^3, операций технологического процесса получения и поставки круглых лесоматериалов с лесопромышленного склада будут следующие:

$$g_{об} = g_{в\text{-}п} + g_{тр} + g_{оч} + g_{погр} + g_{в} + g_{разгр.} + g_{р} + g_{сорт} + g_{шт\text{-}погр} + g_{дост}, \qquad (1)$$

а именно:

1. Операция "валка-пакетирование деревьев"

$$g_{в\text{-}п.} = \frac{C \cdot \pi \cdot d_C{}^2 \cdot b \cdot K}{4\ V_Д} \cdot \left(\frac{v_1}{\eta_{01}\ \eta_{11}} + \frac{C_2 \cdot u_П \cdot v_2}{V_P\ \eta_{02}\ \eta_{12}} \right) + C\ \gamma_1\ g$$

$$\left(\frac{v_3\ \Delta\ K_0}{\eta_{03}\ v_{13} \cdot 2\ a_3} + \frac{r_Д\ \omega_{CP}\ \mu_1\ v_4}{\eta_{04} \cdot \eta_{14}} \right) + \frac{10^4 \cdot C \cdot G_{ВПМ} \cdot \psi_M\ K_0\ (1 + m_1) \cdot v_5}{q \cdot \Delta \cdot \eta_{05} \cdot \eta_{15}} + \qquad (2)$$

$$+ \frac{C \cdot A_Д \cdot v_6}{V_Д \cdot \eta_{06} \cdot \eta_{16}}.$$

2. Операция "трелевка деревьев"

$$g_{тр.} = \frac{C \cdot \gamma_1 \cdot g \cdot l_{CP} \cdot K_0 \cdot v_7}{\eta_{07} \cdot \eta_{17}} \cdot (\psi_П + 2 \cdot a_2 \cdot \psi_M) + C \cdot \gamma_1 \cdot g \cdot$$
$$\cdot \left[\frac{h_1 \cdot v_8 \cdot K'}{\eta_{08} \cdot \eta_{18}} + \frac{(1 - K') \cdot r_П \cdot \mu_П \cdot \omega_{CT} \cdot v_9}{\eta_{09} \cdot \eta_{19}} \right]. \quad (3)$$

3. Операция "очистка деревьев от сучьев"

$$g_{оч.} = \frac{C}{V_X} \cdot \{ K_P \cdot S + \mu_{C\,Г} \cdot (Q_{C\,Г} + P_{C\,Г}) \cdot l_{C\,Г} + \mu_{П\,Г} \cdot (Q_{П\,Г} + P_{П\,Г}) \cdot$$
$$l_{П.Г} + \frac{\mu_{KAP} \cdot l_X \cdot v_{10}}{\eta_{010} \cdot \eta_{110}} \cdot (Q_{KAP} + 2 \cdot G_{KAP}) +$$
$$+ \frac{G_{CT} \cdot \varphi_{CT\,Г} \cdot \mu_{CT\,Г} \cdot r_{CT\,Г} \cdot v_{11}}{\eta_{011} \cdot \eta_{111}} + \frac{Q_X \cdot h_2 + G_{CT} \cdot \varphi_{CT\,B} \cdot r_{CT\,B} \cdot \mu_{CT\,B} \cdot v_{12}}{\eta_{012} \cdot \eta_{112}} + \quad (4)$$
$$+ \frac{Q_Ш \cdot \mu_Ш \cdot l_ш \cdot v_{10}}{\eta_{010} \cdot \eta_{110}} \} + \frac{C \cdot L \cdot G_{ПОГР} \cdot \psi_M \cdot v_{13}}{П_{СМ\,ПОГР} \cdot \eta_{0.13} \cdot \eta_{113}}.$$

4. Операция "погрузка хлыстов"

$$g_{погр} = \frac{C \cdot \gamma \cdot g \cdot \omega_C \cdot \mu_C \cdot r_B \cdot v_{14}}{\eta_{014} \cdot \eta_{1.14}} + \frac{C \cdot l_P \cdot (G_{ПОГР} + Q_П) \cdot \psi_M \cdot v_{15}}{V_X \cdot \eta_{015} \cdot \eta_{115}} +$$
$$+ \frac{C \cdot G_{ПОГР} \cdot L \cdot \psi_M \cdot v_{15}}{П_{СМ\,ПОГР} \cdot \eta_{015} \cdot \eta_{115}} + \frac{2 \cdot C \cdot \gamma \cdot g \cdot G_C \cdot \omega_C \cdot \mu_C \cdot r_C \cdot v_{14}}{V_П \cdot \eta_{014} \cdot \eta_{114}} + \quad (5)$$
$$+ \frac{2 \cdot C \cdot G_Ч \cdot r_Ч \cdot \omega_Ч \cdot \mu_Ч \cdot v_{16}}{V_П \cdot \eta_{016} \cdot \eta_{116}}.$$

