

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки (специальность) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка элементов устройства переработки отходов деревообрабатывающих пунктов</b>

УДК 621.865.8.001.63:674.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Тепляков Андрей Борисович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Тырышкин А. В.	Кандидат технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Тухватулина Л. Р.	Кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Е. С.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В. Е.	Кандидат технических наук		

Томск – 2017 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления.
P2	Применять необходимые для построения моделей знания принципов действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники).
P3	Определять характеристики объектов профессиональной деятельности по разработанным моделям.
P4	Разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
P5	Применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров макетов.
P6	Выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
P7	Разрабатывать конструкторскую проектную документацию электрических и электронных узлов (включая микропроцессорные) мехатронных и робототехнических систем, принципиальные электрические схемы, печатные платы, схемы размещения, схемы соединения.
P8	Участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
<i>Универсальные компетенции</i>	
P9	Обладать способностью владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения

P10	Обладать способностью уметь использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.
P11	Обладать способностью иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.
P12	Обладать способностью владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P13	Обладать способностью владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
P14	Обладать способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P15	Обладать способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.
P16	Обладать способностью владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.



<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой техники в рассматриваемой области.</li> <li>2. Постановка задачи проектирования.</li> <li>3. Обоснование формы и размеров приемного бункера и его опоры, а также выбор конструкционного материала.</li> <li>4. Выбор электродвигателя для механизма подачи древесины в зону распиловки, а также кинематический расчет передач, расчет и выбор элементов силовой цепи электропривода.</li> <li>5. Разработка алгоритма работы системы управления устройством переработки отходов деревообрабатывающих пунктов, а также выбор элементов для его реализации.</li> <li>6. Обсуждение результатов выполненной работы.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертеж конструкции приемного бункера.</li> <li>2. Чертеж конструкции опоры приемного бункера.</li> <li>3. Чертеж конструкции механизма подачи древесины в зону распиловки.</li> <li>4. Блок-схема алгоритма работы системы управления.</li> <li>5. Схема электрическая принципиальная системы управления.</li> <li>6. Схема монтажная соединений системы управления.</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Тухватулина Лилия Равильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Невский Егор Сергеевич</p>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Тырышкин Александр Васильевич	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Тепляков Андрей Борисович		

## Реферат

Пояснительная записка содержит 91 страницу машинописного текста, 15 рисунков, 19 таблиц, 3 приложений, 1 список использованных источников из 42 наименований.

Объект исследования: устройство переработки отходов деревообрабатывающих пунктов.

Цель работы: проектирование приемного бункера и его опоры, механизма подачи древесины в зону распиловки, а также разработка системы управления устройством.

В результате были разработаны такие элементы устройства, такие как приемный бункер и его опора, механизм подачи древесины в зону распиловки с выбором электродвигателя 4A71B4УЗ и миниконтактора МКИ-10610 6А, и расчетом механических передач. Также спроектирован алгоритм работы системы управления устройством, произведен выбор элементов для её реализации.

В процессе работы был разработан следующий графический материал: чертеж конструкции приемного бункера, чертеж конструкции опоры приемного бункера, чертеж конструкции механизма подачи древесины в зону распиловки, блок-схема алгоритма работы системы управления, схема электрическая принципиальная системы управления, схема монтажная соединений системы управления.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2010, графического редактора Microsoft Visio 2013, системы автоматизированного проектирования Autodesk AutoCAD.

Ключевые слова: ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКА, НЕДЕЛОВАЯ ДРЕВЕСИНА, ГОРБЫЛЬ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ, ЭЛЕКТРОПРИВОД.

## Содержание

1 Обзор существующих технических решений	13
2 Описание объекта проектирования	16
3 Проектирование элементов устройства	18
3.1 Проектирование и расчет приемного бункера и его опоры	18
3.1.1 Выбор формы приемного бункера	18
3.1.2 Выбор конструкционного материала приемного бункера	19
3.1.3 Выбор формы для опоры приемного бункера	20
3.2 Проектирование и расчет механизма подачи древесины в зону распиловки	20
3.2.1 Описание конструкции механизма подачи	20
3.2.2 Выбор электродвигателя	21
3.2.3 Проектирование передач	24
3.2.3.1 Ременная передача	24
3.2.3.2 Червячный редуктор	26
3.2.3.3 Тяговая цепь	30
3.2.3.4 Выбор электромагнитного пускателя для электродвигателя	31
3.3 Синтез системы управления и выбор элементов для её реализации	33
3.3.1 Разработка алгоритма работы устройства	33
3.3.2 Выбор элементов системы управления	35
5 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	42
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	42
5.2 Анализ перспективности разработки технологией QuaD	42
5.3 SWOT-анализ	44
5.4 Планирование в рамках научного исследования	48
5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	48
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	50



5.4.3	Разработка графика проведения научного исследования	53
5.4.4	Бюджет научно-технического исследования	53
5.4.4.1	Расчет затрат на основные средства	53
5.4.4.2	Материальные затраты	55
5.4.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы	56
5.4.4.4	Дополнительная заработная плата	57
5.4.4.5	Отчисления во внебюджетные фонды	57
5.4.4.6	Накладные расходы	58
5.4.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	58
6	Социальная ответственность	62
6.1	Производственная безопасность	62
6.1.1	Уровень шума на рабочем месте	63
6.1.2	Запыленность рабочего места	64
6.1.3	Вибрационное воздействие	66
6.1.4	Электробезопасность	67
6.1.4.1	Защитное заземление	67
6.1.4.2	Поражение электрическим током	68
6.2	Экологическая безопасность	69
6.2.1	Анализ воздействий объекта на атмосферу	69
6.2.2	Анализ воздействий объекта на литосферу	69
6.2.3	Анализ воздействий объекта на гидросферу	70
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
	Заключение	73
	Список публикаций студента	75
	Список использованных источников	76
	Приложение А. Конструкторская документация на приемный бункер и его опору и механизм подачи древесины в зону распиловки	80

Приложение Б. Схема электрическая принципиальная системы управления устройством	81
Приложение В. Схема монтажная соединений системы управления устройством	82

## Введение

Ни для кого не секрет, что человек может комфортно осуществлять свою жизнедеятельность только в определенном климате, который на Земле достаточно неоднороден. Создавать и поддерживать климат, пригодный для его жизни, человек научился разными путями. Исторически, одним из самых первых способов было использование огня для обогрева.

Обратившись к [1] становится известно, что в первую очередь человек начал использовать природный огонь, поддерживая очаги возгорания от ударов молнии. Специалисты полагают, что первые попытки такого использования датируются 400 – 100 тыс. лет до н. э. (шелльская культура). Затем, человек научился сам добывать огонь с помощью трения приблизительно 100 – 40 тыс. лет до н. э. (мустьерская культура). В обоих случаях в качестве топлива использовалась растительная биомасса, прежде всего древесина.

Согласно [2], применение древесины как топлива в масштабах всего мира имеет все еще очень важное значение. Сейчас древесина идет на различные нужды промышленности, при этом на деревообрабатывающих пунктах скапливается большое количество отходов. Под отходами в лесопильно-деревообрабатывающем производстве понимают ту часть сырья, которая не попадает в основную продукцию предприятия. Древесные отходы образуются в большом количестве практически на всех стадиях технологического процесса: лесозаготовка – лесопиление – деревообработка.

В России проблема утилизации древесных отходов относится к числу наиболее актуальных, так как в настоящее время при существующих методах переработки теряется почти половина биомассы дерева, что естественно говорит о низком уровне технологических процессов деревообработки. Примерно из 60 млн м<sup>3</sup> ежегодно образующихся отходов почти 75 % приходится на долю лесопиления, из них 60 % составляют крупные или кусковые (горбыль, рейки, вырезки и т. д.) и 40 % мелкие или мягкие

(опилки, стружка и т. д.). В результате в стране накопилось огромное количество древесных отходов [3].

Более того, существует ошибочное мнение, что вреда от горбыля и опилок для природы и для человека совсем немного. Это далеко не так, поскольку гниющие древесные отходы с течением времени превращаются в целый набор ядовитых соединений от муравьиной кислоты и фенолов до бензопирена – сильнейшего канцерогена, опасного для всего живого. Кроме того, достаточно небрежно брошенной спички или окурка, чтобы в сухую и жаркую погоду начался пожар [4].

В связи со всеми вышеизложенными фактами, следует разработать более технологичный способ переработки кусковых отходов, опираясь на текущие достижения в данной области.

## 1 Обзор существующих технических решений

Изначально, для заготовки дров человек использовал грубый ручной труд, зачастую лишь собирал хворост. Первым видом механической обработки древесины было лесопиление, появившееся в Голландии в XI веке. Бревна пилились на так называемых пильных мельницах, которые представляли собой примитивную лесопильную раму, приводившуюся в движение от ветряной мельницы. Позднее начал внедряться привод лесопильных рам от водяных колес (водяные пильные мельницы) [5].

На сегодняшний день как в лесной промышленности, так и в домашнем хозяйстве распространены приспособления, упрощающие заготовку дров. В первую очередь следует рассмотреть наиболее простой механизм, используемый при вторичной переработке древесины и затрачивающий ручные усилия на пиление, известный как стенд для распиловки дров инструментальной компании «Энкор», представленный на рисунке 1.1. Стенд представляет собой разборную конструкцию, которая имеет большую жесткость и малый вес, при этом позволяя работать с пильным материалом, имеющим большие вес и габариты [6].



Рисунок 1.1 – Стенд для распиловки дров «Энкор»

Необходимо отметить, что данный стенд является полезным в домашнем хозяйстве, так как он позволяет жестко зафиксировать древесину на удобной для пиления высоте. С другой стороны, сам процесс распиловки осуществляется человеком с помощью ручной или приводной пилы.

Теперь следует перейти к более технологичному и современному решению в плане переработки древесных отходов. Таковым является дроворуб компании «URBAN» (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Рубильная машина URBAN EM 70

Рубильная машина URBAN EM 70 предназначена для рубки древесных материалов диаметром до 80 мм на куски длиной от 6 до 13 см, которые затем попадают в два установленных выводных бункера. Подача осуществляется самозатягиванием при попадании материала на ножи. Также конструкция оснащена небольшими колесами для транспортировки по рабочей площадке [7].

К достоинствам данного устройства можно отнести высокую скорость рубки и мобильность. Однако, при работе данного устройства подачу отходов в зону рубки осуществляет человек, что уменьшает производительность и, в целом, достаточно опасно, так как перчатка может зацепиться за сучок на древесине, тогда рабочему не избежать серьезных травм.

Еще один способ переработки крупных древесных отходов при лесозаготовке – использование ленточных пилорам, одна из которых представлена на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Ленточная пилорама

Ленточная пилорама представляет собой комплексный станок, предназначенный для продольной распиловки древесины всех степеней твердости на стандартные пиломатериалы.

В данном станке пильная лента перемещается горизонтально относительно неподвижно закрепленного на платформе бревна. Пилу натягивают между двумя шкивами – ведущим и ведомым – с усилием, обеспечивающим фиксированную прямолинейно-продольную резку древесного материала [8].

Основным преимуществом применения ленточной пилорамы в распиловке отходов является высокая производительность, так как пила с достаточно большой скоростью может распиливать пакет древесины. Однако, распиловка древесных отходов не является профильной функцией пилорамы, большую часть времени она занята продольной распиловкой бревен.

Проанализировав достоинства и недостатки описанных выше устройств, следует разработать робототехническое устройство, способное принимать некоторый объем древесных отходов и распиливать их на дрова желаемой длины.

## 2 Описание объекта проектирования

Объектом исследования является устройство переработки отходов деревообрабатывающих пунктов.

В силу того, что данное устройство планируется применять в промышленных масштабах необходимо, чтобы оно было максимально автоматизировано, в идеале – автономно, то есть участие человека в процессе работы станка должно быть сведено к минимуму. Следовательно, как уже было сказано выше, устройство должно иметь приемный бункер, в который бы загружался некоторый объем древесины.

При этом следует оговорить, что в данной работе не будут рассматриваться приспособления, с помощью которых осуществляется загрузка древесных отходов в приемный бункер и отгрузка уже распиленных дров. Это связано с тем, что лесоперерабатывающие предприятия слишком различаются своей площадью, номенклатурой оборудования, планировкой. Идеальным вариантом для высокой производительности и автономности является использование конвейерных линий.

Итак, после загрузки древесины в приемный бункер необходимо её распилить. Оценив различные варианты исполнения было решено выдвигать весь пакет древесных отходов из приемного бункера в зону распиловки. Описание механизма распиловки подробно разобрано в работе моего коллеги. При этом необходимо плотно фиксировать древесину в процессе пиления, иначе не избежать заклиниваний или даже поломки пилы, то есть устройство должно быть оснащено прижимным механизмом. Также следует отметить, что выдвигание древесины из приемного бункера длится до тех пор, пока она не коснется контактной стенки, разрешающей распиловку и останавливающей выдвигание.

Для определения желаемых характеристик устройства следует провести ориентировочную оценку объемов крупных древесных отходов, образуемых лесоперерабатывающими предприятиями. Из [9] известно, что в



2012 году объем кусковых отходов древесины составил порядка 18 млн. м<sup>3</sup> в год. Согласно [10], в Российской Федерации в 2009 году насчитывалось 2036 крупных и средних лесопильных предприятий. К сожалению, более актуальной информации найти не удалось, однако можно предположить, что порядок цифр остался прежним. В таком случае, в среднем одно предприятие образует порядка 9 тыс. м<sup>3</sup> древесных отходов в год. Следовательно, ежедневный объем недельной древесины, вырабатываемый среднестатистическим предприятием с учетом пятидневной рабочей недели – порядка 35 м<sup>3</sup> древесных отходов в день. Учитывая восьмичасовой рабочий день, в среднем в час предприятие образует порядка 4,5 м<sup>3</sup> древесных отходов.

Исходя из приведенных выше оценочных расчетов было сделано заключение, что производительность разрабатываемого устройства должна быть 5 м<sup>3</sup> в час. Учитывая массогабаритные и энергетические показатели, которые не должны быть слишком высокими для доступности устройства потребителю, было решено, что вместимость приемного бункера должна составлять порядка 1 м<sup>3</sup>, тогда этот объем должен перерабатываться за 12 минут, что вполне технически реализуемо.

