

674.093
И-20

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

На правах рукописи

Д. В. ИВАНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ
В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

05.421 „Машины, оборудование и технология
лесопильных и деревообрабатывающих
производств“

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Минск
1971

674.093
И-20

Министерство высшего и среднего специального образования
Б С С Р

Белорусский технологический институт
имени С.М.Кирова



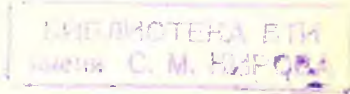
На правах рукописи

Д.В. ИВАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ
В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

05.42I. "Машины, оборудование и технология лесопильных и
древеснообрабатывающих производств"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Минск
1971

2630 ар

Работа выполнена в Центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

профессор, доктор технических наук Н.А.БАТИН

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОПШОНЕНТЫ:

профессор, доктор технических наук Г.Д.ВЛАСОВ

доцент, кандидат технических наук М.М.КОЗЕЛ

Ведущее предприятие -- лесопильно-деревообрабатывающий комбинат № I (г.Архангельск).


Автореферат разослан "21" мая 1971 г.

Защита состоится "23" июня 1971 г. на заседании Совета Белорусского технологического института имени С.М.Кирова (город Минск, ул.Свердлова, 13-а, корпус 4, ауд.220).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваши отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу:

г.Минск, ул.Свердлова, 13-а, БТИ им.С.М.Кирова, ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета,
кандидат технических наук, доцент  И.М.ШЕХОВ

В В Е Д Е Н И Е

В "Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 годы" предусматривается развернуть работы по созданию и внедрению автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления отраслями промышленности, объединениями и предприятиями.

Одним из основных условий создания автоматизированной системы управления предприятием является автоматизация учета сырья и продукции. За последние годы в ряде отраслей промышленности в области автоматизации учета, являющегося подсистемой АСУП, достигнуты определенные успехи.

В лесопильной промышленности общий уровень постановки учета и его механизации все еще остается низким. Недостатки в организации учета затрудняют технологическое и производственное планирование, контроль всех видов затрат на производство пиломатериала и за сохранностью ее как социалистической собственности.

Значительная работа, проводимая в настоящее время Министерством лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР по специализации лесопильных предприятий, внедрению прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производственных процессов, создает благоприятные условия и необходимые предпосылки для совершенствования организации и автоматизации первичного учета пиломатериалов.

Диссертационная работа посвящена исследованию и разработке системы и средств автоматизированного сбора первичных учетных данных о пиломатериалах в лесопильном производстве.

Основными задачами работы являлись: исследование и разработка комплексных требований к системе автоматизированного первичного учета пиломатериалов на лесопильном предприятии с современной технологией; исследование и разработка методов измерения пиломатериалов для целей учета; исследование влияния качества обработки и условий базирования пиломатериалов на ошибки измерения и учета; иссле-

дование формирования длины пиломатериалов как основного учетного показателя; исследование и разработка технологических и технических требований к измерительным и регистрирующим системам и определение основных параметров их; создание и производственные испытания экспериментальных образцов счетных устройств для автоматизированного первичного учета пиломатериалов.

Содержание диссертации изложено на 246 страницах, включая рисунки и таблицы. Диссертация состоит из введения, шести глав и выводов. Текст иллюстрирован 56 рисунками и 19 таблицами. В приложении приведены первичные данные, материалы и акты производственных испытаний счетных устройств.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА В ОБЛАСТИ МЕХАНИЗАЦИИ ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Изучение существующей организации учета пиломатериалов на группе лесопильных предприятий объединения "Северолесозэкспорт" показало, что первичный учет многостадийен. Количество пунктов учета зависит от принятой на предприятиях технологии пиломатериалов и способов обращения с ними в процессе производства и отгрузки.

При существующей технологии пиломатериалов, предусматривающей полную механическую обработку до сушки, учет выработанных цехом пиломатериалов по сортаментам, сортам и размерам сечений ведется в пакетах у сортировочного устройства.

На всех стадиях производственно-технологического процесса учетные операции выполняются вручную путем подсчета количества досок каждой длины (определяемой визуально). На многих предприятиях, в целях сокращения трудоемкости учета, тонкие доски учитываются по количеству штук и средней длине. На ряде участков (антисептирование, сушка и другие) применяется учет по среднему объему пакета пиломатериалов. Принятым методам учета свойственны значительные погрешности.

На лесопильном предприятии учетом пиломатериалов (по данным А.И. Жабковой, МЛТИ) занято в среднем 25-27 человек.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области организации и механизации учета пиломатериалов в лесопильной промышленности малочисленны. К числу исследований, касающихся организации учета, относятся: работы ЦНИИМОД, связанные с внедрением в промышленность новых методов оплаты труда; КарНИИЛП, ЛЛТА и ЦНИИМОД, рассматривающие вопросы централизации учета, МЛТИ - по совершенствованию учетной документации и другие.

Опытно-конструкторские работы по созданию средств механизации учета пиломатериалов в разное время проводились в АЛТИ, КарНИИЛП, ЛЛТА, ГКБД и ЦНИИМОД. В последние годы ведутся работы по механизации учета пиломатериалов в ряде зарубежных стран (Швеция, Финляндия, США, Канада и другие).

Изучение состояния вопроса показало, что для ускорения и повышения эффективности работ по автоматизации учета пиломатериалов первоочередной задачей является разработка теоретических основ проектирования автоматизированного первичного учета пиломатериалов и, в частности, технологических, организационных и технических требований к системе и счетным устройствам.

ПИЛОМАТЕРИАЛЫ КАК ОБЪЕКТ УЧЕТА. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Первичный учет пиломатериалов связан с получением учетной информации о каждом пиломатериале. Для учета продукции по стадиям производства необходим отдельный учет полуфабрикатов и товарных пиломатериалов.

Пиломатериалам как объекту учета свойственен ряд специфических особенностей.

Широкий сортиментный состав пиломатериалов (по породам древесины, назначению, размерным группам, степени обработки, сортности) требует развитой многочисленной системы учета.