5. Операция "вывозка хлыстов"

$$g_{в} = \frac{10^3 \cdot C \cdot \gamma \cdot g \cdot K_0 \cdot \psi_M \cdot v_{17} \cdot (1 + 2 \cdot a_3) \cdot l_{ВЫВ}}{\eta_{017} \cdot \eta_{117}}. \quad (6)$$

6. Операция "разгрузка хлыстов на лесоскладе"

$$g_{разгр} = \frac{C \cdot L_Э \cdot (\mu \cdot Cos\alpha + Sin\alpha) \cdot v_{18}}{\eta_{018} \cdot \eta_{118}}. \quad (7)$$

7. Операция "раскряжевка хлыстов"

$$g_{р} = \frac{C \cdot \gamma \cdot g \cdot \omega_M \cdot \mu_M \cdot r_M \cdot v_{19}}{\eta_{0\,19} \cdot \eta_{1\,19}} + \frac{C \cdot L_{TP} \cdot \left[\left(1{,}08 \cdot G_Ц \cdot \mu + 0{,}5 \cdot Q_X \cdot \mu + 0{,}08 \cdot Z_M\right) + \left(0{,}5 \cdot Q_X + G_Ц\right) \cdot \frac{V_{TP}}{g \cdot t} \right] \cdot v_{20}}{V_X \cdot \eta_{0\,20} \cdot \eta_{1\,20}} + \frac{C \cdot n \cdot \pi \cdot d_{CP}^{\,2} \cdot b \cdot K_{PACK}}{4 \cdot V_X} \cdot \left[\frac{v_{21}}{\eta_{0\,21} \cdot \eta_{1\,21}} + \frac{C_П \cdot u_P \cdot v_{22}}{V_{PEЗ} \cdot \eta_{0\,22} \cdot \eta_{1\,22}} \right] + \frac{N_O \cdot K_C}{П_Ч}. \quad (8)$$

8. Операция "сортировка круглых лесоматериалов"

$$g_{сорт} = \frac{C \cdot L_{C\,TP} \cdot \left(1{,}08 \cdot G_{TP} \cdot \mu + 0{,}5 \cdot Q_X \cdot \mu + 0{,}08 \cdot Z_{MOH}\right) \cdot v_{23}}{V_X \cdot \eta_{0\,23} \cdot \eta_{1\,23}} + \frac{N_{CБ} \cdot K_C}{П_{Ч\,TP}}. \quad (9)$$

9. Операция "штабелевка-погрузка круглых лесоматериалов"

$$g_{шт\text{-}погр.} = \frac{2 \cdot C \cdot \gamma \cdot g \cdot h \cdot v_{24}}{\eta_{0\,24} \cdot \eta_{1\,24}} + \frac{2 \cdot C \cdot \mu_I \cdot l_I \cdot \left(Q_{ПАЧ} + 2 \cdot G_T\right) \cdot v_{25}}{V_{ПАЧ} \cdot \eta_{0\,25} \cdot \eta_{1\,25}} + \frac{2 \cdot C \cdot \mu_K \cdot l_K \cdot \left(Q_{ПАЧ.} + 2 \cdot G_K\right) \cdot v_{26}}{V_{ПАЧ} \cdot \eta_{0\,26} \cdot \eta_{1\,26}}. \quad (10)$$

10. Операция "вывозка до потребителя"

$$g_{дост} = \frac{10^3 \cdot C \cdot \gamma \cdot g \cdot K_0 \cdot \psi_M \cdot \left(1 + 2 \cdot a_4\right) \cdot l_{ДОСТ} \cdot v_{27}}{\eta_{0\,27} \cdot \eta_{1\,27}}. \quad (11)$$

Обозначения в этих и последующих формулах приведены в диссертации.