Теперь, когда основные параметры определены, следует перейти к непосредственному проектированию элементов устройства.

### 3 Проектирование элементов устройства

#### 3.1 Проектирование и расчет приемного бункера и его опоры

##### 3.1.1 Выбор формы приемного бункера

Следует начать с определения размеров приемного бункера. Известно, что основным древесным отходом на деревообрабатывающих пунктах является горбыль. Стандартные размеры бревен, с которых снимают горбыль, равны 3 и 6 метров [11]. Следует задаться меньшим размером в целях удешевления и облегчения комплекса, а также для упрощения отладки алгоритмов его работы. Однако нерационально делать приемный бункер трехметровым, так как, во-первых, горбыли могут неровно загружаться в него или быть чуть длиннее, и, во-вторых, нужно оставить в приемном бункере место для прижимного механизма, конструкция которого будет описана позднее. В целом, длина приемного бункера будет составлять 4 метра, тогда как под древесные отходы будет отведено 3,2 метра.

Проанализировав возможные варианты формы приемного бункера было решено остановиться на призматической конструкции, сужающиеся книзу, для упрощения процедуры загрузки и более равномерного расположения древесных отходов. Так как из предыдущего пункта известно, что вместимость приемного бункера должна быть порядка 1 м<sup>3</sup>, было решено принять следующие размеры: ширина верхнего основания 0,9 метра, ширина нижнего 0,6 метра, высота 0,45 метр. Тогда объем приемного бункера равен

$$V_6 = \frac{0,9+0,6}{2} \cdot 0,45 \cdot 3,2 = 1,08 \text{ м}^3.$$

Приняв во внимание тот факт, что горбыль в приемном бункере будет лежать неравномерно, следует ввести коэффициент заполнения бункера, равный 0,5, следовательно, объем горбыля равен

$$V_{\Gamma} = k_{\text{запол}} \cdot V_6 = 0,5 \cdot 1,08 = 0,54 \text{ м}^3.$$

Для того, чтобы определить массу древесных отходов в приемном бункере, нужно знать их плотность. Из [12] известно, что плотность сухой березы  $650 \text{ кг/м}^3$ , однако в зимнее время отходы, скорее всего, будут лежать в снегу, поэтому их плотность будет близка к  $1000 \text{ кг/м}^3$  (следует принять крайний случай). Тогда

$$m_{\Gamma} = \rho \cdot V_{\Gamma} = 1000 \cdot 0,54 = 540 \text{ кг.}$$

Следовательно, необходимо выбрать материал, конструкция из которого выдержит 540 килограмм древесины, а также порядка 160 килограмм нагрузки от других узлов комплекса.

### 3.1.2 Выбор конструкционного материала приемного бункера

После анализа различных профилей металлопроката, выпускаемых промышленностью, было решено, что наиболее удачно для данной конструкции подойдет квадратная труба. Теперь необходимо оценить, какого размера и толщины она должна быть для прочности приемного бункера. Из [13] известно, что такую оценку можно дать по моменту инерции. Определять прочность следует самой длинной балки, проходящей по полу приемного бункера, причем таких балки будет 4, поэтому можно предположить, что нагрузка на каждую из них порядка

$$P = \frac{540 + 160}{4} = 175 \text{ кгс.}$$

Согласно [13], модуль упругости стали  $E = 2100000 \text{ кгс/см}^2$ . Длина балки  $l = 400 \text{ см}$ , а допустимый прогиб  $v$  по условию  $1/200$  составляет

$$v = \frac{400}{200} = 2 \text{ см.}$$

Тогда момент инерции профиля, выдерживающий такой прогиб равен

$$J_x = \frac{P \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot v} = \frac{175 \cdot 400^3}{192 \cdot 2100000 \cdot 2} = 13,89 \text{ см}^4.$$

Для того, чтобы конструкция имела минимально возможный вес следует отказаться от толстостенных труб. Тогда, анализируя сортамент профилей, приведенный в [13], следует остановиться на стальной квадратной трубе с наружным размером 50 мм и толщиной стенки 3 мм, у которой момент инерции равен  $19,93 \text{ см}^4$ , что обеспечивает практически полуторный запас по прочности.

Данный материал применялся в качестве основного при проектировании конструкции приемного бункера и его опоры. Конструкторская документация по данным элементам устройства приведена в приложении А.

### **3.1.3 Выбор формы для опоры приемного бункера**

Опора приемного бункера должна выполнять несколько важных функций. Во-первых, она должна жестко фиксировать приемный бункер на поверхности во избежание его переворачивания. Во-вторых, на ней должна располагаться направляющая для механизма подачи древесины в зону распиловки. Направляющую не следовало крепить к самому приемному бункеру в силу того, что бункер итак обладает большой массой. В-третьих, опора должна поднимать приемный бункер на такое расстояние от земли, чтобы механизм распиловки не ударялся об нее в нижнем положении.

## **3.2 Проектирование и расчет механизма подачи древесины в зону распиловки**

### **3.2.1 Описание конструкции механизма подачи**

Механизм подачи древесины в зону распиловки должен осуществлять одновременное перемещение всего пакета древесных отходов,

следовательно, он должен иметь форму, повторяющую профиль приемного бункера. В состав механизма подачи входят следующие элементы:

- направляющая, установленная на основании приемного бункера;
- каретка, движущаяся в направляющей на подшипниках качения;
- электропривод, приводящий в движение каретку через тяговую цепь;
- толкатель, крепящийся к каретке и непосредственно перемещающий древесину.

Конструкция механизма подачи приведена в приложении А.

Главной технической характеристики механизма подачи является скорость его движения. При её выборе следует исходить из того, что порядка пятисот килограмм древесины обладают высокой инерционностью. Поэтому, при попытке переместить их с большой скоростью, следует опасаться разрушения тяговой цепи. Также принимая во внимание тот факт, что максимальная желаемая длина получаемых дров 60 см, было решено установить скорость движения механизма подачи порядка 10 см/с. Тогда перемещение будет занимать около 6 секунд, что в общем темпе работы комплекса является приемлемым.

### **3.2.2 Выбор электродвигателя**

Чтобы выбрать электродвигатель необходимо знать окружную силу, приложенную к ведущей звездочке, и линейную скорость движения механизма подачи. Как было определено выше, в приемный бункер максимально может быть загружено 540 килограмм древесных отходов. Также нужно преодолеть прижимной механизм, конструкция которого будет описана позднее. Его противодействие максимально будет составлять порядка 1000 Н. Коэффициент трения дерева о сталь максимум 0,6 [13]. Тогда сила, с которой нужно толкать

$$F_{\text{толк}} = k_{\text{запас}} \cdot (\mu \cdot m_{\text{г}} \cdot g + F_{\text{приж}}) = 1,2 \cdot (0,6 \cdot 540 \cdot 9,81 + 1000) = 5014 \text{ Н.}$$

Проанализировав данные следует начать с составления кинематической схемы привода, основываясь на общем передаточном отношении  $i$ . Для его определения необходимо вычислить частоту вращения звездочки толкателя [14], учитывая, что скорость движения механизма подачи 0,1 м/с, а диаметр звездочки тяговой цепи порядка 150 мм:

$$n_{\text{вр}} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{зв}}} = \frac{60 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,15} = 12,73 \text{ об/мин.}$$

Затем, учитывая тот факт, что электродвигатели для приводов общего назначения предпочтительны с синхронной частотой  $n_{\text{с}} = 1500$  об/мин, передаточное отношение привода с учетом скольжения 4 %.

$$i_{\text{расч}} = \frac{n_{\text{с}}}{n_{\text{вр}}} = \frac{1450}{12,73} = 113,88.$$

Реализовать привод с таким передаточным число можно с помощью ременной передачи и червячного редуктора. Кинематическая схема приведена на рисунке 3.1.

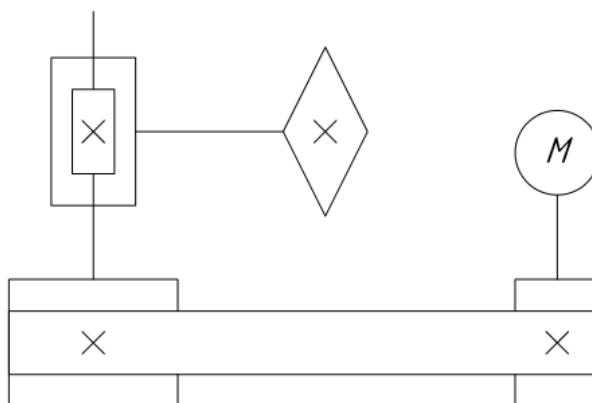


Рисунок 3.1 – Кинематическая схема механизма подачи древесины

При этом разбить общее передаточное число можно следующим образом, принимая во внимание единый ряд:  $i_{\text{рем}} = 5,6$ ;  $i_{\text{чер}} = 20$ . Тогда значение общего передаточного числа

$$i_{\text{д}} = i_{\text{рем}} \cdot i_{\text{чер}} = 5,6 \cdot 20 = 112.$$

Отклонение действительного передаточного отношения от расчетного составляет 1,7%, что удовлетворяет допустимому значению.

На основании выбранной схемы следует определить КПД привода:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} \eta_{\text{чер}} \eta_{\text{п}} = 0,95 \cdot 0,81 \cdot 0,99 = 0,762.$$

Значения КПД ременной передачи и подшипников взяты из [14], КПД червячного редуктора вычислен по формуле

$$\eta_{\text{чер}} = 0,9 \cdot \left(1 - \frac{i_{\text{чер}}}{200}\right) = 0,9 \cdot \left(1 - \frac{20}{200}\right) = 0,81.$$

Потребная мощность двигателя

$$P = \frac{F_{\text{толк}} v}{\eta} = \frac{5014 \cdot 0,1}{0,762} = 658,19 \text{ Вт.}$$

На данном этапе следует обратиться к номенклатуре асинхронных двигателей, выпускаемых промышленностью. Используя [15], был выбран закрытый обдуваемый асинхронный двигатель серии 4А, а именно 4А71В4УЗ, характеристики которого приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики АД 4А71В4УЗ

Характеристика	Значение
Потребляемая мощность, кВт	0,75
Напряжение питания, В	380
Синхронная частота вращения, об/мин	1500
Скольжение, %	4,5
КПД, %	72
Коэффициент мощности, %	73
Отношение пускового момента к номинальному	2
Отношение пускового тока к номинальному	4,5

На этом можно считать выбор электродвигателя окончанным и перейти к вопросам, связанным с расчетом механических передач.

### 3.2.3 Проектирование передач

#### 3.2.3.1 Ременная передача

Как показано выше, в кинематической схеме привода ременной передаче отводится первая ступень, то есть от асинхронного двигателя к червячному редуктору. На рисунке 3.2 показана схема ременной передачи [14].

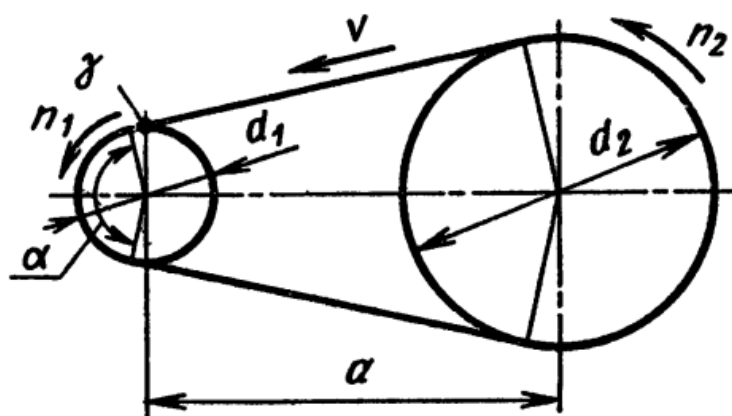


Рисунок 3.2 – Схема ременной передачи

Исходными данными для проектирования передачи являются частота вращения ведущего шкива  $n_1$  и вращающий момент  $T_1$  на нем, которые равны:

$$n_1 = n_{cc} = 1450 \text{ об/мин};$$
$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 151,84 \text{ рад/с};$$
$$T_1 = \frac{P_{ном}}{\omega_1} = \frac{750}{151,84} = 4,94 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тогда расчетный диаметр малого шкива

$$d_{1расч} = 60 \cdot \sqrt[3]{T_1} = 60 \cdot \sqrt[3]{4,94} = 102,18 \text{ мм}.$$

Следует округлить до ближайшего диаметра из единого ряда по ГОСТ 17383–73:  $d_1 = 100 \text{ мм}$ .

Диаметр ведомого шкива, вычисленный без учета скольжения:



$$d_{2\text{расч}} = i_{\text{рем}} \cdot d_1 = 5,6 \cdot 100 = 560 \text{ мм.}$$

Такое значение есть в едином ряду, следовательно,  $d_2 = 560$  мм.

Уточненное передаточное отношение:

$$i_{\text{рем.факт.}} = \frac{d_2}{0,99 \cdot d_1} = \frac{560}{0,99 \cdot 100} = 5,657.$$

Расхождение расчетного и фактического передаточных чисел составляет 1 %, что допустимо.

Теперь можно вычислить межосевое расстояние:

$$a = 2 \cdot (d_1 + d_2) = 2 \cdot (100 + 560) = 1320 \text{ мм.}$$

Угол обхвата малого шкива:

$$\alpha = 180 - 60 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \cdot \frac{560 - 100}{1320} = 159,09^\circ.$$

Длина ремня без припуска на соединение:

$$\begin{aligned} L &= 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a} = \\ &= 2 \cdot 1320 + \frac{3,14}{2} \cdot (100 + 560) + \frac{(560 - 100)^2}{4 \cdot 1320} = 3716,80 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Скорость ремня:

$$v_{\text{рем}} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1450}{60000} = 7,59 \text{ м/с.}$$

Тяговая сила на всю ширину ремня

$$F_{\text{рем}} = \frac{P_{\text{ном}}}{v_{\text{рем}}} = \frac{750}{7,59} = 98,79 \text{ Н.}$$

Теперь следует определить коэффициенты, необходимые для вычисления допустимой нагрузки:

$$C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180 - \alpha) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 159,09) = 0,937.$$

$$C_v = 1,04 - 0,0004 \cdot v_{\text{рем}}^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 7,59^2 = 1,017.$$

В силу того, что рабочая нагрузка механизма подачи происходит со значительными колебаниями –  $C_p = 0,8$ . Также, для передач с углом наклона до  $60^\circ$  –  $C_\theta = 1$ .

