

630<sup>x</sup>  
M15

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

УДК 634.0.30

МАКУШИНСКИЙ Михаил Владимирович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УКЛАДКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ  
ПРИ ШТАБЕЛЬКЕ И ПОГРУЗКЕ

05.21.01 - Технология и машины лесного  
хозяйства и лесозаготовок

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Мирск 1986

Диссертационная работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте имени С.М.Кирова на кафедре технологии лесозаготовок и в объединении "Бобруйскдрев".

Научные консультанты - кандидат технических наук,  
доцент ХОДОСОВСКИЙ М.В.  
кандидат технических наук,  
доцент ТУРЛАЙ И.В.

Официальные оппоненты:

профессор,  
доктор технических наук Д.К.ВОЕВОДА

доцент,  
кандидат технических наук С.С.ЛЕБЕДЬ

Ведущее предприятие - Свердловское научно-производственное лесозаготовительное объединение "Свердлеспрома"

Защита диссертации состоится "20" сентября 1987 года в 14 час. на заседании специализированного совета К.056.01.01 в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте имени С.М.Кирова по адресу: 220630, Минск, ул.Свердлова, 13а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "19" сентября 1986г.

Ученый секретарь  
специализированного совета

ТРОФИМОВ С.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Удельный вес перевозок лесных грузов по дорогам МПС составляет 9,6 – 10 % в грузообороте железнодорожного транспорта, причем около 70 % всех перевозимых лесных грузов приходится на круглые лесоматериалы. Анализ статистических данных по видам лесных грузов, грузообороту и дальности перевозок за последнее десятилетие позволяет предположить, что в ближайшей перспективе эти показатели сохранятся примерно на прежнем уровне, что очень остро ставит вопрос эффективности использования вагонов в лесной отрасли.

Основными направлениями экономического и социального развития народного хозяйства СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 г. предусматривается дальнейшее повышение эффективности работы железнодорожного транспорта, причем большое значение придается улучшению использования парка вагонов путем загрузки их до установленной нормы и ускорению оборачиваемости. Повышение статической нагрузки на вагон при перевозках круглых лесоматериалов является актуальной народнохозяйственной задачей, успешное решение которой не только улучшает показатели работы железнодорожного транспорта, но в немалой степени будет способствовать своевременному выполнению плана поставок лесной продукции потребителю, а также сохранности древесины, уменьшению нерациональных запасов ее на лесных складах, что усложняет технологические процессы.

Цель и задачи работы. Работа направлена на выявление возможности увеличения статической нагрузки на вагон при перевозке круглых лесоматериалов за счет использования различных способов укладки и сочетаний размерных параметров бревен.

Задача исследований заключалась в изучении влияния на величину загрузки вагона таких параметров как диаметры бревен, сбеги, длины и разброс диаметров при различных способах укладки.

Новизна. Выявлены и количественно оценены при помощи аналитических и регрессионных уравнений закономерности изменения величины статической нагрузки на вагон при пакетных перевозках круглых лесоматериалов в зависимости от способов укладки при различных сочетаниях параметров бревен. Предложена в качестве эффективного способа повышения статической нагрузки на вагон раскомлевка круглых лесоматериалов в процессе их сортировки, разработаны схемы технологических потоков на лесных складах, обеспечивающих раскомлевку лесомате-

2631 ар  
Б.И.Е.  
И.Н.С.И.К.И.В.А.

риалов в соотношении 1 : 1 с применением и без применения специальных разворотных устройств.

Практическая ценность. Результаты исследований применяются в Оршанском, Бобруйском и Осиповичском леспромхозах республики, где осуществляется погрузка круглых лесоматериалов в вагоны МПС вразнокамелицу, что позволяет увеличить статическую нагрузку на вагон на 3,6 - 5,7 м<sup>3</sup> или 7 - 11 %. Для широкого распространения предложенного способа загрузки вагонов круглыми лесоматериалами в других леспромхозах ВНИИЭИ леспромом опубликована брошюра: "Повышение объема загрузки вагонов круглыми лесоматериалами".

Приведенный в диссертации экономический расчет показывает, что экономия денежных средств при перевозке круглых лесоматериалов вразнокамелицу составляет 0,31 руб. на 1 м<sup>3</sup>.

Учитывая, что объем перевозок круглых лесоматериалов в год железнодорожным транспортом составляет более 100 млн. м<sup>3</sup>, экономический эффект может достигнуть 31 млн. руб. и высвободиться 153 тысячи вагонов в год.

Обоснованность выводов. Работа проводилась в течение 8 лет с 1975 по 1982 год с использованием современных методик и методов исследований. В процессе нормативного моделирования загрузки вагонов круглыми лесоматериалами осуществлено 2 534 опытных укладок. Обеспечена высокая точность натурального моделирования, погрешности которой определены общеизвестными методами.