Таблица 1

Сводная таблица удельных энергоемкостей операций технологического процесса вывозки с лесосеки хлыстов и производства круглых лесоматериалов на лесоскладе

Наименование операций	Удельные энергоемкости операций, кВт·ч/м^3, для разных объемов хлыстов, м^3				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	2	3	4	5	6
1 Валка-пакетирование деревьев	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29
2 Трелевка деревьев $l_{тр}$=200 м	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
3.Очистка деревьев от сучьев	0,93	0,65	0,51	0,43	0,37
4.Погрузка хлыстов	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
5.Вывозка хлыстов до лесосклада $l_{выв.}$=75 км	29,25	29,25	29,25	29,25	29,25
6.Разгрузка хлыстов на лесоскладе	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.Раскряжевка хлыстов на 3 сортимента	0,34	0,30	0,27	0,25	0,24
8.Сортировка круглых лесоматериалов	1,99	1,39	1,10	0,91	0,79
9.Штабелевка-погрузка круглых лесоматериалов	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
10.Вывозка до потребителя $l_{дост}$=25 км	9,75	9,75	9,75	9,75	9,75
Суммарная удельная энергоемкость процесса	44,41	43,48	43,01	42,71	42,51

Энерго-математические модели для оценки удельных энергоемкостей, кВт·ч/м^3, операций технологического процесса получения сортиментов с помощью валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины будут следующие:

$$g_{об} = g_{п\,с} + g_{тр\,с} + g_{погр\,с} + g_{дост.} \qquad (12)$$

а именно:

1. Операция "валка деревьев - очистка деревьев от сучьев-раскряжевка хлыстов"

$$g_{п\,с.} = \frac{C\cdot\pi\cdot d_C^{\,2}}{4\cdot V_{Д.}}\cdot\frac{b\cdot K}{}\cdot\left(\frac{v_1}{\eta_{01}\cdot\eta_{11}}+\frac{C_2\cdot u_П\cdot v_2}{V_P\cdot\eta_{02}\cdot\eta_{12}}\right)+\frac{C\cdot M\cdot\omega'\cdot v_3}{V_X\cdot\eta_{03}\cdot\eta_{13}}+$$
$$+\frac{C}{V_X}\cdot\left[K_P\cdot S+\frac{l_X\cdot\left(Q_X\cdot K'+G_{ПР}\right)\cdot\mu_H+l_X\cdot\left(1-K'\right)\cdot Q_X\cdot\mu_X}{\eta_{04}\cdot\eta_{14}}\right]\cdot$$
$$\cdot v_4+\frac{C\cdot\pi\cdot d_C^{\,2}\cdot b\cdot K\cdot n}{4\,V_X}\cdot\left(\frac{v_1}{\eta_{01}\cdot\eta_{11}}+\frac{C_2\cdot u_П\cdot v_2}{V_P\,\eta_{02}\cdot\eta_{12}}\right)+ \qquad (13)$$
$$+\frac{10^4\cdot C\;G_{ХАР}\;\psi_M\cdot K_0\;v_5\cdot\left(1+m_1\right)}{q\cdot\Delta\cdot\eta_{05}\cdot\eta_{15}}+\frac{C\;A_Д\cdot v_6}{V_Д\cdot\eta_{06}\cdot\eta_{16}}.$$

2. Операция "трелевка сортиментов"

$$g_{тр\,с.} = \frac{C\cdot\left[\gamma\cdot g\cdot(h_1 + r_M\cdot\omega_M) + \frac{A_{CM}}{V_C}\right]\cdot v_7}{\eta_{07}\cdot\eta_{17}} + \frac{C\cdot l_{CP}\cdot\gamma\cdot g\cdot K_0\cdot v_8\cdot\psi_M\cdot(1+2\cdot a_1)}{\eta_{08}\cdot\eta_{18}}. \quad (14)$$

3. Операция "погрузка сортиментов"

$$g_{погр.с.} = \frac{C\cdot h\ \gamma\ g\cdot v_9}{\eta_{09}\cdot\eta_{19}} + \frac{C\ \psi_M\cdot l_0\cdot(Q_П + 2\cdot G_П)\cdot v_{10}}{V_П\cdot\eta_{010}\cdot\eta_{110}} \quad (15)$$

4. Операция "вывозка до потребителя"

$$g_{дост} = \frac{10^3\cdot C\cdot\gamma\cdot g\ K_0\cdot\psi_M\cdot v_{11}\cdot(1+2\cdot a_3)\cdot l_{ДОСТ}}{\eta_{011}\cdot\eta_{111}}. \quad (16)$$

Таблица 2

Сводная таблица удельных энергоемкостей операций технологического процесса заготовки сортиментов с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины

Наименование операций	Удельные энергоемкости операций, кВт·ч/м^3, для разных объемов хлыстов, м^3				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1.Валка деревьев-очистка деревьев от сучьев-раскряжевка хлыстов на 3 сортимента	0,58	0,44	0,38	0,32	0,30
2.Трелевка сортиментов $l_{тр}$=200 м	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
3.Погрузка сортиментов	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4.Вывозка до потребителя $l_{дост}$=100 км	39	39	39	39	39
Суммарная удельная энергоемкость процесса	40,24	40,10	40,95	39,98	39,96