Пусть ремень будет изготовлен из хлопчатобумажной ткани Б-800, если её прочностных характеристик будет недостаточно, то материал будет заменен на более износостойкий. Из [14] известно, что максимально допустимая нагрузка прокладки на единицу ширины для ремней из ткани Б-800 –  $p_0 = 3 \text{ Н/мм}$ . С учетом вычисленных ранее коэффициентов расчетная допустимая нагрузка

$$p_{\text{нагр}} = p_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p \cdot C_\theta = 3 \cdot 0,937 \cdot 1,017 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2,29 \text{ Н/мм.}$$

При этом, толщина ремня  $\delta$  должна быть не больше:

$$\delta < \frac{d_1}{40} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ мм.}$$

Так как толщина прокладки ремня из хлопчатобумажной ткани Б-800 равна 1,5 мм, то количество прокладок не должно превышать  $z = 1$ , так как:

$$z_{\text{расч}} = \frac{\delta}{1,5} = \frac{2,5}{1,5} = 1,67.$$

Определяем требуемую ширину ремня при  $z = 1$ :

$$b_{\text{расч}} = \frac{F_{\text{рем}}}{z \cdot p_{\text{нагр}}} = \frac{98,79}{1 \cdot 2,29} = 43,18 \text{ мм.}$$

Ближайшее значение  $b_{\text{расч}}$  по ГОСТ 23831-79  $b = 50 \text{ мм}$ . На этом расчет ременной передачи можно считать окончанным и перейти к проектированию червячного редуктора.

### 3.2.3.2 Червячный редуктор

Для проектирования червячной передачи, изображенной на рисунке 3.3, необходимо знать частоту вращения червяка  $n_3$  и вращающий момент на червячном колесе  $T_4$ , которые равны:

$$P_{\text{чер}} = P \cdot \eta_{\text{рем}} = 712,5 \text{ Вт;}$$

$$n_3 = \frac{n_1}{i_{\text{рем}}} = 256,33 \text{ об/мин;}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = 26,84 \text{ рад/с;}$$

$$T_4 = \frac{P_{\text{чер}} \cdot i_{\text{чер}}}{\omega_3} = 530,85 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

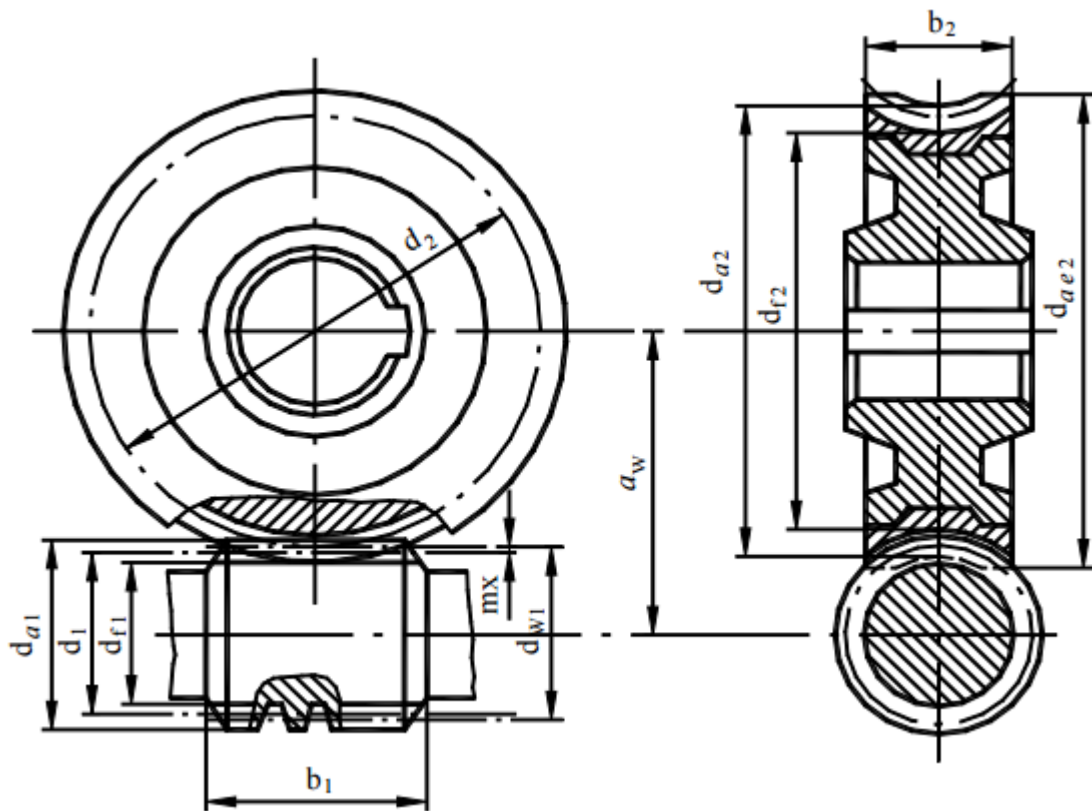


Рисунок 3.3 – Схема червячной передачи

Из [14] известно, что в данном случае коэффициент эквивалентности по контактной выносливости  $K_{HE} = 0,56$ , а продолжительность включения  $PВ = 0,25$ . Их произведение равно  $0,14$ .

Ожидаемая скорость скольжения:

$$v'_{\text{ск}} = \frac{4 \cdot n_3}{10^5} \sqrt[3]{1000 \cdot T_4} = 0,83 \text{ м/с}.$$

Согласно [14], при таких значениях  $K_{HE} \cdot PВ$  и  $v'_{\text{ск}}$  следует выбрать материал группы Ib, а именно бронзу БрО5Ц5С5. Машинное время работы передачи:

$$t_s = 11680 \text{ ч}.$$

Наработка:

$$N = t_s \cdot 60 \frac{n_{\text{чер}}}{i'_{\text{чер}}} = 8,982 \cdot 10^6.$$

Коэффициент долговечности:

$$K_{Hд} = K_{HE} \sqrt[3]{\frac{N}{10^7}} = 0,54.$$

Коэффициент эквивалентности по изгибу:

$$K_{FE} = 0,745.$$

Коэффициент долговечности по изгибу:

$$K_{FD} = K_{FE} \sqrt[9]{\frac{N}{10^6}} = 0,951$$

Проанализировав полученные коэффициенты следует изготавливать червяк из стали 18ХГТ с цементацией и закалкой до твердости HRC 56-63.

Для определения допускаемых напряжений следует определить коэффициент износа по [14]  $c_V = 1,33$ , а предел прочности для выбранной бронзы –  $\sigma_V = 200$  МПа. Тогда

$$\sigma'_H = c_V \cdot 0,9 \cdot \sigma_B = 239,4 \text{ МПа.}$$

Предварительный коэффициент нагрузки  $K' = 1,055$ , так как  $K_{\beta 0} = 1,11$ , а  $K'_\beta = 0,5 \cdot (K_{\beta 0} + 1) = 1,055$ .

Тогда расчетный момент:

$$T'_P = T_{\text{чер}} \cdot K_{Hд} \cdot K' = 302,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Теперь можно определить предварительное значение межосевого расстояния

$$a' = 61 \sqrt[3]{\frac{1000 \cdot T'_P}{\sigma_H^2}} = 106,22 \text{ мм.}$$

Следует принять ближайшее стандартное межосевое расстояние

$$a = 112 \text{ мм.}$$

Рекомендованное число витков червяка при  $i_{\text{чер}} = 20$   $z_3 =$

2. Расчетное число зубьев колеса

$$z'_4 = i_{\text{чер}} \cdot z_3 = 40.$$

В таком случае, расчетный модуль

$$m' = 1,4 \cdot \frac{a}{z'_4} = 3,92 \text{ мм.}$$

Значение модуля следует принять из единого ряда:  $m = 4 \text{ мм.}$

Расчетный коэффициент диаметра червяка:

$$q' = \frac{2 \cdot a}{m} - z'_4 = 16.$$

Коэффициент смещения:

$$x = \frac{1}{m} \left[ a - \frac{m}{2} \cdot (z'_4 + q) \right] = 0.$$

Тогда, основываясь на едином ряду,  $z_4 = 40$ ,  $q = 16$ .

Угол подъема витка на начальном диаметре, который при  $x=0$  совпадает с делительным:

$$\gamma_w = \arctg \left( \frac{z_3}{q + 2 \cdot x} \right) = 11,31^\circ.$$

Расчетную длину червяка следует определить, как

$$b'_3 = b_{30} + 4 \cdot m = (11 + 0,06 \cdot z_4) \cdot m + 4 \cdot m = 69,6 \text{ мм.}$$

В таком случае, согласно единому ряду  $b_3 = 71 \text{ мм.}$

Расчетная ширина венца червячного колеса определяется по формуле

$$b'_4 = 0,355 \cdot a = 39,76 \text{ мм.}$$

Тогда, согласно единому ряду  $b_4 = 40 \text{ мм.}$

Делительный диаметр колеса  $d_4 = m \cdot z_4 = 160 \text{ мм.}$

Начальный диаметр червяка при  $x=0$ , совпадающий с делительным:

$$d_{w3} = d_3 = m \cdot (q + 2 \cdot x) = 64 \text{ мм.}$$

Уточненная скорость скольжения червяка определяется по формуле:

$$v_{\text{ск.ч.}} = \frac{\pi \cdot d_{w3} \cdot n_3}{60000 \cdot \cos(\gamma_w)} = 0,87 \text{ м/с.}$$

Коэффициент деформации червяка при угле подъема  $\gamma_w = 11,31^\circ$  равен  $\theta = 171^\circ$ . Тогда коэффициент концентрации

$$K_\beta = 1 + \left( \frac{z_4}{\theta} \right)^3 \cdot (1 - x) = 1,013.$$

Скорость колеса в таком случае

$$v_4 = \frac{\pi \cdot d_4 \cdot n_3}{60000 \cdot i_{\text{чер}}} = 0,11 \text{ м/с.}$$

Коэффициент динамичности по таблице для восьмой степени точности  $K_v = 1,01$ , тогда коэффициент нагрузки

$$K = K_\beta \cdot K_v = 1,023.$$

Уточненный расчетный момент

$$T_P = T_4 \cdot K_{\text{нд}} \cdot K = 293,4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Допускаемое напряжение

$$\sigma_H = \frac{480}{d_4} \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot T_P}{d_{w3}}} = 203,13 \text{ МПа.}$$

Перегрузка по напряжению:

$$\frac{\sigma_H - \sigma'_H}{\sigma'_H} = -0,152.$$

В данном случае присутствует недогрузка передачи, то есть обеспечено неполное использование материала по контактной выносливости. Однако, данный запас не скажется негативно на работе передачи. На этом расчет червячного редуктора можно считать окончанным и перейти к проектированию тяговой цепи.

### 3.2.3.3 Тяговая цепь

Согласно [16], для выбора тяговой пластинчатой цепи необходимо в первую очередь определить проекцию опорной поверхности шарнира, для вычисления которой потребуются следующие данные:

- коэффициент ударности  $k_v = 1,6$ ;
- коэффициент смазки и транспортируемой среды  $k_c = 1,5$ ;
- число зубьев звездочки  $z_{зв} = 9$ .

Тогда:

$$F'_{оп} = \frac{0,19 \cdot k_v \cdot F_{толк} \cdot \sqrt{v}}{k_c \cdot \sqrt{z_{зв}}} = \frac{0,19 \cdot 1,6 \cdot 5014 \cdot \sqrt{0,1}}{1,5 \cdot \sqrt{9}} = 107,12 \text{ мм}^2.$$

Анализируя номенклатуру цепей по [16], пластинчатая цепь М20 имеет  $F'_{оп} = 120 \text{ мм}^2$ . Теперь следует определить её максимальный шаг:

$$t_{max} = \sqrt[3]{\frac{1}{k_q} \cdot \left(\frac{73000}{n_{зв}}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{1,5} \cdot \left(\frac{73000}{12,82}\right)^2} = 278,61 \text{ мм}.$$

Фактический шаг  $t$  следует выбирать меньшим, так как это вызывает необходимость применения большего числа зубьев звездочки, что увеличивает срок службы цепи. В данном случае,  $t = 63 \text{ мм}$ . Тогда расчетное число зубьев:

$$z'_{зв} = \frac{60000 \cdot v}{n_{зв} \cdot t} = \frac{60000 \cdot 0,1}{12,82 \cdot 630} = 7,43.$$

Если оставить число зубьев равным 9, то скорость цепи увеличится до 0,12 м/с, что не критично. Коэффициент запаса прочности, определенный для цепи М20, у которой разрушающая нагрузка  $Q = 20 \text{ кН}$ , равен

$$k' = \frac{Q'}{k_v \cdot F_{толк}} = \frac{20000}{1,6 \cdot 5014} = 2,35 < 5.$$

В силу того, что запас недостаточен, следует выбрать цепь с более высокой разрушающей нагрузкой, например, М40 с тем же шагом 63 мм. Тогда

$$k = \frac{Q}{k_v \cdot F_{толк}} = \frac{40000}{1,6 \cdot 5014} = 5.$$

На этом расчет тяговой цепи можно считать окончанным и перейти к выбору электромагнитного пускателя для управления электродвигателем.

### 3.2.3.4 Выбор электромагнитного пускателя для электродвигателя

Следует произвести подбор пускателя исходя из параметров двигателя. Для этого необходимо определить пусковой ток двигателя:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} \cdot \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \eta \cdot \cos \phi} = 4,5 \cdot \frac{750}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,72 \cdot 0,73} = 9,94 \text{ А.}$$

Ударный пусковой ток:

$$I_{\text{уд}} = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{пуск}} = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot 9,94 = 19,88 \text{ А.}$$

Нужно учитывать, что в паспорте указывается номинальный ток магнитного пускателя. В режиме работы АС-3 данный прибор обеспечивает запуск при шестикратном превышении его номинального тока. Проанализировав запас пускателя по пусковому току было решено выбрать устройство с номинальным током 6 А:

$$I_{\text{max0}} = 6 \cdot I_{\text{ном п.}} = 6 \cdot 6 = 36 \text{ А} > I_{\text{пуск}} = 9,94 \text{ А.}$$

$$I_{\text{max1}} = 10 \cdot I_{\text{ном п.}} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ А} > I_{\text{уд}} = 19,88 \text{ А}$$

На рынке представлено несколько устройств, наиболее подходящим из которых оказался миниконтактор МКИ-10610, представленный на рисунке 3.4. Характеристики приведены в таблице 3.2 [17].



