

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Кафедра электромеханики

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, инженер

И. П. Райневичев

2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.ф.м.н., доцент

В.И. Сафонов

20 июня 2016 г.

Автоматизация системы управления ленточнопильного станка

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-140400.2016.547.000 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности,

к.т.н., доцент

В.Г. Некрутов

2016 г.

Руководитель работы,

инженер

Ю.В. Константинов

17.06 2016 г.

Автор работы

студент группы У-К-523

Е.В. Шолохов

17.06 2016 г.

Нормоконтролер, доцент

В.Д. Константинов

17.06 2016 г.

Усть-Катав 2016



4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Выводы.

2 Общий раздел. Обоснование автоматизации станка ленточнопильного модели СЛП-600. Анализ тенденций развития систем управления на базе микропроцессорной техники. Актуальность и постановка локальных задач по автоматизации станка. Функционально-стоимостной анализ базовой модели станка и пути ее совершенствования. Техническое задание на проект. Выводы.

3 Специальный раздел. Проектирование, конструирование и моделирование технических средств. Функциональная схема системы управления комплексом и выбор основных технических средств. Проектирование устройства натяжения ленточных пил. Автоматизация механизма подъема (опускания) рабочего модуля. Проектирование устройства кантования заготовок в рабочей зоне комплекса. Проектирование программно-логической подсистемы управления механизмами комплекса. Информационное и программное обеспечение системы управления. Технологическое обеспечение производственного процесса. Эксплуатационная ответственность. Выводы.

4 Организационно-экономический раздел. Функционально - стоимостной и экономический анализ проекта. Расчет окупаемости и экономическая оценка проекта. Выводы.

5 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность труда. Экологическая безопасность и охрана окружающей природной среды. Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций. Выводы.

Заключение



Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

5.1 Ленточнопильный станок. Габаритный чертеж	2,0 л
5.2 Система управления ленточнопильным станком. Схема электрическая структурная	1,0 л
5.3 Датчик измерения натяжения пилы. Сборочный чертеж	0,5 л
5.4 Преобразователь волоконно-оптический. Схема электрическая принципиальная.	0,5 л
5.5 Механизм подъема. Сборочный чертеж.	2,0 л
5.6 Алгоритм управления механизмами комплекса. Блок-схема.	1,0 л

Всего 7 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	В.Г. Некрутов		

7 Дата выдачи задания 01.03. 2016 г.

Руководитель, инженер  Ю. В. Константинов  
(подпись)

Задание принял к исполнению  Е. В. Шолохов  
(подпись студента)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Отметка о выполнении руководством	Срок выполнения этапов работы	Наименование этапов выпускной квалификационной работы
	22.03.16-01.04.16	Сравнение отчетственных и передовых зарубежных технологий и решений
	01.04.16-20.04.16	Общий раздел
	20.04.16-20.05.16	Специальный раздел
	20.05.16-08.06.16	Безопасность жизнедеятельности
		Организационно-экономический раздел
	08.06.16-18.06.16	Выполнение графической части
	23.03.16-18.06.16	Направление на рецензию
	19.06.16	

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /В.М. Сафонов/  
 Руководитель работы \_\_\_\_\_ /Ю.В. Константинов/  
 Студент \_\_\_\_\_ /Е.В. Шолохов/






## АННОТАЦИЯ

Шолохов Е.В. Автоматизация системы управления ленточнопильного станка. – Усть-Катав: ЮУрГУ, филиал ЮУрГУ в г. Усть-Катаве, 2016, 82 с., 12 илл. Библиография литературы – 10 наим. 7 листов чертежей ф. А1.

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящен автоматизации системы управления ленточнопильного станка расположенный в деревообрабатывающем цехе «Усть-Катавского вагоностроительного завода»

Сущность выполненной работы заключается в решении трех локальных задач по автоматизации станка ленточнопильного модели СЛП 600 ЭПС: автоматизация контроля натяжения пилы, автоматизация механизма подъема рабочего модуля и автоматизация процесса кантования заготовок. Кроме того была спроектирована система управления на базе микроконтроллера фирмы ATMEL.

В ВКР рассчитана экономическая эффективность разработанной АСУ и рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности при работе с АСУ ленточнопильного станка.

140400.2016.547.000 ПЗ								
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Автоматизация системы управления ленточнопильного станка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шолохов		17.06		1	4	82
Провер.		Константинов		17.06		Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (ИИУ) в г. Усть-Катаве. Кафедра электромеханики		
Реценз.		Васильев		17.06				
Н. Контр.		Константинов		17.06				
Утверд.		Саргисов		20.06				









## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях экономического развития различных отраслей промышленности все большее внимание уделяется проблеме автоматизации технологических процессов и производств.

Автоматизация технологических процессов и производств – область науки и техники, которая включает совокупность средств, методов и способов внедрения и обеспечения оптимального функционирования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

За последние пять лет существенно возросла роль автоматизации производственных процессов практически во всех сферах производства. Это объясняется необходимостью выживания предприятий в условиях российской рыночной системы, а следовательно повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, обеспечения гибкости производства и улучшения условий труда.

Актуальность выбранной темы дипломного проекта состоит в необходимости повышении экономической прибыли отечественного производства в условиях жесткой конкуренции на отечественных и международных рынках продукции машиностроения, в частности повышения рентабельности базового объекта автоматизации, который имеет множество преимуществ и недостатков: технологических, функциональных, экономических, конструктивных и пр.

Цель дипломного проекта – практическая реализация фундаментальной подготовки в области автоматизации машиностроительного и других производств применительно к объектам профессиональной деятельности.

В рамках представленного дипломного проекта решаются три локальных задачи по автоматизации станка ленточнопильного модели СЛП-600 ЭПС производства ОАО “Курганмашзавод”, а именно, эффективный контроль натяжения полотна пилы; автоматизация процесса подъема (опускания) рабочего модуля ; автоматизация процесса поворота заготовки в рабочей зоне станка.

Актуальность этих задач состоит в необходимости повышении производительности (в частности применительно к устройству поворота заготовки), экономической эффективности.

Изм.	№	подп.	и дата
Лист.	№	подп.	и дата
№ док.	№	подп.	и дата
Подп.	№	подп.	и дата
Дата	№	подп.	и дата

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

## 1.1 Как России восстановить утраченные позиции на мировом рынке

Обнадеживающе звучит, что в среднесрочной программе социально-экономического развития России одно из приоритетных мест занимает развитие перерабатывающих отраслей экономики. Однако в лесопильной отрасли сегодня еще не произошло коренного перелома и прежние лидирующие позиции страны в производстве пиломатериалов пока не восстановлены.

На долю российского лесопиления сегодня приходится лишь 5,5 % мирового производства. При этом в некоторых публикациях прогнозируется дальнейшее снижение этой доли в связи с явным отставанием сегодняшних темпов роста производства пиломатериалов в России от общемировых. Так, за последние пять лет объемы производства пиломатериалов в России увеличились на 6,7 %, в то время как общемировые - в пределах 7,8 %.

## 1.2 Что тормозит отрасль

Конкурентоспособность российской пилопродукции также не повышается, что абсолютно неприемлемо для страны с огромными запасами высококачественной хвойной древесины. Главная причина - в невысоком техническом уровне отечественного лесопиления. В результате чего российская пилопродукция не отвечает требованиям европейского рынка по геометрии и качеству. К тому же парк технологического оборудования лесопильных предприятий изношен практически на 60 %, что «в сухом остатке» позволяет ряду авторов смело утверждать об отсталости отечественной лесопильной отрасли от мировой минимум на 50 лет.

Общеизвестно, что в производстве пиломатериалов основное требование современных технологий - это безотходность и ресурсосбережение, которые обеспечиваются в основном за счет комплексного использования пиловочника, и потому основным критерием остается производительность труда. Серьезным недостатком отрасли является отсутствие оперативных статистических данных о производстве пиломатериалов, производимых в России сегодня на различном технологическом оборудовании. Этот факт позволяет ряду авторов утверждать, что и в настоящее время основная часть российских лесоперерабатывающих предприятий все еще работает на лесопильных рамах советского образца выпуска 1950 - 80 х годов. А в отношении выпуска пиломатериалов по различным видам оборудования утверждается, что на долю лесопильных рам приходится до 80 % их производства в отрасли. При этом в большинстве других публикаций не учитывается специфика производственной мощности предприятий, их принадлежность к лесозаготовительным, лесохозяйственным или лесоэкспортным предприятиям российского ЛПК. Поэтому преобладают многочисленные безадресные и достаточно категоричные рекомендации по целесообразности внедрения именно лесопильных рам, ленточнопильного или круглопильного оборудования. Хотя такие утвержде-

ния включают в себя ряд противоречий. Имеющаяся статистика введения в эксплуатацию за последние годы только новых лесопильных предприятий российского ЛПК, ориентированных на выпуск экспортных пиломатериалов, не позволяет считать данную информацию идеально достоверной, а рекомендации достаточно обоснованными.

При этом не принимается во внимание информация от ряда регионов России. Например, в Вологодской области в настоящее время более 60 % пиломатериалов производятся на фрезерно-пильных технологических линиях. Однако известный в России вологодский машиностроительный завод «Северный Коммунар», специализировавшийся на производстве двухэтажных лесопильных рам, практически не имеет заявок на поставку от российских предприятий. Раньше же в год производили до 300 лесорам только на «Северном Коммунаре». Но в 2006 году изготовлена только одна лесопильная рама, а в 2007 году - две, причем обе для Белоруссии.

### 1.3 Современные технологии в России и Европе

Динамика развития мирового лесопиления свидетельствует о том, что даже самые удачные конструкции зарубежных двухэтажных лесопильных рам, полностью устраняющие традиционные и существующие до сих пор недостатки отечественных двухэтажных лесопильных рам (включая лесорамы производства завода «Северный Коммунар»), как головное оборудование лесозаводов полностью утратили свои позиции еще в 1986 году. Они уже совершенно не встраиваются в современные технологии производства пиломатериалов. Технический уровень лесозаводов Европы и России, оснащенных лесопильными рамами, с критическим подтекстом в зарубежной печати характеризует символическая схема, представленная на рис. 1.

В Швеции, например, количество лесозаводов с рамной технологией за последние 30 лет сократилось почти в 140 раз - с 279 (1973 год) до 2 (2007 год). Хотя на всех шведских лесозаводах использовалась очень удачная модель лесопильной рамы «Максимум 260-В» (так называемая восьмерка), созданная фирмой «Содерхамн». Она полностью устраняла основные традиционно критикуемые недостатки конструкций лесорам, связанные со скоблением зубьев рамных пил о дно пропила в начале холостого хода пильной рамки, а также решала проблему уравнивания сил инерции возвратно-поступательно движущихся масс механизма резания.

Лесопильная рама «восьмерка» фирмы «Содерхамн» имела скорость резания, равную 7,2 м/с. Максимальную скорость подачи - до 25 м/мин. А устранение скобления зубьев пил в начале холостого хода пильной рамки позволило перейти на применение рамных пил толщиной 1,8 мм. Результатом этой модернизации явилось существенное увеличение полезного выхода пиломатериалов - на 3 %. Но и эта модель «идеальной» лесопильной рамы не смогла обеспечить конкурентоспособность рамной распиловки в начале 1970 х годов. Тогда в лесопилении Швеции определился новый этап развития в области технологии распиловки древесины, характеризующийся форсированным внедрением фрезерно-брусующих,



фрезерно-пильных и фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА) и линий на их основе.

В связи с тенденцией к возрастанию уровня механизации и автоматизации рамные потоки стали форсированно вытесняться и в настоящее время практически вытеснились принципиально отличающимися фрезерно-пильными линиями и потоками, оснащенными фрезерно-брусующими и фрезерно-ленточнопильными станками модулями.

Именно в 1986 году ведущая станкостроительная фирма в Европе «Содерхамн», в течение 125 лет специализировавшаяся на производстве лесопильных рам, не смогла продать ни одной даже «идеальной» лесорамы ни на экспорт, ни в Швеции. Серьезные финансовые затруднения в этой связи привели к тому, что контрольный пакет акций беспрепятственно скупила шведская фирма «А. К. Эрикссон», специализирующаяся на производстве ленточнопильного оборудования как для ФЛПА, так и для однопильных ленточнопильных станков (ЛПС) с механизмом подачи механизированной тележкой. И в настоящее время объединенная фирма «Содерхамн Эрикссон» продолжает занимать лидирующее положение в Европе и мире по поставке конкурентоспособных высокопроизводительных лесопильных линий, но уже без лесопильных рам.

Поэтому обнадеживающую перспективу на внедрение сегодня и в обозримом будущем в мировом лесопилении имеют современные технологии лесопильного производства и их идеология, реализуемая рядом ведущих фирм Англии, Германии, Дании, Италии, Канады, Финляндии, Франции, Швеции и т.д. Эта идеология базируется на приоритетном внедрении на лесозэкспортных предприятиях технологических линий с использованием фрезерно-брусующих (ФБС), фрезерно-пильных станков и ФЛПА.

В результате успешного внедрения современных технологий из поставляемого на лесозаводы пиловочника достигается полностью безотходное производство: выпускаются высококачественные пиломатериалы, востребованные на мировом рынке, а также кондиционная технологическая щепка для ЦБП и топливные брикеты из коры, топливные пеллеты из опилок.

Ситуация в российском лесопилении сегодня такова, что и в руководстве страны, и на крупных лесозэкспортных предприятиях постепенно созрела убежденность в том, что только внедрение подобных технологических линий способно восстановить утраченные Россией позиции на мировом рынке пиломатериалов. Поэтому представляется естественным стремление предприятий к техническому перевооружению лесопильных производств с широким использованием малооперационной агрегатной технологии и нового высокопроизводительного оборудования, новейших средств измерительной и вычислительной техники. Это техническое перевооружение направлено на повышение использования производственных мощностей и производительности труда, на переход от традиционного уровня скоростей подачи лесопильного оборудования как неперспективного.

Стабильно работающие на вологодских предприятиях фрезерно-пильные линии на базе агрегатов HewSaw R200, Финляндия (Сокольский ДОК), и Koskum, Швеция (Череповецкий ФМК), беспрепятственно обеспечивают экспортное качество

пиломатериалов (из пиловочника диаметром 18-22 см) при скоростях подачи 85 и 60 м/мин соответственно. Но географическое положение российских лесозекспортных предприятий создает проблемы для оперативной и малозатратной поставки значительных партий пиломатериалов в нужное время. Поэтому конкурентоспособность пиломатериалов зависит в подавляющем большинстве контрактов от более высокого качества и экономической эффективности производства, чем у их главных конкурентов на европейском рынке.

#### 1.4 Рынок диктует свои требования

Можно продолжать поставлять пиломатериалы рамной распиловки и терять потенциальных покупателей в Европе или соглашаться на заниженные цены за произведенный с большими, чем у конкурентов, затратами времени, труда и средств на 1 м<sup>3</sup> беломорской доски. А потом вдруг с удивлением реагировать на публикацию европейской печати. К примеру, в конце 1998 года на одно из предприятий Норвегии по производству стройматериалов была осуществлена поставка целого судна пиломатериалов (более 3000 м<sup>3</sup>) из Архангельской области. Поскольку это предприятие производило вагонку и погонаж на давно уже автоматизированных линиях, где загрузка линии пакетом пиломатериалов осуществляется без участия рабочего, при помощи пневматических роботов манипуляторов с вакуумными захватами-присосками, а прибывшие доски с рисками на пласти от рамной распиловки этот вакуум не обеспечивали, работоспособность производственной линии норвежской компании была нарушена. Экономический ущерб составил приличную сумму, ибо зарплата двух подсобных рабочих, которых норвежский хозяин был вынужден поставить на линию, по законодательству страны не может быть менее 20 000 крон в месяц (около \$2000) плюс социальные гарантии. В результате сейчас у этого хозяина новый поставщик пиломатериалов. На Западе все деревообрабатывающие предприятия очень оперативно реагируют на подобную информацию. Кроме того, к этому времени не раз фиксировались случаи, когда конкретный рынок потребления отвергал пиломатериалы рамной распиловки как не отвечающие требованиям автоматизированных поточных линий по глубокой переработке древесины в домостроении и в мебельном производстве.

Известно, что все лесопильные и деревообрабатывающие предприятия, особенно предприятия-экспортеры, работают в условиях изменяющегося рынка, что требует постоянного развития и усовершенствования парка технологического оборудования. Своевременное обслуживание оборудования, его модернизация и доукомплектация являются основными мероприятиями по сохранению конкурентоспособности. Рост ассортимента продукции, изменение сырьевого рынка, ужесточение требований к качеству, а также изменения законодательства приводят к необходимости проведения модернизации оборудования. Экономически наиболее оправдана модернизация лесопильного производства, обеспечивающая не только сиюминутное простое функционирование предприятия - экспортера пиломатериалов, но и четко спланированное формирование уже изначальной предпосылки на перспективное развитие в условиях изменяющегося рынка.

Изм.	№	подл.	и дата
Изм.	№	подл.	и дата
Изм.	№	подл.	и дата
Изм.	№	подл.	и дата



Однако технически грамотное проведение назревшей для российского лесопиления реконструкции или модернизации лесопильного производства тормозится недостаточной информированностью ведущих специалистов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий о техническом уровне и эффективности современного оборудования мирового лесопиления, выбор которого при изобилии коммерческих предложений от иностранных фирм представляет непростую задачу. Общеизвестно, что без информационного и научного обеспечения невозможны технически грамотная модернизация лесопильного производства и создание действенной системы подготовки и переподготовки инженерных кадров для эффективной эксплуатации новейшего оборудования. Трудно не согласиться с озвученным ранее мнением о том, что в первую очередь необходимо сегодня повышать знания не рабочих, а инженерных кадров и что на лесопильных предприятиях произошла «потеря» их среднего руководящего звена. Ситуация, когда рабочие, очень нуждающиеся в инженерной поддержке, не могут ее получить от находящихся рядом инженеров, заставляет не только всерьез задуматься, но и сделать определенные шаги к исправлению сложившейся ситуации. При сопровождении более десятка делегаций специалистов российских ЛДК, посещавших лесозаводы только Швеции, нам постоянно приходилось слышать возмущенные отзывы российских лесопильщиков об уровне «заботы» отраслевой науки к нуждам ведущей профессии, то есть к нашим кормильцам - рамщикам. Информация же об автоматической смазке направляющих пильной рамки у европейских лесорам (не работающей у всех отечественных лесорам с 1950 х годов), программном управлении перебивкой поставы рамных пил при распиловке несортированного пиловочника (как, например, у лесорам фирмы «Мерингер», Германия) из кабины рамщика и т.д. вообще воспринимается как фантастическая.

В сопоставлении с европейским уровнем организации труда рамщиков состояние на наших ЛДК делегациями после анализа увиденного оценивалось уровнем только «зековского» лесопиления и неоправданно неуважительным отношением «отраслевой» науки к ведущей профессии отрасли. Особенно подобная смелость в оценках российских делегаций проявляется в последние семь-восемь лет, когда в леспромхозах России вместо ручной валки леса стали активно внедрять высокопроизводительные и комфортные для персонала лесозаготовительные комплексы (харвестеры и форвардеры). Ведь именно наши архангельские вальщики леса (бывшие лесорубы) смогли освоить и успешно эксплуатировать компьютеризированные комплексы мирового уровня, удивляя достигаемой производительностью ветеранов производства.