Энерго-математические модели для оценки удельных энергоемкостей, кВт·ч/м^3, операций технологического процесса получения сортиментов с помощью сучкорезно-раскряжевочной машины будут следующие:

$$g_{об} = g_{в\text{-}п} + g_{тр} + g_{о.\text{-}р} + g_{погр\,с} + g_{дост}, \quad (17)$$

а именно:

1 Операция "валка-пакетирование деревьев"

$$g_{в\text{-}п} = \frac{C\cdot\pi\cdot d_C^{\,2}\cdot b\cdot K}{4\cdot V_Д}\cdot\left(\frac{v_1}{\eta_{01}\cdot\eta_{11}}+\frac{C_2\cdot u_П\cdot v_2}{V_P\cdot\eta_{0.2}\cdot\eta_{12}}\right)+C\cdot\gamma_1\cdot g\cdot\left(\frac{v_3\cdot\Delta\cdot K_0}{\eta_{03}\cdot\eta_{13}\cdot 2\cdot a_3}+\right.$$
$$\left.+\frac{r_Д\cdot\omega_{CP}\cdot\mu_1\cdot v_4}{\eta_{04}\cdot\eta_{14}}\right)+\frac{10^4\cdot C\cdot G_{ВПМ}\cdot\psi_{M.}\cdot K_0\cdot(1+m_1)\cdot v_5}{q\ \Delta\cdot\eta_{05}\cdot\eta_{15}}+\frac{C\cdot A_Д\cdot v_6}{V_Д\cdot\eta_{06}\cdot\eta_{16}}. \qquad (18)$$

2. Операция "трелевка деревьев"

$$g_{тр} = \frac{C\cdot\gamma_1\cdot g\cdot l_{CP}\cdot K_0\cdot v_7}{\eta_{07}\cdot\eta_{17}}\cdot(\psi_П+2\cdot a_2\cdot\psi_M)+C\cdot\gamma_1\cdot g\cdot$$
$$\cdot\left[\frac{h_1\cdot v_8\cdot K'}{\eta_{08}\cdot\eta_{18}}+\frac{(1-K')\cdot r_П\cdot\mu_{П.}\cdot\omega_{CT}\cdot v_9}{\eta_{09}\cdot\eta_{19}}\right]. \qquad (19)$$

3. Операция "очистка деревьев от сучьев-раскряжевка хлыстов"

$$g_{о\text{-}р} = \frac{C}{V_X}\cdot\left\{K_P\cdot S+\frac{\mu_{KAP}\cdot l_X\cdot(Q_{KAP}+2\cdot G_{KAP})\cdot v_{10}}{\eta_{010}\cdot\eta_{110}}+\right.$$
$$\left.+\frac{G_{CT}\cdot\varphi_{CT\,Г}\cdot r_{CT\,Г}\cdot\mu_{CT\,Г}\cdot v_{11}}{\eta_{011}\cdot\eta_{111}}+\frac{Q_X\cdot h_2+G_{CT}\cdot\varphi_{CT\,B}\cdot r_{CT\,B}\cdot\mu_{CT\,B}\cdot v_{12}}{\eta_{012}\cdot\eta_{112}}\right\}+$$
$$+\frac{C\cdot G_{CPM}\cdot\psi_M\cdot L\cdot v_{13}}{П_{CM}\cdot\eta_{013}\cdot\eta_{113}}+\frac{C\cdot\pi\cdot d_{CP}^{\,2}\cdot b\cdot K_{PACK}\cdot n}{4\ V_{X.}}\cdot \qquad (20)$$
$$\cdot\left(\frac{v_{14}}{\eta_{014}\ \eta_{114}}+\frac{C_П\cdot u_P\cdot v_{15}}{V_П\cdot\eta_{015}\cdot\eta_{115}}\right).$$

4. Операция "погрузка сортиментов"

$$g_{погр\ с} = \frac{C\cdot h\cdot\gamma\cdot g\ v_{16}}{\eta_{016}\cdot\eta_{116}}+\frac{C\cdot\psi_M\cdot l_0\cdot(Q_П+2\cdot G_П)\cdot v_{17}}{V_П\cdot\eta_{017}\cdot\eta_{117}}. \qquad (21)$$