Рисунок 3.4 – Миниконтактор МКИ-10610 6А 230В/АС3 1НО ИЭК

Таблица 3.2 – Технические характеристики миниконтактора МКИ-10610 6А 230В/АС3 1НО ИЭК

Характеристика	Значение
Номинальный ток, А	6
Напряжение катушки управления, В	230
Степень защиты	IP00
Дополнительные контакты	1з
Габаритные размеры, мм	58x45x57

Необходимо иметь два таких миниконтактора – один для прямого вращения, другой для реверса.



### **3.3 Синтез системы управления и выбор элементов для её реализации**

#### **3.3.1 Разработка алгоритма работы устройства**

Исходя из конструкции механизмов комплекса были определены следующие множества сигналов.

Множество оповещающих сигналов:

U1 – кнопка «Пуск»;

U2 – сигнал о касании древесиной контактной стенки;

U3 – сигнал начального положения продольного толкателя;

U4 – сигнал положения продольного толкателя перед прижимом;

U5 – сигнал крайнего положения продольного толкателя;

U6 – сигнал, оповещающий о том, что пила допилила;

U7 – сигнал поднятого положения пилы;

U8 – сигнал, оповещающий о том, что пила опустилась на древесину.

Множество управляющих сигналов:

V1 – сигнал о подаче продольным толкателем древесины в зону распиловки;

V2 – сигнал о возвращении продольного толкателя в исходное положение;

V3 – сигнал о вращении двигателя для опускания пилы;

V4 – сигнал о вращении двигателя для подъема пилы;

V5 – сигнал о вращении эксцентрика пилы.

Основываясь на представлениях о желаемом результате, была составлена циклограмма работы комплекса, приведенная на рисунке , при условиях, что желаемая длина дров – 60 см, а общая длина древесных отходов в приемном бункере – 3 м. То есть во время циклов Ц1-Ц4 происходит распиловка 2,4 м древесины в следующей последовательности:

- по нажатию кнопки «Пуск» U1 древесные отходы перемещаются механизмом подачи в зону распиловки по сигналу V1;
- по достижении древесиной контактной стенки U2 сигнал механизма подачи V1 прекращается, а механизм распиловки в свою очередь по сигналу V3 начинает опускаться на отходы, совершая поступательные движения для пиления по сигналу V5;
- когда пила опустится на древесину, сигнал U8 остановит сигнал её опускания V3;
- распиловка будет продолжаться до тех пор, пока сигнал U6 не оповестит о том, что пиление выдвинутой части отходов окончено, тогда механизм распиловки начнет подниматься по сигналу V4;
- сигнал U7 оповещает о поднятом положении пилы, останавливает V4 и запускает новый цикл.

Во время цикла Ц5 выталкивается уже распиленная партия 60 см дров до края приемного бункера (сигнал U5), затем механизм подачи возвращается в исходное положение по сигналу V2 до получения сигнала U3.

Может появиться вопрос, для чего же тогда нужен сигнал U4, расположенный в направляющей механизма подачи перед прижимным механизмом? Ответ заключается в следующем. Предположим, что этого сигнала нет, а после очередного распила в приемном бункере осталась древесина длиной 130 см. Происходит очередной цикл, она перемещается в зону распиловки на 60 см, отпиливается и в бункере остаются отходы длиной 70 см. Тогда, если механизм подачи начнет перемещать их в зону распиловки, то 70 см дрова выпадут, что может быть неприемлемо для потребителя. Поэтому было решено в предпоследнем цикле производить распиловку древесины, заведомо меньше желаемой длины дров, а затем выталкивать остаток.

Проведя анализ и обобщение циклограммы была составлена блок-схема алгоритма работы комплекса, представленная на рисунке 3.5.

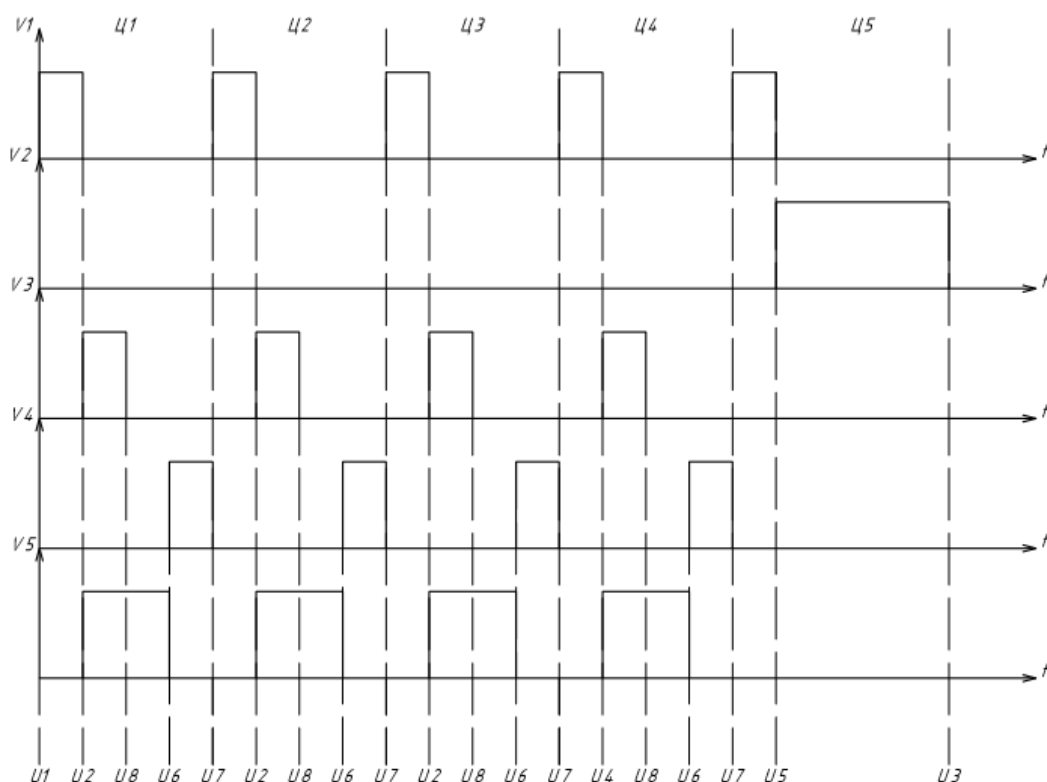


Рисунок 3.5 – Циклограмма работы комплекса

### 3.3.2 Выбор элементов системы управления

Проведя анализ различных вариантов исполнения системы управления было решено остановиться на составлении комбинационной схемы, которая в основана на двоичной логике функционирования устройств комбинационного типа. У комбинационных устройств состояние выхода однозначно определяется набором входных сигналов, что отличает комбинационную логику от секвенциальной логики, в рамках которой выходное значение зависит не только от текущего входного воздействия, но и от предыстории функционирования цифрового устройства. Другими словами, секвенциальная логика предполагает наличие памяти, которая в комбинационной логике не предусмотрена [18].

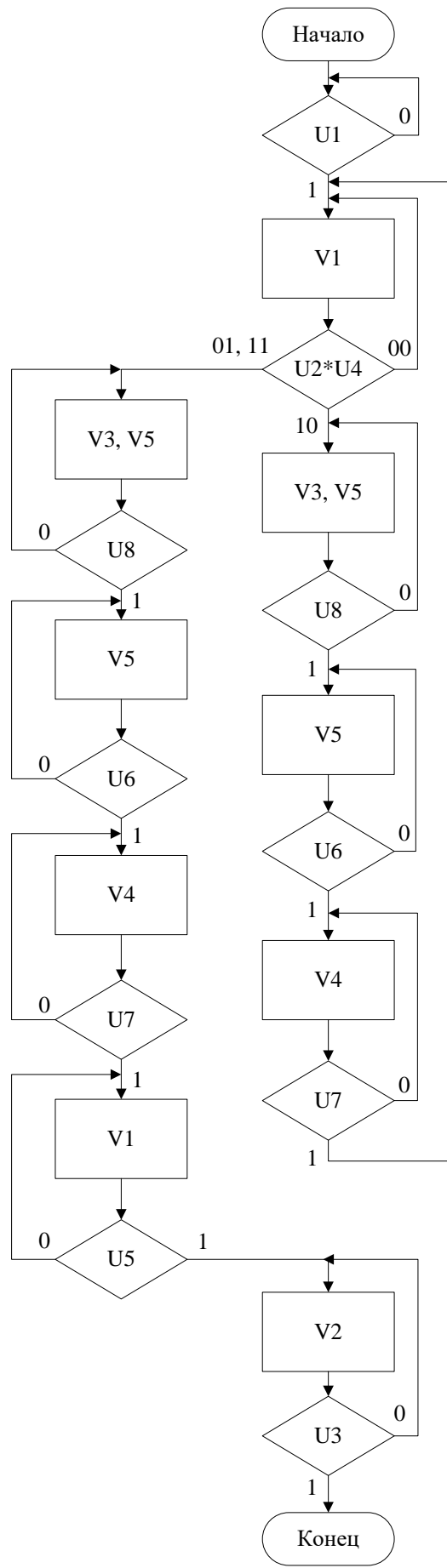


Рисунок 3.6 – Блок-схема алгоритма работы комплекса

В данном случае, входные сигналы генерируются концевыми (путевыми) выключателями, а управление поступает на катушки электромагнитных пускателей.

Концевые выключатели выбираются так, чтобы у каждого была одна замыкающая и одна размыкающая цепи. Такие решения имеются у различных производителей, например, у хорошо зарекомендовавшей себя на рынке по соотношению цена-качество электротехнической компании ИЕК, концевые выключатели ВПК-2111-БУ2, ВП 16Г-23Б-231-55 У2.3, ВПК-2112-БУ2 которой представлены на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Концевые выключатели компании ИЕК

Также необходимо оснастить систему управления кнопками «Пуск» и «Стоп», произведенные той же компанией ИЕК. Кнопки ABLFS-22 и АЕА-22 приведены на рисунке 3.8.

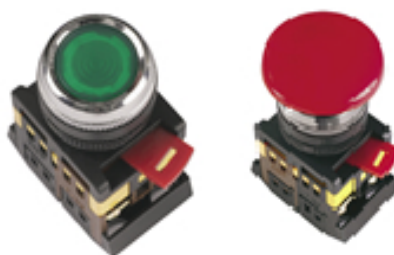


Рисунок 3.8 – Кнопки «Пуск» и «Стоп» компании ИЕК

Что касается электромагнитных пускателей, для механизма подачи они были выбраны ранее, а для механизма пиления – в работе моего коллеги.

Теперь, опираясь на циклограмму и блок-схему алгоритма работы комплекса, следует составить электрическую принципиальную схему системы управления. Она приведена в приложении Б.

В данной схеме сигналам, приведенным ранее, соответствуют обозначения, представленные в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Соответствие сигналов обозначениям на электрической принципиальной схеме

Оповещающие сигналы	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8
Обозначения	SA1	SQ2	SQ1	SQ3	SQ4	SQ6	SQ5	SQ7
Управляющие сигналы				V1	V2	V3	V4	V5
Обозначения				KM2	KM6	KM4	KM5	KM3

Далее была составлена схема монтажная соединений, представленная в приложении В.

#### 4 Результаты проведенной работы

В ходе прохождения преддипломной практики удалось реализовать спроектированное устройство переработки отходов деревообрабатывающих пунктов. В начале работы по изготовленным чертежам из металлопроката были сварены приемный бункер и его опора, затем реализованы каретка и толкатель механизма подачи древесины в зону распиловки. На рисунках 4.1-4.3 представлены фотографии получившегося устройства.



Рисунок 4.1 – Внешний вид толкателя, установленного в приемном бункере



Рисунок 4.2 – Вид спереди на приемный бункер и его опору с механизмом пиления

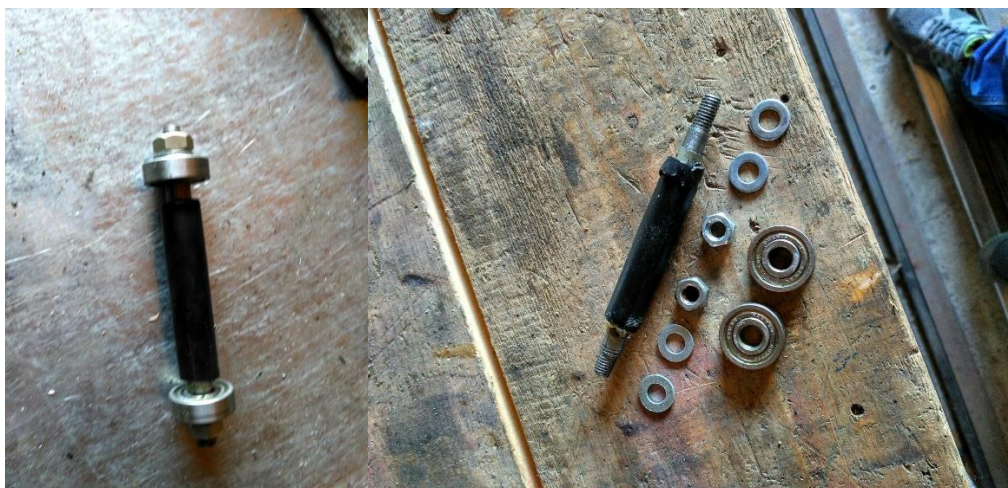


Рисунок 4.3 – Одна из осей с подшипниками качения, установленная в каретке механизма подачи

Первичные испытания показали как работоспособность устройства в целом, так и функциональность разработанных механизмов в частности. В дальнейшем планируется отладить работу электроприводов устройства и провести покрасочные работы.



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Е31	Теплякову Андрею Борисовичу

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	– Оклад студента – 1850 руб. в месяц; – оклад руководителя проекта – 23264 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф на электроэнергию – 5,257 руб./кВт·ч.;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	На основании пункта 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1%.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	– Анализ потенциальных потребителей результатов исследования. – SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	– Определение трудоемкости выполнения работ; – расчет материальных затрат НИИ; – основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; – отчисления во внебюджетные фонды; – накладные расходы;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ разработки с помощью технологии QuaD.