Однако на всех выставках в России наблюдается обилие этих ЛПС и их рекламы. По нашим подсчетам, на рынке уже 49 различных их моделей, и все «гарантируют» моментальную выгоду. В связи с этим публикуются общеизвестные и извечно существующие «проблемы» распиловки бревен на узколоточных горизонтальных ЛПС производства г. Можайска, г. Химки и т.д., предназначенных для эпизодической эксплуатации на лесосеке для предприятий малого бизнеса и фермерских хозяйств. Эти «проблемы» муссируют и смакуют не только за низкое

Имя: не заполнено	Подп. и дата	Удоб. и дата
Имя: не заполнено	Подп. и дата	Удоб. и дата
Имя: не заполнено	Подп. и дата	Удоб. и дата
Имя: не заполнено	Подп. и дата	Удоб. и дата

качество и точность распиловки, но и за экономически затратный и повышенный расход ленточных пил.

На самом деле это обусловлено нарушением рекомендуемых условий обеспечения необходимой изгибной прочности ленточных пил при огибании пильных шкивов и устойчивости (поперечной жесткости) полотен пил, что общеизвестно специалистам. Сущность этих общеизвестных условий состоит в обязательном обеспечении определенного соотношения между толщиной ленточной пилы и диаметром пильных шкивов ЛПС, а также расстоянием между осями пильных шкивов и их диаметром. При этом рабочий участок ленточной пилы, осуществляющий резание, должен быть обязательно ограничен специальными контактными направляющими и превышать высоту пропила пиловочника не более чем на 200 мм (по 100 мм под и над пропилом).

Общеизвестно, что основным недостатком ЛПС устаревших конструкций, особенно для предприятий, не имеющих опыта их эксплуатации, является невысокая поперечная жесткость ленточных пил, как следствие этого, скорость подачи при выпиливании досок существенно меньше, чем при распиловке бревен на брусья, сегменты, лафеты.

### 1.5 Точность и качество распиловки

При этом следует владеть информацией о том, что отечественное машиностроение и ГКБД за долгие годы так и не смогли создать ленточнопильный модуль, соответствующий мировому уровню. Новейшие же зарубежные конструкции ленточнопильных модулей с гидравлическим или пневмогидравлическим механизмами натяжения ленточных пил и контактными направляющими пил, повышающими их поперечную жесткость практически до жесткости рамных пил, полностью лишены данного недостатка. Но этой важнейшей и ключевой информации, определяющей перспективность, конкурентоспособность и высокую экономическую эффективность данного вида оборудования в мировом лесопилении, вообще не уделяется внимания в российском лесопилении.

Если отечественные модели и эксплуатируемые на наших предприятиях устаревшие зарубежные конструкции ЛПС с рычажно-грузовыми или пружинными механизмами натяжения ленточных пил (модели фирм «Каналли», Германия, «Тюгоку Кикай», Япония, и т.д.) были рассчитаны на низкие величины сил натяжения ленточных пил ( $\sigma = 60-80 \text{ Н/мм}^2$ ), то современные ЛПС производства ведущих зарубежных фирм обеспечивают двух- и трехкратное увеличение сил натяжения ленточных пил ( $\sigma = 180-200 \text{ Н/мм}^2$ ). Благодаря этому фактору ( $\sigma$ ) и контактными направляющим ленточных пил резко увеличена их поперечная жесткость и устойчивость, что и гарантирует стабильно высокие точность и качество распиловки при недостижимой ранее производительности распиловки и скоростях подачи бревен и брусьев, равных 150-180 м/мин. Именно благодаря этому фактору современные ЛПС, по 7-12 станков модулей, составленные в одну высокопроизводительную фрезерно-ленточнопильную линию, обеспечивают выпуск конкурентоспособных на мировом рынке пиломатериалов в объемах от 30 000 до

№  
подп. и дата  
№  
изм. и дата  
№  
подп. и дата  
№  
изм. и дата



120 000 м<sup>3</sup> в год при работе в одну смену. К сожалению, это линии производства Германии, Финляндии, Швеции и т. д.

В связи с этим необъяснимо и непонятно то повышенное внимание бывших сотрудников наших НИИ, например, именно к однопильным ЛПС, применение которых на лесозэкспортных предприятиях Европы очень и очень ограничено - только для крупномерной древесины или для индивидуального раскроя. Процесс пиления древесины на однопильных ЛПС, оснащенных механизированной тележкой для базирования и подачи бревен и брусьев, принципиально отличается от пиления на ЛПС, встроенных в современные высокопроизводительные автоматизированные фрезерно-ленточнопильные линии с базоформирующими фрезерными модулями.

Но в России на этой важнейшей особенности до сих пор не акцентируется внимание лесопильщиков. Не обращается на это внимание и при обучении в ряде технических вузов.

А подобное не только лишено здравого смысла и не выдерживает критики, но «надежно» закрепляет на ближайшие десятилетия хроническое отставание российского лесопиления от европейского уровня. На однопильных ЛПС процесс пиления по определению достаточно сложен и зависит от характера взаимодействия сил в системе «станок - инструмент - древесина - механизм подачи». Поскольку погрешности и неточности при изготовлении и сборке узлов механизма подачи (тележки), рельсового пути и т. д. неизбежны, то, естественно, нарушается прямолинейность траектории движения заготовки. А получаемый брак пилопродукции при распиловке только по неосведомленности и некомпетентности специалистов огульно переносится на любую поточную ленточнопильную линию.

Производство же отечественных линий и ФЛПА на базе сдвоенных ЛПС типа ЛБЛ-1 и фрезерно-ленточнопильных модели ЛФП-1 не увенчалось успехом. И было приостановлено из-за ущербности конструкции механизма резания модуля модели ЛБ-150, особо проявившейся при запуске линии модели ЛФП-1 на Усть-Илимском ЛПК и потребовавшей ее замены на аналогичную линию фирмы «Альстрем», Финляндия. Рекомендации на целесообразное применение ленточнопильных линий и ФЛПА имеют место быть для лесозэкспортных предприятий в Европе, если объем переработки превышает 12 000 м<sup>3</sup> пиловочника в год. Современный уровень эффективного ленточнопильного оборудования представлен также на лесопильном предприятии фирмы «Кунтц», Германия. Ранее (до 2004 года) в производстве фирмы «Кунтц» применялась фрезерно-профилирующая линия на базе ФБС и многопильных двухвальных круглопильных станков. Свой переход на ленточнопильную технологию (на базе ФЛПА) объясняется владельцами фирмы возможностью более гибкой технологии, примерно на 4-5 % большим выходом готовой продукции по сравнению с фрезерно-профилирующей линией и обеспечением необходимой для фирмы проектной мощности в 400 000 м<sup>3</sup> по сырью в год.

Для выполнения поставленных заказчиком задач фирмой F.WD-Германия были изготовлены 12 ЛПС модулей, выстроенных в поточную линию в три группы по четыре станка в каждой (тип Quadro). Данная технологическая схема обеспе-

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.



2. Немецкие ленточнопильные станки по дереву Serra Montana (рисунок 1.2)

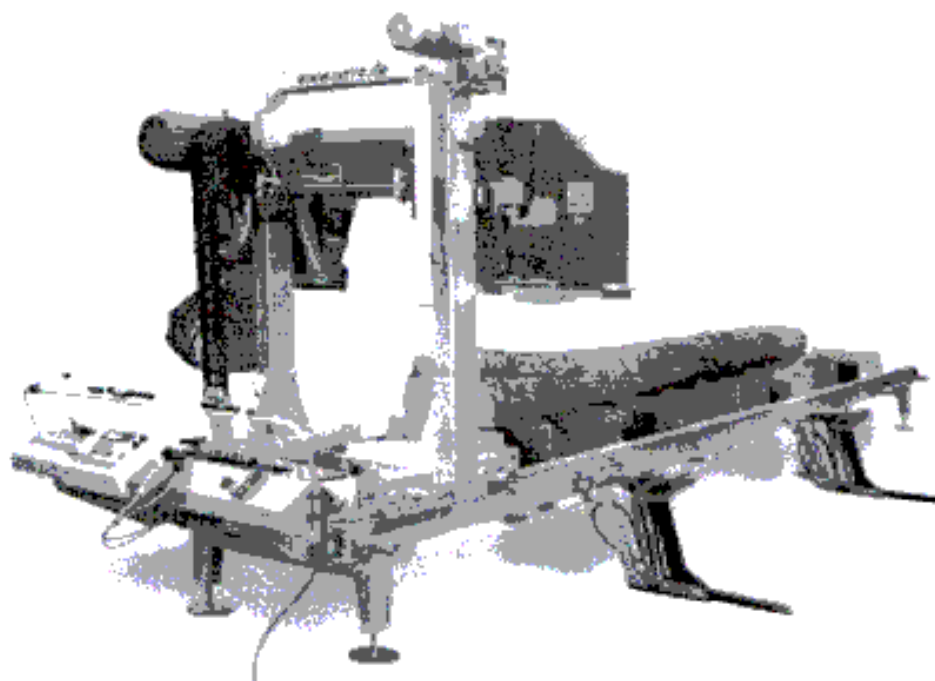


Рисунок 1.2 - Ленточнопильный станок по дереву Serra Montana

3. Автоматический лесопильный станок Барс-3 (рисунок 1.3)

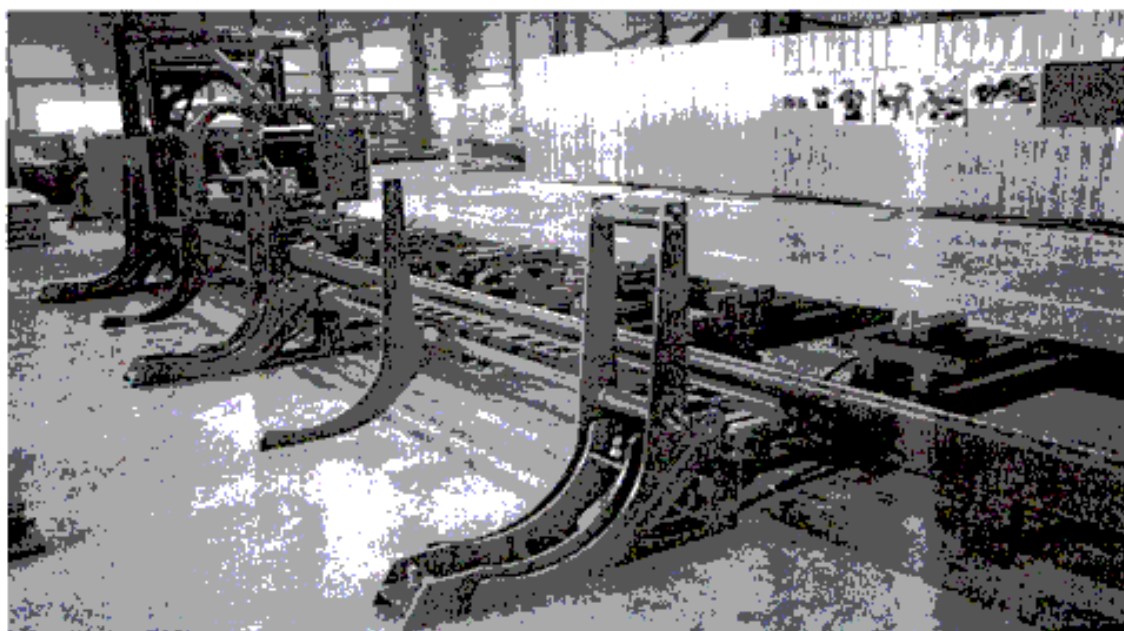


Рисунок 1.3 - Автоматический лесопильный станок Барс-3

№ подл. и дата

№ изм. № подл. и дата

№ изм. № подл. и дата

№ изм. № подл. и дата

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

16

Изм Лист. № докум. Подп. Дата.

Таблица 1.1 - Сравнение цены и характеристик отечественных и зарубежных ленточнопильных пилорам

Наименование	Длина распиловочника	Диаметр распиловочника	Производительность	Мощность привода	Цена руб
SERRA Montana	от 0,9 до 16 м	900мм	25 куб.м.	15 kw	2500000
PILOUS FORESTER CTR	До 13,5 м	830мм		11 kw	2240000
Барс-3	От 2 до 6,5 м	700мм		15 kw	700000

Выводы по разделу один

Вывод данного сравнения отечественных и зарубежных технологий напрашивается один. Хотя конкурентоспособность Российской продукции с годами повышается но все же пока остается на достаточно низком уровне в сравнении с зарубежными аналогами. в настоящее время основная часть российских лесоперерабатывающих предприятий все еще работает на лесопильных рамах советского образца выпуска 1950 - 80 х годов.

Ситуация в российском лесопилении сегодня такова, что только внедрение современных технологических линий и модернизация производства способно восстановить утраченные Россией позиции на мировом рынке пиломатериалов и лесопильного оборудования.



## 2 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Обоснование автоматизации станка ленточнопильного модели СЛП-600

#### 2.1.1 Анализ технологического процесса и характеристика оборудования станка

Технологический процесс состоит в продольном распиливании хвойных и лиственных пород бруса, обрезной (необрезной) доски. Режущим инструментом является пила ленточная производства фирмы Woodmizer. Толщина полотна пилы – 0,9..1,1 мм, ширина полотна – 32..35 мм, длина развертки – 4020 мм. Рабочая поверхность полотна пилы снабжена зубьями, шаг которых составляет 19..22 мм.

#### 2.1.2 Общая характеристика технологического процесса и оборудования станка

Технология процесса пиления основана на движении замкнутой пилы, установленной на шкивы. Рабочее усилие в контуре пилы создается натяжкой. Величина рабочего усилия устанавливается и контролируется по манометру.

Станок состоит из следующих основных узлов: основание, модуль рабочий, каретка, механизм подъема, механизм подачи, электрооборудование.

Несущим элементом станка является основание, состоящее из профильных и поперечных балок, соединенных между собой болтами. На балки основания установлены три упора, три прижима, пять откидных опор и направляющие. Для выверки основания предусмотрены регулирующие опоры.

На направляющие основания установлена каретка с рабочим модулем. Каретка имеет возможность перемещаться по направляющим. Для подъема и опускания рабочего модуля предусмотрен механизм подъема. Приводы перемещения каретки и привод подъема (опускания) рабочего модуля – электромеханические.

Привод перемещения каретки и привод подъема рабочего модуля имеют плавное регулирование скорости перемещения с пульта управления.

Рабочий модуль состоит из следующих основных узлов : шкив натяжной, шкив приводной, рама, рама привода (с рукояткой управления приводом), привод, каретка поддерживающего ролика, ролик, натяжка, тормоз, ограждение шкивов, пила ленточная.

Шкив натяжной перемещается в специальных направляющих под действием упорного винта натяжки, создает рабочее натяжение в контуре ленточной пилы.

Рама является несущим элементом рабочего модуля, на котором крепятся все узлы рабочего модуля.

Рама привода является основанием двигателя с механизмом управления приводом, позволяющем без отключения двигателя отключать приводной шкив.

Каретка поддерживающего ролика обеспечивает направление контура пилы, препятствует сходу пилы со шкивов при пилении, снижает вибрации и увод пилы.

Каретка поддерживающего ролика перемещается вдоль полотна пилы и обеспечивает максимальное приближение ролика к бревну (заготовке).

Ограждение, выполненное в виде желоба, улавливает контур пилы на участке каретки при ее сходе или обрыве и ограждает на этом участке режущую часть пилы.

Ролик обеспечивает направление контура пилы, препятствует сходу пилы со шкивов при пилении.

Натяжка предназначена для создания рабочего усилия в контуре ленточной пилы и контроля его в процессе работы.

Тормоз предназначен для затормаживания приводного шкива при отключенной рукоятке управления приводом.

Ограждение шкивов (приводного, натяжного) обеспечивает улавливание контура ленточной пилы при ее сходе со шкивов или обрыве и ограждает оператора от соприкосновения с движущимися частями станка (шкивами, пилой, ремнями).

Каретка состоит из трех направляющих, соединенных между собой в верхней части поперечной балкой. В нижней части направляющие крепятся к балкам установленными в них катками. Направляющие служат для перемещения рабочего модуля по высоте. Для придания каретке жесткости между верхней и нижними балками смонтированы два подкоса. К подкосам крепятся ручки для перемещения станка.

Механизм подъема рабочего модуля закреплен на верхней балке каретки. Состоит из двух опорных винтов, заблокированных между собой цепной передачей. На хвостовике одного винта установлена ручка для ручного перемещения рабочего модуля, на хвостовике другого винта – приводной шкив для механического перемещения рабочего модуля.

Механизм подачи состоит из блоков ведомого и ведущего шкивов, направляющих и отклоняющих роликов, каната, основания привода и мотор-редуктора. Все элементы механизма подачи крепятся на основании станка, кроме кронштейнов крепления каретки. В целях избежания спадания каната верхняя трасса около роликов и нижняя по всей длине оборудована отклоняющими роликами и направляющими ушками. Блок ведущего шкива установлен на выходном валу мотор-редуктора. Натяжение каната выполняется с помощью резьбовых муфт с гайками спецзажимов. Усилие натяжения каната после запасовки – 50 кгс. Ведущий и ведомый шкивы закрыты кожухами. Для плавности рабочего хода на тянущей ветви каната установлен пружинящий элемент.

Для восприятия горизонтальной нагрузки, действующей на пилу в момент резания древесины и уменьшения вибраций пилы в конструкции предусмотрены два ролика с ребрами (ролик, поддерживающий ролик). Поддерживающий ролик крепится на каретке и имеет возможность перемещаться вдоль полотна пилы, максимально приближаясь к обрабатываемому бревну.

Вращение шкивов ленточной пилы осуществляется электродвигателем через клиноременную передачу. Управление двигателем осуществляется от кнопок





Техническая характеристика оборудования состоит в следующем.

Длина распиливаемых бревен, мм :

-минимальная 2000  
 -максимальная 6000.

Максимальный диаметр распиливаемых бревен (заготовок), мм 700.

Наибольшая ширина поперечного пиления (максимальное расстояние между ребордами поддерживающих роликов), мм 520.

Минимальное расстояние между ребордами поддерживающих роликов, мм 267.

Расстояние от опорной плоскости для бревен до полотна пилы, мм :  
 -минимальное от опор 20  
 -максимальное от балок 580.

Наибольшее расстояние перемещения пилы по вертикали, мм 400.

Наибольшее перемещение пилы по горизонтали, мм 6480.

Механизм подачи :  
 электродвигатель АИР71В4РЗУЗ, N=0,75 кВт; n=1500 об/мин;  
 мотор-редуктор 4МЦ2С-63-63-0, 75-G110-С-ЦУЗ.

Частота вращения вала на выходе, об/мин 63.

Крутящий момент на выходном валу, Нм 113.

Скорость подачи, м/мин 3..20.

Скорость возврата максимальная, м/мин 20.

Механизм подъема (опускания) :  
 электродвигатель АИР80А6УЗ, N=0,75 кВт; n=1000 об/мин.

Привод рабочего модуля :  
 электродвигатель АИРМ112М2УЗ, N=7,5 кВт; n=3000 об/мин.

Максимальная линейная скорость пилы, м/с 31,5.

Потребляемая мощность, кВт 9.

Род тока питающей сети – переменный 3-х фазный.

Частота тока, Гц 50.

Напряжение 380.

Режущий инструмент – пила ленточная.

Толщина полотна, мм 0,9..1,1.