Обработка материалов моделирования осуществлена на ЭВМ "Минск - 22", коэффициенты регрессионных уравнений получены с вероятностями не менее 0,985. Ввиду того, что моделирование загрузки вагонов круглыми лесоматериалами было идеализированным / образцы имели правильную форму, на поверхности отсутствовали пеньки сучьев и т.д. /, проведены опытные загрузки вагонов бревнами на ст. Осиповичи - 11 и Несета по трем исследованным способам укладки. Было отгружено 134 вагона и на основании обработки материалов опытных загрузок установлено процент уменьшения статнагрузки на вагон в сравнении с модельными загрузками.

Опробация работы. Основные положения и результаты, изложенные в диссертации, докладывались на научно-технических конференциях БТИ им. С.М. Кирова / 1976, 1978 год /, IУ Всесоюзной научно-технической конференции / 1984 г. /, где были одобрены.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ,

в том числе одна брошюра и 2 авторских свидетельства на изобретения.

Объем. Диссертация изложена на 175 страницах машинописного текста / основной текст на 154 страницах / и состоит из введения, 6-ти глав, выводов и предложений. Работа иллюстрирована 38 рисунками и содержит 10 таблиц. Список использованной литературы включает 70 наименований отечественных источников.

Приложения представлены на 21 странице.

### СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ.

Состояние вопроса и задачи исследования Вопросы повышения плотности укладки круглых лесоматериалов давно привлекают внимание исследователей. В этой области известны работы докторов техн. наук Б. А. Таубера, Д. К. Воеводы, кандидатов техн. наук Н. Т. Гончаренко, А. М. Обермейстера, Ю. А. Котельникова, Э. А. Гагарского, В. Л. Гинзбурга и др. Исследовались вопросы повышения коэффициента полнодревесности за счет применения различных способов уплотнения лесоматериалов, например, виброэффекта, силового воздействия и т. д. Многие исследователи исходили из рассмотрения плоскостной задачи заполнения прямоугольной фигуры кругами определенных диаметров, что, естественно, дало приблизительные результаты в сравнении с реальной укладкой круглых лесоматериалов в вагоне, которая представляет значительно более сложную систему, где взаимодействуют такие параметры как диаметры, сбеги, кривизна бревен, эллипсность поперечных сечений, толщина коры, пеньки сучьев. Необходимо особо подчеркнуть, что большая часть исследований была направлена на повышение плотности укладки круглых лесоматериалов в штабелях, т. е. в формированиях, не ограниченных близко отстоящими друг от друга вертикальными плоскостями. По этой причине перенос результатов исследований по определению коэффициентов полнодревесности штабелей на лесоматериалы, укладываемые в ограниченное пространство вагона, нельзя признать правильным. Исследованиям в большинстве случаев подвергались не специально сформированные структуры с определенным количественным сочетанием входящих в них характеристик круглых лесоматериалов и заранее заданным взаимным расположением, а разнородные штабеля, что не позволяло количественно оценить влияние на величину коэффициента полнодревесности каждого параметра в отдельности и найти их благоприятное сочетание.

Целью данной работы является выявление возможности увеличения статической нагрузки на вагон при перевозке круглых лесоматериалов за счет использования взаимодействия параметров бревен при различных способах укладки.

**Аналитические исследования.** В результате аналитических исследований получены зависимости, которые позволяют вычислить высоту пачек раскомлеванных и нераскомлеванных лесоматериалов при загрузке их в вагон и на основании этого определить в процентном отношении увеличение объема загрузки при укладке бревен в погружаемой пачке вразнокомелитиу.

Среднее значение высоты пачки из нераскомлеванных и раскомлеванных лесоматериалов определяется соответственно из выражений:

$$H_H = \frac{1}{2} \left\{ \sum_{m=1}^{m=\frac{nD}{B}} \frac{h_1 \cos(\beta - \alpha)}{\cos m\beta} + \sum_{m=1}^{m=\frac{nD}{B}} h_2 \cos[\alpha + (m-1)\beta] \right\}, \quad (1)$$

$$H_P = \frac{n\sqrt{Dd}}{B} \cdot \frac{4Dd\sqrt{D(2D+d)} + (D+d)[D\sqrt{d(2D+d)} + d\sqrt{D(2d+D)}]}{4(D+d)^2}, \quad (2)$$

где:

- $n$  - количество бревен в пачке, шт;
- $B$  - ширина вагона, м;
- $D, d$  - диаметр бревна соответственно в комлях и в вершине, см;
- $m$  - порядковый номер ряда сортиментов в пачке;
- $h_1, h_2$  - расстояние между рядами бревен соответственно в комлях и в вершине, см;
- $\alpha$  - угол сбега бревен;
- $\beta$  - угол, образованный горизонталью и линией касания бревен, расположенных в первом ряду.