Стандарты предусматривают выработку нескольких сотен сорторазмеров пиломатериалов. Несмотря на проводимую специализацию лесопильных предприятий на выработку пиломатериалов по породам, назначению и ряду других сортировочных признаков, количество одновременно выпиливаемых сорторазмеров пиломатериалов остается большим. По наблюдениям на архангельских лесопильных предприятиях рамным потоком в оперативный период вырабатывается до 18-24 сечений и 4-6 сортово-качественных групп.

Из-за отсутствия объективных методов определения сортности автоматизированный учет пиломатериалов по сортам и назначению возможен только при участии оператора.

ТУ 13-02-04-67 и ГОСТ 8486-66 предусматривают одновременную выработку пиломатериалов 14-23 длин.

Относительно большие допускаемые отклонения по размерам и форме при малых разрывах между соседними номинальными размерами усложняют условия измерения пиломатериалов. Отсутствие предельных норм отклонений по форме для досок У сорта является (с точки зрения метрологии) существенным недостатком ТУ 13-02-04-67.

В последнее десятилетие на мировом лесном рынке определился ряд новых требований к пиломатериалам. С точки зрения учета важное значение имеют требования о пакетировании и сортировании пиломатериалов по длинам и поставках пиломатериалов специфицированных длин. Новые требования обуславливают необходимость исследования круга вопросов, касающихся формирования длины пиломатериалов, рассеивания длин, прогнозирования распределения пиломатериалов по длинам при выработке из сырья с известным содержанием бревен по длинам, с которыми связано решение ряда задач по планированию производства и поставок пиломатериалов специфицированных длин в пакетированном виде.

Для определения объема совокупности пиломатериалов (пакета, партии) одного сечения применимы следующие способы:

$$1) V_n = \sum (V_{gLi} \cdot n_{gLi})$$

$$3) V_n = q \cdot \sum M$$

$$2) V_n = b_n \cdot h_n \cdot \sum L_i$$

$$4) V_n = b_n \cdot h_n \cdot L_{cp} \cdot N$$

В первом способе объем совокупности подсчитывается как сумма табличных объемов досок каждой длины, во втором — по суммарной длине досок ($\sum L_i$), в третьем — по суммарной длине, выраженной количеством градаций ($\sum M$), и в четвертом по количеству штук и средней длине пиломатериалов.

Суммарная длина досок, выраженная в градациях, определяется по формуле

$$\sum M = N(L_{\min} - 1) + [n_{m(\max)} + (n_m + n_{m-1}) + \dots + (n_m + n_{m-1} + \dots + n_1)]$$

где N — общее количество досок в партии;

n_1, \dots, n_m — количество досок каждой длины;

L_{\min} — минимальная длина доски, в градациях.

При ручном учете пиломатериалов в пакетах получили применение 3 и 4 способа. Целям механизированного учета наиболее удовлетворяет третий способ.

Наблюдениями в производственных условиях установлено, что при ручном поштучном учете пиломатериалов в пакетах внутризаводского обращения ошибки в учете объема центральных досок изменяются в пределах $\pm 2,5\%$ ($\sigma = \pm 1,65\%$) и боковых досок — $\pm 4\%$ и более ($\sigma = \pm 2,7\%$).

Трудоемкость учета боковых досок обуславливает широкое применение на предприятиях четвертого способа — по средней длине досок. Средняя длина определяется путем ежедекадных контрольных переборок. Точность определения средней длины зависит от состава совокупности, численности выборки и способа ее отбора. При малых выборках ошибки определения средней длины и учета достигают $\pm 6\%$ и более. Для расчета ошибки средней длины и ее вероятности при различной численности выборки для ожидаемой совокупности пиломатериалов, выпиливаемой в течение декады, составлена номограмма. Вероятность нахождения ошибки (P_δ) в заданных пределах ($\pm \Delta$)

$$P_\delta = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

где $t = \frac{\Delta}{\sigma}$, а σ — средне-квадратическое отклонение ошибки определения средней длины, полученное расчетным путем для совокупностей различного состава и выборок различной численности.

Численность выборки для определения средней длины пиломатериалов, например, с ошибкой, не превышающей $\pm 3\%$, для указанной совокупности, состоящей из досок и дилен, должна быть не менее 1500 штук (15%) и для совокупности, состоящей из досок - 1000 штук (10%).

Рассмотрение физических методов определения объема пиломатериалов (весового и других) показало, что им присущи значительные погрешности, обусловленные изменчивостью физико-механических свойств древесины и погрешностями обработки.

Проведенный анализ показывает, что применяемым в практике способам учета пиломатериалов свойственны значительные погрешности. Основным путем повышения точности и сокращения трудоемкости учета пиломатериалов является автоматизация его.

**ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ
С СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ.
ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ И СРЕДСТВАМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ.**

Анализ основных направлений развития технического прогресса в лесопильной промышленности СССР показывает наличие необходимых условий и предпосылок для создания системы автоматизированного учета пиломатериалов на лесопильных предприятиях. К числу их относятся: специализация лесопильных предприятий по видам продукции; внедрение технологии, предусматривающей одноразовую браковку и торцовку; применение трехэтапной сортировки и массовой камерной сушки пиломатериалов; механизация и автоматизация производственных процессов на базе применения специализированного автоматизированного оборудования; переход на пакетный метод обращения с товарными пиломатериалами и другие.

На основании исследований ЦНИИМОД, ЛТА, Гипродрев, опыта работы передовых отечественных (ЛДК им.В.И.Ленина и др.) и зарубежных предприятий при разработке системы автоматизированного первичного учета пиломатериалов в качестве базового варианта принята технология с окончательной обработкой пиломатериалов по длине после сушки и организацией производ-

ственного процесса на базе пакетного метода обращения.

С учетом требований функциональных видов оперативного учета (технологического, производственного, материально-технического, прямо-сдаточного, складского, трудового и сигнального) для базового варианта производственно-технологического процесса приняты следующие пункты первичного автоматизированного учета пиломатериалов.



Рис. I. Схема организации первичного учета пиломатериалов в базовом технологическом варианте.