Ширина полотна, мм 32..35.

Шаг зубьев, мм 19..22.

Длина развертки, мм 4020.

Габаритные размеры, мм  $\pm 1\%$  :

Длина 7850;

Ширина 2090;

Высота 1800.

Масса, кг  $\pm 5\%$  800.

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

21

### 2.1.3 Управляемость технологического процесса

Технологические процессы служат материальной базой любого производства, поэтому для повышения таких характеристик производства, как производительность, качество, рентабельность производства, необходимо обеспечить “управляемость” процессов.

Под термином “управляемый технологический процесс”

понимается такой процесс, для которого определены входные контролируемые воздействия (управляющие, управляемые), установлены детерминированные или вероятностные зависимости между входными воздействиями и выходными параметрами выпускаемого изделия (продукта), разработаны методы измерения входных воздействий и выходных параметров и методы управления процессом. В понятие “технологический процесс как процесс управления” включается технологическое оборудование в виде исполнительных органов и режимов его работы, установленных на нем информационно-измерительных устройств, элементов привода, устройств электроавтоматики и т.п.

Проведем анализ управляемости на основе системного подхода. Рассмотрим следующие задачи управления : геометрическую, логическую, диагностическую, технологическую, терминальную.

Основная цель при решении геометрической задачи – обеспечить заданное положение относительно торца заготовки.

Система координат – декартова.

Необходимое количество координат – две.

Количество одновременно работающих координат – одна -перемещение каретки или подъем (опускание) рабочего модуля.

Логическая задача состоит в управлении средствами электроавтоматики. Перечень входных и выходных сигналов представлен в табл.1.

Параметры сигналов – 24В напряжения постоянного тока.

Решение диагностической задачи подразумевает существование двух видов диагностики :

- внутренняя, т.е. диагностика самого устройства управления;
- внешняя, т.е. диагностика всего оборудования комплекса.

Технологическая задача состоит в задании и поддержании основных технологических параметров пиления : величины

усилия натяжения ленточной пилы, скорости подачи, типа древесины и толщины обрабатываемых заготовок.

Терминальная задача состоит в организации диалога с оператором, для чего необходимы дисплей для индикации режимов работы и клавиатура для управления механизмами комплекса и задания режимов работы системы управления.

Изм. №, Подп., Дата, Изм. №, Подп., Дата, Изм. №, Подп., Дата, Изм. №, Подп., Дата

Таблица 2.1 - Входные и выходные сигналы

Обозначение	Входные	Обозначение	Выходные
SB1	Кнопка "Пуск"	HL1	Индикация "Пуск"
SB2	Кнопка "Стоп"	HL2	Индикация "Стоп"
SB3	Кнопка "Каретка"	KM1	Вкл./выкл. двигатель главного движения
SB4	Кнопка "Реверс каретки"	KM2	Вкл./выкл. двигатель механизма подъема
SQ1	Датчик натяжения пилы	KM3	Вкл./выкл. двигатель кантователя
SQ2	Датчик вертикальных перемещений рабочего модуля	KM4	Вкл./выкл. двигатель перемещения каретки
SQ3	Датчик угла поворота заготовки	KM5	Каретка вперед (модуль вниз)
		KM6	Каретка назад (модуль вниз)

#### 2.1.4 Анализ тенденций развития систем управления на базе микропроцессорной техники.

Одна из основных тенденций в развитии систем управления на базе микропроцессорной техники – децентрализованное управление, при котором управляющий процессор находится на центральном устройстве управления, а устройство расширения с модулями входа-выхода – непосредственно вблизи от датчиков и исполнительных механизмов. В качестве пультов управления применяют так называемые панели оператора, т.е. приборы управления и регистрации данных, которые позволяют контролировать оборудование, а также при необходимости изменять процесс управления, тем самым снимая часть функциональной нагрузки с традиционных пультов управления и наладки с множеством кнопок, светодиодов и т.п. При этом центральное устройство, расширители и панели операторов соединяются высокоскоростным двухжильным каналом связи. Управление становится более надежным, менее инерционным и более удобным для обслуживания, а стоимость электромонтажных работ значительно уменьшается.

За последние десять лет ряд разнообразных программируемых логических контроллеров : начиная с микро-, заменяющих реле, и кончая мощными системными ПЛК, которые по отношению к критерию стоимость/производительность являются альтернативными традиционными распределенным системам управления.

По мнению фирмы Fild/SVP, проводившей специальные исследования, ожидается значительный рост рынка контроллеров и АСУТП вследствие расширения требований заказчиков. Предполагается, что будут сделаны крупные





Другой подход к созданию нового программного обеспечения – внедрение стандарта IEC 1131 (IEC), уже принято в Европе и позволяющего сопрягать различные программируемые логические контроллеры, не являющиеся открытыми системами (в США, где такой стандарт пока не действует, инженеры по автоматизации должны иметь дело, по крайней мере, с двумя стандартами для программируемых логических контроллеров). Стандарт обеспечивает единообразные условия программирования для пользователей программируемых логических контроллеров в целях сокращения трудовых затрат и стоимости обучения.

В стандарте пять разделов: соответственно общая информация; требования к аппаратным средствам; языки программирования; справочник пользователя; требования к передаче данных.

Стандарт обеспечивает сокращение затрат на аппаратные средства и уменьшение времени на подготовку программ благодаря стандартизации синтаксиса и структуры универсальных форм программирования. Таким образом, пользователи смогут применять пакеты различных поставщиков. Но стандарт пока не позволяет программировать систему одного поставщика, используя пакет другого.

Внедрение стандарта дает возможность использовать преимущества объектно-ориентированной технологии, которая обеспечивает повторное применение функциональных блоков. Автономный код этих блоков может выполнять алгоритмы расчетов, синхронизации или ПИД регулирования. Испытание кодов проводится только однажды, что также сокращает время разработки программ и подготовки их ввода в эксплуатацию. Блоки легко могут быть переданы из одной программы в другую или из контроллера в контроллер.

Стандарт также определяет различные архитектуры для организации задач и их взаимодействия внутри программируемых логических контроллеров. IEC позволяет делить задачи на серии, которые могут выполняться периодически или запускаться экстремальными событиями (появлением ошибки, прерыванием от устройства ввода-вывода).

Одно из достоинств стандарта – предоставление возможности пользователям проводить программирование, если они сами могут описать вероятные изменения.

Большую работу по стандарту ведет организация PL Coren, которая занимается согласованием трех уровней :

- 1) уровня ввода (основного) – определяется обязательными элементами спецификации;
- 2) уровня портативности – использует расширенный набор обязательных элементов, определяет функцию экспорта-импорта, основанную на “нейтральном” формате файла, позволяющего вести обмен функциональными программными блоками разных поставщиков;
- 3) уровня, который должен обеспечить портативность всех прикладных систем вместо портативности функциональных блоков (только разрабатывается).

К недостаткам IEC относят трудности чтения программ, выполняемых программируемыми логическими контроллерами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Фирма ATMEL считает, что ее серия микроконтроллеров MX не только способна выполнять функции SCADA ,благодаря применению нового подхода "Dynamic Integration", разработанного совместно фирмами Intellution и Boward (Великобритания), но и сокращает время программирования, по крайней мере в 10 раз /2/.

MX – это библиотека "динамических блоков", позволяющих вносить изменения в управление автоматизированными процессами. Фирма объединила программное обеспечение SCADA фирмы Intellution со своим программируемым логическим контроллером. Пользователи теперь могут просто соединять и разъединять на экране готовые объекты : модули ввода-вывода, центральные процессоры, программируемые логические контроллеры и т.д., присваивая им имена. Компоновка ведется автоматически. Отпадает необходимость компоновать каждый модуль индивидуально, как это делается при использовании систем SCADA. Сейчас на компоновку уходит всего несколько минут вместо часа. При этом уменьшается число ошибок, так как все объекты проходят испытания и аттестацию. Это позволяет экономить время и деньги и будет иметь огромное значение в обрабатывающих отраслях.

## 2.2 Актуальность и постановка локальных задач по автоматизации станка.

Базовый объект автоматизации имеет множество преимуществ и недостатков: технологических, функциональных, экономических, конструктивных и пр. В рамках представленного дипломного проекта решаются три локальных задачи по автоматизации станка, а именно : эффективный контроль натяжения полотна пилы; автоматизация процесса подъема (опускания) рабочего модуля ; автоматизация процесса поворота заготовки в рабочей зоне станка.

Актуальность этих задач состоит в необходимости повышении производительности (в частности применительно к устройству поворота заготовки), экономической эффективности. В связи с повсеместным применением в настоящее время средств микропроцессорной техники базовый вариант системы управления, построенный на устройствах цикловой электроавтоматики является морально устаревшим.

### 2.2.1 Анализ конкурирующих вариантов контроля натяжения пилы

В процессе поиска оптимального способа контроля натяжения пилы автором проекта было рассмотрено множество различных вариантов. Было намечено два направления измерения натяжения : измерение вибраций полотна пилы и измерение механического усилия элементов косвенно сопряженных механизмов. Измерение вибраций возможно в данном случае тремя способами :

- 1) анализ звуковых колебаний полотна пилы;
- 2) анализ электромагнитных колебаний;
- 3) анализ колебаний при помощи светочувствительных элементов.

УТВ. №	Подп.	Дата
УТВ. №	УТВ. №	УТВ. №
УТВ. №	УТВ. №	УТВ. №
УТВ. №	УТВ. №	УТВ. №
УТВ. №	УТВ. №	УТВ. №

Неоспоримым достоинством первого способа является высокая точность измерения, однако этот способ имеет ряд существенных недостатков – сложность определения натяга в статике, зависимость от типа древесины, скорости распила, типа пилы, размеров заготовки и т.д. Главным же недостатком этого способа является необходимость проведения испытаний, что делает невозможность применения этого способа в рамках дипломного проектирования в связи с ограниченностью временных сроков. Второй способ имеет те же преимущества и недостатки, что и первый плюс негативное влияние на результаты измерений нестабильность физических характеристик магнитной катушки (таких как температура и пр.). На результаты измерений при помощи третьего способа влияют такие отрицательные факторы, как пыль, грязь и др.

Измерение механического усилия элементов косвенно сопряженных механизмов возможно при помощи материалов, чувствительных к деформациям. Устройствами, построенными на применении таких материалов, изменяющих свои электрические характеристики (такие как емкость, сопротивление и др.) от деформации могут являться тензодатчики. Применение тензодатчиков предполагает относительную простоту конструктивного исполнения устройства натяжения, но все же этот способ контроля натяжения не обладает необходимой точностью измерения. Использование таких устройств, как тензорезисторы, неприменимо в силу однофункциональности и невозможности восстановления этих изделий.

### 2.2.2 Обоснование автоматизации контроля натяжения пилы.

Автоматизация контроля натяжения полотна пилы является узловой задачей данного проекта. В большей мере это относится к достижению необходимой точности и оптимальности способа контроля.

Производство изделий базовым вариантом станка является малорентабельным главным образом по причине недостаточной точности процесса контроля натяжения. В объекте автоматизации инструментом распила пиломатериала является пила ленточнопильная производства фирмы “Woodmizer”. Пила имеет склонность к обрыву в процессе эксплуатации при недостаточной натяженности или перетяжке. В силу высокой себестоимости применяемой пилы базовый вариант контроля натяжения при помощи жидкостного манометра является экономически малоэффективным.

### 2.2.3 Обоснование автоматизации механизма подъема рабочего модуля

Процесс установки величины вертикальных перемещений рабочего модуля (в частности установка необходимой толщины получаемой доски) в базовом варианте происходит вручную и контролируется по линейке, что естественно носит низкоэффективный характер с позиций оптимальности, точности (в силу относительно большой погрешности таких измерений) и производительности.



Повышение точности толщины изготавливаемых досок повысит экономическую эффективность объекта. С позиций повышения производительности применение средств микропроцессорной техники избавит оператора комплекса от необходимости всякий раз подходить к рабочему модулю, чтобы установить необходимую толщину доски, в проектируемом варианте это можно делать не отрываясь от пульта управления.

#### 2.2.4 Обоснование автоматизации процесса поворота заготовки в рабочей зоне станка

В базовом варианте станка процесс поворота заготовки происходит при помощи подъемно-транспортных средств. Этот процесс выглядит следующим образом : бревно, находящееся в рабочей зоне станка обвязывается канатом, другой конец которого прикреплен к подъемному крану. За тем бревно поднимается и оператор станка переворачивает бревно на некоторый угол, после чего дает команду оператору крана опустить бревно. Эта операция повторяется до тех пор, пока бревно не будет повернуто на нужный угол. Весь этот процесс (очевидцем которого является автор представленного дипломного проекта) занимает около десяти-пятнадцати минут. Можно сделать вывод о том, что автоматизация этого процесса на порядок повысит производительность комплекса. К тому же не нужно будет привлекать подъемные средства, использовать дополнительные человеческие ресурсы – с этой точки зрения повысится экономическая эффективность производства. Кроме того, с позиций безопасности жизнедеятельности уменьшится риск травмирования оператора заготовкой, так как использование подъемных средств потенциально опасно.

#### 2.3 Функционально-стоимостной анализ базовой модели станка и пути ее совершенствования

Воспользуемся функционально-стоимостным анализом для обоснования экономической целесообразности инновационных технических решений, предлагаемых в дипломном проекте. Цель анализа- обнаружить в базовом варианте функциональные и структурные элементы системы, обладающие экономической несостоятельностью или функциональной недостаточностью. Данные элементы должны быть рационализированы в проекте.

Структурная модель (СМ) – это упорядоченное представление элементов объекта и отношений между ними, их основных взаимосвязях и уровнях иерархии. Структурная модель базового варианта изображена на рисунке 2.2.

Функциональная модель (ФМ) – это логико-графическое изображение состава и взаимосвязей функций объекта, получаемое посредством их формулировки и установления порядка подчинения. Функциональная модель базового варианта изображена на рисунке 2.3.

Функционально-стоимостная модель (ФСМ) объекта пригодна для выявления ненужных функций и элементов в объекте (бесполезных и вредных); определение

Имя: не подд.	подп. и дата
Имя: не подд.	подп. и дата
Имя: не подд.	подп. и дата
Имя: не подд.	подп. и дата
Имя: не подд.	подп. и дата

функциональной достаточности и полезности материальных элементов объекта; распределения затрат по функциям; оценки качества исполнения функций; выявления дефектных функциональных зон в объекте; определения уровня функционально-структурной организации изделия.

Построение ФСМ осуществляется путем суперпозиции ФМ и СМ объекта. Функционально-стоимостная модель базового варианта представлена в табл.

На основании данных приведенной таблицы строим функционально-стоимостную диаграмму и диаграмму качества исполнения функций для базового варианта, которые приведены в графической документации проекта. После построения диаграмм легко выявляются зоны диспропорции, т.е. зоны избыточной реализации функций, а также зоны функциональной недостаточности (низкого качества исполнения функций).



Рисунок 2.2 - Структурная модель базового варианта

Подпись и дата: \_\_\_\_\_  
 Имя, фамилия, инициалы: \_\_\_\_\_  
 Подпись и дата: \_\_\_\_\_  
 Имя, фамилия, инициалы: \_\_\_\_\_

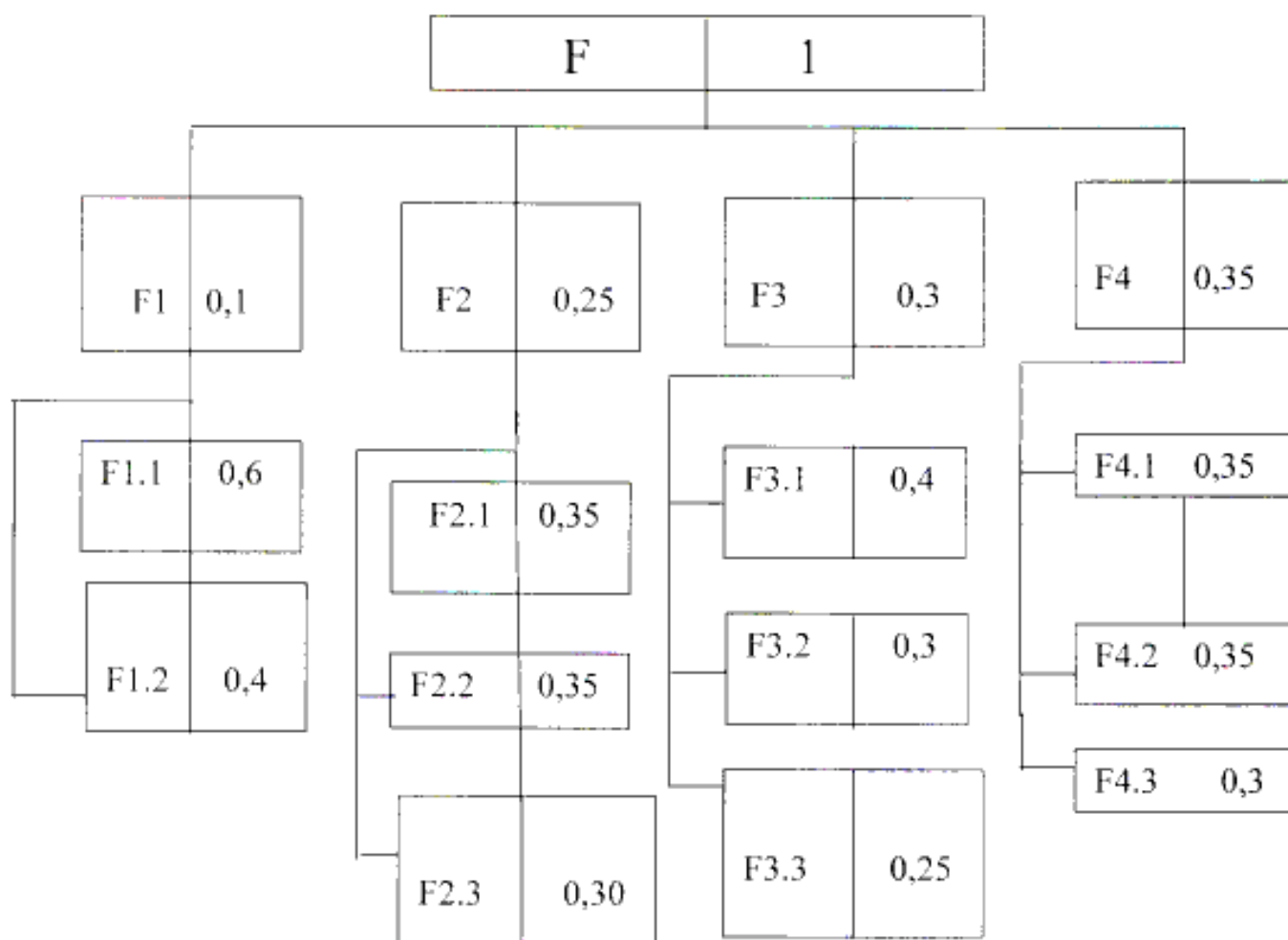


Рисунок 2.3 - Функциональная модель базового варианта

Таблица 2.2 - Функционально-стоимостная модель базового варианта

Индекс Фу-ии	Наименование функции	Материальный носитель функции	r	R	Q	Sabc	Sotn
1	2	3	4	5	6	7	8
f1.1	ручная загрузка	человек	0,6	0,06	0,055	4000	0,04
f1.2	поворот заготовки	человек	0,4	0,04	0,04	6000	0,07
f2.1	передача давления	гидроцилиндр	0,35	0,088	0,085	2000	0,02
f2.2	контроль давления	манометр	0,35	0,088	0,085	2000	0,02

## Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6	7	8
f2.3	передача натяжения	набор тарельчатых пружин	0,3	0,075	0,06	2000	0,02
f3.1	регулирование скорости перемещения	электропривод	0,45	0,135	0,1	19000	0,21
f3.2	приведение в движение механизма подъема	электродвигатель	0,3	0,09	0,06	30000	0,33
f3.3	ручное вертикальное перемещение	маховик	0,25	0,075	0,07	5000	0,06
f4.1	включение, выключение устройств станка	кнопки	0,35	0,123	0,1	3000	0,03
f4.2	коммутация силовых путей	реле	0,35	0,123	0,1	16000	0,18
f4.3	индикация режимов	лампы	0,2	0,07	0,05	1000	0,01
F1	поворот заготовки	$F1 = f1.1 + f1.2$	0,1	0,1	0,1	10000	0,11
F2	натяжение пилы	$F2 = f2.1 + f2.2 + f2.3$	0,25	0,25	0,22	6000	0,07
F3	поднятие и опускание каретки	$F3 = f3.1 + f3.2 + f3.3$	0,3	0,3	0,31	54000	0,4
F4	управление работой станка	$F4 = f4.1 + f4.2 + f4.3$	0,35	0,35	0,3	20000	0,22

## 2.4 Техническое задание на проект

## 2.4.1 Наименование и область применения

Настоящее техническое задание распространяется на проект автоматизированного комплекса оптимального распила пиломатериала. Комплекс предназначен для изготовления из стволовой древесины хвойных и лиственных пород бруса, обрезной (необрезной) доски.