5. Операция "вывозка до потребителя"

$$g_{дост} = \frac{10^3\cdot C\cdot\gamma\cdot g\ K_0\cdot\psi_M\cdot(1+2\cdot a_3)\cdot l_{ДОСТ}\cdot v_{18}}{\eta_{018}\cdot\eta_{118}} \qquad (22)$$

Таблица 3

Сводная таблица удельных энергоемкостей операций технологического процесса заготовки сортиментов с помощью сучкорезно-раскряжевочной машины

Наименование операций	Удельные энергоемкости операций, кВт·ч/м^3, для разных объемов хлыстов, м^3				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	2	3	4	5	6
1.Валка-пакет. деревьев	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
2.Трелевка деревьев $l_{тр}$=200 м	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
3.Очистка деревьев от сучьев-раскряжевка хлыстов на 3 сортимента	0,83	0,58	0,47	0,40	0,35
4 Погрузка сортиментов	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
5. Вывозка до потребителя $l_{дост}$=100 км	39	39	39	39	39
Суммарная удельная энергоемкость процесса	41,59	41,33	41,21	41,13	41,07

Анализ удельных энергоемкостей исследуемых технологических процессов производства круглых лесоматериалов в виде зависимостей их от объема хлыста показан на рис. 1.

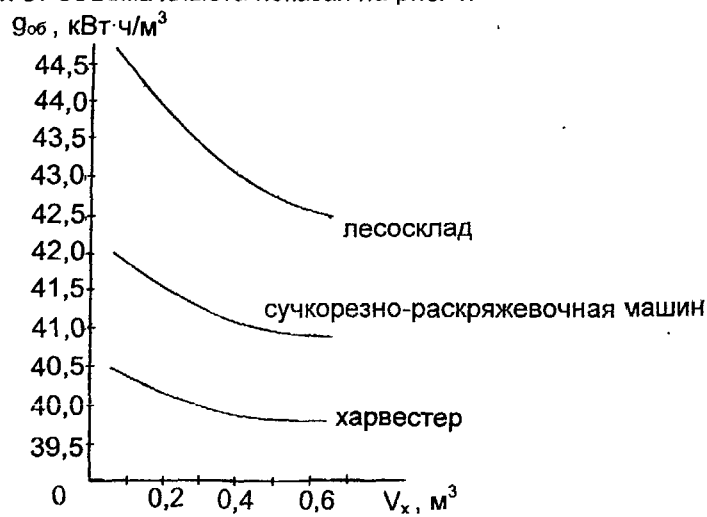

Рис. 1. Зависимости удельных энергоемкостей от объема хлыста при числе получаемых сортиментов 3, среднем расстоянии трелевки 200 м и среднем расстоянии вывозки до потребителя 100 км для исследуемых технологических процессов производства круглых лесоматериалов

4. Экспериментальные исследования

В четвертом разделе описана методика проведения экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования по определению энергозатрат в процессе раскряжевки хлыстов проводились на раскряжевочной установке с продольным перемещением хлыста ЛО-15С на лесопромышленном складе лесозаготовительного объединения ООО «Сосногорсклес» Республики Коми в июле-августе 1999 года. Для замера энергозатрат использовались 3 трехфазных счетчика электрической энергии, которые «вели» учет затраченной энергии при работе манипулятора, подающего транспортера и пильного механизма установки. Система отмера длин была зафиксирована на 4-х-метровую длину получаемых сортиментов, поэтому энергозатраты на работу системы отмера длин не исследовались.

Параллельно с замером энергрзатрат при работе раскряжевочной установки ЛО-15С велся учет объемов получаемых сортиментов.

Приведена методика обработки экспериментальных данных с помощью универсального пакета статистических программ STADIA 6.0 на ПЭВМ.

5. Результаты экспериментальных исследований

Пятый раздел освещает результаты обработки экспериментальных данных.

Определены законы распределения объемов выхода сортиментов при раскряжевке хлыстов. На основании данных распределения объемов сортиментов определена взаимосвязь между ними в виде нормированной корреляционной матрицы.

Некоторые результаты анализа удельных энергозатрат от объема идущего на раскряжевку хлыста при работе подающего транспортера, пильного механизма и раскряжевочной установки ЛО-15С в целом приведены в табл. 4 и на рис. 2.

