

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Методические указания
по подготовке магистерской диссертации
для студентов, обучающихся в магистратуре
по направлению 25 03 00
«Технология и оборудование лесозаготовительных и
деревообрабатывающих производств»

Санкт-Петербург
2008

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
Научно-методическим советом Санкт-Петербургской государственной
лесотехнической академии
14 февраля 2008 г.

При финансовой поддержке НОЦ МТД

С о с т а в и т е л ь:
доктор технических наук, профессор
А. Н. Чубинский

О т в. р е д а к т о р
доктор технических наук, профессор
А. Н. Чубинский

Р е ц е н з е н т ы:
кафедра технологии лесопиления и сушки древесины,
кафедра экономики и управления деревообрабатывающих производств.

В методических указаниях представлены структура и содержание магистерской диссертации, даны рекомендации по методике выполнения и информационным источникам.

Темплан 2008 г. изд. №

Введение

Вхождение России в Европейское образовательное пространство, переход на двухуровневую систему образования (бакалавриат и магистратура), требуют иного подхода (в отличие от дипломного проекта инженера) к содержанию итоговой аттестационной работы.

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова одной из первых в Российской Федерации в 1994 году внедрила двухуровневое образование, на первой ступени которого выпускник получает возможность стать бакалавром техники и технологии, на второй – либо инженером, либо магистром.

С 2009 года в соответствии с решением государственных органов управления большинство ВУЗов России переходят на двухуровневое образование. После окончания высшего учебного заведения выпускнику присваивается либо академическая степень бакалавра (после четырех лет обучения), либо академическая степень магистра (после шести лет обучения). Итогом обучения в магистратуре является защита магистерской диссертации – выпускной аттестационной работы, которая может носить как исследовательский, так и проектный характер.

В последнем случае, обоснование проектных решений осуществляется на базе анализа альтернативных вариантов с использованием различных методов принятия решения на основе математического и/или экономико-математического моделирования.

Сегодня для успешного развития отрасли актуальными являются исследования по созданию новых видов продукции из древесины, разработки технологий ее изготовления на основе современного оборудования с применением прогрессивных связующих и защитно-декоративных материалов, важными представляются разработки по научному обоснованию размеров и географического размещения предприятий, конкурентоспособности производств, технологий и оборудования, обоснованию форм организации общественного труда деревообрабатывающих производств, их влияния на выбор технологий и оборудования и т. п.

Многие из этих проблем будут решать сегодняшние студенты – будущие магистры техники и технологии по направлению «Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств».

Составитель благодарит соискателя Смирнова Ю. А., магистров Галушкину Е. А., Купченко Е. М., Тимохова А. С., чьи материалы были использованы в качестве примеров, приведенных в методических указаниях.

1 Общие положения и структура магистерской диссертации

Магистерская диссертация (выпускная аттестационная работа студента, обучающегося в магистратуре по направлению 250300) является законченным самостоятельным трудом автора, посвященным научному обоснованию технического(их) и/или проектного(ых) решения(ий) в области технологии и оборудования лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств.

Выбор темы исследования осуществляется на первом году обучения в магистратуре на основе перечня тем, выполняемых на соответствующей выпускающей кафедре и по согласованию с руководителем магистерской программы.

Диссертация должна быть написана на актуальную тему, т. е. ее результаты должны отвечать запросам сегодняшнего дня (быть востребованы производством) с учетом развития отрасли. Тематика исследований должна быть реальна как для исполнения на оборудовании, имеющимся в академии, так и для внедрения законченной работы в производство.

Диссертация может носить как фундаментальный (теоретический), так и прикладной характер. В нашей области знаний фундаментальные работы, как правило, посвящены развитию науки о древесине (древесиноведению). Результаты таких работ в том виде, в котором они получены, не могут быть внедрены, но они являются базой для научного обоснования как технических, так и проектных решений. К примерам таких областей диссертационных исследований можно отнести:

- исследование влияния размерно-качественных характеристик пиловочника на размерно-качественные характеристики пиломатериалов;
- исследование влияния характеристик пиломатериалов (породы древесины, размеров, плотности, равномерности ее распределения, содержания натуральных смол и др.) на качество сухих пиломатериалов;
- исследование влияния поверхностных свойств древесины различных пород на ее взаимодействие с жидкими защитными веществами (антипиренами, антисептиками), связующими и лакокрасочными материалами;
- исследование деформаций различных пород древесины, как капиллярно-пористого тела, в процессе ее технологической обработки.

Результаты прикладных диссертационных исследований могут быть непосредственно после их опубликования (защиты) внедрены либо на производстве, либо при реальном проектировании (являться частью проекта). При подготовке таких диссертаций принципиально важным является применение методов научного поиска эмпирических и

теоретических. К эмпирическим относят: эксперимент, наблюдение, описание, а к теоретическим: анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, моделирование, индукция, дедукция, систематизация. Наша область знаний построена на эксперименте с последующим объяснением, применяя теоретические методы научного поиска. На основе полученного научного результата автору диссертации необходимо принимать прогностические решения, которые будут реализованы в будущем (в краткосрочной, среднесрочной и длительной перспективе). К основным методам прогнозирования относят экстраполяцию, метод экспертных оценок, моделирование.

К примерам прикладных тем магистерской диссертации относятся:

- исследование процесса и проектирование технологии раскря пиловочника;
- исследование процесса и обоснование технологии сушки нетрадиционных для промышленности пород древесины;
- исследование процессов и проектирование технологии склеивания клееного бруса;
- исследование процесса и проектирование технологии создания защитно-декоративного покрытия;
- обоснование выбора (оценка конкурентоспособности) одного из видов (нескольких видов) деревообрабатывающего оборудования для предприятий различной мощности;
- проектирование и/или обоснование выбора (оценка конкурентоспособности) инструмента для выполнения той или иной операции обработки древесины.

Как правило, диссертация состоит из введения, трех разделов для фундаментальных и четырех для прикладных исследований, заключения, списка использованной литературы, приложений. Кроме диссертации соискатель академической степени магистра оформляет автореферат диссертации.

Примерная структура магистерской диссертации приведена в приложении 1. Характерные инновационные проекты деревообрабатывающих производств приведены в приложении 2.

2 Содержание магистерской диссертации

2.1 Введение

Во введении излагается актуальность проблемы, в рамках которой магистрант выполняет научные исследования. Здесь следует доказать необходимость достижения поставленной в диссертации цели для решения как практических, так и теоретических задач развития лесного сектора экономики России. В свою очередь, эти задачи должны быть решены с использованием современных методов и средств как на уровне исследования, так и для их реализации на практике.

Формулировка цели должна отражать итоговый результат внедрения выполненных автором исследований, который как правило направлен на создание новой или повышение качества известной продукции, снижение затрат на ее изготовление, повышение конкурентоспособности товара и/или его производства.

Во введении излагается предмет и объект исследования, научная новизна работы, т. е. то новое ранее неизвестное знание о сущности исследованного автором предмета и/или процесса, явления; теоретическая значимость результатов диссертации в виде подтверждения и/или развития какой-либо известной теории.

Качество выполненных в работе исследований должно быть подтверждено доказательством точности и достоверности результатов, которые во многом зависят от принятых автором теоретических, методологических и информационных основ исследования, методов и средств исследования, точности измерения.

Важным представляется понимание и изложение практической значимости работы, возможности внедрения уже полученных результатов, видение того, что необходимо сделать дополнительно для их использования на практике на конкретном производстве.

Одной из существенных характеристик результатов исследования является их общественное признание, которое достигается путем публикации, устного изложения на конференциях и семинарах, подтверждения на практике.

Вот почему целесообразными являются публикации магистром результатов своей работы, участие в научно-технических конференциях кафедры, факультета, академии.

2.2 Анализ состояния вопроса. Цель и задачи исследования

В этом разделе диссертации развернуто показывается актуальность решения задач исследования для развития отрасли. Делается это на основе анализа рынков (маркетинга) соответствующей продукции, сырья, технологии и т. д., показываются перспективные направления их совершенствования, необходимость создания новых продуктов и техники (методов и средств) их производства.

Магистерская диссертация, как уже было указано, это законченное исследование, посвященное решению одной целостной проблемы. Это означает, что и задачи экспериментальных исследований, и проектные задачи должны быть взаимосвязаны и, как правило, исследования необходимы для научного обоснования проектных решений, методы принятия которых будут приведены ниже.

Начинать анализ состояния вопроса, на наш взгляд, необходимо с изучения основных направлений развития соответствующей подотрасли производства материалов и изделий из древесины, определения рыночной ниши продукции и/или технологии, намечаемой к исследованию.

Определяя стратегию развития ассортимента продукции, техническую политику предприятия необходимо соотносить их с базисными положениями стратегического развития лесного сектора экономики на основе:

- анализа состояния и динамики развития лесосырьевой базы, построенной на принципах устойчивого управления леса;
- обоснования ассортимента и объемов производства продукции с учетом спроса на внутреннем и международном рынках;
- анализа финансовых и технических возможностей производителей по удовлетворению спроса регионального, российского и международного рынков;
- обоснования потребности производителей по техническому перевооружению предприятий, обеспечению сырьем, материалами, энергией, комплектующими, инструментом и др.

В приложении 3 приведен ряд стратегических направлений развития деревообрабатывающих производств на ближайшую перспективу (до 2015 г.)

Определив основные направления развития отрасли, целесообразно перейти к сравнительному анализу продукции, предполагаемой к диссертационному исследованию, с существующими аналогами, товарами-заменителями. В табл. 1 приведен пример сравнения эксплуатационных свойств древесных материалов для деревянного домостроения. На основе этого анализа определяются направления совершенствования свойств

предметов труда, перечень и объем исследований, которые необходимо для этого провести.

Аналогичный анализ может быть проведен для сравнения альтернативных сырья, материалов, технологий, оборудования и т. п. для изготовления продукции.

Если диссертация имеет только исследовательский характер, без разработки проектных решений, то анализ состояния вопроса включает изучение ранее полученных результатов исследований в определенной теме диссертации области.

Анализу должна подлежать вся доступная исследователю информация: патенты и авторские свидетельства, научные статьи и монографии, учебники и учебные пособия, тезисы докладов и т. п.

Какова цель анализа состояния вопроса? Это обоснование задач исследования, направленных на достижение цели работы.

Задачи анализа состояния вопроса следующие:

- определить, решалась ли подобная проблема ранее и, если да, то каковы результаты ее решения (следует ли изобретать велосипед?);
- сформировать свое понимание причинно-следственных связей явления, процесса и т. п.;
- определить перечень неисследованных вопросов поставленной проблемы;
- определить степень достоверности ранее полученных результатов с учетом развития научно-технического прогресса;
- определить возможность достижения цели с учетом уровня развития науки и техники;
- определить методы и средства исследования;
- определить возможность внедрения полученных результатов в производство.

На основе анализа состояния вопроса обосновываются задачи исследования, основные из которых направлены на:

- исследование нерешенных вопросов (белых пятен) проблемы;
- создание, если это необходимо, методов и средств исследования;
- разработку технического задания (экспериментального образца) на промышленную установку для внедрения результатов исследования;
- разработку технологического регламента, технических условий, проекта стандарта на продукцию;
- оценку экономической эффективности и/или социальной значимости внедрения результатов исследований;
- обоснование научной новизны и практической значимости результатов исследований;
- защиту интеллектуальной собственности.

Т а б л и ц а 1

Свойства древесных материалов для деревянного домостроения (пример сравнения продукции по эксплуатационным свойствам)

Наименование свойств	Ед. измерения	Наименование материала							
		Пиломатериалы хвойные			Фанера на водостойких клеях		ДСтП на водостойких клеях	OSB/3	МДФ
		сосна	ель	лиственница	хвойная	лиственная			
Толщина	мм	25-50	25-50	25-50	9-30	3-30	6-30	6-38	6-30
Плотность	кг/м ³	470	450	640	450-650	550-700	600-750	600-700	650-800
Прочность при изгибе	МПа	71,8	70,3	98,5	60-80	60-100	15-25	55-65	20-35
Прочность при скалывании*	МПа	6,2	6,3	8,7	1,0	Бер. 1,5	0,14-0,75	0,26-0,50	0,50-0,70
Модуль упругости	ГПа	11,9	9,3	13,8	9,0-11,0	10,0-12,0	2,5-3,5	9,0-10,0	2,0-3,5
Стабильность размера по длине диапазона применения относительной влажности воздуха от 35% до 85%	%	0,1	0,1	0,1	0,06-0,07	0,06-0,07	0,25-0,3	0,25-0,3	0,25-0,3
Возможность применения для наружных работ	-	да	да	да	да	да	нет	да	Нет
Биостойкость**	-	средняя	средняя	высокая	высокая	средняя	низкая	средняя	низкая

Примечание: * - для фанеры: прочность при скалывании по клеевому слою после кипячения образцов в течение 1 часа;

* - для плит из измельченной древесины (ДСтП, OSB, МДФ): прочность при отрыве поперек пласти (растяжение перпендикулярно пласти).