В сфере производства и обработки полуфабрикатов: торцовочные установки в распиловочном цехе (учет боковых досок и части центральных досок, нуждающихся в предварительной обработке по длине), цеховые автоматизированные сортировочные установки (сигнальный учет), пакетоформирующие машины (учет пиломатериалов, уложенных в сушильные пакеты). Центральные доски-полуфабрикаты, не требующие предварительной торцовки, могут быть учтены по каждому потоку по данным учета бревен (с помощью счетчиков СКЛР-2М-ЦНИИМОД). В сфере обращения с товарными пиломатериалами: браковочно-сортировочные установ-

ки (учет пиломатериалов, прошедших окончательную обработку, по сортам), установки для сортирования пиломатериалов по длинам (сигнальный учет).

На участках с пакетным обращением (камерная сушка, хранение и отгрузка готовой продукции) применим ручной учет пиломатериалов по паспортным данным сушильных и транспортных пакетов, получаемым в пунктах автоматизированного первичного учета.

Учетная информация со всех пунктов первичного учета (кроме сигнального) передается в центральный пункт сбора и обработки учетной информации.

Для других вариантов производственно-технологического процесса автоматизированный учет пиломатериалов может быть применим на отдельных из указанных пунктов в зависимости от вида применяемого оборудования.

Счетные устройства для автоматизированного первичного учета пиломатериалов должны удовлетворять следующим основным требованиям: обеспечивать учет пиломатериалов при заданных технологических схемах и режимах обработки, условиях базирования и перемещения пиломатериалов; состав учетной информации должен соответствовать требованиям оперативного, статистического и бухгалтерского учета пиломатериалов; обеспечивать высокую точность учета; по быстродействию соответствовать технической производительности оборудования в пунктах учета; иметь достаточную емкость регистрирующих приборов.

Условиями, обеспечивающими автоматизированный учет пиломатериалов, являются: специализация лесопильных предприятий и потоков по размерным группам пиломатериалов, ограничение количества сечений, вырабатываемых цехом и потоками в оперативный период, разновременная выпилка тонких досок смежных толщин, поштучная организованная подача досок на измерительные участки, соблюдение режимов базирования и технологической дисциплины.

Применительно к пунктам учета для базового технологического варианта разработаны технические требования и определены основные параметры счетных устройств. Основные параметры и характеристики счетных устройств приведены в табл. I.

Основные характеристики
устройств для учета пиломатериалов

Пункты (участки) учета	Объект : учета	Тип : счетного : прибора : ра :	Учетные : показатели : ли : : : :	Измеряемые : параметры : объекта : учета : : : :	Назначение : учетной ин- : формации : (по видам : оперативно- : го учета)*)
Формирован- ный сече- ный (лесо- пильные рамы)	централь- ные доски	СКЛР-2	$\sum n_{ci} \sum L_{ci} V_{ci}$ по каждому потоку	L	T, П, МТ, ТЗ
Предвари- тельной обработки по длине (ТВ)	боковые доски	СЛпрт СЛшт СЛпто	$\sum n_{ci} \sum L_{ci} V_{ci}$ по каждому потоку	T, B; L	T, П, МТ, ТЗ
Сортирова- ния по сече- ниям (АСП)	все доски	ССУ	n	T, B	ТЗ, СУ, ПС
Формирова- ния сумиль- ных пакетов (ПФМ)	"	СЛпфм	$\sum n \sum L \cdot V$ $\sum P$	L	T, П, ПС, МТ, ТЗ, С
Окончатель- ной браков- ки, торцов- ки и сорти- рования по сортам (БТСУ)	товар- ные пи- ломате- риалы	СЛбту М1 М2 М3	$\sum n_{sicm} \sum L_{sicm}$ $\sum n_{sin} \sum L_{sin}$ $\sum n_{lin}$	L, S	T, П, ПС, МТ, ТЗ
Сортирова- ния по дли- нам (СД)	"	ССУ	n	L	T, П, СУ

*) Т - технологический, П - производственный,
ПС - приемо-сдаточный, МТ - материально-технический,
ТЗ - трудовой и для начисления заработной платы,
С - складской, СУ - сигнальный учет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЯЕМОСТИ ДЛИНЫ
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВНОГО УЧЕТНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ
ПО ДЛИНАМ

Учет пиломатериалов с измерением размеров сечения необходим на участках технологического процесса до сортировки пиломатериалов по сечениям. Измерение длины пиломатериалов требуется на всех пунктах учета, а на участках после сортирования пиломатериалов по сечениям она является единственным учетным параметром.

При разработке требований к счетным устройствам и в ходе производственных испытаний последних были изучены процесс формирования длины и характер рассеивания длин пиломатериалов, приобретающие важное значение в связи с растущими требованиями потребителей на поставку пиломатериалов специфицированных длин.

Выпиловку пиломатериалов свободных длин С.А. Рейнберг и А.Н. Песоцкий считают одной из главных причин крупных потерь древесины (15-20%) в сфере ее использования.

На длину пиломатериалов и распределение их в совокупности по длинам оказывают влияние: спецификация бревен по длинам, запас длины бревен на оторцовку, соответствие длин бревен и пиломатериалов и технических условий на них по качеству древесины и уровень технологической дисциплины.

Анализ спецификаций пиловочных бревен по длинам за ряд лет показывает существенные изменения, происшедшие в распределении бревен по длинам. Если в спецификациях 1950-1960 годов распределение бревен по длинам имело многопиковый характер, то в конце шестидесятых годов в распределении бревен по длинам определились две группы фаворитных длин бревен - 4 м и 6,1-6,7 м. Резко возрос (до 30%) удельный вес коротких бревен и сократился удельный вес бревен средних длин (до 5%).

Сравнение спецификаций бревен и выплеленных из них пиломатериалов на примере данных по ЭПЗ "Красный Октябрь" за

1960 и 1966 годы позволило установить, что распределение центральных досок в диапазоне длин бревен в определенной степени повторяет распределение бревен по длинам, отличаясь ординатами ведущих длин.