**Перечень графического материала**

1. Карта сегментирования рынка.
2. Оценочная карта разработки по технологии QuaD.
3. SWOT – анализ.
4. Диаграмма Ганта.
5. Бюджет НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Тухватулина Лилия Равильевна	Кандидат философских наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Тепляков Андрей Борисович		

## 5 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

### 5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для определения потенциальных потребителей следует выделить целевой рынок и произвести его сегментирование.

В данной ситуации целевой рынок – рынок устройств по вторичной переработке древесины в дрова. В обзоре существующих технических решений представлены некоторые характерные представители этого рынка, на основании их анализа была составлена карта сегментирования рынка, представленная в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка

		Уровень участия человека		
		Ручной труд	Автоматизация	Автономность
Масштаб	Домашнее использование	Стенд «Энкор»	Дроворуб URBAN	-
	Промышленное применение	-	Ленточная пилорама	Целевой сегмент

### 5.2 Анализ перспективности разработки технологией QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Оценочная карта для анализа перспективности разработки устройства вторичной переработки древесины представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Относительное значение	Средневзвешенное значение
<b>Показатели оценки качества разработки</b>			
1. Энергоэффективность	0,18	0,8	0,144
2. Помехоустойчивость	0,05	0,85	0,0425
3. Надежность	0,11	0,7	0,077
4. Унифицированность	0,08	0,5	0,04
5. Уровень материалоемкости	0,05	0,75	0,0375
6. Уровень шума	0,04	0,2	0,008
7. Безопасность	0,12	0,7	0,084
8. Функциональная мощность	0,05	0,7	0,035
9. Простота эксплуатации	0,03	0,85	0,0255
10. Ремонтопригодность	0,08	0,65	0,052
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>			
11. Конкурентоспособность	0,05	0,9	0,045
12. Перспективность рынка	0,02	0,5	0,01
13. Послепродажное обслуживание	0,02	0,7	0,014
14. Срок выхода на рынок	0,02	0,85	0,017
15. Цена	0,06	0,85	0,051

16. Финансовая эффективность	0,04	0,8	0,032
Итого	1		0,72

После суммирования средневзвешенных значений была получена итоговая оценка, равная 72 баллам и означающая, что перспективность проекта выше среднего.

### 5.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) [18]. Он проводится в несколько этапов. На первом этапе следует описать в любом порядке все сильные и слабые стороны устройства, выявленные возможности и угрозы в его внешней среде (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Первый этап SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• можно применять для распиловки бревен небольшого диаметра;</li> <li>• повышенная безопасность;</li> <li>• автономность;</li> <li>• низкая конкуренция на российском рынке;</li> <li>• высокая производительность;</li> <li>• изменение длины получаемых дров.</li> </ul>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нельзя перерабатывать отходы длиннее 3 метров;</li> <li>• низкая мобильность;</li> <li>• низкая степень унификации;</li> <li>• высокий уровень шума.</li> </ul>
<p><b>Возможности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повышение спроса на дрова;</li> </ul>	<p><b>Угрозы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повсеместный отказ от дровяного</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• получение поддержки государства на разработку;</li> <li>• повышение заинтересованности в разработке со стороны руководителей лесоперерабатывающих пунктов.</li> </ul>	<p>отопления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение объемов лесозаготовительной отрасли;</li> <li>• измельчение кусковых отходов и применение их в химической или бумажной отраслях;</li> <li>• появление серьезных конкурентов.</li> </ul>
--	---

Второй этап состоит в ранжировании выделенных факторов по степени влияния и составлении промежуточной матрицы SWOT, приведенной в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Второй этап SWOT-анализа

	Положительное влияние	Отрицательное влияние
Внутренняя среда предприятия	<p>Сильные стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. автономность;</li> <li>2. высокая производительность;</li> <li>3. повышенная безопасность;</li> <li>4. изменение длины получаемых дров;</li> <li>5. низкая конкуренция на российском рынке;</li> <li>6. можно применять для распиловки бревен небольшого диаметра.</li> </ol>	<p>Слабые стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокий уровень шума;</li> <li>2. низкая степень унификации;</li> <li>3. нельзя перерабатывать отходы длиннее 3 метров;</li> <li>4. низкая мобильность.</li> </ol>
Внешняя среда предприятия	<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышение спроса на дрова;</li> </ol>	<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. снижение объемов лесозаготовительной</li> </ol>

	2. повышение заинтересованности в разработке со стороны руководителей лесоперерабатывающих пунктов; 3. получение поддержки государства на разработку;	отрасли; 2. повсеместный отказ от дровяного отопления; 3. появление серьезных конкурентов; 4. измельчение кусковых отходов и применение их в химической или бумажной отраслях.
--	--	---

Третий этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это поможет выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие). Интерактивные матрицы проекта приведены в таблицах 5.5 – 5.8.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны							
		Си1	Си2	Си3	Си4	Си5	Си6
Возможности	В1	0	+	+	0	+	-
	В2	+	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	0	0	-

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Слабые стороны					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Возможности	В1	-	0	+	0
	В2	+	+	+	-
	В3	+	+	-	-

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

Сильные стороны							
Угрозы		Си1	Си2	Си3	Си4	Си5	Си6
	У1	-	+	-	-	+	+
	У2	-	+	-	+	+	-
	У3	+	+	+	+	+	-
	У4	-	+	-	+	-	-

Таблица 5.8 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Слабые стороны					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	+	+	+	+
	У4	-	-	-	-

Четвертый этап заключается в составлении итоговой SWOT-матрицы (таблица 9).

Таблица 5.9 – Заключительный этап SWOT-анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
Возможности	Такие сильные стороны как высокая производительность и повышенная безопасность способствуют реализации всех выявленных возможностей устройства, поэтому следует сделать их приоритетными и развивать по мере возможности.	Высокий уровень шума и низкая степень унификации могут оттолкнуть лесопромышленников от приобретения данного устройства, поэтому следует решить эти проблемы в будущем. Также необходимо удлинить следующую версию установки.

Угрозы	Отсутствие сырья для переработки или использование его по другому назначению может сделать незначительными большинство сильных сторон установки.	Появление конкурентов с низким уровнем шума, высокой степенью унификации и мобильности может являться серьезной угрозой.
--------	--	--

## 5.4 Планирование в рамках научного исследования

### 5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов [19]. Для реализации проекта необходимы три исполнителя – руководитель (Р), студент 1 (С1), студент 2 (С2). Следует разделить выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Этапы выполнения дипломной работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
Разработка задания	1	Постановка задачи	Р
Выбор направления исследования	2	Обзор научно-технической литературы	С1, С2
	3	Разработка и утверждение ТЗ	Р, С1, С2
	4	Календарное планирование работ	Р, С1, С2
Теоретические и экспериментальные	5	Разработка модели объекта	Р, С1, С2
	6	Проектирование и расчет	С1



исследования		приемного бункера и его опоры	
	7	Проектирование и расчет контактной стенки и прижимного механизма	C1
	8	Проектирование и расчет механизма подачи отходов в зону распиловки	C1
	9	Проектирование и расчет механизма пиления	C2
	10	Проектирование и расчет механизма поднимания и опускания механизма пиления	C2
	11	Синтез системы управления устройством вторичной переработки древесины и выбор элементов для её реализации	C1
	12	Синтез системы защитного отключения для устройства вторичной переработки древесины и выбор элементов для её реализации	C2
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки	C1, C2

## 5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $i$  тож используется следующая формула:

$$T_{ожі} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4,$$

где  $T_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$T_{\min}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

$T_{\max}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{рi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{рi} = \frac{T_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4,$$

где  $T_{рi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$T_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{кi} = T_{рi}k_{\text{кал}} = 1,4 * 1,48 = 2,07,$$

где  $T_{кi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле [20]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48,$$

где:  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

В таблице 5.11 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 5.11 – Расчет трудоемкости выполняемых работ

№ Раб	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
	$T_{min}$ , чел-дни			$T_{max}$ , чел-дни			$T_{ожі}$ , чел-дни				$T_{pi}$			$T_{ki}$		
	P	C1	C2	P	C1	C2	P	C1	C2		P	C1	C2	P	C1	C2
1	1	-	-	2	-	-	1,4	0	0	1	1,4	0	0	2,07	0	0
2	-	40	40	-	50	50	0	44	44	2	0	22	22	0	32,56	32,56
3	2	10	10	4	20	20	2,8	14	14	3	0,93	4,67	4,67	1,38	6,91	6,91
4	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	3	0,47	0,47	0,47	0,69	0,69	0,69
5	3	3	3	7	7	7	4,6	4,6	4,6	3	1,53	1,53	1,53	2,27	2,27	2,27
6	-	5	-	-	10	-	-	7	-	1	-	7	-	-	10,36	-
7	-	5	-	-	10	-	-	7	-	1	-	7	-	-	10,36	-
8	-	10	-	-	15	-	-	12	-	1	-	12	-	-	17,76	-
9	-	-	10	-	-	15	-	-	12	1	-	-	12	-	-	17,76
10	-	-	10	-	-	15	-	-	12	1	-	-	12	-	-	17,76
11	-	12	-	-	17	-	-	14	-	1	-	14	-	-	20,72	-
12	-	-	12	-	17	-	-	-	14	1	-	-	14	-	-	20,72
13	-	50	50	-	60	60	-	54	54	2	-	27	27	-	39,96	39,96
Итого:													6,4	141,6	138,6	

### 5.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

На основе таблицы 5.11 следует построить диаграмму Ганта, представленную на рисунке 5.4. Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

### 5.4.4 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;
- накладные расходы.

#### 5.4.4.1 Расчет затрат на основные средства

Для вычисления затрат на основные средства воспользуемся следующей формулой:  $Z_m = (1 + k_\tau) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i}$ , где  $m$  – количество видов основных средств;  $N_{\text{расх}i}$  – количество основных средств  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых основных средств;  $k_\tau$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

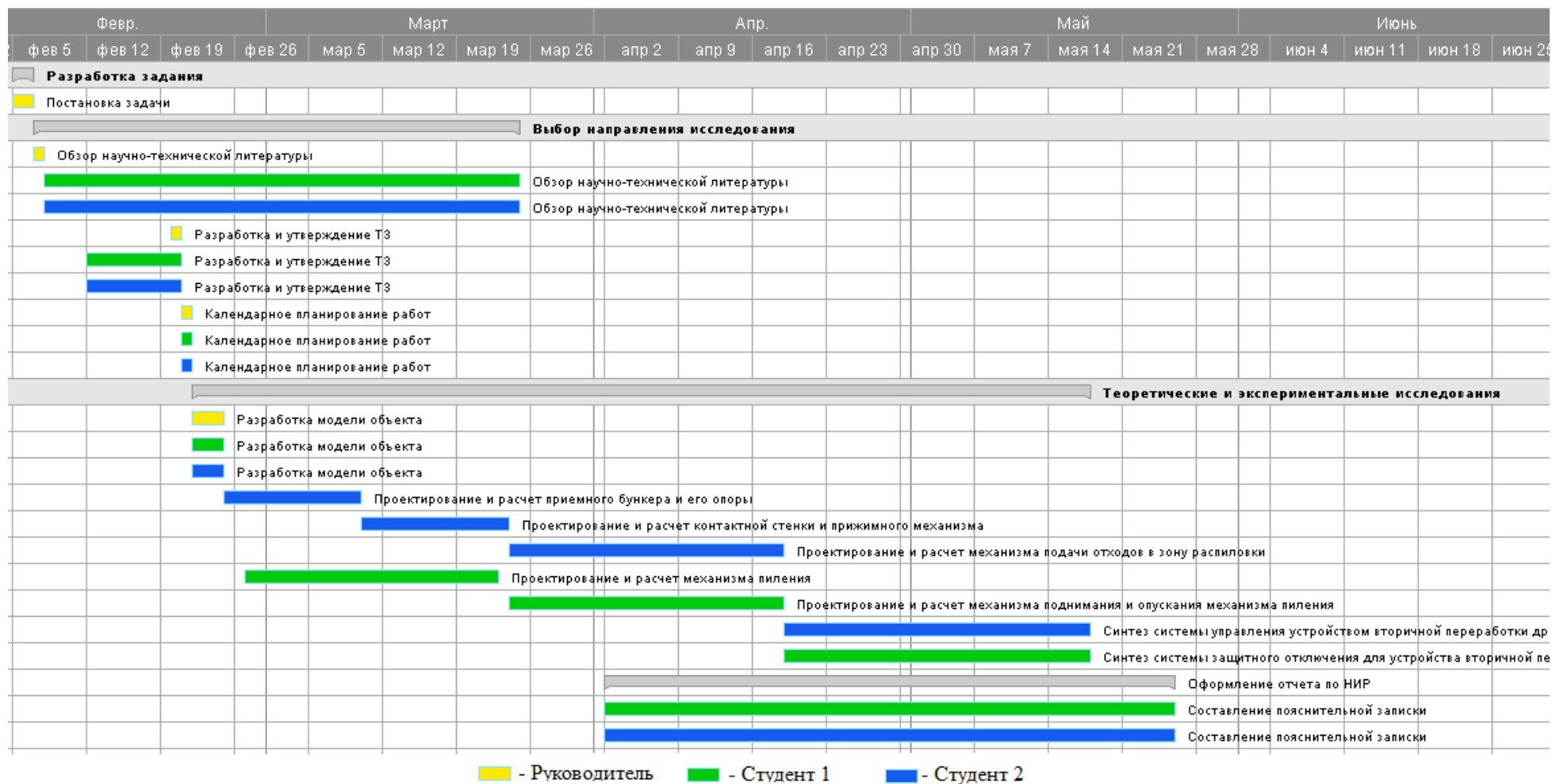


Рисунок 5.1 – Календарный план-график

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие ресурсы: компьютер, мышь, принтер, приложения Microsoft Office Word, Excel и PowerPoint, в таблице 5.12 приведены затраты на приобретение основных средств.