** - качественное значение биостойкости.

В том случае, когда диссертация направлена на разработку технического проекта, который требует научного обоснования тех или иных технологических решений, анализ состояния вопроса может включать и изучение предыстории предметной проектной области по изложенной ниже методике.

В результате анализа состояния вопроса формулируются выводы, уточняется цель диссертационного исследования и его задачи. В выводах в концентрированном виде обосновываются актуальность решаемой в диссертации проблемы, достоинства и недостатки продукции, технологии, процесса, метода определенного назначения, нерешенные научные, технические или иные вопросы.

В соответствии со скорректированной целью ставятся задачи исследования и проектирования, направленные на достижение цели. От правильности постановки задач зависит точность и достоверность принимаемых в диссертации решений, продолжительность их достижения.

2.3 Методика проведения исследований.

Выполнение любой работы требует определения последовательности действий, метода (способа) действий и средств для их осуществления. Разработка методики проведения исследований, принятия проектных решений позволяет конкретизировать задачи, определить продолжительность их решения, обосновать методы и средства исследования и/или прогнозирования.

На первом этапе исследователь дает полную характеристику применяемых исходных материалов, подлежащих исследованию (пиломатериалов, шпона, фанеры, древесных плит из измельченной древесины, клеев, защитно-декоративных материалов и т. д.), обосновывает метод (теоретический и/или экспериментальный) и средства (оборудование, приборы) исследования. Здесь принимается решение об использовании известных методов (методик) и средств исследования и/или о создании новых.

Имеющееся в академии оборудование и приборы позволяют проводить большой спектр исследований физико-механических свойств древесины и древесных материалов, клеящих и защитно-декоративных материалов, изучать взаимодействие веществ при склеивании и прилипанию и т. п.

Далее необходимо обосновать и описать методику проведения каждого эксперимента. Обоснование должно включать соответствие требуемой точности и достоверности результатов тем, которые могут быть получены при экспериментировании с применением принимаемых исследователем методов и средств.

Обоснование (построение) плана эксперимента и методики обработки экспериментальных данных – один из важнейших этапов исследования, который включает:

- обоснование параметров оценки (выходных параметров) продукции, предмета труда, процесса, средства производства;
- установление влияющих факторов;
- обоснование постоянных и переменных факторов;
- выделение существенно влияющих факторов;
- обоснование вида эксперимента: одно- или многофакторный;
- построение методической сетки однофакторного (табл. 2) и/или обоснование плана многофакторного эксперимента (табл. 3,4);
- обоснование методики обработки результатов эксперимента.

Содержание и методика выполнения вышеперечисленных работ известны студентам, прошедшим научно-исследовательскую практику.

Таблица 2

Методическая сетка эксперимента (пример)

Задача исследования	Постоянные факторы		Переменные факторы		Параметры оценки объекта и/или предмета исследования (выходной параметр)	Количество результатов наблюдения			
	Наименование	Значение	Наименование	Значение		Количество опытов	Количество повторений опытов	Количество результатов одного опыта	Общее количество результатов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Установить влияние давления прессования на прочность клеевого соединения фанеры	1. Порода древесины 2. Вид и свойства клея 3. Толщина фанеры 4. Слоиность фанеры 5. Температура прессования 6. Продолжительность процесса склеивания и его этапов	береза СФЖ-3014 10 мм 7 115÷120 °С 9 мин	Давление прессования, МПа	1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2	Прочность при скалывании по клеевому слою после кипячения в течение одного часа	6	3	9	162

Т а б л и ц а 3

Переменные факторы и уровни их варьирования во многофакторном эксперименте (пример)

Наименование фактора	Уровень значения фактора			Интервал варьирования
	Низкий (-1)	Основной (0)	Верхний (+1)	
Давление прессования, x_1 , МПа	1,4	1,6	1,8	0,2
Температура прессования, x_2 , °С	100	110	120	10
Расход клея, x_3 , г/м ²	100	120	140	20

Т а б л и ц а 4

План двухфакторного эксперимента

Номер опыта	Значения переменных факторов			Результат опыта
	x_1	x_2	x_3	
1	+1	+1	+1	
2	-1	+1	-1	
3	+1	-1	-1	
4	-1	-1	+1	

Выполнение проектного раздела диссертации потребует от студента знаний в области принятия проектных и управленческих решений.

Широко распространенными сегодня для выбора приоритетных объектов являются методы экспертных оценок и моделирования.

Метод экспертных оценок применяется для обоснования перспективных видов продукции, выбора технологии, оборудования, основных и вспомогательных материалов и т.п.

Принципиально важной является подготовка анкеты (опросного листа) и выбор специалистов – экспертов. Примеры анкет, на основе которых проводились диссертационные исследования студентов, приведены в приложении 4, а методика обработки экспертных оценок следующая:

1. Расчет среднего значения \bar{x}_{ij} и среднего квадратического отклонения S_{ij} по каждому ряду ответов:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m};$$

$$\bar{S}_{ij} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}{m-1}};$$

где: x_{ij} - оценка j -го эксперта по i -му вопросу; m - количество экспертов.

Сравнивая средние квадратические отклонения ответов по каждому вопросу можно установить в каком из них больше рассеяние ответов экспертов вокруг среднего значения. Таким образом устанавливается устойчивость результатов средней оценки экспертов. Чем меньше среднее квадратическое отклонение, тем более согласованной является оценка экспертов, тем выше коэффициент согласия экспертов $K_{эij}$. Для сравнения устойчивости оценок разных вопросов можно использовать значение коэффициента вариации, характеризующего относительное рассеяние результата:

$$V_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_{ij}} \cdot 100, \%$$

Чем меньше коэффициент вариации, тем согласованнее мнение экспертов, тем выше коэффициент согласия экспертов $K_{э}$ и $K_{эij}$.

2. Определение верхней $a_{ij \max}$ и нижней $a_{ij \min}$ границ доверительного интервала рассеяния оценок:

$$a_{ij \max} = \bar{x}_{ij} + t_{k,p} \frac{S_{ij}}{\sqrt{m}},$$

$$a_{ij \min} = \bar{x}_{ij} - t_{k,p} \frac{S_{ij}}{\sqrt{m}},$$

где $t_{k,p}$ - критерий Стьюдента, определяется по таблицам математических статистик в зависимости от числа степеней свободы ряда наблюдений k ($k = m-1$) и доверительной вероятности p (вероятности попадания "истинного" результата в задаваемый доверительный интервал $\pm \varepsilon$).

3. Статистическое выравнивание ряда исходя из условия:

$a_{ij \min} \leq x_{ij} \leq a_{ij \max}$, с последующим определением статистик \bar{x}_{ij} , S_{ij} , V_{ij} для нового ряда.

4. Определение коэффициента согласия экспертов:

$$K_{\text{э}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{э}ij} m_{ij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}; \quad K_{\text{э}ij} = 1 - \frac{S_{ij}}{x_{ij}},$$

где n - количество вопросов в анкете, $\forall_i = 1; n$; m_{ij} - число оценок по i -ому вопросу в каждом из выровненных рядов, $\forall_i = 1; m$.

При $0,5 \leq K_{\text{э}} \leq 1$ мнение экспертов считается согласованным.

В таблице 5 в качестве примера приведены результаты экспертной оценки по определению эффективности производства разных видов фанеры.

Задачи, решаемые при проектировании, обычно поликритериальны, т.е. оценивать принятое решение необходимо по многим критериям: качественным и количественным, экономическим, техническим, социальным и другим. Для уточнения результатов и свертки экспертных оценок в один комплексный показатель может быть использован метод расстановки приоритетов.

Сущность этого метода заключается в попарном качественном сравнении конкурирующих объектов (один либо лучше, либо хуже, либо равноценен по какому-то свойству другому) с дальнейшим переходом на количественные оценки, используя конкретные значения показателей свойств конкурентов, а при их отсутствии - экспертные оценки. Сравнение проводят в матричной форме, что позволяет в дальнейшем при соответствующей математической обработке получить количественные значения приоритетов конкурирующих решений (объектов) по каждому свойству в отдельности и по комплексу показателей (признаков).

Допустим в конкурсе участвуют n объектов (систем) $\forall_i = 1, n$ характеризуемых m показателями $\forall_i = 1, m$. Каждый i -й объект по определенному j -му показателю имеет количественную оценку X_{ij} .

Т а б л и ц а 5

Результаты экспертной оценки по определению эффективности производства разных видов фанеры

Вид фанеры	Статистические показатели оценок экспертов						
	x_{ij}	S_{ij}	V_{ij}	$a_{ij \min}$	$a_{ij \max}$	$K_{эij}$	$K_э$
1.1 На фенолформальдегидных клеях	2,6	0,71	27,3	2,1	3,1	0,73	0,79
1.2 На карбамидоформальдегидных клеях	2,0	0,13	6,5	1,9	2,1	0,94	
2.1 Большеформатная	2,8	0,4	14,3	2,51	3,19	0,86	
2.2 Квадратная	1,9	0,71	27,3	1,4	2,4	0,73	
3.1 Березовая	2,8	0,4	14,3	2,51	3,19	0,94	
3.2 Хвойная	1,8	0,4	14,3	1,3	2,3	0,94	
3.3 Березовая (комби)	2,0	0,63	31,5	1,56	2,44	0,68	
3.4 Хвойная (комби)	1,3	0,7	53,8	0,81	1,79	0,46	
4.1 Ламинированная	2,9	0,13	6,5	2,8	3,0	0,94	
4.2 Шлифованная	2,5	0,5	20	2,15	2,85	0,80	
4.3 Нешлифованная	1,3	0,45	34,6	0,98	1,62	0,65	

Рассмотрим методику решения задачи.

1. Для качественного сравнения i -х объектов по j -м признакам строят матрицы бинарных отношений (табл.2) с размером $n \times n$ (в одной матрице сравнивают i -е объекты, i -й объект строки с i -м объектом столбца), а соотношение объектов выражают символами лучше $>$, равно $=$, хуже $<$. Таких матриц будет столько, сколько показателей принято для оценки объектов, т.е. m . Затем таким же образом сравнивают сами показатели по их приоритетности (весомости) в оценке объектов, для этого строят матрицу размером $m \times m$.

2. Для перехода к количественным оценкам на основе имеющейся информации или с помощью балльной экспертной оценки определяют по каждому показателю, во сколько раз наилучший объект отличается от наихудшего:

$$K_j = \frac{X_{ij \max}}{X_{ij \min}},$$

где $X_{ij \max}$ - максимальная оценка i -го объекта по j -му показателю; $X_{ij \min}$ - минимальная оценка i -го объекта по тому же признаку.

Матрица бинарных отношений

I	1	2	3	...	n
1	=	<	>	...	>
2	>	=	>	...	>
3	<	<	=	...	<
.
.
.
n	<	<	>	...	=

По найденному коэффициенту K_j определяют коэффициент ω_j , а затем члены матриц смежности A_j , заменяющих матрицы бинарных отношений.

Коэффициент ω равен:

$$\omega_j = \left(\frac{K-1}{K+1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}} \right) \cdot \beta_v, \quad \beta_1 = 1,$$

где β_v - поправочный коэффициент, равный на первой итерации $\beta_1 = 1$.

Члены a_{ij} матриц смежности $A_j = \|a_{ij}\|$ определяют следующим образом:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 + \omega & \text{при } X_{ij} > X_{ej} \\ 1 & \text{при } X_{ij} = X_{ej} \\ 1 - \omega & \text{при } X_{ij} < X_{ej} \end{cases}$$

$$A_j = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ii} & \dots & a_{in} \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{ni} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

т.е. вместо символов лучше $>$, равно $=$, хуже $<$ ставят соответствующее значение a_{ij} .

1. Для определения приоритета каждого i – го объекта по j – му показателю P_{ij} и приоритета показателя P_j вводят понятие мощности критерия L – го порядка $P(L)$, рассчитываемого построчно:

$$P(L) = A_j \cdot P(L-1), \quad (3)$$

$$P_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (4)$$

$$P_j(1) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (5)$$

P_i и P_j определяют из выражения:

$$P_{ij}(L) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{i=1}^n P_{ij}(L)} \quad (6)$$

$$P_j(L) = \frac{P_j(L)}{\sum_{j=1}^m P_j(L)} \quad (7)$$

При условии:

$$\begin{aligned} |P_{ij}(L) - P_{ij}(L-1)| &\leq E, \\ |P_j(L) - P_j(L-1)| &\leq E, \end{aligned}$$

где E – задаваемая точность расчета, принимаемая равной 0,01.