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

31







### 3 СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Проектирование, конструирование и моделирование технических средств

Системный анализ проектируемого комплекса на основе методов декомпозиции.

В данном подразделе ставится задача с помощью методов анализа и синтеза разработать структуру проекта автоматизированного комплекса оптимального распила пиломатериала.

Автоматизация производственных процессов с каждым годом углубляется и расширяется в народном хозяйстве, и в частности в машиностроении. Современные механообрабатывающие цеха уже немыслимы без автоматических линий, установок, станков с ЧПУ, роботов и другого автоматизированного оборудования все это значительно облегчило труд рабочих, снизило показатели травматизма на рабочем месте и т.д.

#### Декомпозиционная схема формирования структуры комплекса

Одним из основных методов анализа и синтеза технических объектов является метод морфологического анализа. Сущность метода в разбиении (декомпозиции) объекта на части - первый уровень декомпозиции.

На втором уровне декомпозиции каждая из частей снабжается альтернативами реализации каждого признака. В результате появляется многоуровневая декомпозиционная схема, представляющая собой N-мерное пространство:

$$R_n = \{X_j\} \quad (3.1)$$

Интерпретацией  $R_n$  является его развертка на плоскость, представляемая блоками. С другой стороны пространство  $R_n$  - это структура обобщенного объекта, на базе которого при наличии определенных правил можно линеаризовать множество.

На первом уровне разделим задачу разработки новой системы управления АКОРП на 11 признаков. Разбиение представлено в таблице 3. Для каждого признака определяется несколько альтернатив реализации. Полученную декомпозиционную схему необходимо обработать таким образом, чтобы из п-блоков первого уровня декомпозиции получить единственное решение из альтернатив второго уровня и сформировать из них структуру объекта.

Данный комплекс предназначен для изготовления деталей из дерева.

Технологический процесс изготовления изделий из дерева состоит из следующих этапов:

- 1) Загрузка бруса;
- 2) Установка вертикального положения рабочего модуля;



- 3) Натяжение пилы;
- 4) Продольный пропил;
- 5) Поворот заготовки

Самой главной причиной автоматизации комплекса является экономическая нерентабельность базовой модели в условиях частого полома пил в процессе эксплуатации как следствие недостаточного натяжения или чрезмерного перетяга.

Следующим приоритетом является решение задачи автоматизации привода подъема в целях повышения производительности.

Вид загрузчика : рабочая зона комплекса находится на достаточно низком уровне, поэтому автоматизации загрузки не требуется. Перенос корзин с обрабатываемыми изделиями будем осуществлять при помощи транспортных средств, что повысит производительность и снизит вероятность травматизма при обслуживании комплекса.

Другой не менее важной причиной автоматизации элементов комплекса является совершенствование организации рабочих мест, их рациональная планировка, оснащение удобным пультом управления. Чем рациональнее организовано рабочее место, чем оно удобнее, чем лучше обеспечено всем необходимым для бесперебойной работы, тем выше производительность труда, меньше непроизводительные потери рабочего времени. Повышение квалификации занятых на производстве операторов, приводит в свою очередь, к снижению числа занятых людей работающих в непосредственной близости с опасными для здоровья объектами.

Таблица 3.1 - Структура автоматизированного комплекса декомпозиционная схема

Функции	Альтернативы
1	2
X <sub>1</sub> - выполняемые операции	X <sub>1</sub> <sup>1</sup> - изготовление бруса X <sub>1</sub> <sup>2</sup> - изготовление досок X <sub>1</sub> <sup>3</sup> - изготовление бруса и досок
X <sub>2</sub> -система управления	X <sub>2</sub> <sup>1</sup> - ЧПУ X <sub>2</sub> <sup>2</sup> - цикловое X <sub>2</sub> <sup>3</sup> - на базе микропроцессорной техники
X <sub>3</sub> -количество позиций одновременно обрабатываемых деталей	X <sub>3</sub> <sup>1</sup> - одна X <sub>3</sub> <sup>2</sup> - две X <sub>3</sub> <sup>3</sup> - несколько
X <sub>4</sub> - восстановление инструмента	X <sub>4</sub> <sup>1</sup> - со снятием инструмента X <sub>4</sub> <sup>2</sup> - без снятия инструмента

Продолжение таблицы 3.1

1	2
X <sub>5</sub> - накопительная система заготовок и деталей	X <sub>5</sub> <sup>1</sup> - без накопителя X <sub>5</sub> <sup>2</sup> - при помощи подъемно-транспортных средств
X <sub>6</sub> - поворот заготовки	X <sub>6</sub> <sup>1</sup> - неавтоматизированно, при помощи подъемных средств X <sub>6</sub> <sup>2</sup> - автоматизированно
X <sub>7</sub> - установка толщины распила досок	X <sub>7</sub> <sup>1</sup> - вручную X <sub>7</sub> <sup>2</sup> - автоматизированная установка
X <sub>8</sub> - контроль толщины досок	X <sub>8</sub> <sup>1</sup> - производится вручную X <sub>8</sub> <sup>2</sup> - контролируется датчиками с обратной связью
X <sub>9</sub> - контроль натяжения пилы	X <sub>9</sub> <sup>1</sup> - неавтоматизированно X <sub>9</sub> <sup>2</sup> - автоматизированно
X <sub>10</sub> -контроль за ходом процессов и диагностирование	X <sub>10</sub> <sup>1</sup> - отсутствует X <sub>10</sub> <sup>2</sup> -автоматическое диагностирование процесса распила
X <sub>11</sub> - безопасность объекта	X <sub>11</sub> <sup>1</sup> - ограждение отсутствует X <sub>11</sub> <sup>2</sup> - имеется ограждение

Полученную декомпозиционную схему необходимо обработать таким образом, чтобы получить структуру объекта. Для этого выделяются те s- блоки первого уровня, которые несут целевые условия. Тогда остальные G- блоков несут условия ограничения. Структура объекта будет представлена множеством

$$X = \{X_s; X_g\}. \quad (3.2)$$

Целевые условия обычно определяются из задания:

- 1) Основная функция комплекса- изготовление бруса и досок .
- 2) Разработать АСУ на базе современных технических средств.
- 3) Необходимо автоматизировать процесс контроля натяжения пилы.

Эти положения позволяют принять следующие целевые условия:

$$\begin{array}{ll} X_{s1} & \lambda_1 = 0,4 \\ X_{s2} & \lambda_2 = 0,3 \\ X_{s3} & \lambda_3 = 0,3 \end{array}$$

После того, как сформировалась s- мерная цель и ранжированы целевые условия, определяется набор условий ограничений в виде:

$$X_g = X_{gi} \}; i=1, \dots, g=n-s. \quad (3.3)$$

На этой стадии поиска ставится задача отыскать лучшее решение  $X_g$ . Чтобы определить лучшее решение необходимо:

- 1) каждой альтернативе по каждому целевому условию поставить в соответствие некоторую оценку;
- 2) выбрать в каждом блоке первого уровня альтернативу с наибольшим значением оценки и сформировать наилучшее ограничение. Результаты этого выбора наглядно представляются в так называемом треугольнике декомпозиции (см. графическую документацию).

На основании вышеизложенного произведем присвоение весовых оценок альтернативным характеристикам. Результаты сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 - Присвоение весовых оценок альтернативам

$X_{Gj}$	$X^{\beta}_{Gj}$	$X_{S1}=X_1^3; \lambda=0,4$		$X_{S2}=X_2^3; \lambda=0,3$		$X_{S3}=X_9^2; \lambda=0,3$	
		Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
1	2	3	4	5	6	7	8
$X_{G1}=X_3$	$X^1_3$	2	0.13	3	0	2	0.1
	$X^2_3$	2	0.13	3	0	2	0.1
	$[X^3_3]$	2	0.13	1	0.3	2	0.1
$X_{G2}=X_4$	$X^1_4$	3	0	2	0.15	3	0
	$[X^2_4]$	1	0.4	2	0.15	1	0.3
$X_{G3}=X_5$	$X^1_5$	2	0.2	2	0.15	2	0.15
	$[X^2_5]$	2	0.2	2	0.15	2	0.15
$X_{G4}=X_6$	$X^1_6$	2	0.4	3	0	2	0.15
	$[X^2_6]$	2	0.4	1	0.3	2	0.15
$X_{G5}=X_7$	$X^1_7$	3	0	3	0	2	0.15
	$[X^2_7]$	1	0.4	1	0.3	2	0.15
$X_{G6}=X_8$	$X^1_8$	2	0.2	3	0	2	0.15

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	$[X^2_8]$	2	0.2	1	0.3	2	0.15
$X_{G7}=X_{10}$	$X^1_{10}$	2	0.4	3	0	3	0
	$[X^2_{10}]$	2	0.4	1	0.3	1	0.3
$X_{G8}=X_{11}$	$X^1_{11}$	2	0.4	2	0.15	2	0.15
	$[X^2_{11}]$	2	0.4	2	0.15	2	0.15

3.2 Функциональная схема системы управления комплексом и выбор основных технических средств.

Функциональная схема системы управления комплексом содержится в графической части проекта. Устройство управления объектом построено на базе однокристалльного микроконтроллера 89с51 (89с52), выпускаемых фирмой ATMEЛ и полностью совместимых по архитектуре и системе команд с семейством МС5-51.

Устройство управления включает в себя следующие элементы :

- 1) процессорная плата контроллера;
- 2) клавиатура;
- 3) энергонезависимая память фирмы MICROCHIP (EEPROM), обеспечивающая 1 миллион циклов записи, 100 лет хранения информации (емкость 2 килобайта).
- 4) программируемый параллельный интерфейс КР580ВВ55.

БИС параллельного интерфейса предназначена для организации ввода/вывода параллельной информации различного формата и позволяет реализовать большинство известных протоколов обмена по параллельным каналам /3/. БИС КР580ВВ55 используется в проектируемой системе управления для сопряжения микроконтроллера с периферийным оборудованием – индикаторами и клавиатурой. Программируемый параллельный интерфейс подключается к микроконтроллеру через слот расширения, предназначенный для подключения дополнительных модулей или схемы внешнего автоматического тестирования.

Плата индикатора включает в себя восьми разрядный восьми сегментный светодиодный индикатор, собранный на матрицах CA56-21G/EWA фирмы KINGBRIGHT.

Система управления функционирует следующим образом : сигнал с датчика натяжения пилы поступает на волоконно-оптический преобразователь, оттуда на аналого-цифровой преобразователь. За тем преобразованный в цифровой код сигнал поступает в порт номер один микроконтроллера (этот порт используется в качестве буфера входных данных). Сигналы с датчиков вертикального перемещения рабочего модуля и угла поворота заготовки поступают на входы



радиальных прерываний IRQ0 и IRQ1 микроконтроллера соответственно (для этих прерываний задействован порт номер 3). Запрос на прерывание появляется по положительному фронту сигналов с датчиков BE-178, которые вырабатывают последовательность дискретных импульсов. За тем данные, обработанные программой поступают во входной буфер данных параллельного интерфейса и шинного формирователя. На параллельный интерфейс также поступают управляющие сигналы с микроконтроллера (сигнал выбора кристалла Chip Select – CS, сигналы выбора режима работы БИС KP580BB55 A0 и A1, сигналы чтения/записи WR и RD). Порт номер 2 микроконтроллера используется для формирования этих управляющих сигналов. Через этот порт также происходит управление энергонезависимой памятью (вход кристалла памяти SDA используется для приема данных, а вход SCL – для синхронизации). Через порт A параллельного интерфейса происходит управление сегментами блока индикаторов, а через порт B – управление разрядами. Порт C параллельного интерфейса предназначен для опроса клавиатуры.

Шинный формирователь используется для буферизации данных а также для усиления сигналов по току.

С выхода шинного формирователя данные поступают на цифро-аналоговый преобразователь, где преобразовываются в аналоговый сигнал и за тем этот сигнал поступает на аналоговый мультиплексор. Управление мультиплексором осуществляется через микроконтроллер.

Мультиплексор переключателя канала, по которому протекает управляющий сигнал, другими словами мы выбираем, какой магнитный пускатель нужно активизировать и далее какой привод включить. С выхода мультиплексора сигнал поступает на один из четырех магнитных пускателей, кроме того управляющие сигналы поступают на преобразователь частоты фирмы ИТАСНІ, который используется для регулирования скорости подачи. Наконец, магнитные пускатели осуществляют управление приводами главного движения (привод вращения пилы), продольной подачи (привод перемещения каретки), поперечной подачи (привод подъема-опускания рабочего модуля) и привод поворота заготовки (привод кантователя).

### 3.3 Проектирование устройства натяжения ленточной пилы

Сборочный чертеж устройства натяжения ленточной пилы представлен в графической части проекта.

#### 3.3.1 Выбор способа контроля натяжения пилы

После тщательного анализа конкурирующих вариантов контроля натяжения ленточной пилы оптимальным вариантом был признан способ, основанный на измерении механического усилия элементов косвенно сопряженных механизмов, а точнее анализ сжатия и растяжения тарельчатых пружин, через которые передается сила натяжения на кулисы натяжного шкива пилы.

Имя: не задано	Подп. и дата
Имя: не задано	Подп. и дата
Имя: не задано	Подп. и дата
Имя: не задано	Подп. и дата
Имя: не задано	Подп. и дата

### 3.3.2 Конструирование механизма натяжения пилы

Вариант автоматизированного натяжения пилы был отвергнут по причинам экономической неэффективности (установка электропривода в узел натяжения вызвало бы неоправданное повышение себестоимость такой конструкции). К тому же это не обеспечило бы требуемой точности натяжения. По этим причинам было решено осуществлять натяжение пилы вручную. В спроектированной конструкции на выходном конце гайки, передающей силу натяжения установлен маховик. Вращение маховика, вызывает сжатия пакета тарельчатых пружин, которые передают усилие на кулис, после чего происходит перемещение натяжного шкива.

В целях повышения ходов гайки (а следовательно и точности натяжения) был увеличен набор по сравнению с базовым вариантом станка

### 3.3.3 Анализ испытаний сжатия тарельчатых проектируемого устройства натяжения

В проектируемом устройстве натяжения пилы был увеличен набор тарельчатых пружин в целях повышения точности контроля натяжения. На предприятии во время прохождения преддипломной практики автором представленного проекта были проведены испытания процесса сжатия тарельчатых пружин при натяжении пилы. В частности, была исследована зависимость линейного сжатия пакета пружин от величины придаваемого усилия натяжения пиле. Испытания проводились следующим образом : пила была снята со шкивов и вместо нее был установлен динамометр для измерения усилия. Далее при помощи маховика производилось натяжение (в частности сжатие пакета тарельчатых пружин), линейное изменение длины пакета измерялось при помощи микрометра и фиксировалось в таблице. Также фиксировались соответствующие показания динамометра (см. таблицу 3.3).

### 3.3.4 Моделирование процесса сжатия тарельчатых пружин устройства натяжения

Необходимость моделирования процесса сжатия тарельчатых пружин возникла с рядом следующих обстоятельств. Для того, чтобы проанализировать результаты испытаний сжатия тарельчатых пружин при увеличении натяжения пилы и подобрать датчик контроля натяжения необходимо было построить график зависимости по результатам табл.3.3 провести интерполяцию функции и детально выяснить поведение функции в рабочем диапазоне усилий. Эта задача многократно упрощается при составлении модели.

Моделирование процесса сжатия тарельчатых пружин было выполнено при помощи пакета VISSIM фирмы Visual Solutions. Преимуществом моделирования в пакете VISSIM является удобный пользовательский интерфейс, визуальная

наглядность результатов моделирования. В отличие от моделей, построенных при помощи языков программирования высокого уровня (таких как, например, Паскаль), в пакете VISSIM можно без особых сложностей изменять любые параметры модели.