Таблица 5.12 – Затраты на основные средства

Наименование	Ед. изм	Количество			Цена за ед., тыс. руб.			Затраты на материалы, руб. (З <sub>м</sub> )		
		Р	С1	С2	Р	С1	С2	Р	С1	С2
Ноутбук	Шт.	1	1	1	30	35	38	34500	40250	43700
Принтер	Шт.	-	1		15	4,50		-	2587,5	2587,5
МО Word, Excel и PowerPoint	Шт.	1			3,60			1380	1380	1380
Итого:								35880	44217,5	47667,5
								127765		

#### 5.4.4.2 Материальные затраты

Ноутбук средней мощности с умеренным использованием и восьмичасовым рабочим днем, потребляет примерно – 180 Вт в час, 180 Вт x 8 ч=1,4 кВт в день. Расход в режиме ожидания: 4 Вт x 16 ч = 0,064 кВт. Итого 1,464 кВт в день.

Руководитель выполняет свои работы суммарно 6,4 дней, следовательно, 1,464 x 6,4=9,37 кВт в день. Рассчитаем оплату за электроэнергию для руководителя: 9,37 x 5,257=49,256 руб.

Студент 1 работает в течении 141,6 дней, 1,464 кВт x 141,6=207,3 кВт. Рассчитаем оплату за электроэнергию: 207,3 x 5,257=1089,8 руб.

Студент 2 работает в течении 138,6 дней, 1,464 кВт x 138,6=202,91 кВт. Рассчитаем оплату за электроэнергию: 202,91 x 5,257=1066,7 руб.

Итоговая сумма оплаты за электричество составляет: 2205,8 руб.

### 5.4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата студента и руководителя за выполнение НТИ, рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

Таблица 5.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент 1	Студент 2
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	119	119	119
Потери рабочего времени в днях - отпуск - невыходы по болезни	48	72	72
M, количество месяцев работы без отпуска в течение года	10,4	9,6	9,6
F <sub>д</sub> , действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.	198	174	174

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_o \cdot k_p,$$

где  $Z_o$  – заработная плата по окладу, руб.;  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.14.

Пример расчета основной заработной платы для руководителя:

$$Z_m = 23264 \cdot 1,3 = 30243,2 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{30243,2 \cdot 10,4}{198} = 1588,53 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = 1588,53 \cdot 6,4 = 10166,67 \text{ руб.}$$



Таблица 5.14 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$Z_{тс}$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	23264	1,3	30243,20	1588,53	6,4	10166,67
Студент 1	1850	1,3	2405	132,7	141,6	18788,86
Студент 2	1850	1,3	2405	132,7	138,6	18390,79
Итого:						47346,24

#### 5.4.4.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:  $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$ , где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем  $k_{доп}$  равным 0,14 и рассчитаем дополнительную заработную плату для руководителя [21].

$$Z_{допР} = k_{доп} \cdot Z_{оснР} = 0,14 \cdot 10166,67 = 1423,324 \text{ руб.};$$

#### 5.4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников [22]. Величина отчислений определяется по формуле:  $Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{оснС} + Z_{доп})$ , где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с положениями ст. 58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0,22 (22%), ФСС РФ – 0,029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%). Расчет отчислений во внебюджетные фонды для руководителя представлен ниже, так как отчисления взимаются только с заработной платы:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,271 * (10166,67 + 1423,324) = 3140,87 \text{ руб.}$$

#### 5.4.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Расчет накладных расходов определяется по формуле [23]:  $Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}$ , где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (127765 + 2205,8 + 47346,24 + 1423,324 + 3140,87) \cdot 0,16 \\ &= 29100 \text{ руб.} \end{aligned}$$

#### 5.4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты на основные средства	127765

Материальные затраты НИИ	2205,8
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	47346,24
Затраты по дополнительной заработной плате	1423,324
Отчисления во внебюджетные фонды	3140,87
Накладные расходы	29100
Бюджет затрат НИИ	210982

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е31	Теплякову Андрею Борисовичу

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является робототехническое устройство по переработке отходов деревообрабатывающих пунктов, которое предназначено для распиловки пакета крупных древесных отходов, загруженных в приемный бункер. Устройство работает в автоматическом режиме, при этом для его функционирования требуется оператор, загружающий древесину в приемный бункер и запускающий установку. Данный устройство планируется применять в промышленных масштабах на лесоперерабатывающих пунктах.</p>
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность.</p>	<p>1.1 Вредные факторы:          – уровень шума на рабочем месте;          – запыленность рабочей зоны;          – уровень вибраций на рабочем месте.</p> <p>1.2 Опасные факторы:</p>
--	---

	– электрический ток.
<b>2. Экологическая безопасность.</b>	– Анализ воздействий объекта на атмосферу; – Анализ воздействия объекта на литосферу; – Анализ воздействий объекта на гидросферу; – Методы защиты.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</b>	Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте оператора, является возникновение пожара.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	Основные требования к организации рабочего места.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Тепляков Андрей Борисович		

## 6 Социальная ответственность

В этом разделе рассматриваются особенности организации рабочего места специалиста, осуществляющего работу по переработке древесных отходов.

В процессе трудовой деятельности на оператора станка оказывают воздействие различного рода производственные факторы, такие как повышенный уровень шума на рабочем месте, запыленность рабочего места, воздействие вибраций. Для их предупреждения и сохранения здоровья работника предусматривается ряд мер по обеспечению безопасности трудовой деятельности.

В данном разделе выпускной квалификационной работы анализируются опасные и вредные факторы труда, дается характеристика рабочему месту и рабочей зоне.

### 6.1 Производственная безопасность

В данном пункте проводится анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при работе оператора за комплексом [24], результаты проведенного анализа приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Загрузка в приемный бункер 2. Подача древе-	1. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	Электрический ток.	ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.562-96

сины в зону рас- пиловки 3. Распиловка	2. Повышенная запыленность ра- бочей зоны; 3. Повышенный уровеньвибраций.		СП 52.13330.2011 СНиП 23-05-95 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ СанПиН 2.2.4.548.96 ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.566-96
--	---	--	---

### 6.1.1 Уровень шума на рабочем месте

При выполнении работ, описанных в таблице 4.1, специалист может оказаться в зоне повышенного уровня шума, источником которого является оборудование, находящееся в рабочем помещении, такое как сам робототехнический комплекс и агрегаты поддержки микроклимата (кондиционеры, вентиляция).

Весь комплекс нарушений, развивающийся в организме при действии шума, можно объединить в так называемую шумовую болезнь. Шумовая болезнь – это общее заболевание всего организма, развивающееся в результате воздействия шума, с преимущественным поражением центральной нервной системы и слухового анализатора.

Для постоянного шума нормирование производится в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц [25]. Для ориентировочной оценки допускается измерять в дБА. Преимущество измерения шума в акустических децибелах заключается в том, что позволяет определять превышение допустимых уровней шума без спектрального анализа его в октавных полосах.

Шум и вибрацию станков измеряют при холостом режиме и работе под нагрузкой, значение зависит от суммарной номинальной мощности электродвигателей приводов в кВт.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 [26], максимальный уровень звукового давления при работе, требующей сосредоточенности, работе с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, составляет 65 дБА.

Электродвигатель, приводящий в движение механизм подачи древесины в зону распиловки, имеет номинальную мощность 0,75 кВт, что создает уровень шума порядка 71 дБА. Такой уровень превышает норму, в связи с чем следует применять средства снижения шума и защиты оператора.

В качестве мер по снижению шума применяют [27, 28]:

- тщательную пригонку деталей, смазку, замену металлических деталей незвучными материалами;
- поглощение вибрации деталей, применение звукопоглощающих прокладок;
- установку станков на прочные фундаменты;
- звукоизоляцию (использование кожухов, выдачу рабочим наушников, беруш).

Также проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры рабочих с обязательной проверкой слуха аудиометрами или камертонами.

### **6.1.2 Запыленность рабочего места**

Огромные объемы древесной пыли в воздухе присутствуют на каждом деревообрабатывающем производстве [29].



По размеру (дисперсности) пыль классифицируется на следующие группы:

- видимая пыль: грубодисперсная (размер более 100 мкм) и среднедисперсная (размер от 10 до 100 мкм);
- невидимая, высокодисперсная пыль: микроскопическая пыль (размер от 0,25 мкм до 10 мкм), ультрамикроскопическая пыль (размер менее 0,25 мкм).

Невидимая пыль оказывает самое пагубное воздействие на человека, частицы вдыхаются с воздухом и вызывают крошечные раны и рубцы на легких человека. При сохранении постоянного воздействия это приводит к значительному снижению емкости легких, а также к ряду других нарушений работы организма [30].

Древесная пыль воздействует на оператора в качестве раздражителя. Она раздражает все участки кожи и особенно слизистые оболочки, с которыми контактирует. Раздражение приводит к таким реакциям организма как зуд, чиханье, кашель, насморк, сыпь, астма и одышка. При длительном воздействии может проявиться аллергия, воспаление или ряд других негативных последствий.

Защита от действия древесной пыли производится техническими средствами – коллективными и индивидуальными:

- респиратор – средство индивидуальной защиты органов дыхания от попадания аэрозолей (пыль, дым, туман) или вредных газов. Это простое и одновременно надёжное средство защиты;
- воздушный фильтр – элемент воздухоочистителя (бумажный, матерчатый, войлочный, поролоновый, сетчатый или иной), который служит для фильтрования воздуха от пыли, подаваемого в помещения системами вентиляции и кондиционирования;

– нагнетание или отсос воздуха. Принцип работы заключается в удалении через трубы, непосредственно от работающего станка, всей образующейся пыли, и подачи свежего воздуха извне.

### **6.1.3 Вибрационное воздействие**

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, при котором материальное тело периодически через определенный промежуток времени проходит одно и то же устойчивое положение.

Человек в состоянии ощущать вибрацию в диапазоне от долей герца до 8000 Гц [31]. Вибрация более высокой частоты воспринимается как тепловое ощущение.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на:

- общую (вибрация рабочих мест) – передается через опорные поверхности на тело человека;
- локальную – через руки при работе с разными инструментами (машинами).

Вибрация, передающаяся на организм человека, вне зависимости от места контакта распространяется по всему телу. Наиболее высокой вибрационной чувствительностью обладает кожа ладонной поверхности концевых фаланг пальцев рук. Наибольшая чувствительность наблюдается к вибрации с частотами 100–250 Гц, причем в дневное время чувствительность выражена в большей степени, чем утром и вечером.

Вибрационный фактор служит источником многих заболеваний, объединенных в отечественной литературе под общим названием вибрационная болезнь [32]. Разные формы этого заболевания существенно отличаются между собой как по клинической картине, развитию и течению, так и по механизму своего возникновения.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [33], механизм подачи древесины в зону распиловки является источником вибрации порядка 30 дБ с частотой 1-2 Гц и скоростью 0,1-0,2 м/с. В силу того, что во время непосредственной работы комплекса оператор не контактирует с его поверхностями и находится на некотором удалении, то средств индивидуальной защиты для него не требуется.

#### **6.1.4 Электробезопасность**

Электрические установки, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением [34].

##### **6.1.4.1 Защитное заземление**

Все электрические приборы необходимо оснащать заземлением. Защитное заземление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

Защитное заземление или зануление следует выполнять в установках при номинальных напряжениях 380В и выше переменного тока и 440В и выше постоянного тока – во всех случаях.

Так как разработанный комплекс питается от трёхфазной цепи переменного тока при номинальном напряжении 380В, то согласно ГОСТ 12.1.030-81 заземление данного устройства обязательно.

Согласно ГОСТ Р 50571.10-96 [35], заземление станка осуществляется через контакт с заземлителем, которым могут являться:

- металлические стержни или трубы;
- металлические полосы или проволока;
- металлические плиты, пластины или листы;
- фундаментные заземлители;
- стальная арматура железобетона.

Площадь сечения проводника выбирается исходя из тока короткого замыкания.

#### **6.1.4.2 Поражение электрическим током**

В случае нарушение правил эксплуатации электрического прибора, возможно поражение человека электрическим током. Напряжение питания станка равно 380В с частотой 50 Гц, при предельно допустимом напряжении прикосновения не более 65 В. Таким образом, помещение в котором осуществляется эксплуатация устройства можно отнести к помещениям повышенной опасности.

Различают два основных вида поражения электрическим током: электрические травмы и электрические удары [36]. Поражение электрическим током может произойти в случае:

- прикосновения к незащищённым токонесущим частям электрического оборудования под напряжением;
- прикосновения человека к заземлённым частям;
- действия шагового напряжения.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- защитное отключение на оборудовании;
- заземление оборудования;
- использование изолирующего ограждения, информационных табличек;

– средства индивидуальной защиты.

Таким образом, защита от поражения электрическим током обеспечена с соблюдением ГОСТ Р 50571.3-94 [35]. Защита от поражения электрическим током, и опасность возникновения поражения электрическим током может возникнуть только в случае грубейшего нарушения правил техники безопасности, поэтому с персоналом, работающим с комплексом, должен проводиться инструктаж по технике безопасности и правилу использования электроустановок.

## **6.2 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходов жизнедеятельности человека.

### **6.2.1 Анализ воздействий объекта на атмосферу**

При производстве дров комплекс производит отходы в виде опилок. Данные отходы пагубно влияют на окружающую среду [37]. Чтобы этого не происходило, опилки нужно хранить в специальной камере или перерабатывать их на месте работы комплекса. Для работников, производящих загрузку горбыля, нужно применять элементы специальной защиты (респираторы, защитные очки).

### **6.2.2 Анализ воздействий объекта на литосферу**

Другим аспектом является утилизация неисправного оборудования и устаревших деталей комплекса. Неправильная утилизация может нанести большой вред окружающей среде. Для устранения вреда от неправильной утилизации, необходимо воспользоваться услугами специальных компаний,

занимающихся утилизацией старой техники. Данные предприятия функционируют на всей территории России.

При эксплуатации оборудования используется смазочный материал, и при износе прокладок возможна утечка смазочного материала. Данный фактор также пагубно влияет на окружающую среду. Чтобы предотвратить это, необходимо производить техническое обслуживание оборудования в установленный срок.

### **6.2.3 Анализ воздействий объекта на гидросферу**

При нахождении части производства вне помещения, из-за дождя часть опилок и смазочных материалов может смыть, и загрязнённая вода может попасть в водоем. Чтобы этого не происходило необходимо вокруг производства выкапывать ров высотой не ниже 10 сантиметров [38]. Эксплуатация данного устройства должна осуществляться в отдалении от крупных водохранилищ.