При достижении заданной точности определяют новое уточненное значение K^* по формуле:

$$K^* = \frac{P_{ij} \max}{P_{ej} \min}$$

И поправочный коэффициент β_v :

$$\beta_v = \frac{K}{K^*}.$$

При условии $\beta_1 < \beta_v$ решение задачи закончено. В противном случае решение возвращается к пункту 2.

2. Комплексную оценку (приоритет) каждого объекта по всем j – м показателям определяют по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} P_j.$$

Чем выше значение приоритета, тем эффективнее проектируемый объект (система).

2.4 Результаты экспериментальных исследований и их анализ.

Обработка результатов эксперимента проводится по методикам, изложенным в рекомендуемой литературе и частично в приложении 5. Результаты эксперимента целесообразно представлять не в одной, а в нескольких формах: таблицы, рисунки, уравнения, модели – то есть то, что на наш взгляд, упрощает задачу их анализа. Наибольшее распространение как для анализа, так и для оформления отчета, в первую очередь, презентации (доклада) работы получила графическая форма представления результатов исследований, а для разработки программных (компьютерных) продуктов – в виде уравнений (математических моделей). Методики (табл. 2-4) и результаты эксперимента (табл 5,6) представляют в табличной форме.

Графики строят в тех случаях, когда есть функциональная зависимость между функцией и аргументом, который может быть количественно измерен. В противном случае строят диаграммы.

На основе результатов исследования получают уравнения регрессии, идя от простого к сложному, в том виде, в котором они адекватно описывают экспериментальную зависимость.

Т а б л и ц а 6

Прочность березовой фанеры марки ФСФ при скалывании по клеевому слою в зависимости от давления прессования (пример)

Толщина фанеры, мм	Давление прессования, X, МПа	Результаты опытов			
		Среднее значение \bar{y}	Среднее квадратическое отклонение, S	Коэффициент вариации, v	Уравнение регрессии
10	1,0	•	•	•	$\bar{y} = f(x)$
	1,2		•		
	1,4	•		•	
	1,6				
	1,8		•		
	2,0	•		•	
	2,2				

Представив результаты эксперимента в одной или нескольких формах, приступают к их анализу, сравнивая собственное представление, полученное на основе изучения состояния вопроса о характере влияния того или иного фактора(ов) на выходной(ые) параметр(ы), с полученными результатами, устанавливая причинно-следственные связи.

В случае совпадения исследователь вправе подтвердить известные суждения, умозаключения, понятия, законы, теории, ссылаясь на первоисследователей. Если получены новые результаты, совпадающие с гипотезой исследователя, он вправе считать ее подтвержденной, при этом принципиально важным является обоснование полученного результата на основе анализа сущности процессов, явлений и т.п.

При несовпадении полученных результатов с гипотезой, необходимо выяснить возможные причины на основе повторного анализа состояния вопроса, физико-химической или иной сущности исследуемых предметов и/или объектов.

Анализ результатов исследований предполагает установление их научной новизны, теоретической и практической значимости, эффективности использования, что отражается в выводах по работе.

При этом научная новизна, теоретическая значимость излагаются не в виде аннотации полученного результата (например, получена математическая модель процесса в виде системы уравнений регрессии, которая использована для поиска оптимальных параметров режимов обработки), а в виде описания причинно-следственных связей между функцией и аргументом, их сущности, позволивших, опираясь на классическое представление, либо отвергая его, получить адекватное математическое описание.

Результаты исследований и их объяснение необходимо обсуждать публично (в печати, на конференциях), что дает возможность их общественного признания.

2.5 Обоснование проектных решений

Проектная часть магистерской диссертации должна включать решение принципиальных вопросов технологического проектирования:

- разработку принципиальной технологии на основе альтернатив (многовариантное проектирование);
- выбора и расчета оборудования;
- расчеты материально – технического обеспечения технологического процесса.

В связи с многообразием продукции деревообрабатывающие производства характеризуются большим числом различных технологических процессов, включающих механическую обработку древесины резанием и давлением, гидро- и пьезотермическую обработку, склеивание, сборку и другое. Ряд процессов характеризуется сложными физико-химическими явлениями. Каждое производство может быть представлено совокупностью определенных технологических операций,

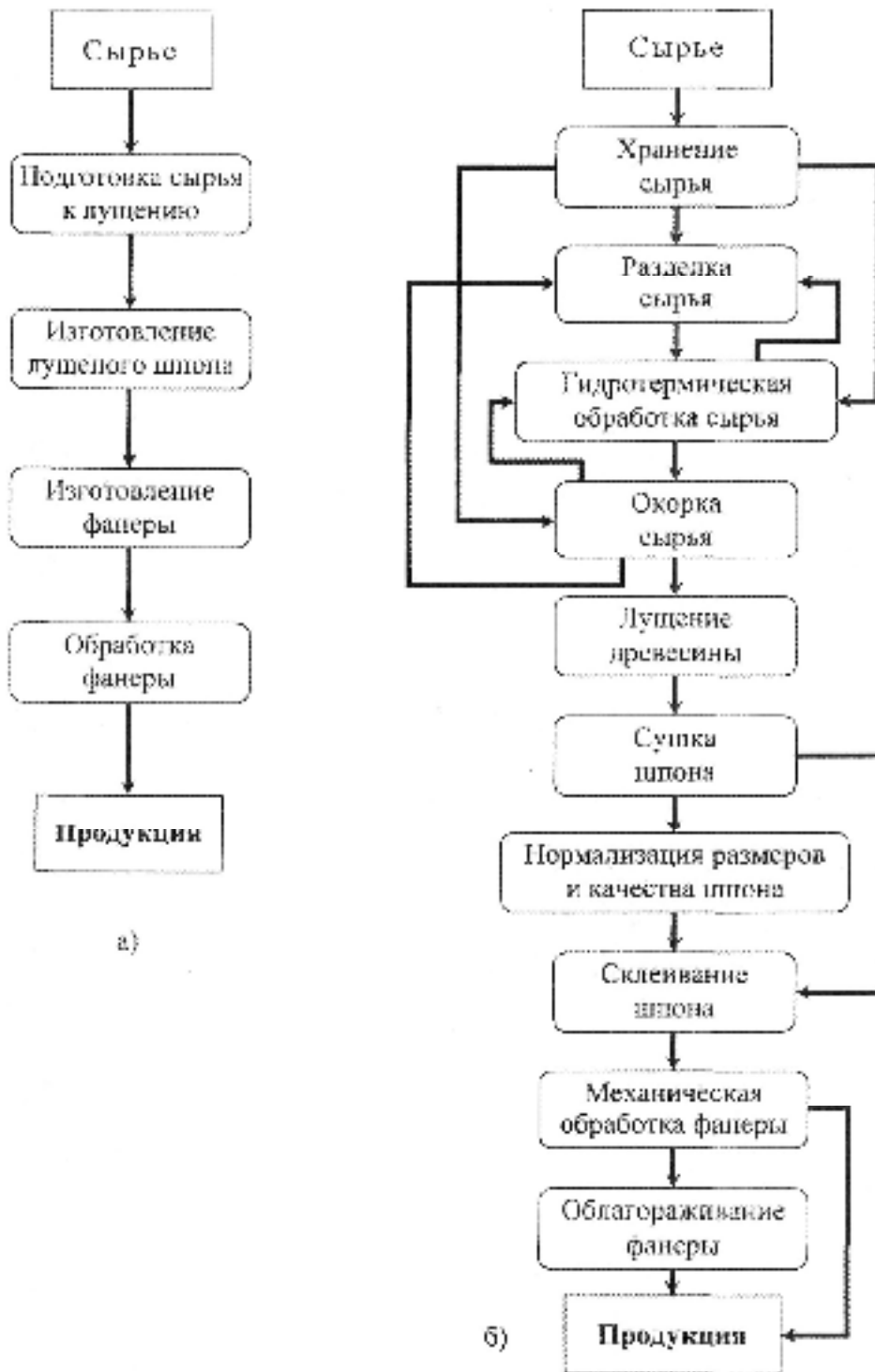
направленных на получение конечного продукта – материала или изделия. При этом у одного набора операций их организация может быть различной (рис. 1, 2, 3).

Разнообразие способов обработки, схем технологического процесса (ТП) одного функционального назначения требует одновременной разработки нескольких вариантов ТП, а в дальнейшем выбора одного из них по одному или нескольким критериям эффективности. Применение теории графов упрощает многовариантное проектирование. При этом технологический процесс изображают (рис.4) в виде ориентированного графа $S(Q, Q)$, вершины которого являются отображением операций, проходов, переходов, установок, позиций, а дуги определяют временную последовательность и связи отдельных элементов процесса.

Технико-экономическая оценка технологических систем может быть сделана на основе их свойств. Среди множества свойств наибольший интерес представляют те, которые характеризуют качество продукции и ее трудоемкость. Эти свойства зависят не только от входных параметров, но и от характера взаимосвязей элементов системы, описываемой графом.



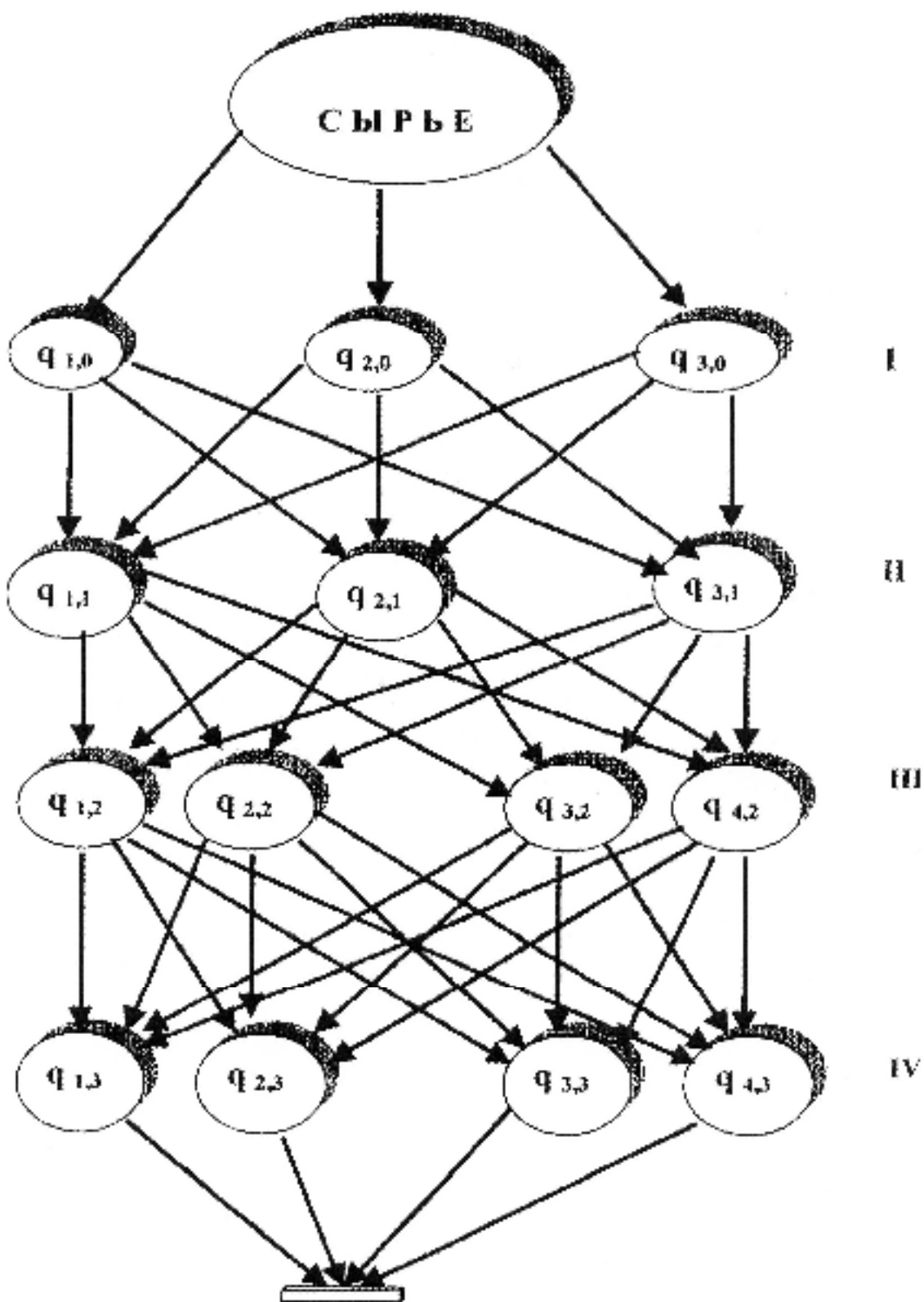
Р и с. 1 Структура технологического процесса производства пиломатериалов



Р и с. 2 Структура технологического процесса изготовления фанеры:
 а) четырехстадийная; б) десятистадийная



Р и с. 3 Стадийная структура технологического процесса производства изделий из древесины (мебели, оконных и дверных блоков, строительных конструкций и т.п.)