Распределения по длинам боковых досок незначительно зависят от распределения бревен по длинам. Приближенно удельное содержание боковых досок каждой длины (L_i , в %) может быть определено по формулам:

для широких боковых досок для узких боковых досок

$$C_{L_i_{ск}}^{\text{шир}} = 20,0 - 0,83 L_i \quad C_{L_i_{ск}}^{\text{узк}} = 23,8 - 1,06 L_i$$

Изучение в производственных условиях процесса формирования длины позволило установить основные технологические схемы и варианты раскроя досок-полуфабрикатов по длине, встречаемость их, размеры и причины укорочения пиломатериалов. Около 90% центральных досок-полуфабрикатов и 85% боковых досок обрабатываются по схеме А - с выработкой одного сортамента и соответственно 10-15 % досок-полуфабрикатов - по схеме Б - с выработкой двух сортиментов. Удельный вес пиломатериалов, имеющих длину, равную длине бревна (по количеству градаций), не превышает у боковых досок 15% и центральных - 30-40%. Около половины центральных и боковых досок-полуфабрикатов укорачиваются на одну и более градаций.

В связи с малым удельным весом пиломатериалов длиной $L_n = L_g$ и большой встречаемостью вариантов раскроя А2 и А3, в которых пиломатериалы имеют длину $L_n = L_g - 1$, проведено теоретическое исследование запаса длины бревен (центральных досок-полуфабрикатов) на оторцовку.

В общем виде запас длины бревен определяется

$$P_3 = P_g + (L_{gmin} - L'_n) + (L_{gx} - L_{gmin}) \left(1 - \frac{a_n}{a_g}\right)$$

где P_g - припуск по длине бревна;

L_{gmin} и L'_n - соответственно номинальная длина минимального бревна и получаемого из него пиломатериала;

L_{gx} - текущая длина бревна;

a_n и a_g - градации длины пиломатериалов и бревен.

При выработке пиломатериалов по ТУ 13-02-04-67 в дюймовом измерении запас длины на оторцовку уменьшается с увеличением длины бревен и при длине бревен 6,4 м и более запас отсутствует. В случае выпилки тех же пиломатериалов в метрическом измерении запас длины не зависит от длины бревен и равен сумме величин припуска и сдвига рядов длин бревен и пиломатериалов (130 мм).

При выпилке пиломатериалов по ГОСТ 8486-66 запас длины также не зависит от длины бревен и равен размеру припуска по длине бревна (30 мм). При положительном отклонении длины пиломатериалов запас длины недостаточен. Недостаточность запаса длины бревен на оторцовку является одной из причин укорочения пиломатериалов на одну градацию.

Экспериментально установлены закономерности рассеивания длин пиломатериалов. На рис. 2 приведены кривые распределения длин экспортных пиломатериалов северной сортровки, выпиливаемых из бревен длиной 4,0; 4,6; 5,2; 6,1 м по ГОСТ 1047-51 и ГОСТ 9463-60.

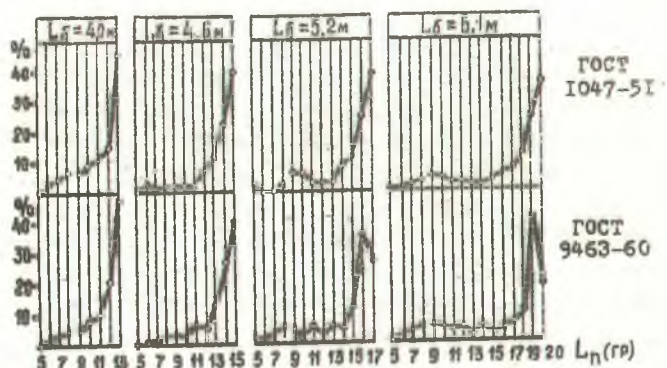


Рис. 2. Рассеивание длин центральных досок, выпиленных из бревен различных длин.

Длины пиломатериалов, выпиленных из бревен определенной длины, рассеиваются в пределах от L_{δ} до $L_n \text{ min}$. В обоих опытах с увеличением длины бревен удельное содержание досок длиной, равной длине бревна (по количеству градаций), уменьшается, а удельный вес досок длиной $L_{\delta} - I$ возрастает. Эти особенности наиболее выражены при распиловке длинных бревен по ГОСТ 9463-60. Указанное объясняется уменьшением запаса длины бревен и некоторым снижением требований к качеству древесины в указанном стандарте по сравнению с ГОСТ 1047-51.

С учетом результатов исследования рассеивания для пиломатериалов разработана методика прогнозирования распределения пиломатериалов по длинам из пиловочного сырья с известным или ожидаемым содержанием бревен по длинам.

Удельное содержание пиломатериалов каждой длины (в %), получаемых при раскрое досок-полуфабрикатов, выпиленных из бревен каждой отдельной длины (C_{Lni}), определяется по следующим зависимостям

$$C_{Lnm(\max)} = B_{L\delta m} \cdot \Pi_{L\delta m Lnm}$$

$$C_{Lni(\min)} = B_{L\delta m} \cdot \Pi_{L\delta m Lni} + \dots + B_{L\delta n} \cdot \Pi_{L\delta n Lni}$$

$$C_{Lni} = \sum_{j=n}^{j=m} (B_{L\delta j} \cdot \Pi_{L\delta j Lni}),$$

где $B_{L\delta n} \dots B_{L\delta m}$ - удельное содержание бревен каждой длины (в %);

$\Pi_{L\delta n Lni} \dots \Pi_{L\delta m Lnm}$ - выход (в %) досок длиной $L_{ni} \dots L_{nm}$ из бревен длиной $L_{\delta n} \dots L_{\delta m}$.