Таблица 3.3 - Зависимость сжатия пружин от величины натяжения

Усилие P, кгс	длина пакета пружин L, мм
50	53,00
100	52,50
150	52,00
200	51,50
250	51,00
300	50,50
320	50,25
340	50,05
360	49,75
380	49,60
400	49,50
420	49,25
440	49,05

По результатам табл.5 была таблично задана функция при помощи блока "Data file import" - чтение данных из файла. После чего был построен график этой функции. За тем был определен и построен рабочий диапазон усилий - 405..415 кгс . Выяснилось, что в этом диапазоне график функции является линейным (см. графическую часть проекта). В точке, соответствующей 405 кгс длина пружин составляет 49,43 мм, а в точке, соответствующей 415 кгс - 49,32 мм. Найдем соответствующее уравнение прямой в виде

$$y=kx+b, \quad (3.4)$$

где y - усилие, x – длина пакета пружин, k и b – коэффициенты. Для этого решим систему уравнений :

$$405=k \times 49,43 + b \quad (3.5)$$

$$415=k \times 49,32 + b. \quad (3.6)$$

Получаем :

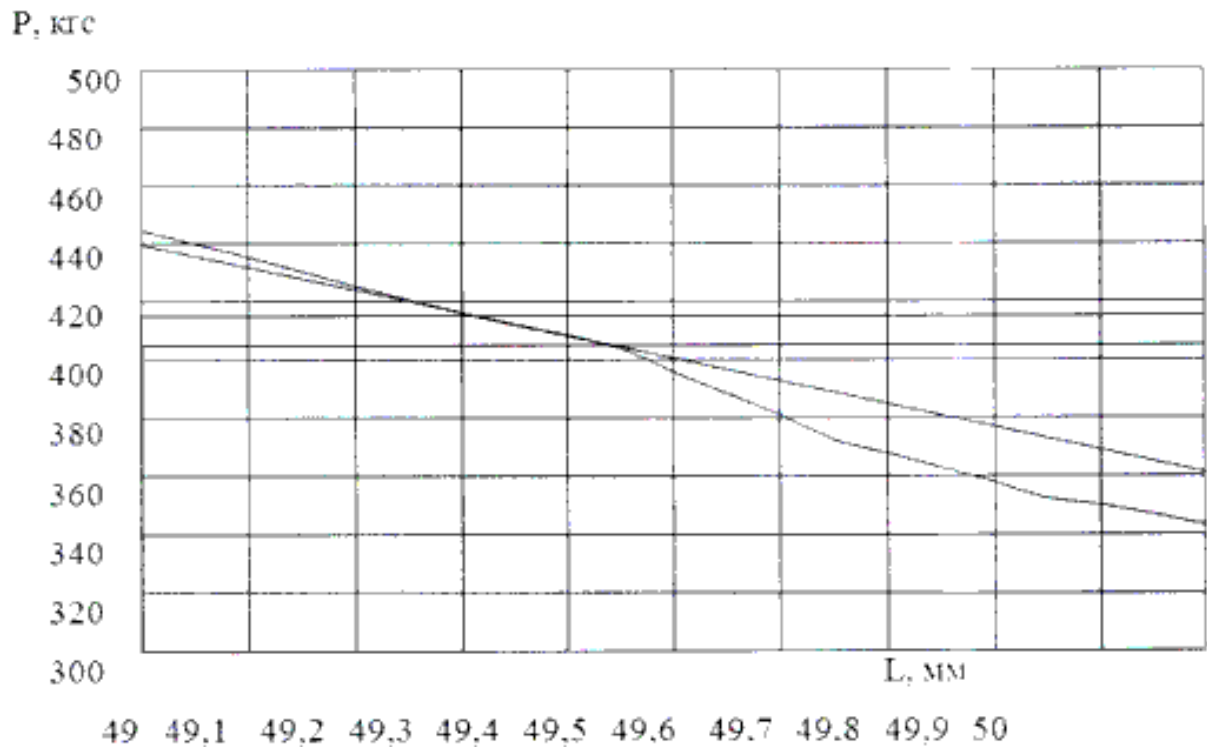
$$b=405-49,43 \times k; \quad (3.7)$$

$$415=k \times 49,32 + 405 - 49,43 \times k; \quad (3.8)$$

$$49,32 \times k - 49,43 \times k = 415 - 405; \quad (3.9)$$

$$-0,11 \times k = 10; \quad (3.10)$$

$$k = -90,91. \quad (3.11)$$



----- - функция  $P=f(L)$       ----- - рабочий диапазон усилий  
 ----- - линейризованная функция  $P=f(l)$  в рабочем диапазоне усилий

Рисунок 3.1- График сжатия тарельчатых пружин устройства натяжения

$$b = 405 + 49,43 \times (-90,91); \quad (3.12)$$

$$b = 4898,64. \quad (3.13)$$

В результате уравнение искомой функции имеет вид :

$$y = -90,91 \times x + 4898,64. \quad (3.14)$$

### 3.3.5 Выбор датчика контроля натяжения.

Измерение натяжения пилы нужно производить в диапазоне  $410 \text{ кгс} \pm 6,25\%$ , т.е. в рабочем диапазоне нужно производить измерения в пределах  $(0,11 \pm 0,0069)$  мм, следовательно необходимо делать измерения с точностью, не меньшей 6 мкм. С учетом поставленных требований был выбран контактный датчик измерений малых перемещений (см. рисунок 3.2), электрическую часть которого составляет волоконно-оптический преобразователь.



Измерительные волоконно-оптические преобразователи представляют собой относительно новую область измерительной техники. Основными элементами таких преобразователей являются источник оптического



Рисунок 3.2 - Датчик измерения натяжения пилы

излучения и фотоприемник (см. рисунок 3.2). Объект (среда) исследования помещается между источником и приемником и меняет характеристики потока излучения, попадающего на приемник, а значит и выходное напряжение, снимаемое с фотоприемника. Для отделения объекта исследования от оптопреобразователей могут быть использованы специальные оптически прозрачные каналы с волоконной структурой – световоды.

На основе волоконно-оптических преобразователей созданы устройства обработки изображения, а также малогабаритные преобразователи линейных и угловых перемещений, датчики давления, уровнемеры, измерители качества поверхности и другие устройства.

Структурная схема волоконно-оптического преобразователя показана на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3- Структурная схема волоконно-оптического преобразователя.

Датчик измерения натяжения пилы также построен на волоконно-оптическом преобразователе.

Основными преимуществами волоконно-оптических преобразователей являются возможность подведения света к контролируемой точке и установка электронных элементов преобразователей в удаленном месте, что важно при измерении во взрыво- и пожароопасных агрессивных средах, при наличии внешних электромагнитных полей, в труднодоступных местах.

подп. и дата

инв. №

взаим. инв. №

подп. и дата

инв. № подл.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

В качестве источника излучения могут быть использованы твердотельные полупроводниковые лазеры или светоизлучающие диоды, в качестве фотоприемников – фоторезисторы, фотодиоды и фототранзисторы. Лазерные источники применяются при повышенных требованиях к когерентности излучения. Светодиоды, работающие в инфракрасной области спектра, имеют по сравнению с лазерами повышенную удельную мощность излучения и высокий коэффициент полезного действия.

Структура волоконно-оптических преобразователей перемещений со световодами (волоконно-оптических преобразователей с внешней модуляцией по Е.А. Заку [4]) зависят от конструкции световодного канала и электронной схемы преобразователя.

В датчике измерения натяжения пилы используется преобразователь с двумя отдельными световодами, по одному из которых излучение от источника достигает объекта измерения, а по второму отраженный свет возвращается к фотоприемнику. Торцы световодов объединены в общий коллектор (расщепленный световод). Такой преобразователь является наиболее простым по конструкции.

Структурная схема преобразователя состоит из следующих элементов :

- 1) устройство стабилизации тока светоизлучающего диода;
- 2) прецизионный усилитель постоянного тока;
- 3) устройство регулирования коэффициента усиления;
- 4) устройство смещения нуля усилителя постоянного тока;
- 5) устройство стабилизации напряжения питания;
- 6) источник излучения;
- 7) фотоприемник;
- 8) световоды;
- 9) измерительная поверхность.

Устройство стабилизации тока светоизлучающего диода обеспечивает запитку светодиода постоянным током 60 мА (см. [4]). Устройство регулировки коэффициента усиления позволяет менять коэффициент усиления прецизионного усилителя постоянного тока от 40 до 80 дБ (см. [4]) и регулировать таким образом чувствительность волоконно-оптического преобразователя. Устройство смещения нуля усилителя обеспечивает регулировку выходного напряжения преобразователя при установке рабочего диапазона.

В волоконно-оптическом измерительном преобразователе в качестве источника излучения используется арсенид-геллиевый инфракрасный светоизлучающий диод типа АЛ107А, значение длины волны которого лежит в пределах 0,9-1 мкм [4]. В качестве фотоприемника при работе в паре с инфракрасными светоизлучающими диодами лучше подходят кремниевые фотодиоды, имеющие высокую чувствительность в диапазоне 0,8-0,9 мкм [5] и обладающие высоким быстродействием. В волоконно-оптическом измерительном преобразователе в качестве фотоприемника используется фотодиод типа ФД256.

Как элемент электрической цепи светоизлучающий диод характеризуется вольт-амперной характеристикой, близкой к характеристике обычного диода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата





траектория распространения световых лучей представляет собой ломанную линию. Показатель преломления градиентных световодов плавно уменьшается от центра к краю, вследствие чего лучи, распространяющиеся вдоль световода, имеют плавную траекторию [7,8].

Поперечное сечение световодов может иметь круглую, прямоугольную, шестигранную и другую более сложную форму.

В зависимости от упорядоченности укладки пучков элементарных волокон на входном и выходном торцах различают световоды регулярные (для передачи изображения) и нерегулярные (для передачи потока излучения).

По форме торцевых поверхностей световоды бывают простые (оба торца имеют одинаковую форму), ленточные, кольцевые, расщепленные.

Распространение световых лучей внутри элементарного световода определяется законами геометрической оптики при условии, что диаметр световода в несколько раз превышает длину световой волны. Если диаметр соизмерим с длиной волны, то в световоде могут распространяться только вполне определенные типы волн (моды). Световоды, применяемые в данном волоконно-оптическом преобразователе, являются многомодовыми : число мод в них больше единицы.

К основным оптическим характеристикам световодов относятся: числовая апертура, коэффициент пропускания и разрешающая способность. Числовая апертура характеризует максимальный телесный угол конического пучка лучей, пропускаемых световодом при условии полного внутреннего отражения от оболочки.

Коэффициент пропускания определяется как отношение потока излучения, выходящего из световода, к потоку, входящему в него.

Разрешающая способность световода, измеряемая числом линий на 1 мм, примерно равна половине числа волокон, размещенных на 1 мм торца световода.

Настройка датчика происходит следующим образом : при помощи рукоятки (маховика) производится сжатие тарельчатых пружин устройства натяжения, сжатие пружин контролируется по микрометру (для крепления микрометра в том же фланце, в котором устанавливается датчик натяжения предусмотрено специальное отверстие), величина сжатия пружин должна в этом случае соответствовать величине нижнего порога рабочего диапазона усилий. После чего производится прижатие контактной поверхности датчика к диску пружины (фактически будем контролировать величину перемещений этого диска). Напряжение, которое появилось на выходе преобразователя заносим в память устройства управления. Далее аналогично находим значение напряжения, которое будет соответствовать верхнему порогу рабочего диапазона усилий. В результате мы имеем две точки в рабочем диапазоне измерений, а так как мы выяснили, что характер функции сжатия тарельчатых пружин носит линейный характер то теперь мы можем после соответствующих вычислений получить величину натяжения ленточной пилы в любой момент времени.

Универсальный журнал учета работ по датам



### 3.3.6 Выбор схмотехники и расчет волоконно-оптического измерительного преобразователя

Электрическая принципиальная схема волоконно-оптического преобразователя представлена на рисунке 3.4. Устройство содержит: три операционных усилителя - DA1, DA2 – серии K140УД1208 и прецизионный усилитель DA3 серии K140УД7А; фотодиод ФД256; светодиод АЛ307; 14 резисторов; диод Д219А; стабилитрон Д818Г; транзистор КТ626Б.

Преобразователь функционирует следующим образом. Сигнал с датчика с заданной погрешностью срабатывания  $\Delta = 3\%$  сравнивается с сигналом поступающим с прецизионного усилителя. В зависимости от разницы напряжений формируется, преобразуется и усиливается выходной сигнал.

Для операционного усилителя DA1 справедлива формула

$$\frac{R_9}{R_{10}} = \Delta \% \quad (3.16)$$

где  $R_9, R_{10}$  – сопротивления резисторов, Ом;  $\Delta = 3\%$ .

Сопротивление резистора  $R_{10} = 1 \text{ кОм}$ , тогда

$$R_9 = \Delta \times R_{10} \quad (3.17)$$

$$R_9 = 0,03 \times 1000 = 30 \text{ Ом.} \quad (3.18)$$

### 3.3.7 Проектирование печатной платы преобразователя

Для волоконно-оптического преобразователя разработана печатная плата. Чертеж печатной платы приведен в графической документации проекта. Данная печатная плата является односторонней с металлизированными монтажными отверстиями.

Технические требования :

Плату изготовить комбинированным методом.

Плата должна соответствовать НГО 077.000.

Шаг координатной сетки 2,5 мм.

Конфигурацию проводника выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа 0,5 мм.

Предельные отклонения размеров между центрами отверстий в узких местах 0,2 мм, в свободных местах 0,3 мм.

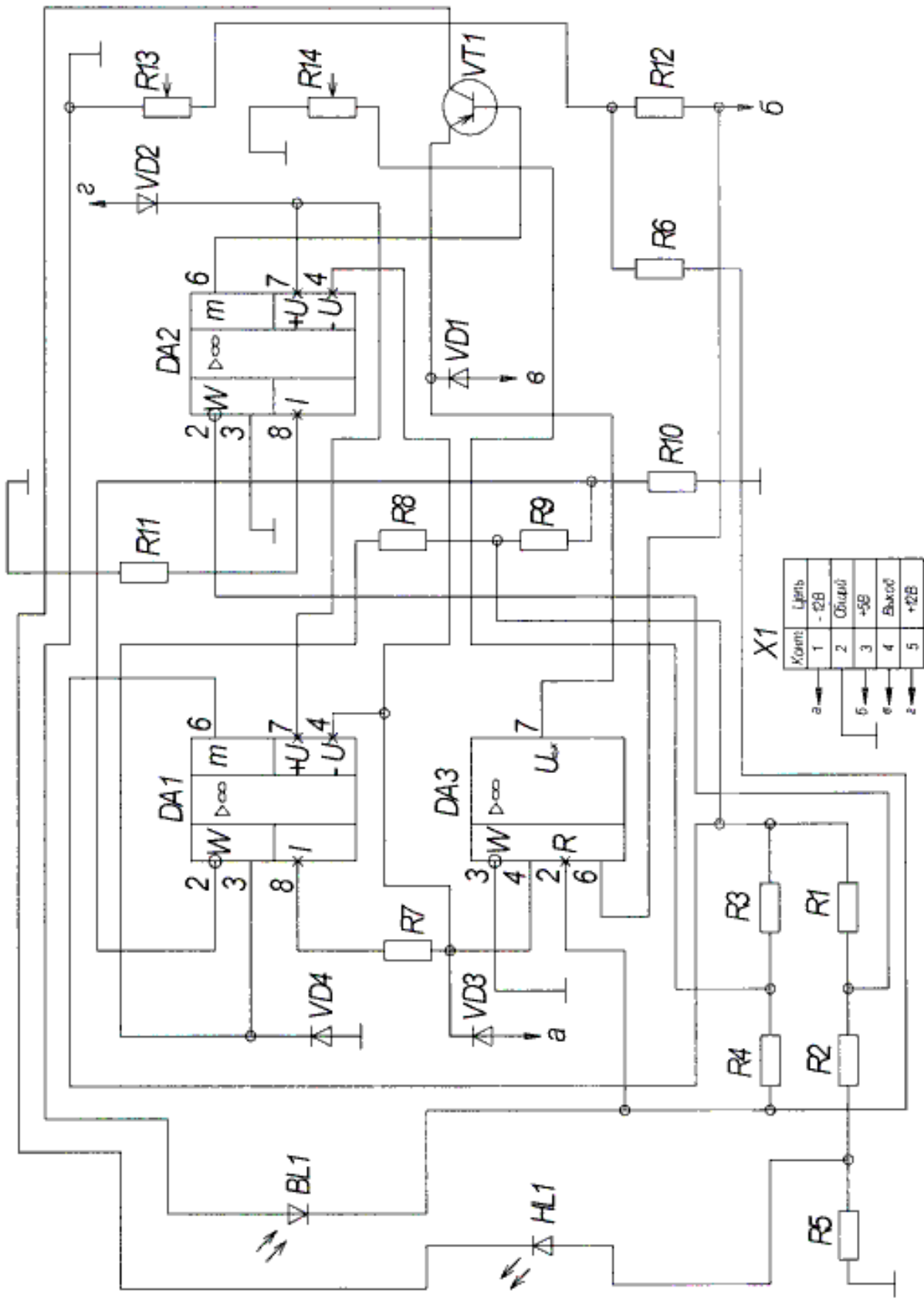
Маркировку производить краской МКМ КЭ4 по НГО 028.000

ГОСТ ЗПО НО 010.007.

Материал для изготовления печатной платы : стеклотекстолит общего назначения негорючий фольгированный СОНФ-2 толщиной 2 мм (ГОСТ 12652-74).

Изм.	№ докум.	Подп.	Дата.
Имя, № подл.	Подп. и дата	Имя, №	Подп. и дата

Преобразователь измерительный волоконно-оптический. Схема электрическая принципиальная



Конт.	Цепь
1	-2B
2	Общ.
3	+5B
4	Выход
5	+2B

Рис.

Рисунок 3.4- Преобразователь волоконно-оптический. Схема электрическая принципиальная



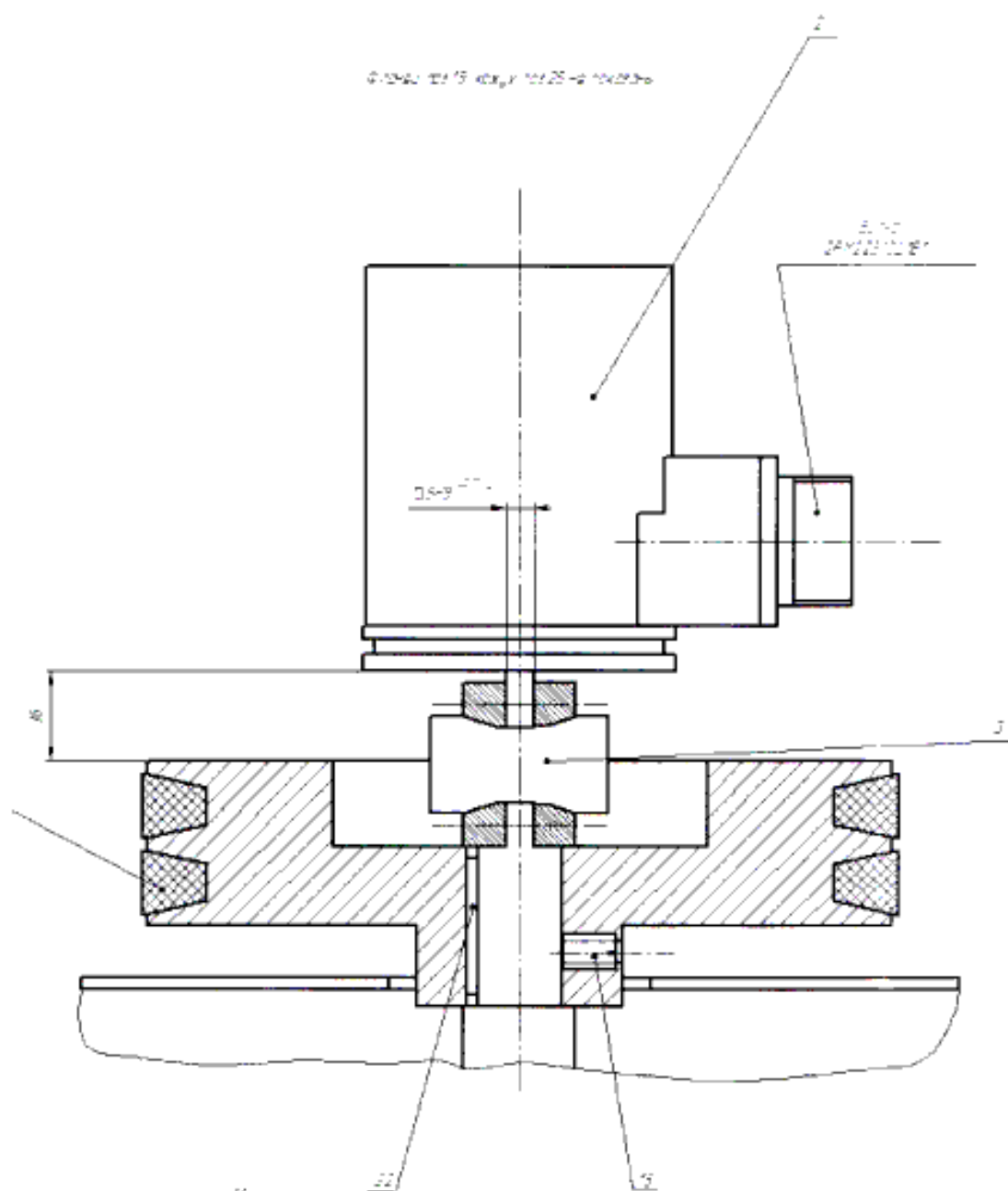


Рис.3.5 Конструкция крепление датчика BE-178A

Процесс кантования состоит в следующем. По заготовке, находящейся в рабочей зоне комплекса с торцев настраиваются поворотные шестерни с зубьями. Настройка делается по центру и производится при помощи маховиков, которые позволяют перемещать несущую часть кантователь по направляющим суппорта. После настройки включается привод подачи и подвижная часть врезается с торца в заготовки, заготовка с другого торца упирается в зубцы неподвижной части кантователя. Далее при помощи маховиков происходит поднятие заготовки на высоту, необходимую для поворота. После этого с пульта управления производится включение привода поворота и заготовка поворачивается на заданный угол (по заданной конфигурации – на 90 градусов).