Р и с. 4 Варианты схем технологического процесса подготовки сырья к лущению

При обеспечении одинакового уровня качества продукции приоритетной является система, обеспечивающая минимальную трудоемкость.

Применение теории графов для описания технологических процессов дает возможность многовариантного проектирования с использованием ЭВМ для определения приоритетного варианта. Логическая схема проектирования технологии продукции P_i , из исходного сырья P_0 может быть представлена в виде ориентированного графа, изображенного на рис. 4. Проектировать технологию целесообразно на основе типовых технологических процессов T_T :

$$T_j \in T_T, \forall j = \overline{1, m}.$$

Каждый технологический процесс T_j состоит из множества операций q_{kj} , так что $q_{kj} \in T_i, \forall j = 1, k$. Таким образом, каждая схема технологического процесса будет представлять кортеж из элементов q_{kj} :

$$Q_i = \langle q_{1j}, q_{2j}, \dots, q_{kj} \rangle.$$

При трудоемкости k -й операции для i -й детали при реализации j -го технологического процесса c_{ikj} общие трудозатраты изготовления продукции P_j по j -й схеме составят:

$$C_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t C_{ikj}.$$

Оптimalен технологический процесс с минимальной суммарной трудоемкостью C_j . Оптимизировать технологический процесс можно по показателю эффективности, полученному, например, по методу расстановки приоритетов. Таким образом, задача оптимизации на взвешенном графе сводится к отысканию минимального пути S_j :

$$S_j = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t C_{ikj}.$$

Алгоритм решения такой задачи следующий:

1. Составить ориентированный взвешенный граф, последовательный набор дуг которого соответствует определенной технологической схеме изготовления изделия P .

2. Принять в вершине P_0 трудоемкость (либо иной другой показатель) i -й конструктивно-технологической группы, равную 0:

$$S_{okj} = 0, \quad C_{okj} = 0, \dots$$

3. Определить $S_{j \min}$ на каждой операции.

4. Построить последовательность операций с минимальной трудоемкостью:

$$Q_i = \langle q_{1j}, q_{2j}, \dots, q_{kj} \rangle.$$

Построение графа требует от студента знаний всех процессов обработки древесины (рис. 5), последовательности (рис. 1-4), способов и средств их реализации (рис. 6, на примере бревнопильного оборудования), а так же факторов влияющих на качество обработки (рис. 7, 8)

Приступая к выбору оборудования и его расчету, необходимо усвоить основные принципы выбора, факторы, влияющие на принятие решения: размеры доступной лесосырьевой базы; размерно-качественные характеристики сырья; размерно-качественные характеристики продукции; вид производства и его производственная мощность; уровень конкурентоспособности производителя оборудования, включая его ценовую политику, условия гарантийного и постгарантийного обслуживания, и другие.

При проектировании технологии выполняют укрупненный расчет оборудования. Потребное количество оборудования рассчитывают по следующей методике:

1. Определение производительности оборудования:

а) для оборудования проходного типа:

$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} K_{\text{и}} / l_{\text{ср}}, \text{ шт. в смену};$$

$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} VK_{\text{и}} / l_{\text{ср}}, \text{ м}^3 \text{ в смену};$$

б) для оборудования позиционного типа:

$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} K_{\text{и}} / t_{\text{ц}}, \text{ шт. в смену};$$

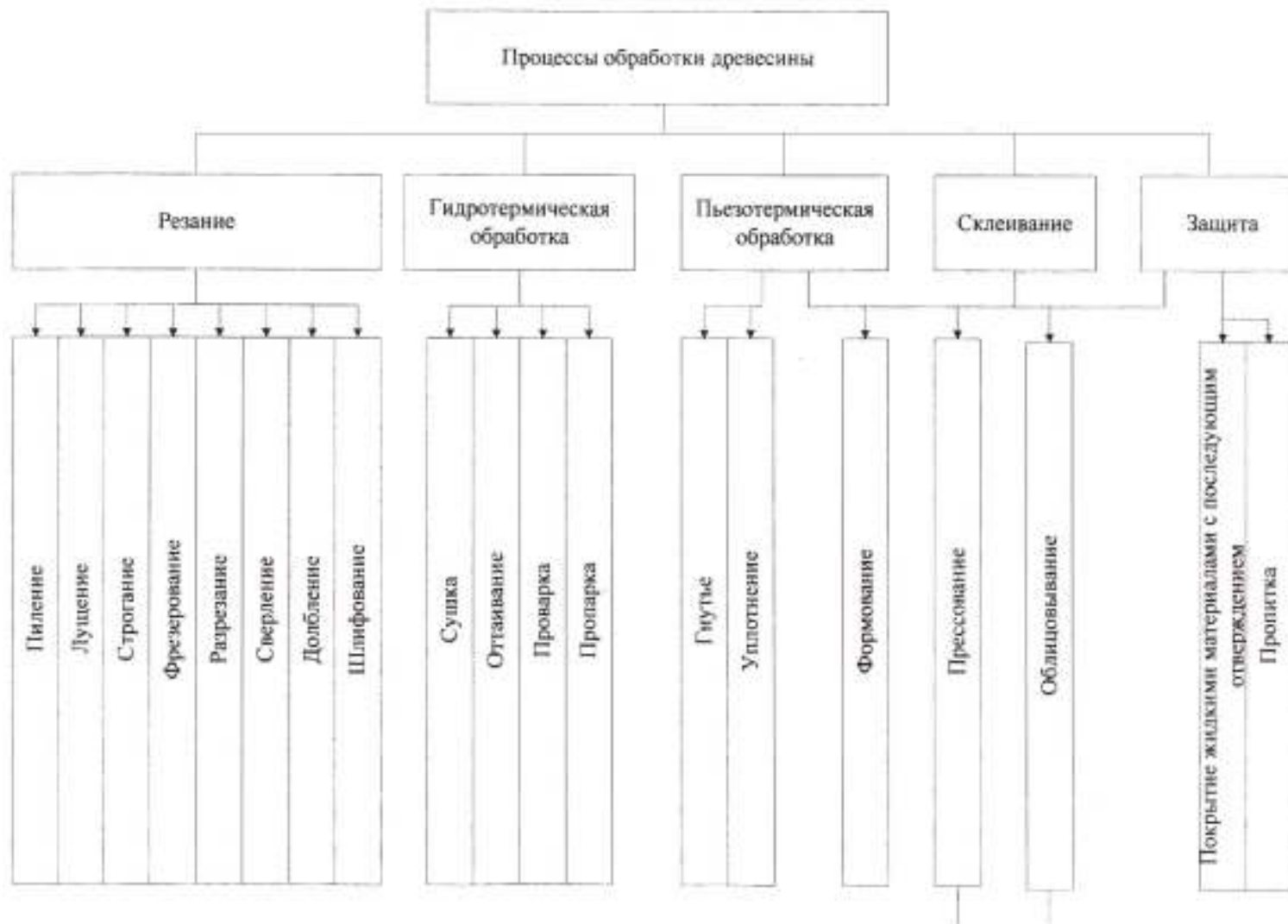
$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} VK_{\text{и}} / t_{\text{ц}}, \text{ м}^3 \text{ в смену};$$

в) для автоматических линий проходного типа:

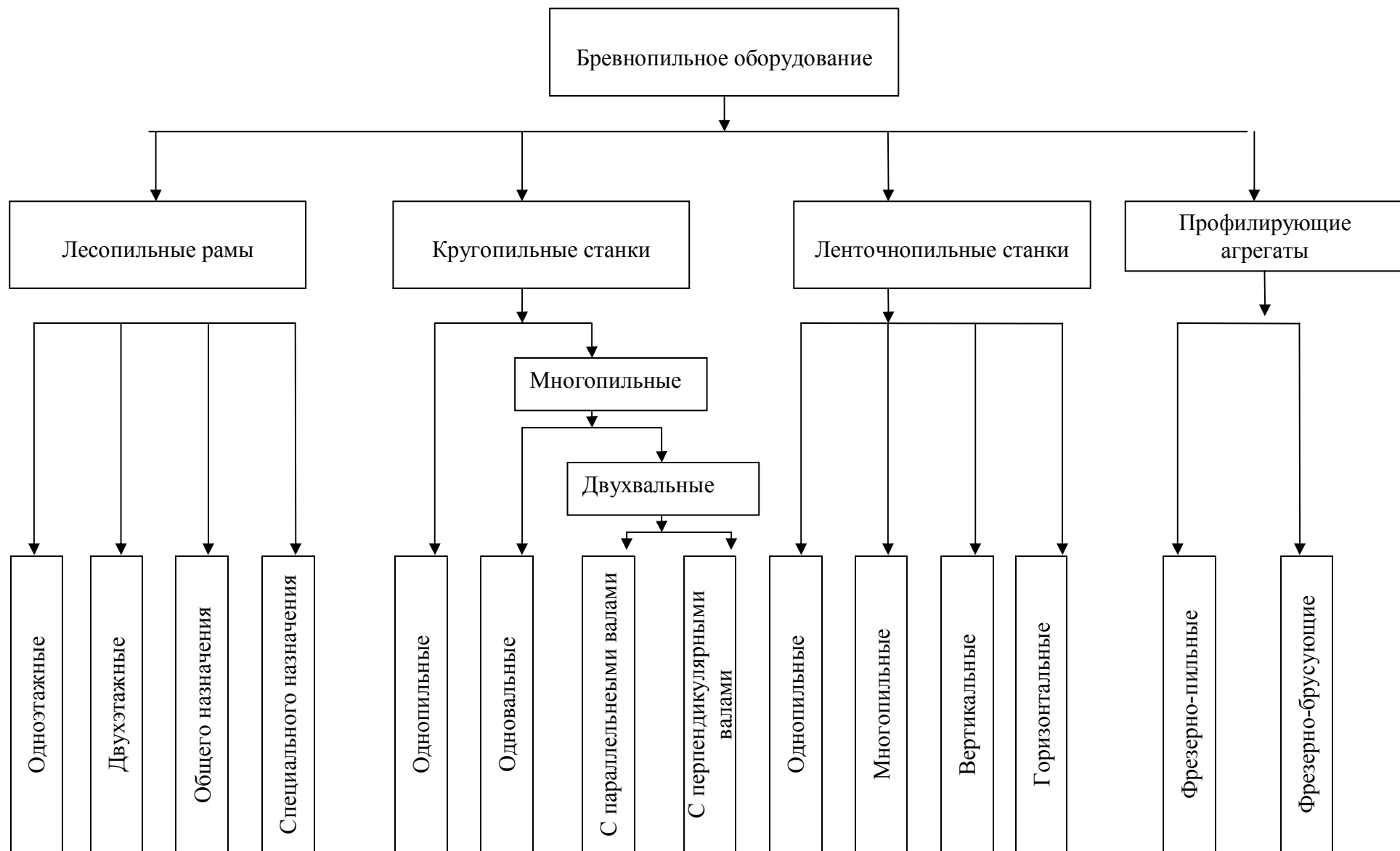
$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} K_{\text{и}} / l, \text{ шт. в смену};$$

$$A_{\text{пр}} = UT_{\text{см}} VK_{\text{и}} / l, \text{ м}^3 \text{ в смену},$$