Формулы получены применительно к пачкам, состоящим из лесоматериалов одинаковых диаметров и сбегов при трех наиболее распространенных схемах взаимного расположения бревен в пачках, т.е. имеют ограниченную область применения. Аналитическими исследованиями невозможно охватить все обширное многообразие взаимного расположения бревен в пачке. Однако проведенные исследования для частного случая расположения бревен в пачке позволили выявить целесообразность раскомлевки круглых лесоматериалов с целью увеличения статической нагрузки на вагон.

Объем загрузки вагона при укладке бревен вразнокомелитиу, как показали

вычисления по формулам (1), (2), увеличивается в сравнении с традиционным способом загрузки на 3 - 30% в зависимости от диаметров, сбегов и длин бревен. Результаты аналитических исследований сравнивались с опытными данными, полученными в процессе моделирования загрузки вагонов по тем же схемам взаимного расположения, для которых получены формулы (1), (2) и накладывались на график. На графиках обнаруживается достаточно близкое совпадение опытных и аналитических кривых.

**Моделирование загрузки вагонов круглыми лесоматериалами.** Учитывая сложную природу лесоматериалов, в целях получения эффективных результатов применен системный подход в организации исследований.

На первом этапе исследовались распределения параметров погружаемых лесоматериалов.

Второй этап предусматривал физическое моделирование загрузки вагонов в масштабе 1 : 10.

На третьем этапе разрабатывалась и исследовалась многофакторная модель загрузки вагонов.

Четвертый этап посвящен исследованиям загрузки вагонов лесоматериалами в условиях предприятий по предлагаемому способам.

Разработке технологических схем лесных складов с целью увеличения степени загрузки вагонов посвящен пятый раздел.

Исследованиями лесоматериалов, погруженных в вагоны МПС на нижних складах объединения "Бобруйскдрев", установлены следующие диапазоны для параметров лесоматериалов:

- диаметры:

пиловочник хвойный 16-58 см; пиловочник дубовый 16-66 см;  
фанерный кряж 15-40 см; спичечный кряж 16-44 см.

- сбеги:

пиловочник 0,5 - 3% ; фанерный и спичечный кряжи 0,5-2%.

Разброс диаметров оценивается параметром  $K$  закона распределения Эрланга:

$$K = \frac{\bar{x}^2}{S^2}$$

Для пиловочника хвойного и лиственного "К" составил 8,5-41,6, для фанерного и спичечного кряжей 22,6-40,5 и 16,7 - 36,5.

Ошибки модельных бревен не превышали 4,9%.

Формирование пакетов производилось:

атомными в одну сторону;

блочными с различной длиной пачек в разные стороны;

в) вразнокомелицу - бревна укладывались через одно комлями в разные стороны.

Сочетание различных параметров бревен задавалось в процентном отношении при помощи матрицы эксперимента. Фиксировались: количество бревен, их параметры, объем. Для анализа взаимного расположения бревен фотографировались торцы пачек.

На графиках рис. 1 приведены зависимости объема загрузки  $V$  от диаметра  $V = f(d)$  для различных способов укладки при длине лесоматериалов  $l = 6$  м.

Наибольший объем загрузки имеет место при укладке бревен вразнокомелицу. Так, для длин 3 и 6 м максимальная загрузка составила 76 и 73 м<sup>3</sup>. Минимальный объем загрузки 44 м<sup>3</sup> наблюдается при загрузке "комлями в одну сторону". Рост загрузки наблюдается с увеличением диаметров бревен при  $S < 1,5\%$ . Для способов укладки "пачками" и "вразнокомелицу" при  $S < 1,5\%$  рост объема загрузки происходит с уменьшением  $d$ .

Зависимости  $V = f(l)$  для всех способов укладки являются убывающими на всем диапазоне  $l$  (рис. 2). Наибольшая интенсивность убывания  $V = f(l)$  наблюдается при укладке "комлями в одну сторону". Так, увеличение  $l$  с 2 м до 6 м вызывает уменьшение  $V$  на 16,5 - 22 м<sup>3</sup>, т.е. недогруз вагонов составляет 22-33%. Большие значения недогрузки относятся к бревнам с большими значениями сбегов. С ростом  $d$  до 32 см недогруз уменьшается до 6 - 12 м<sup>3</sup> или 9-18 %.