### 3.5.3 Выбор электродвигателя привода поворота заготовки.

Процесс кантования не критичен к частоте вращения вала на выходе, нужен лишь двигатель с достаточным крутящим моментом. Исходя из этих условий выбираем асинхронный электродвигатель АИРМ100М2У3, мощность двигателя 5 кВт, частота вращения 5 кВт.

### 3.6 Проектирование программно-логической подсистемы управления механизмами комплекса.

Алгоритм управления механизмами комплекса.

Блок-схема алгоритма управления механизмами комплекса представлена в графической части проекта.

Алгоритм состоит в следующем. Задается режим работы устройства управления: автоматизированный, ручной или программирование. В режиме программирования задаются значение высоты верхней кромки "ВК"; задается последовательность распила – горбыль-основание-горбыль, горбыль-основание, основание-горбыль или основание. Далее анализируется заданный режим в зависимости от которого задается глубина перемещения инструмента или толщина верхней кромки, толщина нижней кромки.

Если был выбран ручной режим работы, то управление осуществляется при помощи клавиш "влево", "вправо", "вверх", "вниз". В автоматизированном режиме управление происходит по алгоритму, заданному в режиме программирования

Расчет элементов силовой электроавтоматики.

Технические характеристики двигателя привода механизма подъема (опускания) рабочего модуля :

мощность,  $P_{ном} = 0.75$  кВт;

КПД,  $\eta = 72\%$ ;

$\cos \varphi = 0.73$ ;

$n = 1000$  об/мин.

Рассчитаем для этого двигателя магнитный пускатель. Мощность двигателя, включенного в трехфазную сеть, определяется по формуле:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \eta \quad (3.19)$$

откуда ток равен:

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \quad (3.20)$$

$$I = \frac{750}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.73 \cdot 0.72} = 1.73(A) \quad (3.21)$$

Магнитный пускатель выбираем по следующим условиям:

$$U_{\text{ном. м. п}} \geq U_{\text{ном. дв}} \quad (3.22)$$

$$I_{\text{ном. м. п}} = I_{\text{ном. дв}} \quad (3.23)$$

Окончательно выбираем магнитный пускатель ПМ-12-01-0270 ТУ 16-89.

### 3.7 Информационное и программное обеспечение системы управления

Информационное обеспечение является базисом функционирования и связи с органами чувств оператора автоматизированной системы.

Информационная система, как совокупность методов и средств формирования, преобразования и использования информационных массивов, весьма многообразна. Число таких систем достаточно велико, они могут охватывать разные стороны управленческой деятельности.

Теоретические исследования и практический опыт показывают, что при создании информационной структуры необходимо учитывать, что:

- информационная система представляет собой научный инструмент анализа процессов управления;
- информационная система может рассматриваться как совокупность элементов информационного обеспечения процессов управления;
- информационная система предусматривает необходимость использования взаимосвязанного комплекса методов и средств, направленных на совершенствование процессов управления.

С позиций этих трех аспектов системный подход представляет собой методологию постановки и осуществления экономического исследования, методологию изучения специфических явлений в системе управления и методологию проектирования и внедрения информационных систем для оптимизации процессов управления.

#### 3.7.1 Информационная структура системы управления.

Для проектируемой системы управления выделим следующие информационные функции:

Подпись: \_\_\_\_\_  
 Подпись: \_\_\_\_\_  
 Подпись: \_\_\_\_\_  
 Подпись: \_\_\_\_\_  
 Подпись: \_\_\_\_\_

1. Опрос, ввод и предварительная обработка данных о состоянии внутренних информационно-измерительных подсистем (датчики натяжения пилы, датчик вертикальных перемещений рабочего модуля, датчик угла поворота заготовки).

2. Считывание и предварительная обработка информации, вводимой оператором.

3. Считывание и предварительная обработка информации с интерфейсов внешних подсистем.

4. Расчет не измеряемых переменных.

5. Вывод информации на исполнительные устройства.

6. Вывод информации оператору.

7. Вывод информации на внешние системы.

8. Служба времени.

9. Обнаружение отключения контролируемых параметров.

10. Идентификация объектов.

В соответствии с выделенными выше функциями составим информационную структуру системы управления, которая приведена в таблица 3.4.

Таблица 3.4 - Информационная структура системы управления

№	Имя элемента	Описание элемента	Тип элемента	Список обслуживаемых функций	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	SQ1	датчик натяжения пилы	источник информации	контроль усилия натяжения пилы	
2	SQ2	датчик вертикальных перемещений рабочего модуля	источник информации	контроль вертикальных перемещений рабочего модуля	
3	SQ3	датчик угла поворота заготовки	источник информации	контроль угла поворота заготовки	
4	KM1	двигатель главного движения	приемник информации	вращение пилы	
5	KM2	двигатель механизма подъема	приемник информации	подъем (опускание) рабочего модуля	
6	KM3	двигатель кантователя	приемник информации	поворот заготовки	
7	KM4	двигатель перемещения каретки	приемник информации	горизонтальное перемещение каретки	
8	P1	преобразователь измерительный	преобразователь	преобразование сигнала с датчика	

		волоконно-оптический	информации	натяжения пилы	
9	P2	преобразователь частоты ИТАСНІ	преобразователь информации	преобразование частоты вращения двигателя	для двигателей приводов подачи
10	SB1	Кнопка "Пуск"	источник информации	активизация системы	на пульте оператора
11	SB2	Кнопка "Стоп"	источник информации	деактивизация системы	на пульте оператора

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6
12	SB3	Кнопка "Каретка"	источник информации	включение двигателя привода каретки	на пульте оператора
13	SB4	кнопка "Реверс каретки"	источник информации	реверс двигателя привода каретки	на пульте оператора
14	SK1-SK16	клавиши клавиатуры	источник информации	управление механизмами комплекса	на пульте оператора
15	SA1	переключатель	источник информации	режим подъем/каретка	на пульте оператора
16	HL1-HL12	индикация	приемник информации	отображение информации о состоянии объекта	на пульте оператора
17	P	технологический пульт оператора	приемник/источник информации	ввод/вывод данных	
18	K1	микроконтроллер Atmel 89c51	преобразователь информации	реализация алгоритма управления	

Программы управления программируемого контроллера.

Листинг программы управления программируемого контроллера с комментариями представлен в приложении данного документа. Программа написана на языке программирования Ассемблер.



### 3.8 Технологическое обеспечение производственного процесса

Пиломатериалы находят широкое применение в народном хозяйстве нашей страны. По объему использования в строительстве и промышленности пиломатериалы превосходят сталь и цемент. Пиломатериалы – незаменимы для изготовления полов, оконных блоков и многих других строительных, промышленных и бытовых изделий, исчисляемых тысячами наименований. Изделия из пиломатериалов отличаются высокой эксплуатационной надежностью и относительно низкой себестоимостью. В качестве примера можно привести относительные затраты на полы, с учетом их стоимости, срока службы и эксплуатационных издержек. Эти затраты на полы из пиломатериалов в 2-2,5 раза ниже, чем из других приемлемых материалов. По данным за 1995 г. производство пиломатериалов в Российской Федерации составило свыше 25% по отношению к объему выпуска их во всех других странах. Такое положение обуславливается наличием достаточной сырьевой базы.

В прошлом во всех странах мира производились истощительные рубки лесов для нужд строительства, промышленности и на топливо. В результате такой эксплуатации во многих странах резко уменьшились лесные площади. Больше, чем в других странах мира, лесов сохранилось в России, Швеции, Финляндии, Норвегии и Канаде.

По мере вырубki обнаружилось и другое важное значение леса: лес обеспечивает защиту почв от ветровой и водной эрозии, предохраняет сельскохозяйственные угодья от иссушающих ветров (суховеев), пылевых бурь, обеспечивает снегозадержание, накопление влаги в земле, способствует получению устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур; защищает реки от заиления и разрушения берегов, кольматирует твердые выбросы и очищает воду в питьевых водохранилищах; сохраняет полноводность рек и создает благоприятные условия для нереста ценных видов рыб; защищает дороги от снежных и песчаных заносов и эрозионных воздействий паводковых вод; очищает воздушный бассейн от вредных промышленных газов, обогащает его ионизированным кислородом и фитонцидами; поглощает пыль и шумы; создает препятствия для проникновения холодных масс воздуха и мерзлоты с севера в средние и южные районы; служит кормовой базой для птиц и животных, средой для их жизни, для развития пушного и охотничьего промыслов, сбора грибов, ягод, лекарственных растений и т.д.

Расчет параметров технологического процесса распила пиломатериала.

Диаметр древесного ствола уменьшается от комля к вершине. Уменьшение диаметра, приходящееся на единицу длины называется сбегом. Для оценки различий в сбеге отдельных бревен принято определять средний сбег, представляющий собой отношение разности между диаметрами в нижнем  $D_n$  и верхнем  $d_v$  торцах к длине бревна  $L$ :

$$S_{cp} = \frac{D_n - d_v}{L} \quad (3.24)$$

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Определим средний сбег для бревна, имеющего длину  $L=5$  м, диаметр верхнего торца  $d_B=30$  см и диаметр нижнего торца  $D_n=36$  см :

$$S_{cp} = \frac{36 - 30}{5} = 1,2 \quad (3.25)$$

При определении среднего сбега у комлевых бревен нижний диаметр  $D_n$  берут не у комлевого торца бревна, а на расстоянии от него на 1 м (из-за корневых наплывов). Соответственно с этим при определении среднего сбега комлевых бревен разность между  $D_n$  и  $d_B$  делят на длину бревна, уменьшенную на один метр:

$$S_{cp} = \frac{D_n - d_B}{L - 1} \quad (3.26)$$

$$S_{cp} = \frac{35 - 30}{4} = 1,25 \quad (3.27)$$

Среднеарифметические величины среднего сбега находятся в прямолинейной зависимости от толщины бревен. Зависимость эта характеризуется уравнением

$$S_{cp} = 0,39 + 0,021D, \quad (3.28)$$

где  $D$  – диаметр, см, для комлевых бревен на расстоянии от комля 1 м, для всех остальных – в нижнем торце,

$$S_{cp} = 0,39 + 0,021 \times 35 = 1,13. \quad (3.29)$$

В деревообрабатывающем производстве в зависимости от диаметров бревен средние сбеги, свойственные наиболее распространенным в России насаждениям II и III бонитетов, приняты в размерах, приведенных в таблице 3.4

инв. № докум.	подп. и дата	инв. №	подп. и дата	инв. № докум.	подп. и дата

Таблица 3.4 - Средние сбеги

Диаметр бревен в верхнем отрезке, см	Средний сбег, см/м	Диаметр бревен в верхнем отрезке, см	Средний сбег, см/м
12-13	0,75	39-42	1,35
14-18	0,80	43-46	1,45
19-22	0,90	47-50	1,55
23-26	1,00	51-55	1,65
27-30	1,10	56-58	1,70
31-34	1,15	60 и более	1,80
35-38	1,25		

При пользовании этой таблицей необходимо учитывать, что действительные сбеги в любой партии бревен в соответствии с законом нормального распределения имеют отклонения, как в большую, так и в меньшую сторону от средних.

В лесной таксации при изучении влияния сбега на объем бревен различают периферийную часть бревна, зону сбега и центральную, которую называют цилиндрической. К цилиндрической части бревна относится зона цилиндра, за основание которого принимается верхний торец бревна, а вся остальная его часть относится к сбеговой зоне.

Объем зоны сбега зависит от величины сбега, длины и толщины бревна. По данным проф. Е.П. Черняева, у бревен средней длины (6м), на зону сбега приходится 20,8, у длинных (10м) – 31,1% объема. Относительный объем сбеговой зоны больше у тонких и меньше у толстых бревен (см. табл.8).

Раскрой древесины в рамках данного проекта осуществляется с помощью комплекса, инструментом которого является ленточная пила. Работы, выполняемые комплексом, называются технологическими операциями, а совокупность всех операций – технологическим процессом.

Таблица 3.5 - Относительный объем сбеговой зоны

Длина, м	Толщина, см	Зона сбега, %
6	15	24,2
6	25	19,4
6	40	16,7

Конечная цель раскроя пиловочного сырья это получение заготовок определенных размеров и качества, предназначенных для изготовления конкретных изделий, сооружений или деталей для них (строительных деталей, мебели, тары, деталей машин, музыкальных инструментов и т.п.). Одну и ту же конечную продукцию можно вырабатывать по разным технологическим процессам, при различном составе и последовательности операций и

применяемого оборудования. В одних процессах пиловочное сырье распиливают вначале на толщину, заданную в пиленой продукции, за тем на ширину и длину. Есть процессы, в которых продукция формируется последовательно по длине, толщине и ширине. Применительно к проекту продукция формируется по толщине.

Выбор и обоснование того или другого процесса распиловки сырья определяется экономическими показателями. Главнейшие из них – это выход конечной продукции и затраты труда на его изготовление.

Под выходом пиленой продукции следует понимать отношение объема полученной продукции к объему затраченного на нее сырья :

$$K = \frac{V_{II}}{V_C} \text{ или } P = \frac{V_{II}}{V_C} \times 100 \quad (3.30)$$

где  $K$  – коэффициент выхода готовой продукции из перерабатываемого сырья;

$P$  – процент выхода пилопродукции от перерабатываемого сырья;

$V_{II}$  – объем продукции, получаемой из сырья;

$V_C$  – объем сырья, затраченного на выработку данной продукции,

$$K = \frac{135}{150} = 0,9 \quad (3.31)$$

В себестоимости пиленой продукции затраты на сырье составляют 70-80 % от всех затрат на ее выработку. Это подчеркивает особое значение показателя экономного использования сырья.

Снижение расхода сырья на 1% равноценно увеличению производительности труда на 2,5-5%.

Показатель использования сырья можно определять как по всему процессу, так и по стадиям в отдельности. Под стадиями процесса следует понимать части единого технологического процесса – от заготовки сырья до выработки конечной продукции и поставки ее потребителям. К таким стадиям, например, можно отнести процесс заготовки сырья, процесс раскроя пиловочного сырья, процесс раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы, процесс раскроя пиломатериалов на заготовки и т.д.

Высокие показатели рационального использования сырья имеют важное значение как для всего процесса, так и для отдельных его стадий.

Показатель использования сырья по всему процессу может быть установлен не только, как отношение объема конечной продукции к объему сырья, затраченного в первой стадии, но и как произведение коэффициентов по стадиям процесса :

$$K_{\text{проц}} = K_1 K_2 K_3 \dots K_n \quad (3.32)$$

где  $K_{\text{проц}}$  – коэффициент использования первичного сырья по процессу в целом (интегральный коэффициент);

$K_1, K_2, K_3, K_n$  – коэффициенты использования сырья по стадиям процесса.





раскроя пиловочных бревен на пиломатериалы, независимо от их различия, можно выделить определенные операции и оборудование (см. табл.).

Таблица 3.6 - Операции и оборудование технологических процессов раскроя пиломатериалов

Операции	Используемое оборудование
Продольный раскрой бревен, брусьев, секторов и сегментов на пиломатериалы	Вертикальные и горизонтальные лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные станки, фрезерные и фрезернопильные агрегаты
Продольный раскрой и формирование ширины досок	Двух пильные и многопильные, круглопильные и кромкофрезерные станки
Поперечный раскрой и формирование длины досок	Многопильные круглопильные установки и одно пильные круглопильные станки

Выбор оборудования определяется назначением, размерами и требуемым качеством пиломатериалов, особенностями принятого способа раскроя бревен, качеством и размерами распиливаемого сырья и экономической выгодностью применения того или иного оборудования в различных условиях.

В США и Канаде продольный раскрой бревен и брусьев осуществляется преимущественно на ленточнопильных станках и реже на лесопильных рамах. В европейских странах в основном используются вертикальные лесопильные рамы и круглопильные станки, реже (во Франции) – ленточнопильные. В вертикальных лесопильных рамах пилы, натянутые в пильной рамке, совершают поступательно-возвратное движение в вертикальной плоскости. В раму одновременно устанавливаются несколько (постав) пил. Так осуществляется групповая распиловка бревен.

В ленточнопильных станках пильная лента натянута на два шкива и совершает непрерывное движение в одном направлении. Бревно в процессе распиловки имеет поступательно-возвратное движение (перед каждым резом бревно устанавливается в исходное положение). Распиловка бревна осуществляется последовательными резами, и каждый последующий рез назначается с учетом особенностей бревна и качества открывшейся плоскости распила. Такая распиловка называется индивидуальной.

Различие в использовании оборудования для раскроя бревен обуславливалось главным образом размерными и качественными особенностями сырья. В США и Канаде пиловочное сырье характеризуется большими размерами, которые нередко достигают в диаметре до 1,5-2 м, в то время как в северных странах Европы (Финляндия, Швеция) средний диаметр сырья находится в пределах 18-20 см. С размерами сырья связано его качество. В крупномерном сырье резче, чем в маломерном, выделены зоны различий по качеству древесины и соответственно больше размеры каждой качественной зоны. Поэтому при индивидуальной

распиловке крупномерного сырья, осуществляемой на ленточнопильных станках, имеется возможность выпиливать брусья в пределах однородной по качеству зоны бревна и, следовательно, лучше использовать его качественные особенности по сравнению с групповой распиловкой на лесопильных рамах, где полностью исключается индивидуальный подход к распиловке отдельных бревен. Кроме того, распиловка крупномерного сырья на широко просветных рамах менее производительна, чем на ленточнопильных станках. Все это определило преимущественное применение ленточнопильных станков для распиловки крупномерных бревен.

Однако распиловка тонкомерного сырья весьма эффективно может осуществляться на лесопильных рамах, если применять поставки, соответствующие группам бревен, подобранным по размерам и качеству. Узко- и средне просветные лесопильные рамы при распиловке сырья не уступают в производительности ленточнопильным станкам. В то же время указанные лесопильные рамы обеспечивают более высокое качество поверхности распила и точность размеров пиломатериалов, что получается в результате более устойчивого положения пил при распиловке. В настоящее время ленточнопильные станки для распиловки бревен получают более широкое применение также и в европейских странах. Кроме Франции, ленточнопильные станки изготавливают в Югославии, Италии, Германии, Швеции, России, Белоруссии и других странах. Большое внимание применению этого бревнопильного оборудования уделяется и в Японии.