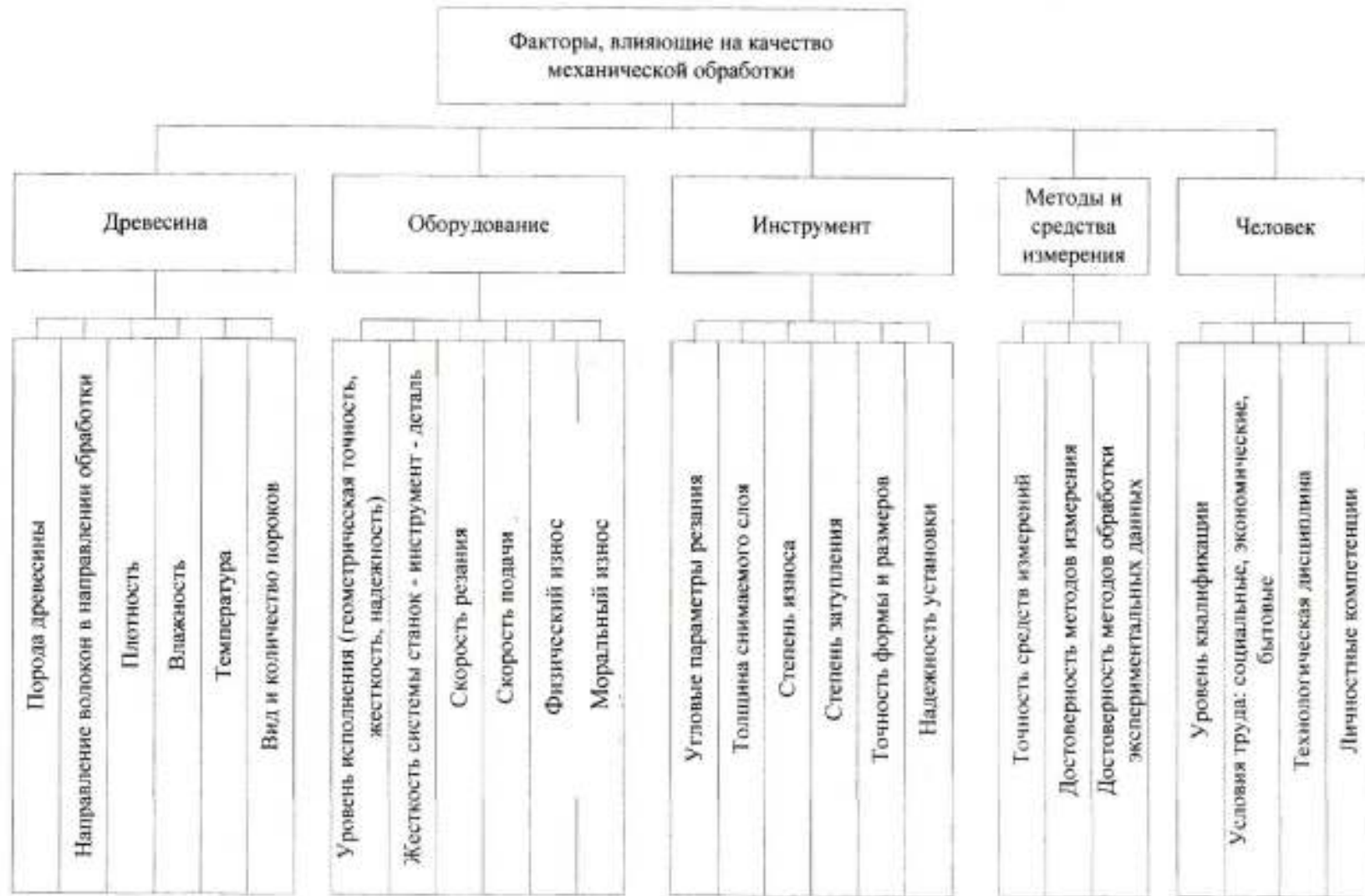
где U - скорость подачи, м/мин; $T_{\text{см}}$ - продолжительность смены, мин; $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования оборудования, $K_{\text{и}} = 0,55-0,9$; $l_{\text{ср}}$ - средняя длина (ширина) обрабатываемой заготовки, м;



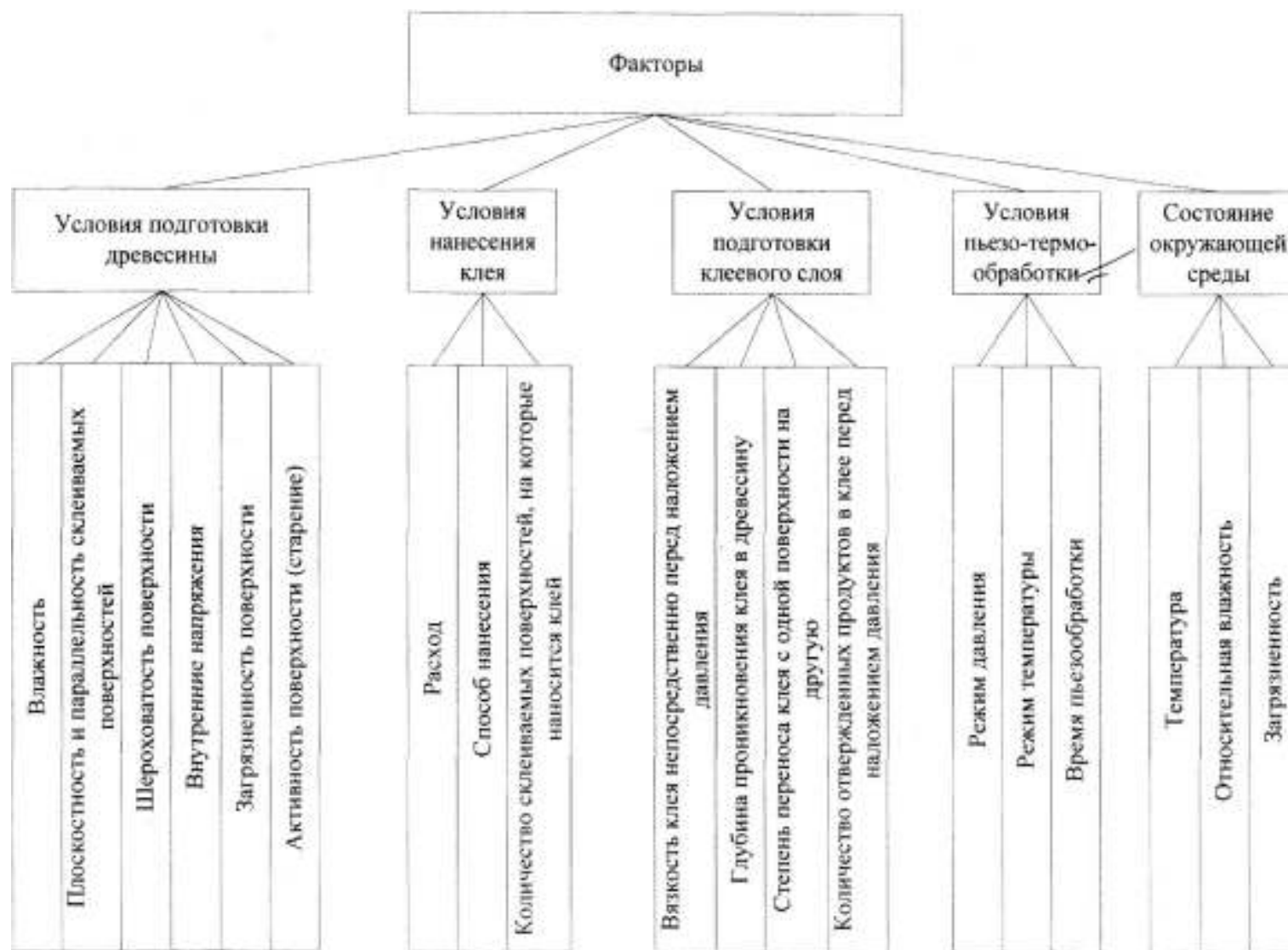
Р и с. 5 Классификация процессов обработки древесины



Р и с. 6 Классификация бревнопильного оборудования



Р и с. 7 Факторы, влияющие на точность и шероховатость поверхности обработки



Р и с. 8 Классификация факторов, влияющих на формирование клеевого соединения

$$l_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m l_i n_i}{\sum_{i=1}^m n_i};$$

где l_i - длина (ширина) i -й обрабатываемой заготовки, м; n_i - количество заготовок i -го типоразмера; m - количество типоразмеров заготовок; V - объем одновременно перерабатываемых заготовок, м³; $t_{\text{ц}}$ - время цикла обработки, мин; l - расстояние от начала одной до начала последующей заготовки, м; $l = l_{\text{ср}} + l_{\text{м}}$; $l_{\text{м}}$ - расстояние между заготовками, м.

2. Определение времени на обработку единицы продукции (шт., м³):

$$H = T_{\text{см}} / A, \text{ мин.}$$

3. Определение потребного количества времени на обработку годовой программы продукции:

$$T_{\text{Г}} = NH / 60, \text{ ч,}$$

где N - годовая программа продукции (шт., м³).

4. Определение потребного количества оборудования:

$$n = T_{\text{Г}} / T_{\text{р}}, \text{ шт.,}$$

где $T_{\text{р}}$ - эффективный фонд времени работы единицы оборудования в год ($T_{\text{р}} = 3968$ ч - для технически оснащенных рабочих мест (оборудования), $T_{\text{р}} = 4165$ ч - для технически не оснащенных рабочих мест при двухсменной работе).

Полученное значение n округляют до целого числа, как правило, в большую сторону, получая таким образом принятое количество оборудования $n_{\text{пр}}$.

6. Определяют процент загрузки оборудования:

$$P_{\text{з}} = \left(n / n_{\text{пр}} \right) 100 \%.$$

При выборе и расчете оборудования следует стремиться к его равномерной загрузке, поточной организации труда с единым ритмом работы станков по всему потоку. В процессе производства возникает необходимость оптимизации загрузки оборудования, т.е. распределения зака-

зов на станки таким образом, чтобы их общая загруженность была минимальной при обеспечении требуемого ассортимента плана.

На основе выбора оборудования составляют ведомости по формам, приведенным в табл.7 и 8.

Расчет древесного сырья для производства пиломатериалов, фанеры и древесных плит при проектировании новых производств выполняют на основе укрупненных норм расхода сырья на 1м³ древесных материалов. Практика работы лесопильных и фанерных предприятий показывает, что расход сырья варьирует в большом диапазоне и зависит от диаметра и сортности сырья, его породы, условий хранения и доставки, принятой технологии и состояния оборудования, других факторов. В среднем расход хвойного сырья на 1м³ пиломатериалов составляет 1,9-2 м³; расход сырья на 1 м³ фанеры - 2,5-3,3 м³. Расчет древесных материалов (пиломатериалов, фанеры и плит, шпона) на производство изделий из древесины выполняют на основе норм расхода, основанных на припусках на обработку (табл. 9). Укрупненно рассчитывают также материалы и комплектующие, исходя из норм расхода на единицу продукции. При технологической подготовке действующего производства выполняют точный расчет сырья, материалов и комплектующих.

Потребное количество инструмента, шт., на единицу оборудования рассчитывают по формуле:

$$И = \frac{T_{\Gamma} m}{(1 - q)ta / b},$$

где m - количество одноименных инструментов в комплекте на единицу оборудования;
 a - допустимая величина стачивания инструмента, мм;
 b - величина стачивания режущей части инструмента за одну переточку, мм; t - продолжительность работы инструмента без переточки, ч; q - потери инструмента на поломку и непредвиденные расходы; ta / b - срок службы инструмента, ч.

Т а б л и ц а 7

Ведомость технологического оборудования

Наименование оборудования, изготовитель (завод, страна, фирма)	Тип, модель	Количество, шт.	Габаритные размеры, мм длина× ×ширина× ×высота	Потребная площадь для организации рабочего места, м ²	Количество рабочих, чел.	Установленная мощность, кВт	Расход пара, кг/ч	Расход воды, м ³ /ч	Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	Масса, т	Примечание

Т а б л и ц а 8

Расчет численности основных рабочих

Наименование оборудования, рабочего места	Тип, модель	Количество оборудования, рабочих мест, шт.	Число дней работы в год	Число штатных рабочих, чел.			Разряд рабочих	Требуемое число чел.-дней при работе	
				на единицу оборудования (рабочего места) в одну смену	На все оборудование (рабочие места)			в одну смену	в две смены
					в одну смену	в две смены			

Ведомость расчета норм расхода лесоматериалов на _____
(наименование изделия)

Наименование деталей	Материал	Сорт	Кол-во деталей в изделии	Размеры деталей, мм			V_d или S_d деталей в чистоте, м ³	Припуски на обработку и усушку, мм			Размеры заготовок, мм			Размеры стандартных заготовок или пиломатериалов, мм			V_3 или S_3 комплекта заготовок, м ³	Коэф. технологических потерь K_3 , %	V_3 заготовок с учетом технологических потерь, м ³	Коэф. полезного выхода при раскрое K_B , %	Расход лесоматериалов или заготовок V_L , м ³
				Д	Ш	Т		Д	Ш	Т	Д	Ш	Т	Д	Ш	Т					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Примечание: В табл.9 приняты следующие условные обозначения: Д, Ш, Т – длина, ширина, толщина; V, S – объем, площадь

Расчет целесообразно вести по форме табл. 10, основываясь на паспортных данных инструмента.