Снижение объемов загрузки с увеличением длины бревен ослабевает при укладке "вразнокомелицу". Недогруз вагонов здесь оценивается в 9 - 19 % ( $d = 16$  см) и 8 - 11 % ( $d = 32$  см). Увеличение степени разброса диаметров бревен (уменьшение  $K$ ) способствует повышению объема загрузки по всем способам укладки (рис. 3):

- комлями в одну сторону на 2 - 3 м<sup>3</sup> (2 - 4 %);
- пачками на 1,5 - 2 м<sup>3</sup> (2 - 5 %);
- вразнокомелицу на 1,5 - 2 м<sup>3</sup> (2 - 5 %).

Меньшие значения относятся к малым значениям сбегов ( $S = 0,5 - 1,5$  %) и диаметров ( $d < 20$  см).

Эффект увеличения объема загрузки особенно заметен при больших разбегах диаметров бревен ( $K < 40$ ).

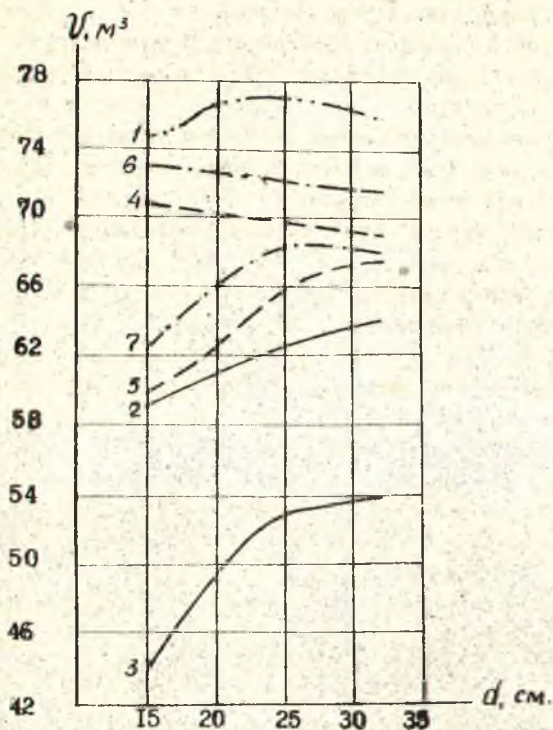


Рис. 1. Зависимость  $U=f(d)$  при  $K < 20$ ,  $l = 6,0$  м.

1 -  $S=0\%$ ;

2 -  $S=1\%$ ; 3 -  $S=2\%$  (комки в одну сторону);

4 -  $S=1\%$ ; 5 -  $S=2\%$  (укладка пачками);

6 -  $S=1\%$ ; 7 -  $S=2\%$  (вразнокомольцу).



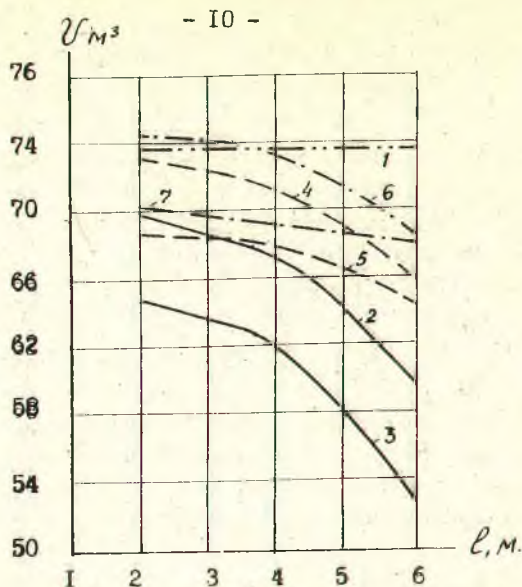


Рис. 2. Зависимости  $V=f(l)$  при  $K=0$  и  $d=24$  см.  
 1 -  $S=0\%$ ,  
 2 -  $S=1\%$ , 3 -  $S=2\%$  (комли в одну сторону);  
 4 -  $S=1\%$ , 5 -  $S=2\%$  (укладка пачками);  
 6 -  $S=1\%$ , 7 -  $S=2\%$  (укладка вразнокомелицу).