Таблица 4

Уравнения регрессии

Наименование механизмов, где исследовались энергозатраты	Уравнение регрессии
Пильный механизм	$y=0,0835+0,005/V_x$
Транспортер	$y=0,0838+0,016/V_x$
Установка в целом	$y=0,24+0,022/V_x$

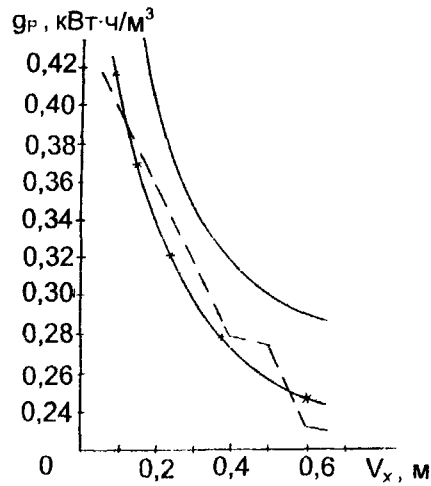

Рис. 2 Зависимости удельной энергоемкости работы раскряжевочной установки ЛО-15С от объема хлыста

——————— теоретическая

- - - - - - - - - - - - экспериментальная

—*——*——*— построенная по уравнению регрессии

Комплексное влияние таких факторов, как объем хлыста, идущего на раскряжевку V_x, числа n и диаметра d_c получаемых сортиментов, на удельные энергозатраты процесса раскряжевки на установке ЛО-15С описывается уравнением регрессии

$y=0,344-0,035 \cdot V_x+0,081 \cdot n+0,042 \cdot d_c$

Коэффициент детерминации – 0,97.

6. Обоснование рационального по удельным энергозатратам технологического процесса производства круглых лесоматериалов

Шестой раздел посвящен анализу трех технологических процессов производства круглых лесоматериалов, наиболее распространенных в Республике Коми, с целью определения и обоснования рациональной технологии. В качестве показателя эффективности использовались минимальные удельные энергозатраты. Предварительно определялось оптимальное расстояние трелевки для каждого процесса с помощью симплекс-метода. Дальнейший расчет велся по специально разработанной программе на ПЭВМ согласно блок-схеме на рис. 3.