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Общие требования к пожарной безопасности нормируются ГОСТ 12.1.004-91 в соответствии с общесоюзными нормами технологического проектирования все производственные здания и помещения по взрывопожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г и Д.

Рассматриваемое помещение по взрывопожароопасности подходит под категорию В. Переработка древесных отходов – процесс, сопряженный с множеством рисков, в том числе и с риском возникновения пожара. Наиболее распространенной причиной пожара на предприятиях по переработке древесины является её возгорание. Например, трение может привести к перегреву материала, что может вызвать воспламенение в приемном бункере.

Здание должно быть оснащено автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать о пожаре с указанием места его возникновения.

В здании размещены первичные средства пожаротушения: пожарный щит, ящики с песком, огнетушители порошковые (ОП-5) – предназначен для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (класса А, В, С или В, С в зависимости от типа применяемого порошка), а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В [39]. Более того, в помещении должны иметься средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Для эвакуации людей при пожаре имеется эвакуационный выход и главный вход. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы.

#### **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Количество рабочих часов за неделю не должно превышать 40. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

К работе со станком допускаются лица не моложе 16 лет, прошедшие специальное обучение. К работе за станком не допускаются не трудоспособные лица (инвалиды, пенсионеры, лица моложе 16 лет).

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [40], существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться его соответствии антропометрическим,

физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

– при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ[41], определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

– рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76 [42];

– конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

– рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.



## **Заключение**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были решены следующие поставленные задачи. В первую очередь была подтверждена актуальность разработки устройства переработки отходов деревообрабатывающих пунктов. Затем, был проведен аналитический обзор существующих технических решений в области переработки неделовой древесины. После этого, поставлена задача проектирования, то есть определена желаемая конструкция и её основные параметры. На следующем этапе разработаны элементы устройства, такие как приемный бункер и его опора с чертежами их конструкции, механизм подачи древесины в зону распиловки с выбором электродвигателя 4A71B4УЗ и миниконтактора МКИ-10610 6А, с расчетом механических передач и чертежом конструкции. Далее был спроектирован алгоритм работы системы управления устройством, составлены схемы электрическая принципиальная и монтажная соединений системы управления, а также произведен выбор элементов для её реализации.

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был определен целевой сегмент рынка устройств вторичной переработки древесины, соответствующий автоматическим промышленным установкам, была составлена оценочная карта перспективности разработки по технологии QuaD, показатель по которой равен 72 (средняя перспективность), был проведен SWOT-анализ, была составлена диаграмма Ганта и рассчитан бюджет НИР, который составил 211 тысяч рублей. Основную часть данного финансирования обеспечивает Томский политехнический университет. В аудиториях ТПУ для студентов предоставляются персональные компьютеры с установленным лицензионным обеспечением Microsoft Office Word, Excel, PowerPoint.

В результате проведения исследования по разделу «Социальная ответственность» были определены вредные (уровень шума и вибраций на рабочем месте, запыленность рабочей зоны) и опасные (электрический ток) производственные факторы, создаваемые в процессе работы устройства. Также проведен анализ воздействий объекта на атмосферу, литосферу, гидросферу, определены мероприятия по безопасности в чрезвычайной ситуации, а именно при возникновении пожара, описаны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, а именно основные требования к организации рабочего места.

## Список публикаций студента

1. Тепляков А. Б. Модель беспилотного автомобиля / А. Б. Тепляков, И. С. Григоришин, Т. В. Александрова // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 286-287].

2. Тепляков А. Б. Модель беспилотного автомобиля / А. Б. Тепляков, И. С. Григоришин ; науч. рук. Т. В. Александрова, Е. Е. Шеломенцев // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 5-9 октября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 2. — [С. 79-81].

3. А.Б. Тепляков, С.В. Балабенко, А.В. Тырышкин. Робототехнический комплекс по переработке вторичной древесины. Материалы международной конференции (7–10 декабря 2016 г.) / под ред. В.И. Сырямкина, А.В. Юрченко; Томский государственный университет. Часть 1. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2016.– [С. 48-49].

## Список использованных источников

1. Онучин Е. М., Анисимов П. Н. История развития и перспектива технологий и технических средств заготовки и переработки древесины энергетического назначения // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2013. - №37. - С. 136-142.
2. Древесина. Энциклопедия Кругосвет. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/tehnologiya\\_i\\_promyshlennost/DREVESINA.html?page=0,1](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/DREVESINA.html?page=0,1), свободный.
3. В.Ю. Колюхов, Н.В. Кербан. Пути использования древесных отходов // Молодежный вестник ИрГТУ. 2016.
4. Бушманов П.В. Альтернативные способы утилизации древесных отходов // Actualscience . - 2016. - №1 Том 2. - С. 42-44.
5. Пушкарева О. Б. История развития обработки древесины, начиная с древних времен до настоящего времени / О. Б. Пушкарева, В. Г. Новоселов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды II международного евразийского симпозиума / [под научной ред. В. Г. Новоселова]; Федеральное агентство по образованию российской федерации, Уральский государственный лесотехнический университет, Уральский лесной технопарк. – Екатеринбург, 2007. – С. 283–295.
6. Стенд для распиловки дров 22517 цена, описание, технические характеристики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://enkor.ru/catalog/product/90225>, свободный.
7. Рубильные машины (дроворубы) URBAN (Чехия). [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://ecoprom74.ru/magazin/folder/rubilnye-mashiny-drovoruby-urban-chehiya>, свободный.
8. Устройство ленточной пилорамы и принцип ее работы. [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://moiinstrumenty.ru/rezhushhie/ustroistvo-lentochnoi-piloramy.html>, свободный.

9. Колесникова А. В. Подход к оценке объемов образования древесных отходов в российской федерации // Горные науки и технологии . - 2013. - №11. - С. 75-86.
10. ПЕШКОВ В. А. Концентрация предприятий и эффективность производства // Лесопильная промышленность России. - 2010. - №8.
11. ГОСТ 18288-87 Производство лесопильное. Термины и определения.
12. Плотность дерева, древесины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tree-forest.ru/classification/plotnost-dereva/>, свободный.
13. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
14. Проектирование механических передач: Учеб. пособие / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов и др. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 536 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).
15. Электродвигатели 4А, 4АМ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electronpro.ru/electrodvigateli-4a-4am>, свободный.
16. Готовцев А. А., Котенок И. П. Проектирование цепных передач: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 336 с., ил. – (Б-ка конструктора).
17. Миниконтактор МКИ-10610 6А 230В/АС3 1НО (КММ11-006-230-10). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.etm.ru/cat/nn/9936704/>, свободный.
18. Поспелов Д. А. Логические методы анализа и синтеза схем./ Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Энергия, 1974. — 368с.
19. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
20. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.

21. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие/Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175с.
22. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
23. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>, свободный.
24. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. Под ред. Э.А. Арустамова / 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во «Дашков и К°», 2006. — 476 с.
25. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
26. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
28. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
29. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>, свободный.
30. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://studopedia.org/1-132580.html>, свободный.
31. ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
32. СН 2.2.4/2.1.8.566. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997/

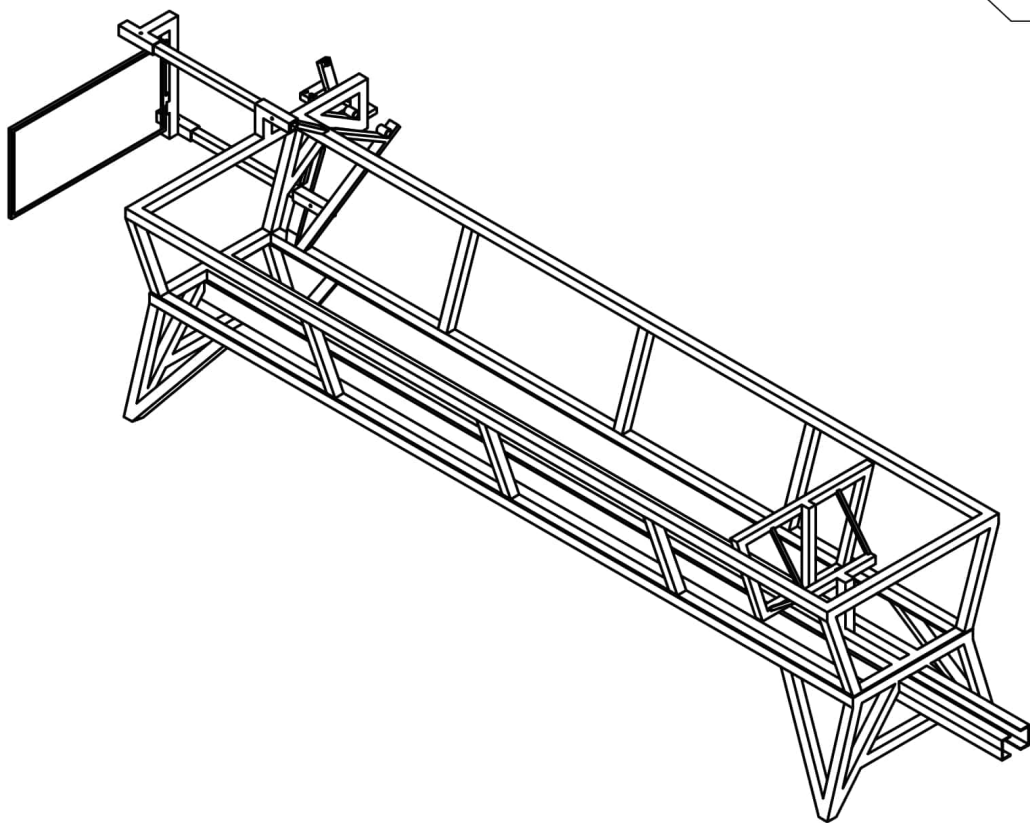
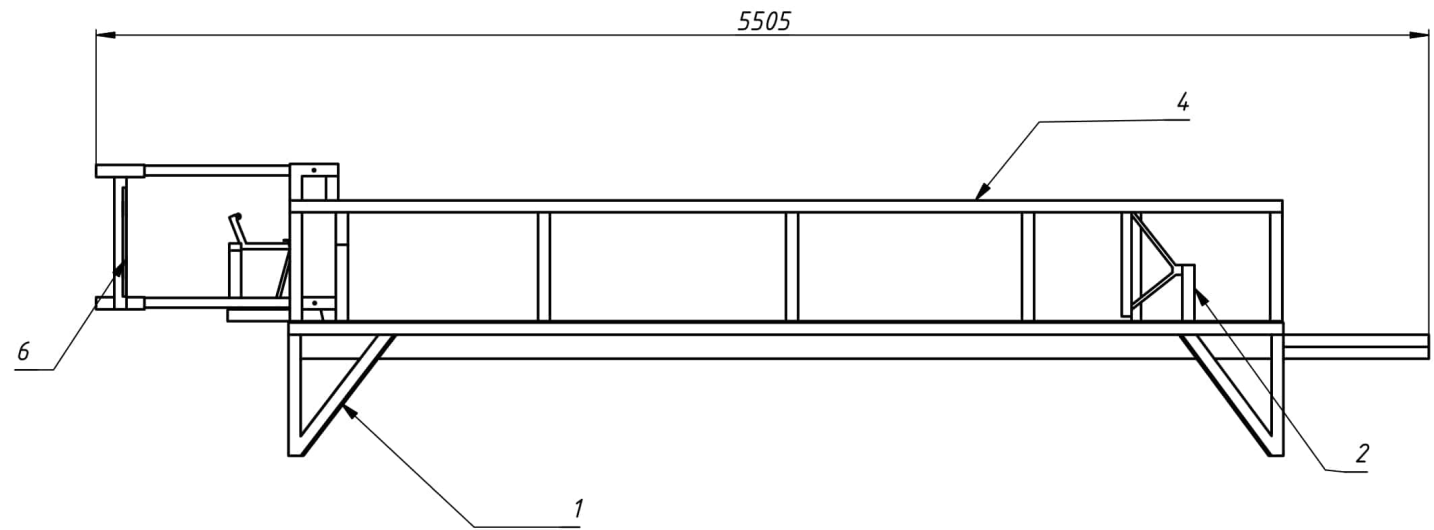
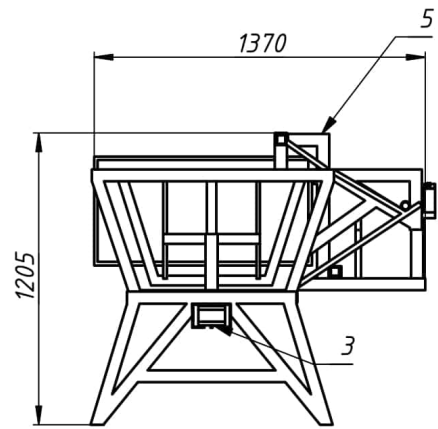
33. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.
34. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / С. В. Белов. — 4-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013.
35. ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54-80) Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники.
36. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
37. Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с.
38. ГОСТ 17.1.3.06–82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
39. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.
40. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования».
41. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования».
42. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

**Приложение А. Конструкторская документация на приемный бункер и его опору и механизм подачи древесины в зону распиловки**