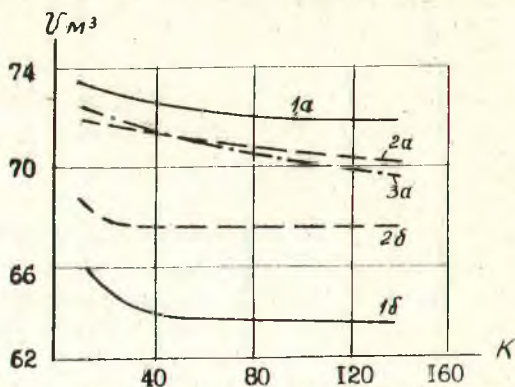


Рис. 3. Зависимости  $V=f(K)$  для  $Z=6$  м.  
 Г - укладка вразнокомелицу.  
 а) -  $S=1\%$ ; б) -  $S=2\%$ ; 1 -  $d=16-20$  см;  
 2 -  $d=20-24$  см; 3 -  $d=24-28$  см.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Установление зависимостей, описывающих загрузку в ограниченном пространстве и позволяющих вести практические расчеты с учетом всего комплекса действующих факторов, проводилось на ЭВМ по разработанной программе.

Уравнения множественной регрессии  $U$  относительно  $d$ ,  $S$ ,  $L$ ,  $K$  получились в виде

$$U = b_0 + b_1 d + b_2 K + b_3 S + b_4 L.$$

Система сопутствующих показателей включает ошибки коэффициентов уравнений  $\sigma_{b_i}$ , их достоверности  $m_{b_i}$ , матрицу стандартизированных коэффициентов уравнения регрессии  $\beta$ , коэффициенты частных корреляций  $\rho_{ij,k}$ , достоверности корреляций  $m_{z_{ij}}$ , коэффициент множественной корреляции  $\rho$ , среднюю квадратическую ошибку коэффициента корреляции  $\sigma_\rho$ , достоверности его  $m_\rho$ .

Зависимость объема загрузки вагона от основных действующих факторов бревен для способа укладки "комлями в одну сторону" получена в виде:

$$U = 84,3 + 0,25 d - 0,25 \cdot 10^{-2} K - 8,37 S - 3,5 L, \text{ м}^3$$

при  $\rho = 0,93$ ;  $\sigma_\rho = 0,0112$ ;  $m_\rho = 77,23$ , коэффициенты при  $d$ ,  $K$ ,  $S$ ,  $L$  определены с вероятностями  $0,99 - 0,999$ .

Установлено, что  $U$  возрастает с увеличением диаметра, разброса диаметров, с уменьшением сбегов и длин лесоматериалов. Превалирующее влияние оказывают сбеги и длина бревен.

Частые уравнения регрессий представлены системой

$$\begin{aligned} U &= 57,30 + 0,22 d, \text{ м}^3; \\ U &= 62,91 - 0,16 \cdot 10^{-2} K, \text{ м}^3; \\ U &= 73,64 - 7,70 S, \text{ м}^3; \\ U &= 76,92 - 3,30 L, \text{ м}^3; \end{aligned}$$

При способе укладки "пачки" объем загрузки определяется уравнением

$$U = 78,76 + 0,086 d - 0,28 \cdot 10^{-2} K - 4,21 S - 1,19 L, \text{ м}^3.$$

Оценки:  $\rho = 0,82$ ;  $\sigma_\rho = 0,028$ ;  $m_\rho = 29,15$ .

Частные уравнения регрессии

$$U = 67,25 + 0,06 d, \text{ м}^3;$$

$$U = 69,36 - 0,27 \cdot 10^{-2} K, \text{ м}^3 ;$$

$$U = 75,11 - 4,10 S, \text{ м}^3 ;$$

$$U = 73,62 - 1,14 l, \text{ м}^3 ;$$

Для способа укладки бревен "вразнокомелицу" объем загрузки устанавливается как

$$U = 80,52 + 0,96 \cdot 10^{-2} d - 0,24 \cdot 10^{-2} K - 3,63 S - 0,91 l, \text{ м}^3.$$

Частные уравнения регрессии

$$U = 70,77 + 0,53 \cdot 10^{-2} d, \text{ м}^3 ;$$

$$U = 71,45 - 0,27 \cdot 10^{-2} K, \text{ м}^3 ;$$

$$U = 76,44 - 3,73 S, \text{ м}^3 ;$$

$$U = 75,68 - 1,07 l, \text{ м}^3 ;$$

$$\text{Оценки : } \rho = 0,77 ; \sigma_{\rho} = 0,0363 ; m_{\rho} = 20,93.$$

По мере совершенствования укладки, а именно, при переходе от способа укладки "комлями в одну сторону" к укладке "вразнокомелицу" влияние рассматриваемых факторов снижается. Исключением является разброс диаметров бревен. Его влияние остается неизменным.

Опытно-промышленная проверка результатов исследований. Поскольку моделирование процессов укладки было идеализированным и не учитывало кривизну, наличие пеньков сучьев, оценка достоверностей проводилась по результатам опытно-промышленной проверки.