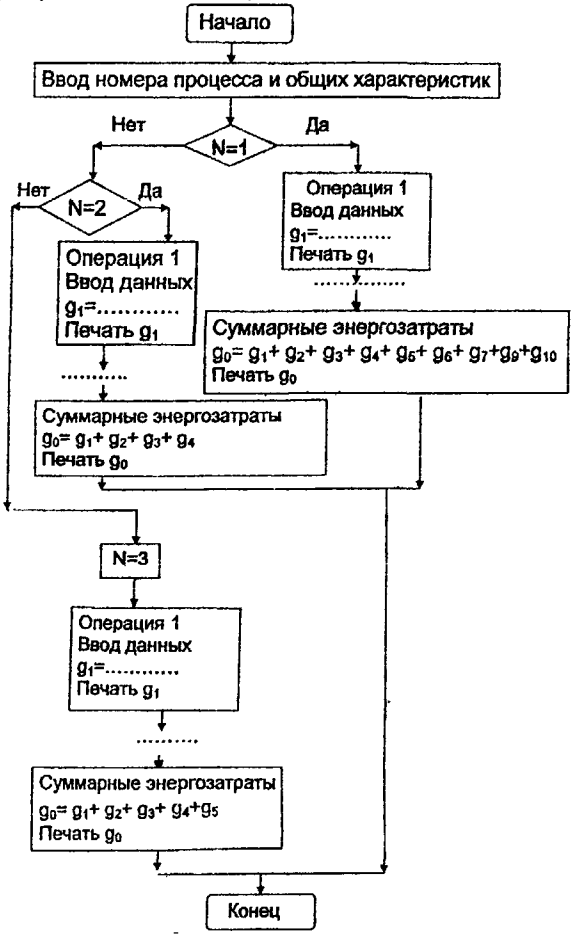

Рис. 3. Блок-схема к программе

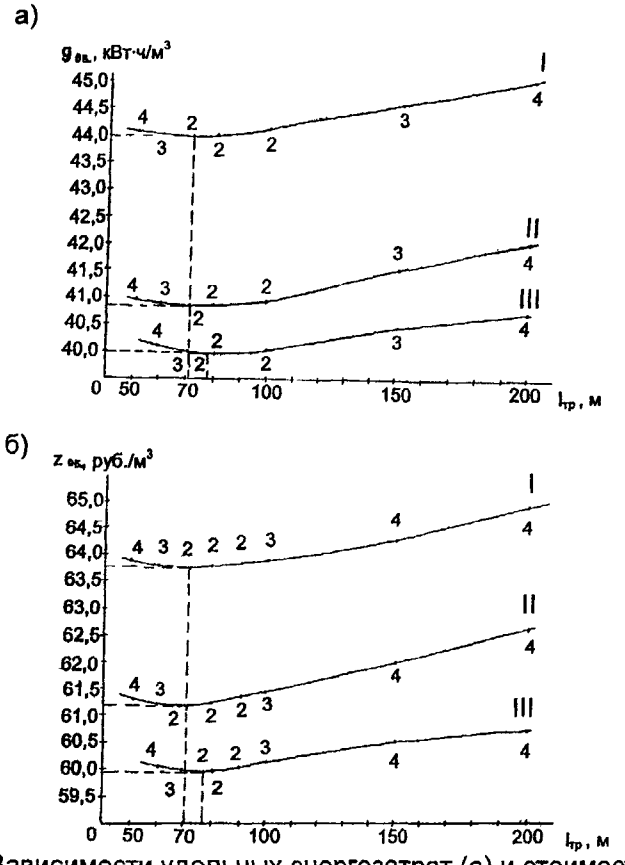

Рис 4. Зависимости удельных энергозатрат (а) и стоимости удельных энергозатрат (б) от среднего расстояния трелевки при числе получаемых сортиментов 2, 3, 4 из хлыстов объемом 0,2 м^3 и среднем расстоянии вывозки до потребителя 100 км для следующих технологических процессов:

I – технологический процесс вывозки с лесосеки хлыстов и производства круглых лесоматериалов на лесопромышленном складе;

II – технологический процесс получения сортиментов на лесосеке с помощью сучкорезно-раскряжевочной машины;

III – технологический процесс получения сортиментов на лесосеке с помощью валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины

В качестве основного переменного параметра при соблюдении постоянства других для обоснования использовалось число получаемых сортиментов. Была также рассмотрена стоимость удельных энергозатрат трех исследуемых технологических процессов по ценам дизтоплива и электроэнергии на 1.07.2000 года. Результаты расчетов (рис 4) показали, что минимальные удельные энергозатраты и стоимость энергозатрат будут при технологическом процессе заготовки сортиментов с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В качестве показателя эффективности технологического процесса производства круглых лесоматериалов рекомендуется использовать удельную энергоемкость, при этом выходными показателями обоснования рационального процесса являются минимальные удельные затраты энергии и стоимость энергозатрат, применяемая система машин, среднее расстояние трелевки и число получаемых сортиментов. Расчет удельных энергоемкостей технологического процесса производства круглых лесоматериалов должен осуществляться по энерго-математическим моделям с учетом всего комплекса основных работ, начиная с валки деревьев и заканчивая поставкой продукции во двор потребителя.
2. Оценка энергоемкости 1 м^3 древесины показала, что удельная энергоемкость с увеличением объема хлыста, идущего на раскряжевку, с 0,2 до 0,6 м^3 уменьшается незначительно (в среднем на 4,28% для процесса получения круглых лесоматериалов на лесопромышленном складе, на 0,7% для процесса с применением на лесосеке валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины и на 1,25% при использовании сучкорезно-раскряжевочной машины).
3. Выявлено, что распределение объемов сортиментов, получаемых при раскряжевке хлыстов, независимо от породы и диаметра, подчиняется нормальному или логнормальному законам распределения.
4. Получена количественная взаимосвязь выхода отдельных сортиментов в виде нормированной корреляционной матрицы. Наиболее сильная связь наблюдается для деловой древесины при получении пиловочника и лиственного баланса.
5. Исследования комплексного влияния объема хлыста, идущего на раскряжевку, диаметра и числа получаемых сортиментов при ра-

боте раскряжевочной установки ЛО-15С на удельные энергозатраты показали, что наиболее значимым является число получаемых сортиментов.

6. Установлено, что на общие удельные энергозатраты при раскряжевке хлыстов на раскряжевочной установке ЛО-15С наибольшее влияние оказывают удельные энергозатраты от работы подающего транспортера. На выполнение этой операции затрачивается до 50% общих удельных затрат энергии при работе установки в целом.
7. Предлагаемые алгоритм и программа по обоснованию рационального с точки зрения минимальных энергозатрат технологического процесса производства круглых лесоматериалов должны использоваться не только для обсчета одного отдельного процесса, но и для сравнительного анализа с другими возможными вариантами.
8. Разработанные методика и энерго-математические модели позволяют проводить обоснование рационального с точки зрения минимальных энергозатрат технологического процесса производства круглых лесоматериалов для различных систем машин в любом лесозаготовительном предприятии.
9. Наименьшие удельные энергозатраты и стоимость удельных энергозатрат будут при технологическом процессе заготовки сортиментов с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины, но также от них не очень отличаются удельные энергозатраты и стоимость удельных энергозатрат при использовании на валке деревьев валочно-пакетирующей машины, а на очистке деревьев от сучьев – раскряжевке хлыстов сучкорезно-раскряжевочной машины. И в первом, и во втором случае сортименты будут поставляться во двор потребителю непосредственно с лесосеки, то есть минуя лесосклад.