Общее количество досок ($C_{\text{общ}}$), которое ожидается получить при распиловке совокупности пиловочного сырья, в %

$$C_{\text{общ}} = C_{Lni} + C_{Lni2} + \dots + C_{Lnm} = \sum_{i=1}^{i=m} C_{Lni}.$$

Так как часть досок-полуфабрикатов раскраивается по длине на два сорта, то $C_{\text{общ}} > 100\%$. Фактическое содержание пиломатериалов каждой длины внутри партии (на скла-

де) определяется

$$C_{L_{\text{ннзк}}} = \frac{C_{L_{\text{нн}}} \cdot 100}{C_{\text{общ}}} = \frac{C_{L_{\text{нн}}}}{I + K_{\text{пср}}}$$

где $K_{\text{пср}}$ - средний коэффициент перерезки досок-полуфабрикатов на два сорта

$$K_{\text{пср}} = \frac{\sum_{j=1}^n (B_{L\delta_j} \cdot K_{\text{п}L\delta_j})}{\sum_{j=1}^n B_{L\delta_j}}$$

Результаты расчетов по определению распределения пиломатериалов по длинам могут быть использованы при проверке выполнимости заданий на выработку пиломатериалов из совокупности пиловочного сырья с известным содержанием бревен по длинам, при проверке пакетоспособности партий, для определения минимального объема пакуемой партии и в ряде других расчетов при планировании производства и поставок пиломатериалов.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УЧЕТА

Одна из главных особенностей измерения линейных размеров пиломатериалов для целей учета состоит в том, что измеренные размеры пиломатериала требуется отнести к соответствующим номинальным. Указанное обстоятельство и большие допускаемые отклонения размеров и формы, обзолность и шероховатость поверхностей пиломатериалов усложняют условия измерения и требуют создания специализированных измерительных систем.

Исследования И.В.Соболева, Ю.Г.Фроленко, В.Е.Кондрашкина и др. по метрологии измерения пиломатериалов были связаны с созданием автоматизированных систем для контроля размеров сечений и поэтому лишь частично могут быть использованы при разработке измерительных систем устройств для учета пиломатериалов.

Исследованиями ЦНИМОД, ЛЛТА, КарНИИЛП и др. установлено, что большая часть пиломатериалов экспортного назначения выпиливается с положительными допускаемыми отклонениями и превышающими их.

Анализ способов измерения показал, что принятым правилам размерной браковки и учета пиломатериалов, имеющих отклонения, выходящие за верхний предел поля допуска, удовлетворяет способ отнесения фактических размеров к номинальным, предусматривающий установку чувствительного измерительного элемента по нижнему пределу поля допуска.

Для измерения толщины и ширины пиломатериалов в качестве базового способа принят контактный способ обмера.

В работе теоретически и экспериментально исследованы ошибки измерения толщины и ширины пиломатериалов однобазовыми и двухбазовыми плоскостными контактными датчиками.

Ошибки измерения размеров сечений досок, имеющих продольную покоробленность (кривизну) по пласти и кромке, при однобазовом и двухбазовом обмере выражаются следующими зависимостями

	$\Delta T' = T_M - T =$ $= f_M + \frac{1}{\cos \alpha} [T(1 - \cos \alpha) - 0,5 \delta \sin \alpha]$		$\Delta T'' = T_M - T =$ $= \frac{1}{\cos \alpha} [T(1 - \cos \alpha) + \delta \sin \alpha]$
Однобазовый обмер			Двухбазовый обмер

Анализ зависимостей позволяет видеть, что двухбазовые датчики-измерители обеспечивают более высокую точность измерения, чем однобазовые.

Поскольку пиломатериалы имеют одновременно отклонения по размерам и форме, что подтверждается исследованиями А.В.Худякова, В.С.Мелехова, В.С.Мельникова (ЦНИМОД), автором был поставлен многофакторный эксперимент по определению комплексного влияния на ошибки измерения размеров сечения пиломатериалов отклонений размеров и формы. Для про-

2630 ар

И7

ведения многофакторного эксперимента были отобраны доски, имеющие различные сочетания отклонений размеров и формы (покоробленность продольная и винтовая) и величину их. Измерение размеров сечений пиломатериалов: производилось на специальном измерительном столе, оборудованном одно и двух-базовыми датчиками-измерителями.

Полный дисперсионный анализ опытных данных показал, что на ошибки измерения оказывают влияние все исследуемые факторы. Степень влияния их на ошибки измерения видна из приведенных уравнений:

а) при однобазовом обмере

$$\text{толщины } \Delta T' = A + 0,3B + 0,025B^2 + 0,12C + 0,5$$

$$\text{ширины } \Delta \text{Ш}' = A + 0,5B + 0,032B^2 + 0,14C + 1,0$$

б) при двухбазовом обмере

$$\text{толщины } \Delta T'' = A + 0,1B + 0,10C + 0,4$$

$$\text{ширины } \Delta \text{Ш}'' = A + 0,087B + 0,13C + 0,15$$

где A - отклонение размера от номинального;

B и C - соответственно, величина продольной и винтовой покоробленности в точке измерения.

Из уравнений видно, что наибольшее влияние на ошибки измерения оказывают отклонения размеров от номинальных и продольная покоробленность (кривизна).

Большая точность измерения размеров пиломатериалов двухбазовыми измерителями в многофакторном эксперименте хорошо согласуется с результатами теоретического анализа точности измерения одно и двухбазовыми измерителями.

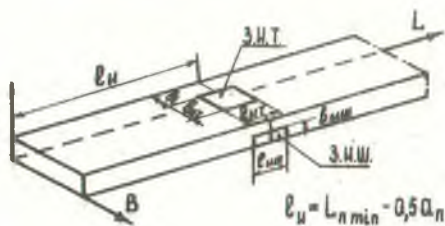


Рис. 3. Координаты зон измерения толщины (З.И.Т.) и ширины (З.И.Ш.) пиломатериалов.

С учетом отклонений размеров и формы, в том числе обзолности, минимальной длины пиломатериалов и ряда конструктивных и эксплуатационных факторов определены

координаты зон измерения толщины и ширины пиломатериалов (рис.3). Метрологические исследования измерения длины, являющейся основным учетным параметром, в предшествующих исследованиях почти отсутствуют.

Для учета длины пиломатериалов принят способ определения ее по количеству градаций, что позволяет применять датчики-измерители, работающие по принципу "да-нет".