Загрузка вагонов лесоматериалами проводилась на ст. Несета и Осиповичи-II. Было загружено 134 вагона. Раскомлевка в вагоне составила 43-50 %, диапазоны параметров лесоматериалов располагались: диаметры в пределах 18 - 36 см, длина от 3 до 6 м, сбеги до 2,5 %.

Установлено, что объем загрузки лесоматериалов в коре уменьшается в сравнении с модельными на 8 % при укладке комлями в одну сторону и на 10 % при укладке вразнокомелицу. Объясняется это наличием кривизны, эллипсности поперечного сечения, присутствием отдельных пеньков сучьев.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОСНОВНЫХ ПОТОКОВ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ С РАСКОМЛЕВКОЙ КРУГ- ЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Типовые схемы лесных складов не предусматривают раскомлевки лесоматериалов. Предлагается формирование пакетов лесоматериалов, уложенных вразнокомелицу осуществлять двумя способами: различным направ-

лением подачи хлыстов к раскрывочным узлам и применением в потоках специальных разворотных устройств.

Раскомлевка по первой схеме, внедренная на лесном складе "Рабкор" Бобруйского ЛПХ приведена на рис.4. При своей простоте схема не обеспечивает раскомлевки лесоматериалов в соотношении 1 : 1.

На рис.5 приведена схема склада с раскомлевкой лесоматериалов при использовании установок типа ЛО-15 без разворотных устройств.

Нами разработана конструкция разворотных устройств / а.с. № 882885, № 453343 /, которые обеспечивают хорошую вписываемость в технологические потоки, надежную работу с лесоматериалами различных длин и диаметров, высокую производительность при безостановочной работе лесотранспортера. Схема склада с использованием таких устройств представлена на рис.6.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экономия денежных средств при перевозке круглых лесоматериалов вразнокомелицу составляет 0,31 руб. на 1 м<sup>3</sup>.

Учитывая, что объем перевозок круглых лесоматериалов в год железнодорожным транспортом составляет более 100 млн. м<sup>3</sup>, экономический эффект может достичь более 31 млн. руб. и высвободиться более 153 тыс. вагонов в год.

#### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

1. Установлено, что основными факторами, оказывающими влияние на величину объема загрузки вагона круглыми лесоматериалами, являются их диаметры, длина, сбеги, форма и разброс диаметров, а также способ укладки.

2. По степени влияния на увеличение объема загрузки ограниченного пространства первостепенное значение имеют уменьшение сбегов, уменьшение длины лесоматериалов, увеличение диаметров и разброса диаметров.

При загрузке в вагон лесоматериалов вразнокомелицу степень влияния всех указанных выше факторов ослабевает.

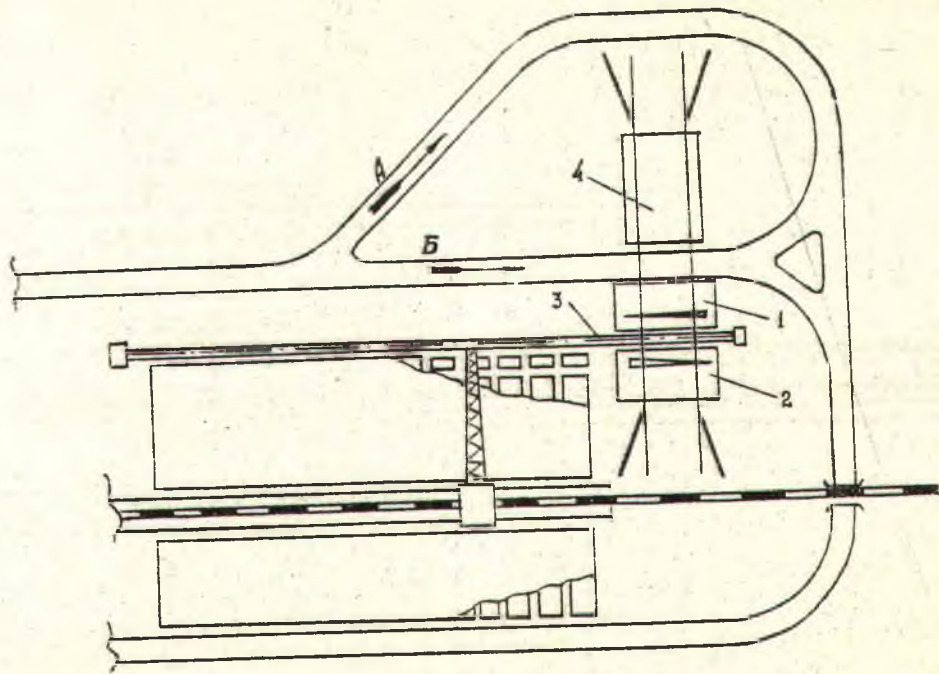


Рис.4. Схема лесного склада с раскомлевкой хлыстов.  
 1-2 - раскряжевные эстакады; 3 - сортировочный транспортер;  
 4 - запас хлыстов под кабельным краном КК-2С.