Ленточнопильная распиловка бревен в последние годы существенно изменилась. С одной стороны, продолжает совершенствоваться распиловка на традиционных ленточнопильных станках с индивидуальной распиловкой бревен, достигнуто повышение производительности станков и уменьшение ширины пропила за счет совершенствования системы натяжения пилы, получает применение двусторонняя пильная лента, которая исключает холостой ход бревна, созданы двух пильные ленточные станки. С другой стороны, в ленточнопильной распиловке изменяются традиционные принципы и намечается переход от индивидуальной распиловки бревен к групповой, - в ряде стран созданы автоматизированные ленточнопильные установки на базе нескольких последовательно установленных сдвоенных или счетверенных ленточнопильных агрегатов, отличающихся высокой производительностью.

Круглопильные станки используют преимущественно для распиловки тонких бревен. По сравнению с лесопильными рамами и ленточнопильными станками они дают более широкий пропил и меньшую точность размеров пиломатериалов. При толщине пил, равной 4-8 мм ширина пропила на круглопильных станках составляет 6-8 мм; на лесопильных рамах она находится обычно в пределах 3-4 мм. Основное преимущество круглопильных станков по сравнению с другим бревнопильным оборудованием заключается в простоте конструкции при распиловке тонкомерного сырья.

Станки для продольной распиловки бревен являются головным оборудованием лесопильного потока. Они определяют его пропускную

Подп. и дата  
 Упр. №  
 Изм. №  
 Подп. и дата  
 Упр. №



способность, а также характер и объем проходящего в потоке материала. В целях повышения пропускной способности лесопильных потоков и концентрации технологических операций на головном оборудовании имеется тенденция к использованию фрезерных и фрезернопильных агрегатов. Фрезерные агрегаты устанавливаются вместе с лесопильными рамами, ленточнопильными или круглопильными станками в виде приставок к ним или как отдельно стоящие установки для переработки периферийных частей бревен и брусьев на технологическую щепу. Фрезернопильные агрегаты перерабатывают бревна на пиломатериалы и технологическую щепу (без отходов в горбыли и рейки). Они в основном предназначены для переработки тонкомерных бревен.

Впервые экспериментальные агрегатные фрезернопильные установки были разработаны в СССР (ЦНИИМОД) и в США. Теперь метод агрегатной обработки бревен получил широкое распространение в Канаде, США, Швеции, Германии и других странах. Оборудование для фрезернопильных установок производится в Российской Федерации.

Продольный раскрой широких досок на более узкие и обрезку обзолных кромок у необрезных досок (для получения из них обрезных досок) производят на различных по конструкции и количеству пил круглопильных обрезных станках. За последние годы во многих странах для обрезки обзолных кромок у необрезных досок начинают использовать кромкофрезерные обрезные станки, которые отличаются высокой производительностью. На кромкофрезерных обрезных станках вместо традиционных отходов в виде реек из боковых частей досок вырабатывается технологическая щепка.

Поперечный раскрой и торцовку досок по длине можно производить на одно пильных круглопильных станках или специальных многопильных установках. Оборудование для выполнения отдельных технологических операций должно соответствовать условиям производства и обеспечивать наибольший технико-экономический эффект.

Степень использования пиловочного сырья и пиломатериалов зависит не только от выбора способов их раскроя на пило продукцию заданных размеров, но и от использования для этих целей сырья и пиломатериалов необходимого качества. Влияние несоответствия качества пиломатериалов и заготовок наглядно иллюстрируется показателями расхода сырья (см. таблицу 3.7)

Данные таблицы 3.7 подтверждают огромную значимость выработки из бревен пиломатериалов не только заданных размеров, но и необходимого качества, так как последнее оказывает большее влияние на расход древесины, чем переработка пиломатериалов с отступлениями от необходимых размеров по ширине. Так, например, при переработке пиломатериалов I сорта (см. табл. 3.7), соответствующих сечению мебельных заготовок, расходуется 1,1 м<sup>3</sup> пиломатериалов, а при переработке пиломатериалов того же сорта, но различной ширины объем увеличивается до 1,29 м<sup>3</sup>, т.е. в 1,17 раза. При выработке тех же заготовок из пиломатериалов в одном случае из I, а в других из IV сорта соответственно увеличивается их расход с 1,1 до 1,85 м<sup>3</sup> на выработку 1 м<sup>3</sup> заготовок, т.е. в 1,68 раза, что и определяет (наряду с важностью обеспечения выработки



пиломатериалов заданных размеров) особую важность выработки необходимого качества.

Таблица 3.7 - Расход пиломатериалов разной сортности на выработку 1 м<sup>3</sup> заготовок (по данным Д.А Филипова и Н.А. Попова)

Характеристика пиломатериалов	Сорт пиломатериалов	Характеристика заготовок	Расход пиломатериалов на выработку 1 м <sup>3</sup> заготовок	Относительный процент расхода пиломатериалов
Хвойные, обрезные, сформированные по сечению заготовок	I	Мебельные	1,10	100
	II	»	1,21	110
	III	»	1,38	124
	IV	»	1,85	168
Хвойные обрезные разной ширины	I	Мебельные	1,29	100
	II	»	1,43	110
	III	»	1,57	121
	IV	»	2,10	163
Хвойные, преимущественно обрезные	I	Стройдетали	1,28	100
	II	»	1,43	117
	III	»	2,00	157
	IV	»	2,50	180

Изм.	№ докум.	Подп.	Дата.
Изм.	№ докум.	Подп.	Дата.

### 3.9 Эксплуатационная ответственность

#### 3.9.1 Инструкция по эксплуатации комплекса

Установить каретку с рабочим модулем в крайнее положение (в положение, не мешающее загрузке).

Натянуть ленточную пилу, контролируя величину усилия натяжения по индикаторам, расположенным на пульте оператора. Величина усилия должна быть  $410 \pm 5$  кгс.

Установить откидные опоры в нижнее положение (при распиловке бревен диаметром менее 400 мм допускается поднимать их в верхнее положение и перемещать по направлению оси бревна).

Установить бревно на опорные поверхности поперечных балок, прижать к упорам с помощью грузоподъемных средств или используя направляющие для закатывания бревна. Подвести прижимы. При необходимости, подкладывая прокладку под бревно, выверять в горизонтальной плоскости в целях обеспечения оптимального раскроя. Проверить зазор между торцом пилы и ребрами роликов.

Закрепить бревно выведя упоры в угловое положение и выставить прижимы. При этом положение упоров и элементов прижимов должно быть минимальным по высоте, обеспечивающим зажим бревна. Зажать рукоятками прижимов бревно.

Наметить оптимальную схему распиловки бревна. Толщина пропила составляет 2..2,5 мм.

Провести распиловку, руководствуясь рекомендациями, изложенными в других разделах данного документа.

При пилении смолистой древесины, а также при отрицательных температурах (мерзлой древесины) рекомендуется подавать в зону резания с помощью системы смазки воду или незамерзающий раствор.

Для распиловки мерзлой древесины рекомендуется использовать пилы с увеличенным разводом зубьев пилы.

В процессе работы периодически следить за показаниями усилия натяжения пилы. В случае отклонения давления от нормы необходимо с помощью рукоятки натяжения привести его в норму.

Опробование, пуск, проверку режимов, испытание механизма подачи выполнять в комплексе с остальным оборудованием объекта. Включив привод перемещения, следить во время работы за ходом распиловки. Не допускать перебега каретки с пильным модулем до жесткого упора. После подъема пилы включить реверс (откатка), визуально следить за величиной откатки в зависимости от длин распиливаемых заготовок. По окончании пиления привод обесточить.

При пилении бруса на обрезную доску головки прижимов и упоры должны выступать по высоте от основания бруса на расстояние 10..15 мм.

Изм. №: Подп.:  
Изм. №: Подп.:  
Изм. №: Подп.:  
Изм. №: Подп.:  
Изм. №: Подп.:  
Изм. №: Подп.:

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

Запрещается: перемещать каретку с рабочим модулем при пилении в направлении, противоположном пилению (на себя), т.к. это может привести к сходу пилы со шкивов.

### Вывод по разделу три

Спроектировали, сконструировали и смоделировали технические средства. Выполнили автоматизацию механизма подъема (опускания) рабочего модуля. Проектирование устройства натяжения ленточных пил. Проектирование устройства кантования заготовок в рабочей зоне комплекса. Проектирование программно-логической подсистемы управления механизмами комплекса. Информационное и программное обеспечение системы управления. Технологическое обеспечение производственного процесса. Эксплуатационная ответственность.

ИТЬ: № подл:	ПОДП: и дата	ОЗВИМ: и №:	ИТЬ: №:	ПОДП: и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата.

140400.2016.547.000 ПЗ

#### 4. ОРГАНИЗАЦИОННОГО ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

##### 4.1 Функционально - стоимостной и экономический анализ проекта

Структурная модель проектируемого комплекса представлена на рис.9, а функциональная модель на рис.10.

Путем совмещения структурной и функциональной модели строим совмещенную функционально-стоимостную модель проектируемого комплекса, которая приведена в табл.11.

На основании данных таблицы строим функционально-стоимостную диаграмму и диаграмму качества исполнения функций проектируемого комплекса. Данные диаграммы приведены в графической документации проекта. При анализе диаграмм видно, что зоны диспропорции устраняются, а качество исполнения функций возрастает.

##### 4.2. Расчет окупаемости и экономическая оценка проекта.

Инвестиции в данный проект составляют 73000 рублей. В том числе : 8000 рублей на закупку и установку ПК; 35000 рублей на устройство натяжения; 15000 рублей на датчики и преобразователи в механизме подъема; 25000 рублей на кантователь.

В качестве значения ставки дисконта принимается ставка Центрального банка России – 25%. Значение коэффициентов дисконтирования по годам :

$$PV1=0,76; PV2=0,57; PV3=0,43; PV4=0,33; PV5=0,25.$$

Схема формирования чистого денежного потока представлена в графической документации проекта.

Значение внутренней нормы доходности определим методом итерационного подбора :  $IRR=88\%$ , т.е. проект эффективен (т.к.  $IRR>r$ ), приведенная величина дохода положительна, проект окупается за 4 года. График окупаемости проекта представлен в графической документации проекта.

ИНВ-№ ПОДЛ: \_\_\_\_\_ ТИПОЛ: \_\_\_\_\_ ДАТА: \_\_\_\_\_

ОСВЯЩА: \_\_\_\_\_ ИНВ-№: \_\_\_\_\_ ИР№: \_\_\_\_\_

ТИПОЛ: \_\_\_\_\_ ДАТА: \_\_\_\_\_

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

66



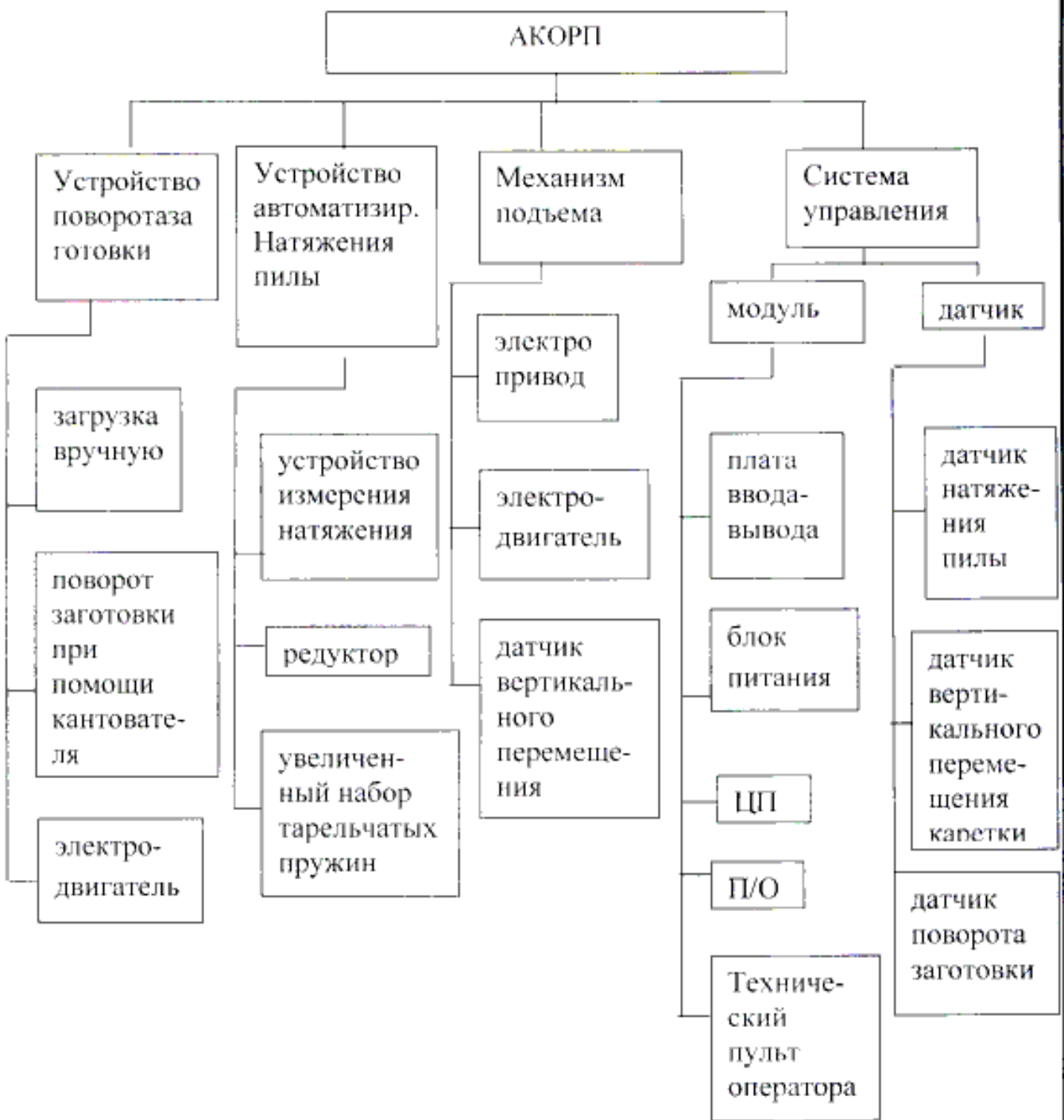


Рисунок 4.1 - Структурная модель проектируемого комплекса.

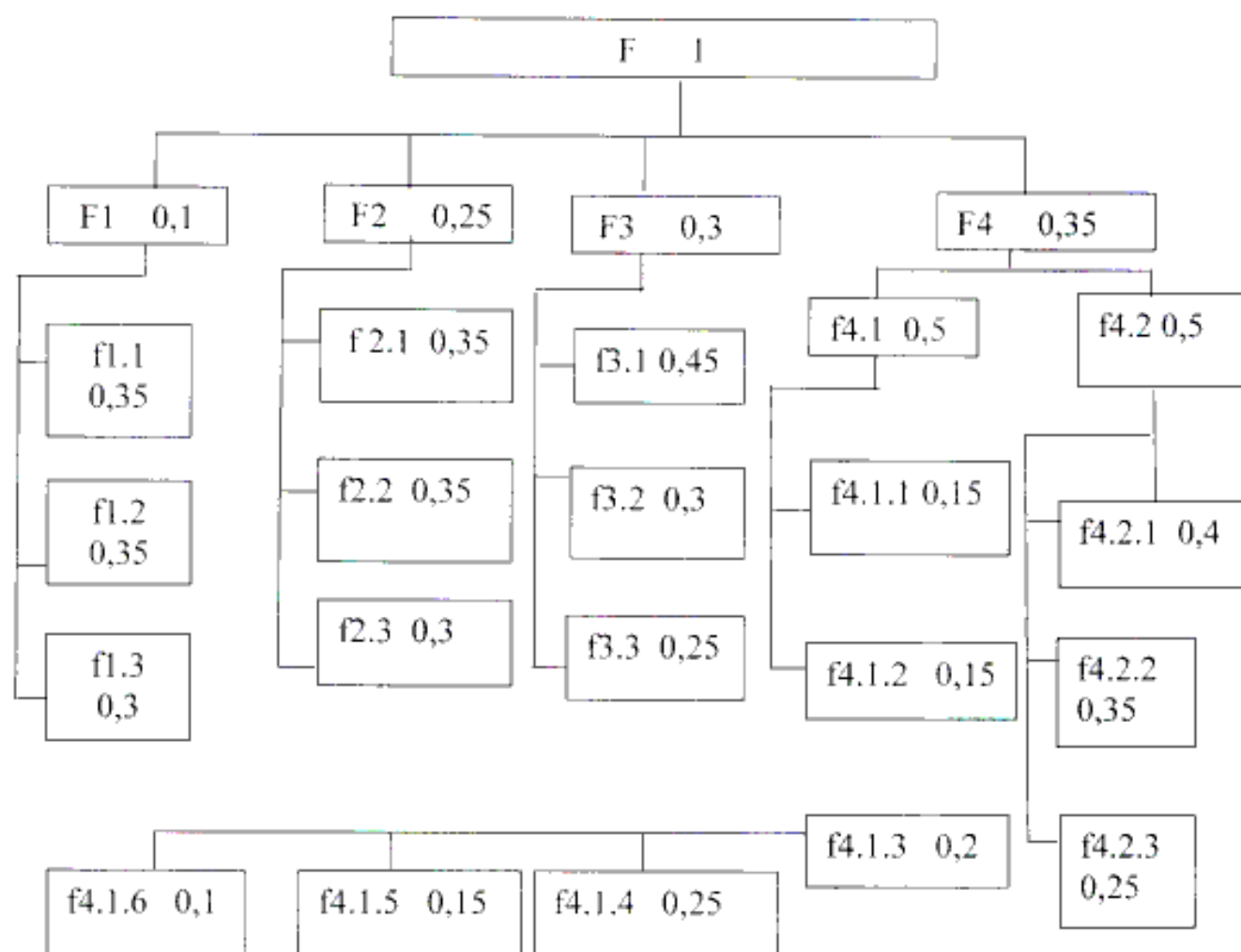


Рисунок 4.2 - Функциональная модель проектируемого комплекса

Таблица 4.1 Функционально-стоимостная модель базового варианта

Индекс Функции	Наименование функции	Материальный носитель функции	r	R	Q	Sabc	Sotn
1	2	3	4	5	6	7	8
f1.1	ручная загрузка	человек	0,35	0,35	0,033	4000	0,02
f1.2	поворот заготовки	кантователь	0,35	0,35	0,033	1000 0	0,05

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
f1.3	приведение в движение кантователя	электродвигатель	0,3	0,35	0,35	30000	0,1 6
f2.1	измерение натяжения	устройство измерения натяжения	0,35	0,09	0,05	5000	0,0 3
f2.2	натяжение	редуктор	0,35	0,09	0,05	4000	0,0 2
f2.3	передача натяжения	увеличенный набор тарельчатых пружин	0,3	0,08	0,07	2000	0,0 1
f3.1	регулирование скорости перемещения	электропривод	0,45	0,14	0,1	19000	0,1
f3.2	приведение в движение механизма подъема	электродвигатель	0,3	0,09	0,06	30000	0,1 6
f3.3	контроль перемещения по вертикали	датчик вертикального перемещения	0,25	0,08	0,08	15000	0,0 8
f4.1. 1	сбор информации от датчиков	плата ввода	0,15	0,03	0,03	10000	0,0 5
f4.1. 2	вывод сигналов на исполнительное устройство	плата вывода	0,15	0,03	0,03	10000	0,0 3
f4.1. 3	питание модулей ПК	блок питания	0,2	0,04	0,03	5000	0,0 8
f4.1. 4	обработка управляющей программы	ЦП	0,25	0,05	0,04	15000	0,0 5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
f4.1.5	средство для написания программы	П/О	0,15	0,03	0,02	9000	0,01
f4.1.6	индикация режимов работы	технический пульт оператора	0,1	0,02	0,02	1000	0,03
f4.2.1	измерение натяжения пилы	датчик натяжения пилы	0,4	0,07	0,05	6000	0,03
1	2	3	4	5	6	7	8
f4.2.2	измерение вертикального перемещения каретки	датчик вертикального перемещения каретки	0,35	0,06	0,06	5000	0,03
f4.2.3	определение величины поворота заготовки в рабочей зоне	датчик поворота	0,25	0,05	0,04	5000	0,27
f4.1	реализация алгоритма управления	ПК	0,5	0,18	0,21	50000	0,09
f4.2	представление информации об объекте управления	датчики	0,5	0,18	0,18	16000	0,24
F1	поворот заготовки	$F1 = f1.1 + f1.2 + f1.3$	0,1	0,1	0,1	44000	0,06
F2	автоматическое натяжение пилы	$F2 = f2.1 + f2.2 + f2.3$	0,25	0,25	0,3	11000	0,35

подп. и дата

Изм. № подл. Изм. № подл. Изм. № подл.