На точность определения длины пиломатериалов оказывает влияние способ торцового базирования досок на измерительных участках технологического оборудования. На проходных торцовочных установках, БТСУ и сортировках по длинам торцовое базирование одностороннее (в первых – по верхнему и во вторых – по комлевому торцам досок), на ПФ машинах – двухстороннее. Зоны размещения измерителей длины для различных видов технологического оборудования показаны на рис.4.

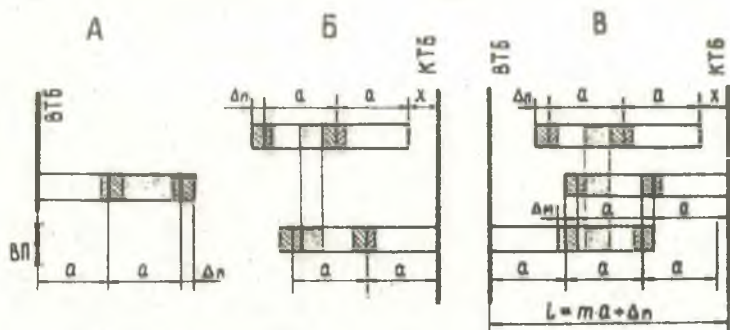


Рис. 4. Зоны размещения датчиков-измерителей длины: А – на проходной торцовке; Б – на БТСУ; В – на ПФМ.

В зависимости от условий торцового базирования длина пиломатериалов определяется системой измерителей, установленных на всей длине L_{nmax} (ПФМ) или на участке от L_{nmin} до L_{nmax} (проходные торцовки, БТСУ). Второй способ позво-

дает сократить численность измерителей длины, а в системе счетного устройства на позиционных торцовках обеспечивает получение учетной информации о длине пиломатериалов по окончательному варианту раскроя полуфабриката.

В работе определены основные требования и параметры измерительных устройств для обмера сечений и длины пиломатериалов на различном технологическом оборудовании.

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВА- ННОГО УЧЕТА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили сформулировать требования к средствам автоматизированного учета полуфабрикатов и товарных пиломатериалов и к отдельным блокам счетных устройств (датчики-измерители размеров, регистрирующие блоки, и другие) для всех пунктов первичного учета пиломатериалов базового технологического варианта.

На основании этих требований автором разработан комплекс экспериментальных счетных устройств, включающий: устройство для учета пиломатериалов, прошедших обработку по длине на проходных торцовочных установках (СП прт); устройство для учета досок, уложенных в сушильные пакеты на пакетоформирующих машинах (СП пфм), устройство для учета товарных пиломатериалов, выработанных на браковочно-торцовочных установках (СП бту). Разработан также вариант модернизации счетного устройства БТСУ фирмы "Рауте". Для предприятий, применяющих позиционную обработку пиломатериалов по длине, разработано счетное устройство - СП пл, выполненное в двух модификациях: СП плц - для учета центральных досок и СП плб - для учета боковых досок.

Состав учетных показателей счетных устройств приведен в табл. I. В счетных устройствах, предназначенных для учета пиломатериалов на участках до сортировки пиломатериалов (полуфабрикатов) по сечениям включительно, измери-

тельные системы включают датчики-измерители размеров сечений и длины пиломатериалов. На последующих участках, через которые проходят в оперативный период пиломатериалы определенных сечений (ПФМ, БТСУ, СД), измерительные системы состоят только из датчиков-измерителей длины пиломатериалов. Для измерения размеров сечений пиломатериалов применены контактные датчики-измерители с бесконтактным преобразованием сигнала с помощью фотодатчиков или бесконтактных выключателей К. Датчики-измерители длины приняты флажкового типа с верхним расположением измерителей, с преобразованием сигнала с помощью бесконтактных выключателей БВК-24. Конструктивные решения датчиков-измерителей и регистрирующих приборов унифицированы.

Схемы блоков считывания длины и штук досок выполнены на базе шагового искателя, работающего в пульспаре с импульсным реле. Регистрирующие блоки состоят из наборов импульсных счетчиков типа МЭС-54 и СБ-1М/100. Численность регистрирующих счетчиков количества штук и длины пиломатериалов зависит от назначения счетного устройства и состава учетных показателей.

Принципиальная электросхема счетного устройства для учета пиломатериалов на установках с поперечным перемещением пиломатериалов (проходные торцовки, ПФМ, БТСУ) приведена на рис.5.

Схемы счетных устройств для проходных и позиционных торцовочных установок, при условии выдачи оператором команды сорта, допускают учет пиломатериалов по сортам. В этих же счетных устройствах возможна запись учетной информации о каждом пиломатериале на перфоленту.

Все счетные устройства выполнены в промышленном исполнении и испытаны в производственных условиях. Производственные испытания счетных устройств СП прт, СП пфм и СП бту проведены на лесопильно-деревообрабатывающем комбинате № 1 (лесозавод № 25), а СП птс и СП птб - на экспериментально-производственном заводе "Красный Октябрь".