Годовая потребность в инструменте:

$$I_{\Gamma} = I + I_{об},$$

где $I_{об}$ - оборотный фонд инструмента, шт, учитывающий необходимость в дополнительном комплекте (ах) для подготовки инструмента.

Т а б л и ц а 10

Ведомость расчета потребности в инструменте

Оборудование	Наименование	Количество на единицу оборудования	Срок службы, ч	Время работы станка в году, ч	Годовой расход И, шт	Годовая потребность И _Г , шт.	Цена единицы инструмента, руб.	Стоимость годовой потребности, руб.

В качестве транспортных средств на деревообрабатывающих предприятиях используются авто- и электропогрузчики, напольные рольганги. Потребное количество колесного транспорта рассчитывают, исходя из требуемого и располагаемого фондов времени работы транспорта:

$$N_{тр} = T_{тр} / T_p K_{п},$$

где $T_{тр}$ - требуемый годовой фонд времени работы транспорта для осуществления всех перевозок, ч; T_p - располагаемый годовой фонд времени единицы транспорта, ч, $T_p = 3995$ ч при двухсменной работе; $K_{п}$ - коэффициент использования транспортного средства с учетом времени на ремонт, $K_{п} = 0,96$.

Требуемое время работы транспорта, ч, определяют по формуле:

$$T_{тр} = (t_1 + t_2 + t_3)I,$$

где t_1 - время проезда на один рейс, ч, $t_2 = S_{ср} / V$; $S_{ср}$ - среднее расстояние одного рейса, км:

$$S_{cp} = \sum^m S_i n_i / \sum^m n_i$$

где S_i - расстояние i -го рейса, км; n_i - количество i -х рейсов; m - количество маршрутов; V - скорость движения транспорта, км/ч, $V = 5$ км/ч; t_2, t_3 - время на погрузку и выгрузку, ч; I - годовое количество рейсов:

$$I = Q / q$$

где Q - масса груза, перевозимого за год, кг; q - масса груза, перевозимого за один рейс, кг.

Расчет потребного количества транспортных средств целесообразно вести по форме, представленной в табл.11.

Т а б л и ц а 11

Расчет колесных транспортных средств

Наименование и характеристика грузов	Характеристика транспортного средства		Масса перевозимых грузов, m		Годовое количество рейсов	Среднее расстояние одного рейса	Время, ч.				Расчетное количество транспортных средств	Принятое количество транспортных средств
	Наименование, марка	Грузоподъемность, т.	Скорость движения, км/ч	В год, Q			За один рейс, q	пробега, t_1	Погрузки, t_2	Разгрузки, t_3		

Проектная часть магистерской диссертации должна заканчиваться разработкой плана цеха с расположением оборудования. Требования к организации рабочего места и расположению оборудования изложены в /14/.

2.6 Заключение.

В заключении магистерской диссертации в концентрированном виде излагаются итоги выполненных студентом исследовательских и проектных работ, даются рекомендации по использованию полученных результатов промышленными, научно-исследовательскими и проектными организациями.

3. Содержание автореферата

За две недели до защиты диссертации магистрант сдает на кафедру автореферат в двух экземплярах объемом не более 8 страниц машинописного текста.

В автореферате в сжатом виде дается общая характеристика работы, включающая:

- актуальность темы исследования;
- степень разработанности проблемы (на основе анализа состояния вопроса);
- цель и задачи диссертации;
- объект и предмет исследования;
- теоретические основы работы, методы исследования и принятия решений;
- информационная база исследования;
- научная новизна, практическая значимость и апробация результатов работы;
- структура и объем диссертации.

В следующем разделе автореферата магистрант излагает основные результаты работы, выносимые на защиту, включающие:

- результаты исследований и их анализ;
- результаты проектирования и их анализ.

Последний раздел автореферата «Основные выводы и рекомендации» соответствует заключению диссертации. В нем кратко излагаются содержательные (а не аннотированные) выводы по работе, раскрывающие причинно-следственные связи, сущность исследованных процессов и явлений, технико-экономическая эффективность и социальная значимость проектных решений.

На последней странице реферата указываются публикации и доклады автора по результатам работы.

4. Основная рекомендуемая литература.

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения М.: МГУЛ, 2001.
2. Пижурин А.А., Пижурин А.А. Основы научных исследований в деревообработке. М. : МГУЛ, 2005.
3. Чубинский А.Н., Сергеевичев В.В, Моделирование процессов склеивания древесных материалов СПб.: Издательский дом Герда, 2007.
4. Ивановский Е.Г. Резание древесины. М.: Лесная промышленность, 1976.
5. Куликов В.А. Производство фанеры. М.: Лесная промышленность, 1980.
6. Кречетов И.В. Сушка древесины. М.: Лесная промышленность, 1980.
7. Гончаров Н.А. и др. Технология изделий из древесины. М.: Лесная промышленность, 1990.
8. Жуков Е.В., Онегин В.И. Технология защитно-декоративных покрытий, М.: Экология, 1995.
9. Калитеевский Р.Е. Теория и организация лесопиления М.: Экология, 1995.
10. Чубинский А.Н., Шагалова Т.А. Проектирование деревообрабатывающих производств. Издательский дом Герда, 2007.
11. Чубинский А.Н. и др. Основы научных исследований. Лабораторный практикум. СПб.: СПб. ГЛТА, 2006.
12. Чубинский А.Н. и др. Физико-химические основы технологии деревообработки. Лабораторный практикум. СПб.:СПб ГЛТА, 2007.
13. Уткин Л.В., Анализ риска и принятия решений при неполной информации. СПб: Наука, 2007.
14. Чубинский А.Н., Иванов Б.А. Технология изделий из древесины. Выбор оборудования и его расчет. Л.: ЛТА, 1984.

**Структура магистерской диссертации
(пример)**

“Исследование процесса склеивания и проектирование участка производства клееного оконного бруса из древесины лиственницы”

Введение

1. Анализ состояния вопроса. Цель и задачи исследования

1.1. Основные направления развития производства оконных блоков. Классификация светопрозрачных ограждающих конструкций и их характеристика.

1.2. Анализ конструктивных форм и требований, предъявляемых к клееному брусу.

1.3. Анализ строения и свойств древесины лиственницы как сырья для изготовления клееного бруса.

1.4. Выводы. Цель и задачи исследования.

2. Методика проведения исследования

2.1. Характеристика исходных материалов, методов и средств исследования.

2.2. Методика определения способности древесины смачиваться связующими.

2.3. Методика определения прочности клеевого соединения при скалывании по клеевому слою.

2.4. Методика планирования и обработки результатов экспериментального исследования.

2.5. Методика выбора приоритетного объекта.

3. Исследование влияния свойств клея и структуры поверхности древесины лиственницы на прочность клееного бруса при скалывании по клеевому слою.

3.1. Систематизация производственных факторов, влияющих на формирование клеевых соединений древесины.

3.2. Результаты эксперимента и их анализ.

3.3. Выводы

4. Обоснование технологии и оборудование для изготовления клееного бруса.

- 4.1. Проектирование на графе и описание вариантов схем технологического процесса изготовления клееного бруса.
- 4.2. Обоснование характеристик оборудования для его экспертизы.
- 4.3. Выбор оборудования на основе метода экспертных оценок.
- 4.4. Расчет потребного количества оборудования и инструмента
- 4.5. Расчет расхода сырья, материалов, энергии всех видов на технологические нужды.
- 4.6. Расчет производственных площадей и разработка плана цеха.
- 4.7. Укрупненный расчет технико-экономических показателей.
- 4.8. Выводы.

Заключение

Список используемой литературы.

Приложения

1. Результаты эксперимента
2. Технические характеристики оборудования

Характерные инновационные проекты деревообрабатывающих производств

А. Лесопиление:

- маркетинговые исследования рынка пиломатериалов и концепций его развития; формирование спроса;
- обоснование размеров и технологии (оборудования) лесопильных заводов малой мощности с применением мало- и многооперационных технологий;
- обоснование (выбор) технологии и оборудования (лесопильная рама, ленточнопильный станок, фрезернопильный агрегат, круглопильный станок) для раскроя пиловочника на пиломатериалы в зависимости от влияющих факторов (диаметр сырья, порода древесины, производительность процесса и др.);
- механизация погрузочно-разгрузочных и транспортных операций в технологическом потоке лесопиления;
- создание экологически безопасных препаратов для защитно-декоративной обработки и консервирования древесины;
- внедрение установок по утилизации отходов основного производства.

Б. Производство фанеры и плит:

- маркетинговые исследования рынка фанеры и древесных плит; концепции развития рынка и формирование спроса;
- обоснование размеров и технологии предприятий по производству фанеры и древесных плит (в том числе и МДФ) с различным уровнем специализации и комбинирования;
- разработка и организация производства новых синтетических смол для фанеры и плитных материалов, позволяющих расширить ассортимент продукции и снизить ее токсичность;
- разработка и организация производства защитно-декоративных материалов, в том числе для огне- и биозащиты, позволяющих выпускать продукцию специального назначения (вагоно- и контейнеростроение, строительство);
- совершенствование технологии производства фанеры из нетрадиционных пород древесины (например: лиственницы и осины);
- организация производства клееных строительных элементов из шпона (LVL);
- внедрение установок по получению энергии с использованием отходов основного производства.

В. Производство мебели:

- анализ современного состояния производства и концепции развития рынка мебели и товаров культурно-бытового назначения;
- обоснование размеров и технологий (оборудования) предприятий по выпуску разных видов мебели;
- исследование (сегментация) рынка мебели различного потребительского уровня с учетом платежеспособного спроса потенциальных покупателей;
- разработка конструкций и постановка на производство изделий мебели различного уровня исполнения оригинального дизайна с применением облегченных форм пониженной материалоемкости;
- разработка и организация производства фурнитуры для мебели;
- разработка экологически безопасных лакокрасочных материалов для отделки мебели с созданием технологических средств для их нанесения;
- разработка и организация производства новых обивочных материалов для мягкой мебели, в том числе и нетканых;

Г. Производство столярно-строительных изделий:

- маркетинговые исследования рынка столярно-строительных изделий и концепций его развития;
- разработка конструкций оконных и дверных блоков повышенной тепло- и звукоизоляционной способности;
- обоснование размеров и технологии (оборудования) заводов по производству оконных и дверных блоков;
- создание экологически безопасных материалов для защитно-декоративной обработки оконных и дверных блоков;
- внедрение установок для получения альтернативных источников энергии из отходов основного производства;

Направления развития деревообрабатывающих производств

В области лесопиления:

- определение оптимальных размеров (мощности), уровня специализации и комбинирования производства в зависимости от объема лесосырьевой базы и потребителей продукции;
- развитие малых лесопильных предприятий, оснащенных сушильным хозяйством, вблизи от источников сырья;
- увеличение объемов сушки пиломатериалов, в том числе с использованием сушилок малой мощности;
- замену лесопильных рам ленточнопильным, круглопильным оборудованием и фрезерно-брусующими (профилирующими) агрегатами;
- расширение ассортимента пилопродукции путем производства пиломатериалов целевого назначения и полуфабрикатов для столярно-строительных изделий (клееного бруса) и мебели (клееного щита из цельной древесины); производство радиальных пиломатериалов; использование короткомерных отрезков из низкокачественных пиломатериалов после их сращивания;
- снижение производственных издержек, в том числе путем применения альтернативных источников энергии (собственных котельных, работающих на отходах основного производства).

В области фанерного производства:

- увеличение выпуска специальных видов фанеры (для строительства - в т.ч. для опалубки, для контейнеростроения, транспортного машиностроения, судостроения), в том числе экспортных. Создание новых производств по выпуску конструкционных материалов из шпона (laminated veneer lumber) для строительства;
- техническое перевооружение действующих производств, внедрение новых технологий на базе современного оборудования для изготовления шпона и фанеры;
- расширение сырьевой базы фанерного производства путем применения древесины хвойных (в первую очередь лиственницы, обладающей высокими физико-механическими свойствами и биостойкостью) и мягких лиственных пород (в том числе осины); разработку требований к хвойному сырью для фанеры с учетом специфических особенностей его обработки;
- разработку систем управления качеством продукции и интеллектуальной поддержки разработки и осуществления инженерных реше-

ний, соответственно на этапе технологической подготовки производства и при обработке предмета труда;

- развитие деревянного домостроения с широким использованием фанеры как конструкционного и отделочного материала;
- совершенствование технологии, в том числе применение новых материалов для склеивания, огне- и биозащиты и облагораживания фанеры;
- увеличение производственных мощностей по выпуску отечественных клеев и защитно-декоративных материалов.