Основное содержание работы опубликовано в следующих работах.

1. Коломинов В.П , Коломинова М.В. Энергоемкость процесса очистки деревьев от сучьев при выполнении лесосечных работ // Рынок и пути развития лесного комплекса: Тезисы докладов науч.-прак. конференции. / СЛИ.– Сыктывкар, 1996. – с.126.

2. Коломинов В.П., Коломинова М.В. Энергоемкость процесса погрузки леса челюстными лесопогрузчиками // Сбор. науч. тр. УИИ и Коми регион. отделения РАЕН №2/ УИИ. - Ухта,1996.-с.222-223.
3. Шоль Н.Р , Дроздовский Г.П., Коломинова М.В., Сямптомов В.Н. Экологические проблемы механизации лесозаготовительных работ в Республике Коми // Эколого-экономические проблемы охраны окружающей среды: Тезисы докладов науч.-прак. конференции 3-4 февраля 1998. / СЛИ. – Сыктывкар, 1998. – с.82-83.
4. Дроздовский Г.П., Коломинова М.В. Технология и оборудование заготовки сортиментов при разработке заболоченных лесосек // Рациональное использование лесных ресурсов: Материалы международной науч.-прак. конференции 20-22 апреля 1999. / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 1999. – с.108-110.
5. Меньшиков В.Н., Коломинова М.В. Краткая характеристика лесов Республики Коми с позиций выхода товарной продукции и ее реализации / ЛТА, СПб, 1999. – 17с – Деп. в ВИНИТИ 24.06.99. №2014 - В 99.
6. Коломинов В П., Коломинова М.В. Экологические проблемы при разработке лесосек // Север и экология – 21 век: экологическое образование и воспитание· Сб науч тр. межрегиональной конференции 21-24 сентября 1999. / УГТУ. – Ухта, 1999. – с.56.
7. Меньшиков В.Н., Коломинова М.В. Энергозатраты технологических процессов заготовки сортиментов / ЛТА, СПб, 1999. – 31с.: с ил. – Деп. в ВИНИТИ 3.11.99. №3273 - В 99.
8. Коломинова М.В. Энергоемкость процесса получения сортиментов на лесосеке с помощью сучкорезно-раскряжевочной машины. // XIV Коми республиканская молодежная научная конференция: Тезисы докладов республ. науч. конференции 18-20 апреля 2000 / Коми науч. центр УрО Российской АН. – Сыктывкар, 2000. – с.36, том 1.
9. Коломинов В.П., Коломинова М.В. Трудоемкость технологического процесса получения сортиментов при использовании харвестеров и форвардеров. // Научно-технический прогресс в лесном комплексе: Материалы международной науч.-технич. конференции 18-20 апреля 2000. / СЛИ. – Сыктывкар, 2000. – с.28.
10. Коломинов В.П., Коломинова М.В. Энергоемкость процесса раскряжевки хлыстов харвестерами и процессорами //Сбор. науч тр. УГТУ №4. / УГТУ. – Ухта, 2000. – с.330-331.
11. Коломинова М.В. Материалоемкость лесозаготовительного процесса//Сбор. науч. тр. УГТУ №4. / УГТУ – Ухта, 2000. – с.333-

334.
12. Меньшиков В.Н., Коломинова М.В. Трудозатраты технологических процессов заготовки сортиментов/ ЛТА, СПб, 2000. – 14с.: с ил. – Деп. в ВИНИТИ 22.06.00. №1769 – В 00
13. Коломинова М.В. Определение удельных энергозатрат при вывозке леса // Рациональное использование лесных ресурсов· Материалы международной науч.-прак. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.Е. Печенкина. 24-25 января 2001. / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 2001. – с. 194-195.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим присылать по адресу· 194021, С.-Петербург, Институтский пер., 5, Лесотехническая академия, Ученый Совет.

Отпечатано с готового оригинал-макета

Лицензия ЛР № 020578 от 04.07.97.

Подписано в печать с оригинал-макета 22.05.2001.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Уч.-изд. л. 1,0. Печ. л. 1,25. Тираж 100 экз. Заказ № 193. С 11а.

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия
Издательско-полиграфический отдел СПбЛТА
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 3

109
2001-A
5109