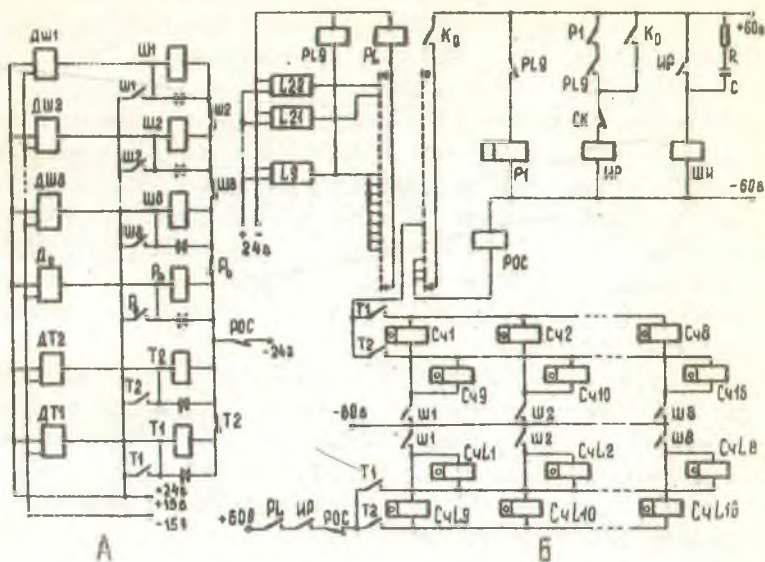
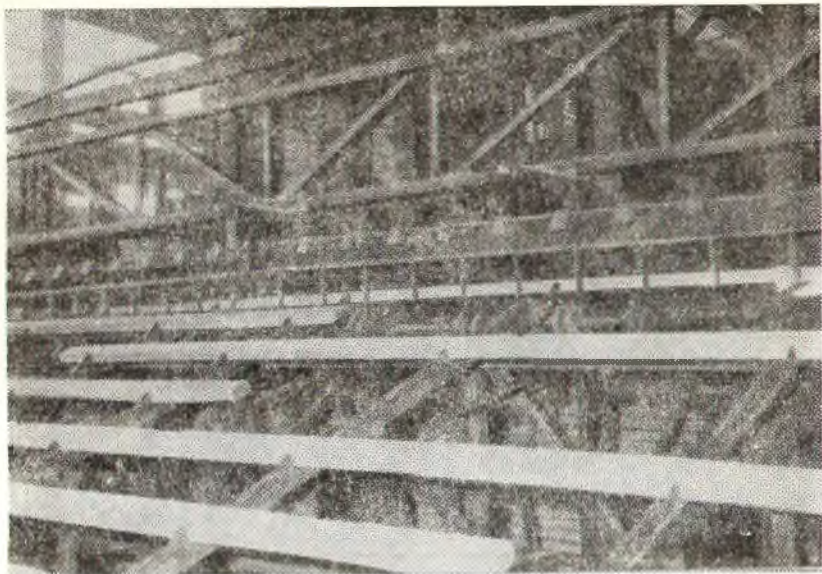


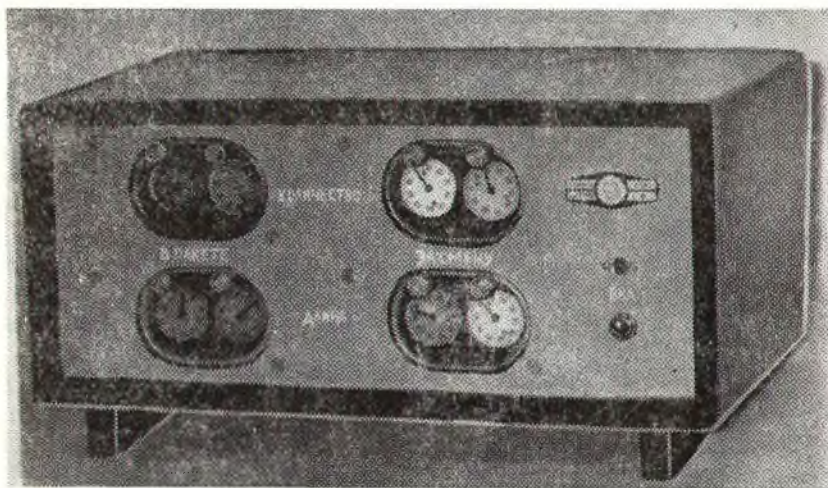
Рис.5. Принципиальная электросхема счетного устройства для установок с поперечным перемещением пиломатериалов:

- А - схема блока измерения толщины и ширины (СП прт);
- Б - схема блока считывания длины и штук (СП прт; СП бту; СП пфм).

В связи с отсутствием типовой методики испытаний счетных устройств для учета пиломатериалов автором разработаны методические положения, определяющие последовательность и круг вопросов, разрешаемых при проведении испытаний. Испытания всех счетных устройств проводились в два этапа: первый, - имевший целью проверку работоспособности отдельных блоков и в целом счетных устройств и определение точности измерения размеров и счета при различных ре-



Датчики измерители длины досок счетного устройства СП пфм.



Регистрирующий прибор счетного устройства СП пфм.

жимах работы технологического оборудования в пунктах учета, и второй – приемочные испытания, имевшие целью дать оценку каждого счетного устройства, в части соответствия требованиям и задачам учета, с принятием решения о дальнейшем использовании их в промышленности.

Все испытанные счетные устройства показали высокую точность учета. Точностные показатели работы счетных устройств приведены в следующей таблице.

Тип счетного устройства	Точностные показатели учета			
	количества штук		суммарной длины	
	П ср., %	σ_n , %	П ср., %	σ_n , %
СП прт	-0,3	$\pm 0,8$	-0,2	$\pm 0,86$
СП пфм	+0,1	$\pm 0,67$	+0,03	$\pm 0,9$
СП бту	+0,4	$\pm 0,93$	-0,2	$\pm 1,25$
СП птц	-0,2	$\pm 0,86$	-0,6	$\pm 1,27$
СП птб	-0,3	$\pm 1,0$	-1,0	$\pm 1,50$

По результатам испытаний счетных устройств приемочные комиссии признали СП прт, СП пфм, СП бту и СП пт работоспособными и удовлетворяющими основным техническим требованиям и задачам оперативного учета. Счетные устройства рекомендованы для широкого промышленного использования.

Экономическими предпосылками создания средств автоматизированного учета пиломатериалов на лесопильных предприятиях являются; повышение точности учета пиломатериалов на всех этапах производственно-технологического процесса, позволяющее, в свою очередь, повысить точность учета расхода сырья, технических материалов, затрат труда и других расходов на единицу продукции, сократить рекламации и убытки из-за ошибок учета при реализации пиломатериалов и улучшить контроль за сохранностью пилопродукции; возможность применения на большинстве участков системы оплаты труда по выработанной продукции (по данным Е.А.Алексеева и И.И.Едемского -

ЦНИИМОД внедрение оплаты по продукции повышает выход на 1,5 % и коэффициент сортности на 6,4 %); обеспечить органы управления предприятий учетной информацией, необходимой для оперативного планирования и управления участками и предприятием; механизировать и автоматизировать учетные операции и на этой основе сократить численность учетного персонала.