В области производства древесных плит:

- проведение маркетинговых исследований для выявления необходимого ассортимента продукции, изучения рынков сбыта и требований потребителей;
- определение оптимальных размеров (мощности) предприятий с учетом сырьевой базы плитного производства (отходы деревообработки, низкокачественного сырья);
- разработку принципиально новых технологических линий с пониженным энергопотреблением и получением экологически чистых плит;
- анализ состояния существующих цехов по производству плит и разработку вариантов их реконструкции;
- создание на новых площадках и на базе действующих предприятий производств по выпуску MDF и OSB. Развитие производств OSB позволит решить проблему вовлечения древесины осины в промышленное производство.

В области производства оконных и дверных блоков:

- создание новых конструкций оконных и дверных блоков, отвечающих повышенным требованиям к тепло- и шумоизоляции для различных климатических зон России;
- применение в качестве элементов оконных и дверных блоков клееных материалов (склеенных как по пласти, так и по кромке и длине);
- создание отечественного многоцелевого комплекта высокоточного оборудования для изготовления деталей коробок и створок оконных блоков;
- разработку эффективных защитно-декоративных покрытий и технологий их нанесения.

В области мебельного производства:

- создание на предприятиях маркетинговых служб, обеспечивающих систему управления информацией о потребностях покупателя и,

следовательно, возможность оперативной ориентации производства на удовлетворение этих потребностей;

- расширение ассортимента мебели путем применения сырья и материалов различного качества и разработку с учетом этого дифференцированных цен на мебельную продукцию;

- увеличение объемов производства офисной и детской мебели, мебели для жилья высокого архитектурно-художественного исполнения;

- применение в качестве конструкционных материалов MDF и щитовых элементов из цельной древесины;

- совершенствование производственной базы путем применения гибких технологий, позволяющих в короткие сроки изменять ассортимент выпускаемой продукции.

Варианты анкеты для респондентов

АНКЕТА

**для исследования предпочтений производителей
мебели для прихожей, кухни, гостиной**

Уважаемый респондент, не могли бы Вы ответить на несколько вопросов?

<i>Общие вопросы</i>		
1. <u>КАКУЮ МЕБЕЛЬ ПРОИЗВОДИТ ВАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ?</u>		
<input type="checkbox"/> Для прихожей	<input type="checkbox"/> Для кухни	<input type="checkbox"/> Для гостиной (корпусная)
2. <u>НА КАКУЮ КАТЕГОРИЮ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОРИЕНТИРОВАНО ВАШЕ ПРОИЗВОДСТВО?</u>		
ВЕЛИЧИНА ЕЖЕМЕСЯЧНОГО ДОХОДА НА ОДНОГО ЧЛЕНА СЕМЬИ		
<input type="checkbox"/> до 3000 рублей	<input type="checkbox"/> 3001-6000 рублей	<input type="checkbox"/> 6001-9000 рублей
		<input type="checkbox"/> свыше 9000 рублей
<input type="checkbox"/> трудно сказать		
3. <u>КАК ВЫ ДУМАЕТЕ, КАКОГО АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ИСПОЛНЕНИЯ МЕБЕЛЬ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ?</u>		
<input type="checkbox"/> Отлично из классических стилей	<input type="checkbox"/> Современного высокотехнологичного исполнения (Hi-tech)	<input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
<input type="checkbox"/> Стиль ретро	<input type="checkbox"/> Другого	<input type="checkbox"/> Не хочу отвечать
4. <u>НА ВАШЕ МНЕНИЕ, МЕБЕЛЬ ИЗ КАКИХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ?</u>		
<input type="checkbox"/> Цельная древесина	<input type="checkbox"/> ДВП (МДФ)	<input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
<input type="checkbox"/> ДСП	<input type="checkbox"/> Не имеет значения	<input type="checkbox"/> Не хочу отвечать
5. <u>КАКИЕ ОТДЕЛочНЫЕ (ОБЛИЦОВОЧНЫЕ) МАТЕРИАЛЫ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ?</u>		
<input type="checkbox"/> Шпон (буковый/березовый)	<input type="checkbox"/> Ламинат на основе бумаги, пропитанных смолами	<input type="checkbox"/> Не имеет значения
<input type="checkbox"/> Бумажно-слоистые пластики	<input type="checkbox"/> Пленка ПВХ	<input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
<input type="checkbox"/> Не хочу отвечать		
6. <u>КАКОГО ТИПА МЕБЕЛЬ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ?</u>		
<input type="checkbox"/> Фиксированной компоновки	<input type="checkbox"/> Модульную	<input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
<input type="checkbox"/> Трансформируемую	<input type="checkbox"/> Не имеет значения	<input type="checkbox"/> Не хочу отвечать
7. <u>КАКОГО ПОЯСА МЕБЕЛЬ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ДЛЯ ПОКУПАТЕЛЯ?</u>		
<input type="checkbox"/> Высокого	<input type="checkbox"/> Не имеет значения	<input type="checkbox"/> Среднего
<input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить		
<input type="checkbox"/> Не хочу отвечать		

Мебель для прихожей

8. Какие предметы мебели потребитель желает установить в прихожей?

Шкаф	<input type="checkbox"/> с раздвижными дверями
	<input type="checkbox"/> с распашными дверями

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

<input type="checkbox"/> Вешалка	<input type="checkbox"/> тумба для обуви
----------------------------------	--

Зеркало	<input type="checkbox"/> отдельно висящее
	<input type="checkbox"/> на двери шкафа

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Антресоль	<input type="checkbox"/> устанавливается на шкаф
	<input type="checkbox"/> крепится (навешивается) на стену

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

9. Какую сумму потребитель готов заплатить за набор мебели для прихожей?

до 6 000 руб.	6 001-8 000 руб.	8 001-10 000 руб.	свыше 10 000 руб.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Мебель для кухни

10. Какие предметы мебели потребитель желает установить на кухне?

Шкафы навесные	<input type="checkbox"/> угловой	<input type="checkbox"/> с открытой полкой
	<input type="checkbox"/> скошенный	<input type="checkbox"/> торцевой
	<input type="checkbox"/> с дополнительным фасадом	

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Полки	<input type="checkbox"/> под видеотехнику
	<input type="checkbox"/> под аудиотехнику
	<input type="checkbox"/> под СВЧ печь

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Тумбы под встраиваемую технику	<input type="checkbox"/> стиральную машину	<input type="checkbox"/> холодильник
	<input type="checkbox"/> посудомоечную машину	<input type="checkbox"/> СВЧ печь

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Пенал	<input type="checkbox"/> с фасадом	<input type="checkbox"/> с двумя фасадами
-------	------------------------------------	---

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Стол кухонный	<input type="checkbox"/> рабочий
	<input type="checkbox"/> обеденный

Стулья/табуреты

Аксессуары	<input type="checkbox"/> подставка	<input type="checkbox"/> настенное покрытие между секциями	<input type="checkbox"/> барная стойка
	<input type="checkbox"/> козырек с карнизом	<input type="checkbox"/> сушилка для посуды	<input type="checkbox"/> затрудняюсь ответить
	<input type="checkbox"/> дополнительная столешница	<input type="checkbox"/> рейлинги (приспособления для крепления кухонных принадлежностей)	<input type="checkbox"/> не хочу отвечать

11. Какую сумму потребитель готов заплатить за набор кухонной мебели?

до 15 000 руб.	15 000-20 000 руб.	20 000-25 000 руб.	25 000-30 000 руб.	30 000-35 000 руб.	свыше 35 000 руб.
----------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

12. Нужен ли потребителю дополнительный сервис?

- не нужен подъем сборка мебели
 доставка замер кухни установка и подключение кухонного оборудования

Мебель для гостиной

13. Какие предметы мебели потребитель желает установить в гостиной?

Шкаф	<input type="checkbox"/> для платья	<input type="checkbox"/> для книг
	<input type="checkbox"/> для белья	<input type="checkbox"/> для посуды
	<input type="checkbox"/> для платья и белья	<input type="checkbox"/> другой

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Тумба под телевизор

14. Какую сумму потребитель готов заплатить за набор мебели для гостиной?

до 8 000 руб.	8 001 -10 000 руб.	10 001 – 12 000 руб.	Свыше 12 001 руб.
---------------	--------------------	----------------------	-------------------

- Затрудняюсь ответить
 Не хочу отвечать

Личные сведения о респонденте

15. УКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, ВАШ ПОЛ

мужской женский

16. УКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, ВАШ ВОЗРАСТ

- 18-24 35-39 50-54
 25-29 40-44 55-59
 30-34 45-49 60 и старше

17. УКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, ВАШ СТАЖ РАБОТЫ В ДАННОЙ ОТРАСЛИ _____

18. УКАЖИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, ЗАНИМАЕМУЮ ВАМИ ДОЛЖНОСТЬ _____

АНКЕТА

Для принятия решения о производстве фанеры

- 1. Какой из показателей, на Ваш взгляд, является приоритетным для принятия решения о выборе вида фанеры, планируемого к выпуску? (отметьте «V» для каждого показателя его уровень приоритетности(не более одной отметки «V» в одном столбце и одной строке)).**

Приоритетность показателя при принятии Вами решения о выпуске нового вида фанеры					
Наименование показателя	Уровень приоритетности				
	очень высокий	высокий	средний	низкий	очень низкий
Темп роста спроса на фанеру на мировом рынке					
Темп роста спроса на фанеру на внутрироссийском рынке					
Цена фанеры на рынке					
Себестоимость производства фанеры					
Деловая репутация производителя фанеры					

- 2. Какой из видов фанеры эффективнее для производства? (отметьте «V» для каждого вида фанеры ее эффективностью).**

Вид фанеры	Эффективность		
	высокая	средняя	низкая
на фенолоформальдегидных клеях			
на карбамидоформальдегидных клеях			
большеформатная			
квадратная (1525×1525)			
хвойная (только из хвойного шпона)			
березовая (только из березового шпона)			
комбинированная (наружные слои из березового шпона)			
комбинированная (наружные слои из хвойного шпона)			
ламинированная			
шлифованная			
нешлифованная			

3. Какой вид учета затрат (издержек) Вы считаете более значимым для управления производством? (отметьте «✓»)

– традиционный (калькулирование затрат суммарно по всем видам продукции);

– маржинальный (калькулирование только переменных затрат по каждому виду продукции).

СПАСИБО

Укажите, пожалуйста, краткие сведения о себе:

Фамилия И. О. _____
(заполняется по желанию)

Место работы _____

(заполняется по желанию)

Должность _____
(обязательно заполнить)

Возраст _____
(лет)

АНКЕТА

для принятия решения о приобретении оборудования

Здравствуйтесь! Просим Вас принять участие в оценке конкурентоспособности бревнопильного оборудования. Требуется оценить важность той или иной характеристики при выборе оборудования. В таблице ниже напротив каждого параметра в колонке «Баллы» необходимо проставить баллы от 1 до 5. При этом балл «1» соответствует минимальной важности параметра, а балл «5» - максимальной важности. Баллы могут быть равными, то есть разные характеристики могут быть одинаково важны при выборе лесопильного оборудования.

Таблица может быть дополнена новыми показателями по желанию эксперта.

Спасибо за участие в экспертизе!

Показатели, по которым может осуществляться выбор бревнопильного оборудования

Показатели	Баллы
1. Качество пилопродукции, получаемой на оборудовании	
1.1 Точность формы	
1.2 Точность размера	
1.3 Шероховатость поверхности	
2. Техничко-экономические характеристики оборудования	
2.1 Себестоимость производства пиломатериалов	
2.2 Коэффициент использования сырья при производстве пиломатериалов	
2.3 Стоимость оборудования	
2.4 Стоимость доставки и шеф-монтажа	
3. Известность марки/производителя	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5¹

Методика обработки экспериментальных данных

Вычисление необходимых статистик для характеристики результатов измерений

Для характеристики или сравнения результатов работы нужно рассчитать следующие статистики.

- среднее арифметическое значение результатов наблюдения (измерения)

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n Y_i / n, \quad (\text{П.1})$$

где \bar{i} - порядковый номер наблюдения, $i=1, 2, 3, \dots, n$; n = число наблюдений, объем выборки; Y_i – результат отдельного наблюдения.