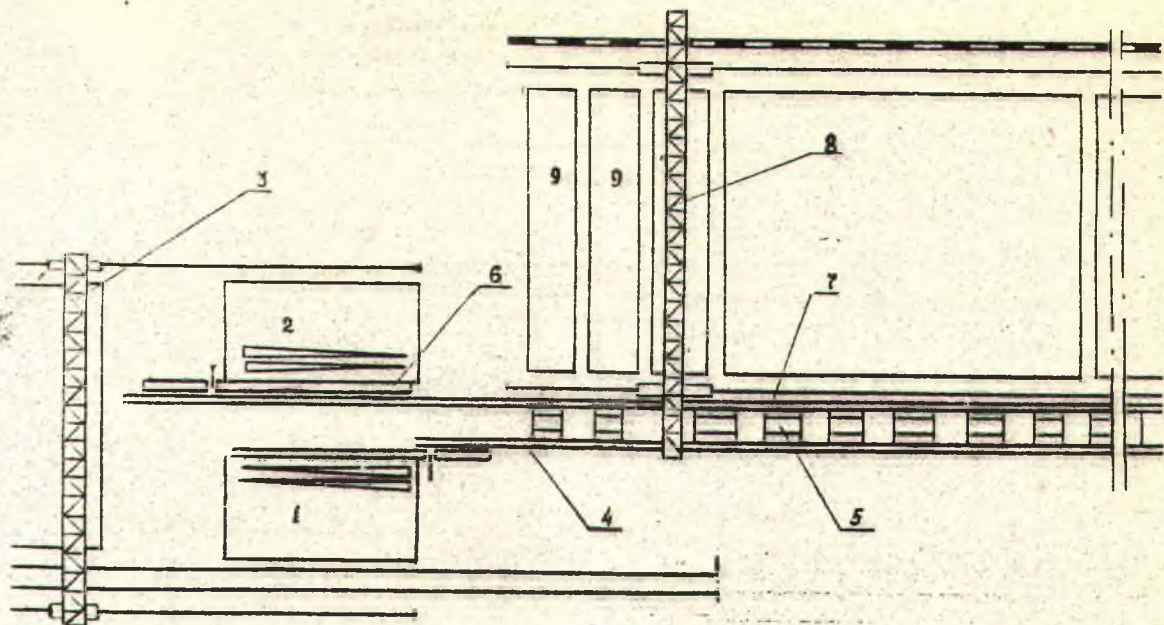


Рис.5. Схема расположения двух установок ЛО-15С, обеспечивающая укладку бревен в лесонакопители вразнокомелицу без разворотных устройств.  
 1, 2 - разгрузочные площадки; 3 - козловой кран ЛТ-62 (К-305Н);  
 4, 7 - сортировочные лесотранспортеры; 5 - лесонакопители; 6 - подающий транспортер ЛО-15С; 8 - кран ККС-10; 9 - штабеля.

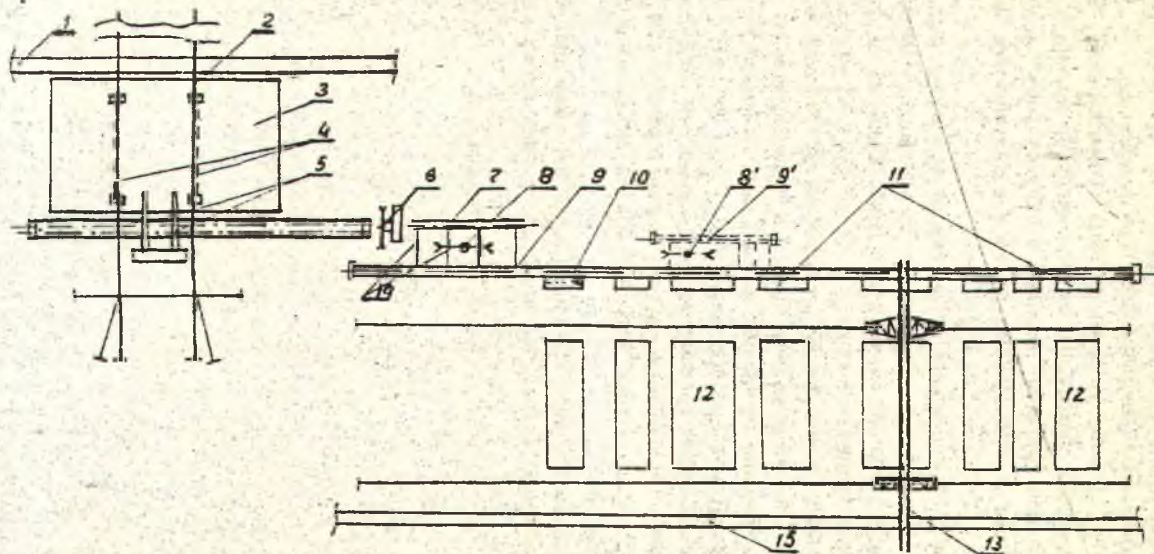


Рис.6. Схема установки разворотного устройства бревен на линии ЛО-15С.