Экономическая эффективность применения автоматизированного учета на участке формирования сушильных пакетов только по группе архангельских заводов, оснащенных пакетоформирующими машинами "Кавкас", за счет повышения точности учета составляет около 40 тысяч рублей в год при окупаемости затрат на счетные устройства СП пфм в течение 5 месяцев.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Учет пиломатериалов является составной частью автоматизированной системы управления предприятием (АСУП).

2. Существующий организационно-технический уровень учета пиломатериалов крайне низкий. Учет пиломатериалов на предприятиях ведется вручную. Применяемым методам учета свойственны значительные погрешности.

3. Работы, проводимые в настоящее время в лесопильной промышленности по специализации предприятий, совершенствованию технологии, внедрению пакетного метода обращения и нового автоматизированного оборудования, создают необходимые условия и предпосылки для автоматизации учета пиломатериалов.

4. Требованиям автоматизированного первичного учета удовлетворяет технология с окончательной обработкой пиломатериалов по длине после сушки и организацией производственного процесса на базе пакетного метода обращения.

Автоматизированный первичный учет пиломатериалов может быть организован на участках обработки их по длине до

и после сушки, сортирования по сечениям, сортам и длинам, укладке пиломатериалов в сушильные и транспортные пакеты. На участках с пакетным обращением с пиломатериалами (сушка, отгрузка и др.) применим ручной учет по паспортным данным пакетов, полученным в пунктах автоматизированного учета.

Учетными параметрами пиломатериалов на участках до сортировки их по сечениям являются размеры сечений и длина, а на последующих, через которые в оперативный период проходят пиломатериалы определенного сечения, — только длина.

5. Для автоматизации измерения размеров сечений и длины пиломатериалов требуются специализированные датчики-измерители и выполнение ряда технологических и технических условий (пштучная, организованная подача досок на измерительный участок, одновременная выпилка тонких досок смежных толщин, соблюдение режимов базирования и другие).

6. Принятым правилам размерной браковки пиломатериалов, в том числе имеющих отклонения размеров, превышающие допускаемые, удовлетворяет способ отнесения размеров к номинальному по нижнему пределу поля допуска.

7. Для измерения размеров пиломатериалов применим контактный способ. Теоретически и экспериментально установлено, что более высокие точностные показатели при измерении размеров сечений пиломатериалов обеспечивают двухбазовые плоскостные контактные измерители.

8. Требованиям автоматизации учета длины пиломатериалов удовлетворяет способ определения ее по количеству градаций. Численность измерителей, их размещение на измерительном участке зависит от метода измерения длины и способа торцового базирования пиломатериалов.

9. Результаты исследования процесса формирования длин пиломатериалов (технологических схем и вариантов рас-

кроя досок-полуфабрикатов), характера связи между совокупностями пиловочных бревен и выпиленных из них пиломатериалов по длинам и рассеивания длин пиломатериалов позволили получить ряд зависимостей, имеющих значение для технологического планирования выработки и поставок пиломатериалов специфицированных длин. Данные о закономерностях рассеивания и разработанные методические положения по прогнозированию распределения длин пиломатериалов, выпиливаемых из совокупности бревен с известным содержанием бревен по длинам, могут быть использованы для проверки выполнимости заданий на выпилку пиломатериалов специфицированных длин, проверки пакетоспособности партии и решения ряда других задач.

10. Результаты исследований по организации первичного учета, технологические и технические требования к выбору пунктов учета, измерительным, регистрирующим и другим блокам счетных устройств являются основами для проектирования системы и средств автоматизированного учета пиломатериалов на лесопильных предприятиях.

11. Производственные испытания экспериментальных образцов счетных устройств на проходных и позиционных торцовочных установках, пакетоформирующих машинах и браковочно-торцовочных установках, проведенные на лесопильно-древнообрабатывающем комбинате № I и лесопильном заводе "Красный Октябрь", показали хорошую работоспособность и высокую точность учета. По результатам испытаний все счетные устройства, прошедшие испытания, приемочными комиссиями рекомендованы для использования в промышленности.

12. Автоматизированный учет позволит повысить точность учета на всех фазах производственно-технологического процесса, обеспечить аппарат управления предприятия оперативной информацией о ходе выполнения производственными участками (цехами) технологических заданий, использовании производственных мощностей, расхода материально-технических ресурсов, применить систему оплаты труда производствен-

них рабочих до продукции, повысить контроль за сохранностью социалистической собственности и сократить численность учетного персонала.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Иванов Д.В. Об автоматизации учета пиломатериалов в лесопилении. Научные труды ЦНИИМОД, выпуск 20, Архангельск, 1966.

2. Иванов Д.В. Автоматизация учета пиломатериалов. Научно-техническое совещание по применению математических методов и вычислительной техники в лесозаготовительной, лесопильно-деревообрабатывающей промышленности и лесном хозяйстве. Тезисы докладов, Петрозаводск, 1966.

3. Иванов Д.В. Автоматизация учета пиломатериалов. В сборнике "Применение математических методов и вычислительной техники в лесной и деревообрабатывающей промышленности". Изд-во "Лесная промышленность", 1968.

4. Иванов Д.В. Устройство для учета пиломатериалов на позиционных торцовочных столах. Научные труды ЦНИИМОД, выпуск 23, Архангельск, 1969.

5. Иванов Д.В. (совместно с Литасовым В.П.). Устройство для учета пиломатериалов на пакетформирующих машинах. Научные труды ЦНИИМОД, выпуск 24, Архангельск, 1969.

6. Иванов Д.В. Счетчик пиломатериалов для пакетформирующих машин. ВНИПИЭИлеспром, Москва, 1970.

Сл.01492. Подп.к печати 18.У.1971г. Печ.л. 1,7.
Тираж 150. Заказ 326.

Архангельск, Набережная В.И.Ленина,112. Ротап rint ЦНИИМОД