подп. и дата

Изм. № подл.

140400.2016.547.000 И3

Лист

70





## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

### 5.1 Безопасность и экологичность проекта

Обеспечение широких возможностей для высокопроизводительной и творческой работы, улучшение условий труда – одно из важнейших направлений экономической и социальной политики правительства Российской Федерации.

Обеспечение безопасности труда реализуется как при проектировании производственных процессов, так и в процессе их реализации.

Безопасность труда обеспечивается соблюдением стандартов по безопасности труда, правил по технике безопасности, санитарных норм и правил, инструкций по охране труда.

Коллегия Госгортехнадзора России рассмотрела итоги работы в 1999 г. и меры по реализации Федерального закона “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” и других нормативных правовых актов Российской Федерации.

Коллегия отмечает, что деятельность системы Госгортехнадзора России была направлена на реализацию законодательства в области промышленной безопасности, рационального использования и охраны недр, на выполнении плана работы Госгортехнадзора России на 1999 г., постановлений коллегии от 05.02.99 № 1 и от 03.08.99 № 4.

Госгортехнадзором России утверждены необходимые нормативные и методические документы по основным элементам регулирования промышленной безопасности.

В течение 1999 г. выдано 45417 лицензий на виды деятельности в области промышленной безопасности, в том числе на эксплуатацию опасных производственных объектов – 23964 лицензии. Приостановлено действие 426 лицензий по причине несоблюдения условий лицензирования.

Принятые органами Госгортехнадзора России меры по ослаблению действия факторов риска через усиление надзора, своевременное выявление дефектов оборудования и экспертизу промышленной безопасности, а также реализация других профилактических мероприятий дают определенные результаты по снижению уровня аварийности и травматизма.

В 1999 г. на подконтрольных Госгортехнадзору России предприятиях и объектах произошло 250 аварий (на 20 % меньше, чем в 1998 г.)

При осуществлении производственной деятельности в 1999 г. погибло 407 человек (на 4 % меньше, чем в 1998 г. /10/).

Основными причинами аварий и травматизма на производстве продолжают оставаться неудовлетворительное техническое состояние оборудования, нарушения технологической дисциплины, неудовлетворительная организация проведения опасных видов работ и нарушения производственной дисциплины.

Анализ показывает, что в 1999 г. почти наполовину уменьшилось число аварий по причинам несовершенства технологий и недостатков технических средств (23,7 % против 45,0 % в 1998 г.) что, по оценкам Госгортехнадзора России,

явилось следствием принятых мер по развитию и внедрению технического диагностирования отработавшего ресурс эксплуатации оборудования и экспертизы промышленной безопасности.

## 5.2 Безопасность труда

Проектируемый объект предназначен для изготовления из стволовой древесины хвойных и лиственных пород бруса, обрезной (необрезной) доски.

Конструкция установки состоит в следующем. Пила ленточная, верхняя часть которой закрыта в целях безопасности кожухом рабочего модуля, натянута на шкивы. Во время работы шкивы посредством электродвигателя приводят пилу во вращение. Перемещая каретку при помощи пульта управления оператора каретка с рабочим модулем устанавливается на нужный уровень распила. После чего осуществляется распил бревна в горизонтальном направлении. Поворот бревен происходит при помощи кантователя. Рабочее напряжение установки составляет 380 В. Род тока питающей сети – переменный 3-х фазный, частота тока 50 Гц. Потребляемая мощность 9 кВт.

Комплекс достаточно автоматизирован, чтобы его мог эксплуатировать один человек.

Исходя из габаритных размеров комплекса габариты производственного помещения должны быть не менее: семнадцати метров в длину, восьми метров в ширину и двух с половиной метров в высоту.

Электрошкаф, металлоконструкции комплекса должны быть подключены к заземлению, места подключения обозначены соответствующими знаками заземления. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом

Запрещается эксплуатировать объект с неисправным электрооборудованием. Наличие напряжения, подведенного к электрооборудованию, должно подтверждаться сигнальной лампой на электрошкафу. Провода, кабель соединяющий электродвигатель, пост управления с электрошкафом не должны иметь повреждений изоляции. При перемещении каретки с рабочим модулем токопровод должен исключать повреждение питающего кабеля.

Полотно ленточной пилы представляет собой опасность при несоблюдении правил осторожности. Ни в коем случае не допускается приближение оператора или каких-либо его органов на опасное расстояние к работающей пиле. При обрыве пилы выключить питание, сменить пилу. Установка пилы должна производиться в рукавицах. Запрещается включать комплекс с установленной ленточной пилой при снятых крышках ограждений. Время торможения ленточной пилы не должно превышать 6 секунд. Рекомендуется исключить попадание атмосферных осадков на комплекс. Запрещается при пилении перемещать каретку с рабочим модулем в направлении, противоположном пиленю (на себя) во избежание схода пилы со шкивов. При возникновении во время работы нештатной ситуации необходимо остановить каретку с рабочим модулем не сдавая ее на себя, выключить электродвигатель кнопкой “Стоп” и устранить

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

73

причину, вызвавшую нештатную ситуацию. Запрещается работа комплекса без защитных кожухов. При пилении необходимо следить за положением головок прижимов и упоров, исключая их попадание в зону резания пилы, а также исключить касание конструкций элементов каретки и рабочего модуля бревна.

К работе с комплексом допускаются лица, прошедшие инструктаж и обучение по установленной программе, не моложе 18 лет, пригодные по состоянию здоровья.

При монтаже, эксплуатации, техническом обслуживании должны соблюдаться требования настоящего раздела и дополнительно : требования

- ГОСТ 12.2.003-74 Оборудование производственное. Общие требования по безопасности.

- ГОСТ 12.2.007-75 Изделия электротехнические. Требования к защитному заземлению.

По сравнению с базовым вариантом спроектированный комплекс является более безопасным в плане безопасности труда, это истекает из ряда следующих причин : в базовом варианте происходит ручное натяжение пилы что является неточным и часто приводит к обрыву пилы в отличие от системы автоматической натяжки в спроектированном варианте. Уменьшается риск травмирования при падении бревна в силу применения кантователя в проекте в отличие от ручного поворота в базовом варианте.

Для предотвращения возгорания опилок необходимо регулярно делать уборку рабочего помещения (не менее одного раза за смену). Вследствие легко воспламеняемости древесины курение в рабочем помещении запрещено. В рабочем помещении обязательно должны присутствовать средства тушения пожара – огнетушитель, песок.

Уровень наиболее распространенных вредных факторов на рабочем месте комплекса может достигать следующих значений :

запыленность – 6 мг/м<sup>3</sup> (по ГОСТ 12.1.005-93) ;

уровень шума – при холостом ходе – 97-115 дБ,

при резании – 101 –120 дБ (по ГОСТ 20445-95) ;

интенсивность пылеобразования – общая- 75-36 кг/ч, пыль с размером частиц >200 мкм- 26-12,5 кг/ч (по ГОСТ 12.1.005-93) ;

параметры вибрации – на рабочем месте в производственном помещении при непрерывном воздействии в течение рабочего дня (8ч) – (при частоте 40 Гц) –

амплитуда (пиковое значение) перемещения при гармонических колебаниях- 0,0113 мм, среднеквадратичное значение колебательной скорости- 2мм/с /;

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего назначения в системе комбинированного (в помещениях с естественным светом)- при газоразрядных лампах- 150-500 лк, - при лампах накаливания- 50-100 лк .

Оптимальные условия микроклимата : оптимальная норма температуры- в холодный и переходный периоды года- 20-23 °С, в теплый период- 22-25 °С;

относительная влажность- 60-40%;

скорость движения воздуха- не более 0,2 м/с.

Изм. № 1 от 01.01.2016

Изм. № 2 от 01.01.2016

Изм. № 3 от 01.01.2016

Изм. № 4 от 01.01.2016



Автоматизация профессионального отбора и подготовки операторов с использованием ПЭВМ.

В целях отбора и подготовки операторов комплекса была разработана контрольно-обучающая программа, позволяющая при помощи ПЭВМ определить степень подготовки лиц, допускаемых к работе с комплексом. Программа построена в виде теста. Последовательно задается ряд вопросов, по совокупности ответов на которые можно сделать вывод о готовности или неготовности к работе с комплексом. В случае не готовности оператора есть возможность повысить уровень его подготовленности путем выполнения работы над ошибками. Блок-схема алгоритма программы представлена на рис.5.1

### 5.3 Экологическая безопасность и охрана окружающей природной среды

В целом проектируемый комплекс является относительно экологически чистым объектом в силу характера технологического процесса распила древесины. В силу того, что используются электродвигатели, а не двигатели внутреннего сгорания, вредных выбросов в окружающую среду практически нет. Основным фактором, определяющим воздействие деревообрабатывающих цехов на окружающую среду, является пыль.

Расчет валового выброса вредных веществ в атмосферу.

Количество древесной пыли, поступающей в атмосферу за год (валовой выброс) определяется по формуле (32) /14/,

$$M_{\text{выд}} = 3,6 \cdot K \cdot T \cdot (1-j) \quad (5.1)$$

где:

$M_{\text{выд}}$  – количество пыли,  $\text{т/г} \cdot 10^{-3}$ ;

$K$  – удельные выделения пыли комплексом,  $K = 0,313 \text{ г/с}$  /14/;

$T$  – фактический годовой фонд времени работы оборудования,  $T = 1920 \text{ ч.}$ ;

$j$  – степень очистки воздуха пылеулавливающим оборудованием (в долях единицы),  $j = 0,98$ .

По формуле (32) получаем  $M_{\text{выд}} = 3,6 \cdot 0,313 \cdot 1920 \cdot (1-0,98) = 43,27 \text{ т/г.}$

Исходя из проделанных выше расчетов можно сделать вывод о том, что в конструкции комплекса должны быть предусмотрены приемники для улавливания отходов и средства очистки выбросов. Характеристики рекомендуемого отсасывающего устройства: число приемников- 1; скорость воздуха в отсасывающей трубе- 15-16 м/с; минимальный диаметр отсасывающей трубы- 0,13 м . Рекомендуемый фильтр для очистки выбросов- рукавный фильтр типа ФРКН

#### 5.4 Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций.

На предприятии, где будет эксплуатироваться проектируемый комплекс, существует возможность возникновения следующих чрезвычайных ситуаций :

пожар; проявление случаев терроризма, диверсии; стихийные бедствия, такие как наводнение, ураган; а также существует угроза химической, бактериологической, ядерной атаки и прочее. Вследствие того, что сырьем для изготовления изделий проектируемым комплексом служит древесина и в силу легко воспламеняемости этого материала наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может произойти при работе – это возникновение пожара.

Расчет эвакуационных путей и разработка плана эвакуации людей при пожаре.

В зданиях предприятия, которое будет эксплуатировать проектируемый комплекс должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара: возможность эвакуации людей независимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара; возможность спасения людей; возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей; нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания; ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану и ее техническое оснащение.

Пути эвакуации должны быть выполнены в соответствии с требованиями СНИП 23-05-97. Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленной точки помещения до ближайшего эвакуационного выхода, измеряемое по оси

эвакуационного пути, должно быть ограничено в зависимости от численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей.

Эвакуационные пути не должны включать лифты и эскалаторы, а также участки, ведущие : через коридоры с выходами из лифтовых шахт, через лифтовые холлы и тамбуры перед лифтами, если ограждающие конструкции шахт лифтов, включая двери шахт лифтов, не отвечают требованиям, предъявляемым к противопожарным преградам.

Высота горизонтальных участков путей эвакуации должна быть не менее 2 м (см. [13]), ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее : 1,2 м – для общих коридоров; 0,7 м – для проходов к одиночным рабочим местам; 1,0 м – во всех остальных случаях.

План эвакуации людей при пожаре из помещения предприятия, эксплуатирующего проектируемый комплекс представлен на рисунке 5.1

Изм. №	Подп.	Итого №	Всего №	Итого №	Подп.	Итого №

План эвакуации людей при пожаре из помещения предприятия,  
эксплуатирующего проектируемый комплекс

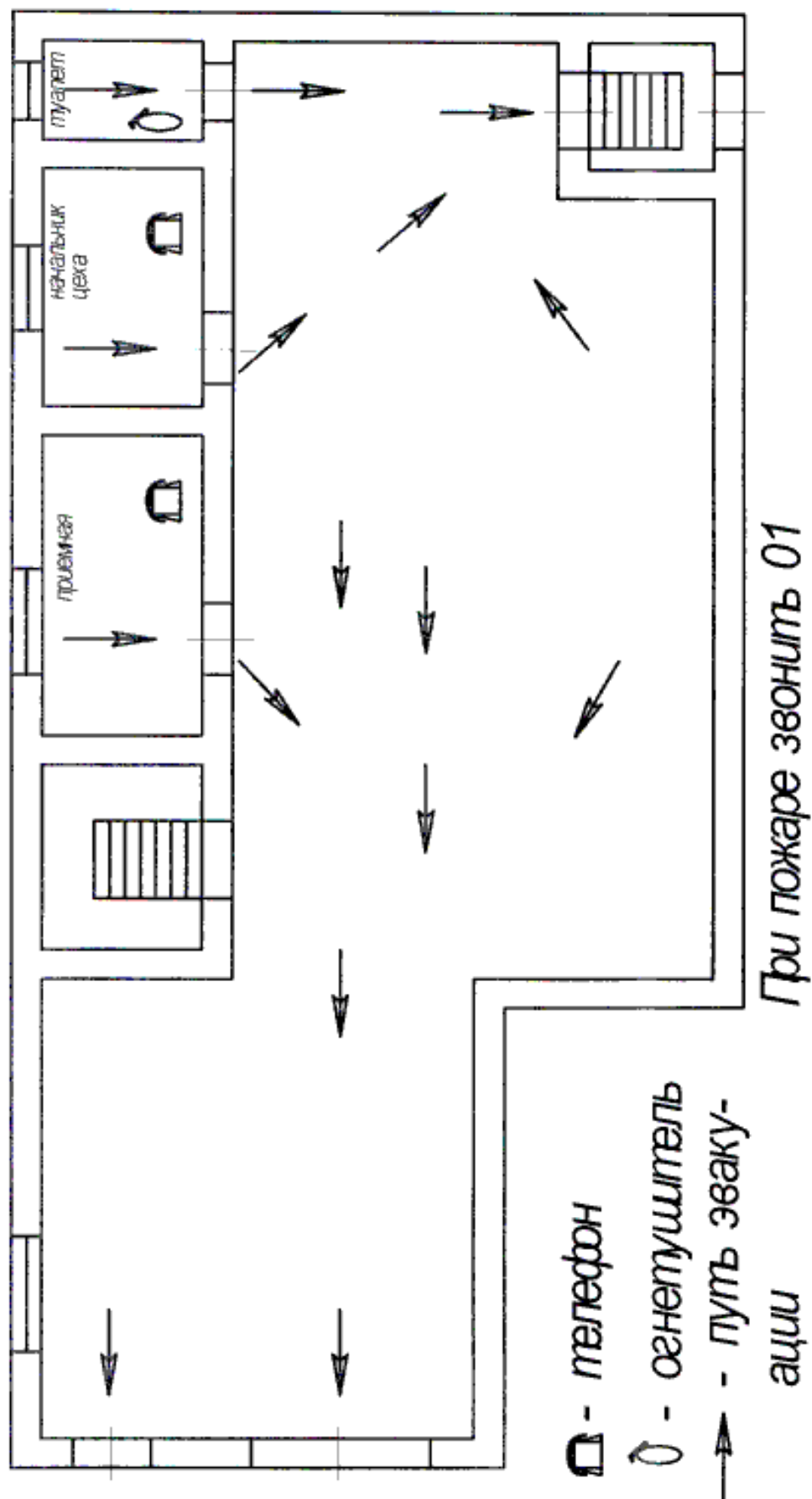


Рис.

Рисунок 5.1 – План эвакуации людей при пожаре из помещения эксплуатирующего проектируемый ленточнопильный станок

ИЗМ. №	ПОДП. И ДАТА	СОЗДАМ. ИЛИ В. №	ИСП. №	ПРОДЛ. И ДАТА

Выводы по разделу пять

Вывод в данном разделе рассмотрена безопасность труда. Изучена экологическая безопасность и охрана окружающей природной среды.

Изм. №	Подп.	Подп. и дата	Изм. №	Подп.	Подп. и дата

140400.2016.547.000 ПЗ

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.





## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Информационный портал Автоматизация и современные технологии. – <http://uas.su/books/mnlz>.
- 2 Макаров, Л.И. Приборы и системы управления: учебник / Л.И. Макаров. – М.: Приборостроение, 1989. – 560 с.
- 3 Хвощ, С.Т. Микропроцессоры И микро ЭВМВ системах автоматического регулирования: справочник / С.Т. Хвощ – Л.:Машиностроение, 1980. – 420 с.
- 4 Зак, Е.А. Волоконно-оптические преобразователи с внешней модуляцией / Е. А.Зак, В.А. Маковский. – М.: Радио и связь, 1981. – 360 с.
- 5 Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления / под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1973. – 474 с.
- 6 РД 50-411-83. Методические указания. “Исследование оптикоэлектронного световодного преобразователя малых перемещений” по курсу “Информационно-измерительные устройства систем управления” для – М.: Издательство стандартов, 1984. – 20 с.
- 7 Станки ленточнопильные, ленточнопильные с фрезерными головками моделей СЛП – 600. Технические условия НО 5204-98 ТУ. ОАО “Курганмашзавод”.
- 8 Фрайден, Д. Современные датчики: справочник / Д. Фрайден; пер. с англ. Ю.А. Заболотной. – М.: Техносфера, 2005. – 587 с.
- Егель, А.Э. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН245-71.
- 9 Портал центра медицины катастроф. – <http://med-katastrofa.ru>.
- 10 Бельгольский, Б.П. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях: учебник / Б.П. Бельгольский, Т.Г. Бень. – М.: Машиностроение, 1982. – 416 с.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име.	убл	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

140400.2016.547.000 ПЗ

Лист

82