1 - подъездной путь; 2 - кабель-кран КК-20; 3 - разгрузочная площадка; 4 - растаскиватель хлыстов; 5 - манипулятор; 6 - пила АП-ЗАС; 7 - приемный стол ЛП-ЗД; 8 - разворотное устройство бревен; 9 - сортировочный лесотранспортер; 10 - площадка для расколки дров; 11 - лесонакопители; 12 - штабеля леса; 13 - кран ККУ-7,5; 14 - опускающиеся покаты; 8 - разворотное устройство; 9 - транспортер разворотного устройства; 15 - железнодорожный тупик.

3. Максимальный объем загрузки вагонов достигается при применении способа укладки лесоматериалов "вразнокомелицу".

4. Применение способа укладки круглых лесоматериалов "вразнокомелицу" обеспечивает увеличение объема загрузки вагона в среднем на 17 % относительно укладки "комлями в одну сторону" и на 7 % относительно укладки раскомлеванных пакетов в полужестких стробах типа ПС.

5. Полученные на основании исследований многофакторных зависимостей уравнения позволяют рассчитать для различных способов укладки и параметров круглых лесоматериалов наибольший объем загрузки ограниченного пространства вагона.

6. Разработанные конструкции разворотных устройств дают возможность осуществить раскомлевку бревен в существующих на лесных складах технологических процессах и тем самым обеспечить последующую загрузку вагонов "вразнокомелицу".

7. Разработаны схемы технологических процессов на лесных складах, обеспечивающие раскомлевку круглых лесоматериалов без применения специальных разворотных устройств. Схемы внедрены в Бобруйском опытном леспромпхозе.

8. Экономические расчеты показывают, что экономия денежных средств при перевозке круглых лесоматериалов вразнокомелицу составляет 0,31 руб. на 1 м<sup>3</sup>.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. Устройство для разворота бревен. А.с. 453343 СССР:МКИ  
*В 659 47/00*
2. Макушинский М.В., Широкий Ж.А. Устройство для разворота бревен. Лесозаготовка и лесослав. ВНИИМлеспром, 1976, № 6.
3. Макушинский М.В., Булова С.И. Улучшение использования грузоподъемности вагонов МПС при перевозке круглых лесоматериалов. // Механизация лесозаготовок и транспорт леса, Минск, 1985, вып. 6, с.3-10.
4. Макушинский М.В., Ходосовский М.В. Влияние раскомлевки круглых лесоматериалов и их сбоя на стоимость вагонов. // Механизация лесозаготовок и транспорт леса, 1977, вып. 7, с.59

5. Макушинский М.В., Ходосовский М.В. Исследование загрузки вагонной круглыми лесоматериалами. // Лесной журнал, 1979, № 6, с. 39-41.

6. Устройство для разворота бревен. А.с. 882885 СССР:МКИ4  
В 65 С 47/00.

7. Макушинский М.В. Технологические схемы основных потоков на лесных складах с раскомлевкой круглых лесоматериалов // Механизация лесоразработок и транспорт леса. Минск, 1979, вып.9, с. 23-28.

8. Макушинский М.В., Ходосовский М.В., Турлай И.В. Повышение объема загрузки вагонов круглыми лесоматериалами. // Лесоскладу-тация и лесосплав, 1980, вып.2, с. 1-44.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями направлять по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13-а Белорусский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт имени С.М.Кирова. Ученому секретарю специализированного совета.

Михаил Владимирович Микушинский

Исследование процесса укладки круглых лесоматериалов  
при штабелёвке и погрузке

Подписано в печать 17.12.86 г. АТ 17460. Формат 60x84 1/16  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,17. Усл.кр.-отт 1,17. Уч.-изд.л. 1  
Тираж 100 экз. Заказ 726. Бесплатно.

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт им. С.М.Кирова, 220630, Минск, Свердлова, 13а.

Отпечатано на роталпринте Белорусского ордена Трудового Красного Знамени Технологического института им. С.М.Кирова

220630, Минск, Свердлова, 13.