- среднее квадратичное отклонение

$$S = \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 / (n - 1)} \quad (\text{П.2})$$

Сравнение средних квадратичных отклонений, вычисленных для однотипных средних арифметических результатов опыта (например, для средних толщин шпона, разных партий одной толщины), позволяют установить, в каком опыте большое рассеяние наблюдений вокруг среднего значения. Таким образом устанавливается, насколько устойчив изучаемый выходной параметр.

- коэффициент вариации, %

$$V = \frac{100S}{\bar{Y}}. \quad (\text{П.3})$$

Коэффициент вариации характеризует относительное рассеяние результата. Поэтому его используют при сравнении устойчивости разнотипных результатов (например, средней толщины и ширины шпона).

-отклонение среднего значения от «истинного» среднего

$$\varepsilon = t_{k,p} S / \sqrt{n}, \quad (\text{П.4})$$

где $t_{k,p}$ - критерий Стьюдента. Эта статистика определяется в зависимости от k и p по табл. П.1, причем $k=n-1$ – число степеней свободы ряда наблюдений, p - доверительная вероятность (попадание «истинного» результата в доверительный интервал $\pm\varepsilon$).

¹. Бойцова И.Н., Ермолаев Б.В., Чубинский А.Н., Чубов А.Б. Вторая технологическая практика. Методические указания.: ЛТА, 1991. 44 с.

Таблица П.1

Значения t при доверительной вероятности результата измерения $p=0,95$

n	t	n	t	n	t	n	t	n	t
1	12,71	8	2,13	15	2,13	22	2,07	29	2,05
2	4,30	9	2,12	16	2,12	23	2,07	30	2,04
3	3,18	10	2,11	17	2,11	24	2,06	40	2,02
4	2,78	11	2,10	18	2,10	25	2,06	60	2,00
5	2,57	12	2,09	19	2,09	26	2,06	120	1,98
6	2,45	13	2,09	20	2,09	27	2,05	∞	1,96
7	2,36	14	2,08	21	2,08	28	2,05		

Результат измерения, полученный после вычисления статистик, формируется так: среднее значение результата измерения равно $\bar{Y} \pm \varepsilon$ с вероятностью $p=0,95$ (в 95 случаях из 100 истинный результат измерения находится в пределах $\pm\varepsilon$).

Обоснование количества измерений (объема выборки)

Индивидуальное задание выполняется с проведением определенного числа измерений n , которое нужно обосновать задавшись желаемой точностью результата.

Необходимая точность результата может быть задана или принята заранее, другими словами, задано, что среднее значение \bar{Y} должно быть получено с точностью $\pm\varepsilon$. В этом случае требуемое число наблюдений n вычисляется из неравенства.

$$\frac{n}{t_{k;p}^2} \geq \frac{S^2}{\varepsilon^2} \quad (\text{П.5})$$

Для определения n предварительно проводят некоторое число наблюдений изучаемого объекта n' , устанавливая для такой выборки \bar{Y} , S по формулам (П.1) и (П.2), по табл. П.1 определяют $t_{k;p}$. Если после подстановки в формулу (П.5) неравенство не соблюдается, задаются большим n , находят по таблице $t_{k;p}$ (для нового n) и повторяют расчет. Значение n , при котором неравенство будет иметь место, и есть требуемый объем выборки.

При назначении величины $\pm\varepsilon$ следует иметь в виду, что при ее уменьшении количество измерений значительно увеличивается.

Проверка разницы между средними значениями результатов опытов

Если результаты двух опытов мало отличаются друг от друга, возникает вопрос, действительно ли эта разница существует, или она обусловлена случайными ошибками при их проведении.

Для ответа на этот вопрос используются данные результатов обоих опытов.

По результатам n_1 и n_2 наблюдений, полученных при проведении первого и второго опытов, по формулам (П.1) и (П.2) вычисляют \bar{Y}_1 и \bar{Y}_2 и среднюю дисперсию по формуле

$$S^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}. \quad (\text{П.6})$$

где S_1^2 и S_2^2 — дисперсии результатов первого и второго опытов, а затем величину

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_2^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}. \quad (\text{П.7})$$

По табл. П.1 устанавливают $t_{k;p}$ (где $k=n_1+n_2-2$). Если вычисленное значение $|t| > t_{k;p}$ то с вероятностью $p=0,95$ разницу между \bar{Y}_1 и \bar{Y}_2 можно считать неслучайной.

Построение кривой нормального распределения

Построение кривой нормального распределения производится по значениям \bar{Y} , S и n .

Определение \bar{Y} и S удобно вести на основе построения интервального вариационного ряда. Последний строится по результатам полученных измерений.

Для построения интервального вариационного ряда необходимо определить величину интервала, установить полную шкалу интервалов и в соответствии с ней сгруппировать результаты измерений.

Величина интервала h определяется, по формуле

$$h = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (1 + 3,3221 \lg n), \quad (\text{П.8})$$

где Y_{\max} , Y_{\min} — соответственно максимальное и минимальное значения измерений из общего их количества n .

Значение h округляется до целого числа. За начало первого интервала следует принять величину, равную $(Y_{\min} - h/2)$. Тогда, если a_i — начало i -го интервала, то $a_1 = Y_{\min} - h/2$, $a_2 = a_1 + h$; $a_3 = a_2 + h$ и т. д. Построение интервалов продолжают до тех пор, пока начало следующего по порядку интервала не будет равным или большим Y_{\max} .

После установления шкалы интервалов устанавливают количество измерений, попавших в каждый интервал (частоту n_i) путем просмотра всего ряда измерений. В интервал включают измерения большие, чем нижняя граница интервала и меньшие или равные верхней границе.

Расчеты по определению \bar{Y} и S удобно свести в таблицу (см. табл. П.2).

Таблица П.2

Распределение результатов измерений по интервалам и расчет статистических характеристик

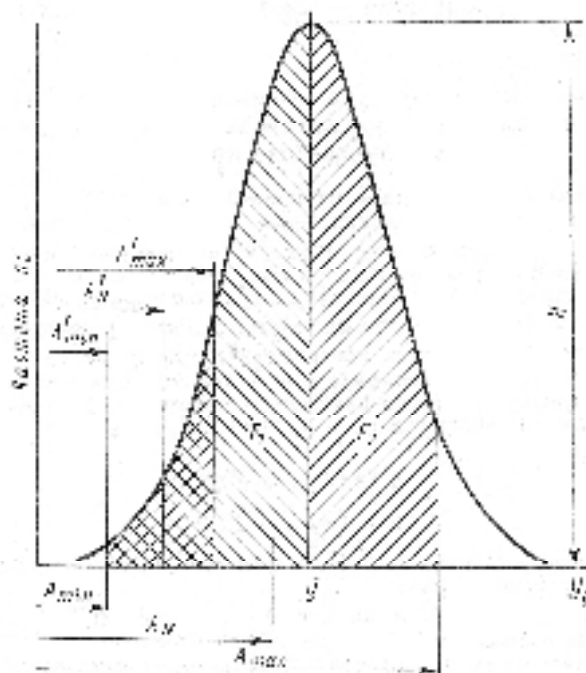
Номер интервала	Границы интервала	Середина интервала Y_i	Частота n_i	$Y_i n_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 n_i$
1	$a_1 \dots a_2$	$(a_1 + a_2)/2$			
2	$a_2 \dots a_3$	$(a_2 + a_3)/2$			
·					
·	и т. д.	и т. д.			
·					
N	$a_{N-1} \dots a_N$	$(a_{N-1} + a_N)/2$			
			$\sum_1^N n_i =$	$\sum_1^N Y_i n_i =$	$\sum_1^N (Y_i - \bar{Y})^2 n_i =$

Используя данные табл. П.2, рассчитывают

$$\bar{Y} = \frac{\sum_1^N Y_i n_i}{\sum_1^N n_i}, \quad (\text{П.9})$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (Y_i - \bar{Y})^2 n_i}{\sum_1^N n_i}}, \quad (\text{П.10})$$

На основе полученных данных строят практический полигон распределения результатов измерений и теоретическую кривую нормального распределения (см. рис. П.1)



Р и с. П.1 Кривая нормального распределения

На оси абсцисс строится шкала значений результатов измерений в пределах $a_1...a_N$, а по оси ординат – шкала значений частот в пределах $0...n_{i \max}$ (см. табл П.2).

Для построения практического полигона распределения результатов измерений на оси абсцисс откладываются середины интервалов Y_i , а ординатой в каждой точке значений Y_i является n_i . Полученные точки соединяют ломаной линией.

Для построения теоретической кривой нормального распределения на оси абсцисс откладывают \bar{Y} . Наибольшую высоту кривой H , соответствующую \bar{Y} , определяют по формуле

$$H = 0,4h \sum_{i=1}^N n_i / S. \quad (\text{П.11})$$

Ординаты остальных точек кривой в соответствии с долями S :

$\pm 0,5S$	$\pm 1,0S$	$\pm 1,5S$	$\pm 2,0S$	$\pm 2,5S$	$\pm 3,0S$
$0,883H$	$0,607H$	$0,325H$	$0,135H$	$0,044H$	$0,011H$

На оси абсцисс графика относительно значения \bar{Y} откладывают величины долей $\pm S$, из этих точек — вычисленные ординаты и соединяют их плавной линией.

**Установление количества объектов (деталей, заготовок),
измеряемые параметры которых выходят
за допускаемые пределы**

Для решения этой задачи на кривой нормального распределения (см. рисунок) указываются номинальное значение A_N минимальное A_{\min} , максимальное, A_{\max} допустимые значения измеряемого параметра. Площадь под кривой в пределах $A_{\min} \dots A_{\max}$ штрихуется. Незаштрихованные площади справа и слева от значения на графике (при значительном отклонении \bar{Y} от A_N могут быть только справа или слева) определяют количество объектов, %, U которых измеряемый параметр выходит за допустимый предел. Задача установления количества таких объектов сводится к определению площадей незаштрихованных участков. Для этого устанавливаются размеры заштрихованных площадей F_1 и F_2 .

Вычисляются

$$L_1 = (A_{\min} - \bar{Y}) / S, \quad (\text{П.12})$$

$$L_2 = (A_{\max} - \bar{Y}) / S. \quad (\text{П.13})$$

По значениям L_1 и L_2 из табл. П.3 находят F_1 и F_2 , %. Знаки F_1 и F_2 соответствуют знакам при L_1 и L_2

Площадь под каждой симметричной половиной кривой нормального распределения составляет 49,865% от общей площади под ней в пределах $\pm 3\sigma$. Поэтому количество объектов, %, у которых измеренный параметр выходит за нижний предел,

$$K_1 = 49,865 - F_1, \quad (\text{П.14})$$

за верхний предел —

$$K_2 = 49,865 - F_2. \quad (\text{П.15})$$

В случае, если A_N резко отличается от \bar{Y} , подход к определению количества объектов, выходящих за допустимые пределы, несколько иной. Например, значения A'_{\min} , A'_N , A'_{\max} меньше значения \bar{Y} . Количество объектов K_1 , выходящих за нижний предел, устанавливается через A_{\min} , L_1 , F_1 аналогично вышеизложенному.

Для установления количества объектов K_2 , выходящих за верхний предел, следует вычислить L_2 со знаком (+) по формуле (П.6), установить F_2 по табл. П.2. Общее число объектов, выходящих за верхний предел, %

$$K_2 = F_2 + 49,865 \quad (\text{П.16})$$

Аналогично следует рассуждать, если A_{\min} , A_N , A_{\max} больше \bar{Y} .

Таблица П.3

Значение F в процентах при различных значениях L

L	F	L	F	L	F	L	F
0	0	0,70	25,800	1,60	44,520	2,60	49,530
0,01	0,400	0,75	27,300	1,70	45,540	2,70	49,650
0,02	0,800	0,80	28,810	1,75	45,990	2,80	49,740
0,03	1,200	0,85	30,200	1,80	46,410	2,90	49,810
0,04	1,600	0,90	31,590	1,85	46,780	3,00	49,865
0,05	1,990	1,00	34,130	1,90	47,130	3,20	49,931
0,10	3,980	1,10	36,430	2,00	47,720	3,40	49,966
0,20	7,930	1,20	39,490	2,10	48,210	3,60	49,984
0,30	11,790	1,25	39,440	2,20	48,-610	3,80	49,993
0,40	15,540	1,30	40,320	2,30	48,930	4,00	49,997
0,50	19,150	1,40	41,920	2,40	49,180	4,50	49,9997
0,60	22,570	1,50	43,320	2,50	49,380	5,00	49,999997

Анатолий Николаевич Чубинский

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Методические указания
по подготовке магистерской диссертации
для студентов, обучающихся в магистратуре
по направлению 25 03 00 «Технология и оборудование
лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»