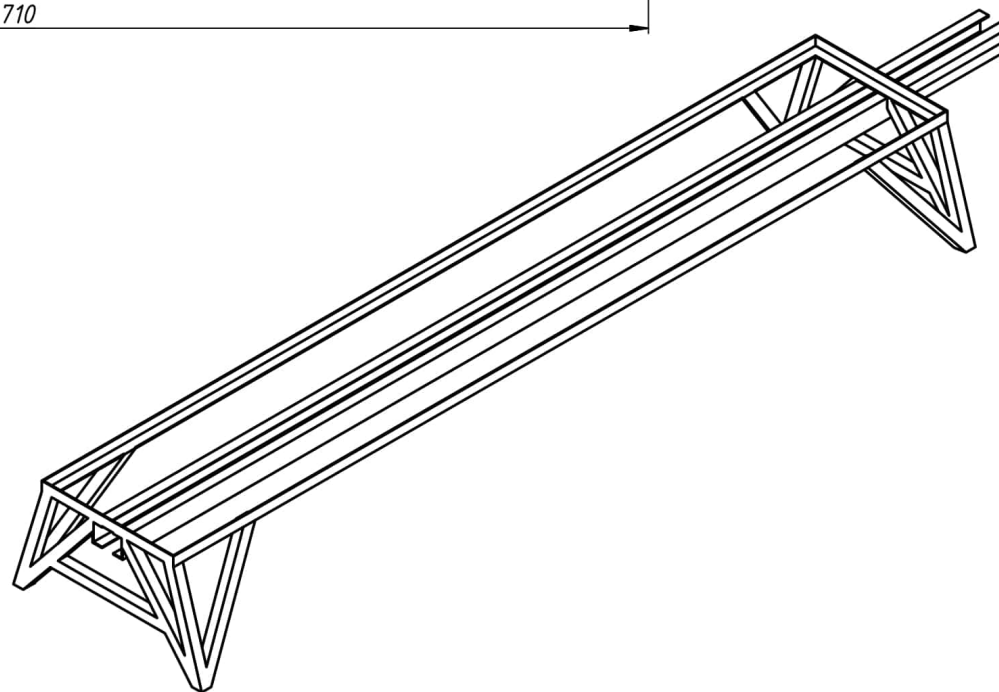
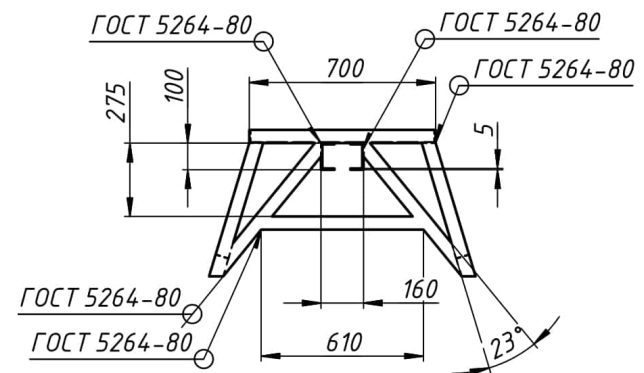
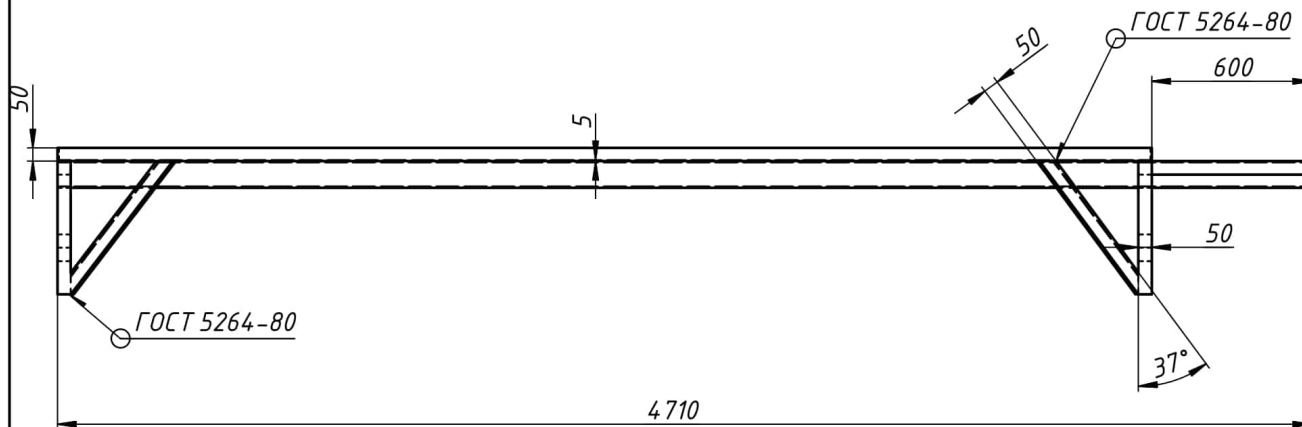


ФОРМ	Лист	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					<b><u>Документация</u></b>			
A3				ФЮРА.733000.000 СБ	Сборочный чертёж			
					<b><u>Детали</u></b>			
A3		1		ФЮРА.301318.001	Опора бункера	1		
A4		2		ФЮРА.304547.002	Толкатель механизма подачи	1		
A4		3		ФЮРА.301320.003	Каретка механизма подачи	1		
A3		4		ФЮРА.305413.004	Рама бункера	1		
A4		5		ФЮРА.301536.005	Крепление стенки	1		
A4		6		ФЮРА.305413.006	Рама сигнальной стенки	1		
					<b><u>Стандартные изделия</u></b>			
		7			Шпилька М8 - 6д'80.58 ГОСТ 22042-76	12		
		8			Подшипник 100089 ГОСТ 8338-75	16		
		9			Гайка М8х1 ГОСТ 5927-70	24		
				<b>ФЮРА.733000.000</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Бункер устройства</b>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Тепляков				У	1	8
Провер.		Тырышкин				<b>ТПУ ИК Группа 8Е31</b>		
Утвердил								

ФЮРА.733000.000

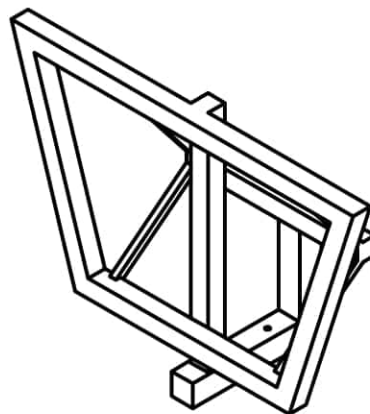
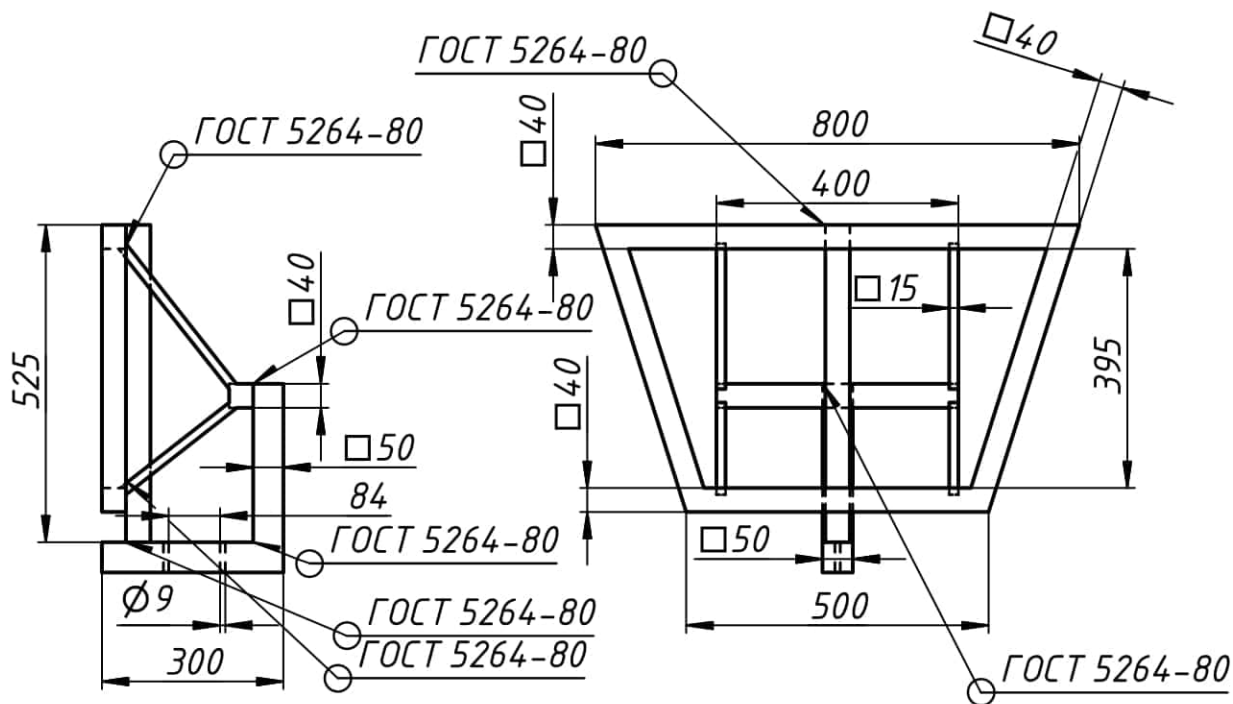


					<b>ФЮРА.733000.000</b>			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>БУНКЕР УСТРОЙСТВА</b>	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Тепляков			05.06.2017		у	131,9	1:22
Пров	Тырышкин					Лист	Листов	
Т контр								
Нач отд								
Н контр					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Утв								



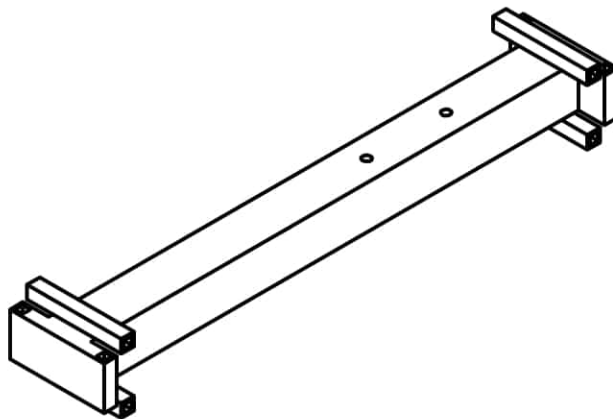
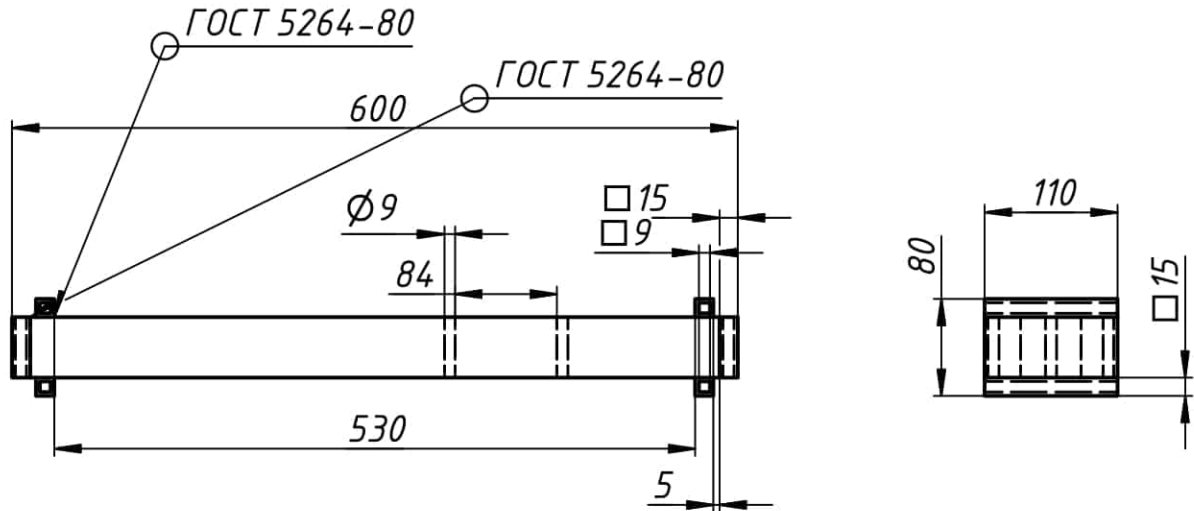
					<b>ФЮРА.301318.001</b>			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>ОПОРА БУНКЕРА</b>	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Тепляков			04.06.2017		у	33,0	1:20
Пров	Тырышкин					Лист / Листов		
Т контр								
Нач отд								
Н контр					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Утв					ТПУ ИК Группа ВЕЗ1			

ФЮРА.304547.002



					<b>ФЮРА.304547.002</b>				
					<b>ТОЛКАТЕЛЬ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ</b>				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб		
Разраб		Тяпляков		04.06.2017	У	6,5	0,08 : 1		
Пров		Тырышкин							
Т контр					Лист	Листов			
Нач отд					ТПУ ИК Группа 8Е31				
Н контр				Сталь 45 ГОСТ 1050-88					
Утв				Копировал					
					Формат				

ФЮРА.301320.003

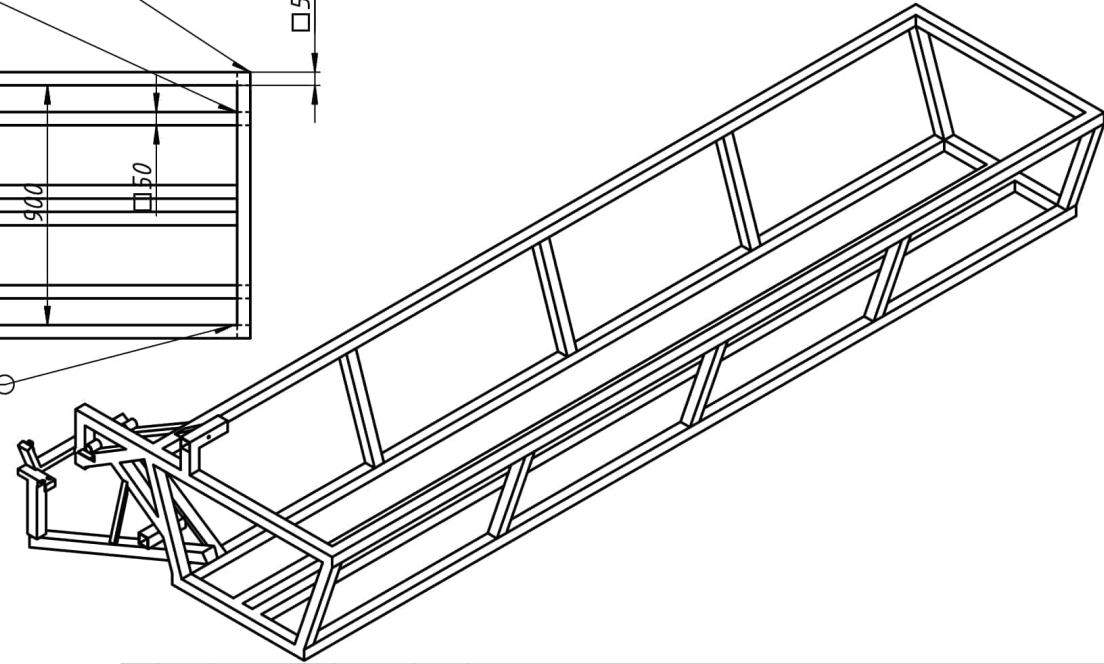
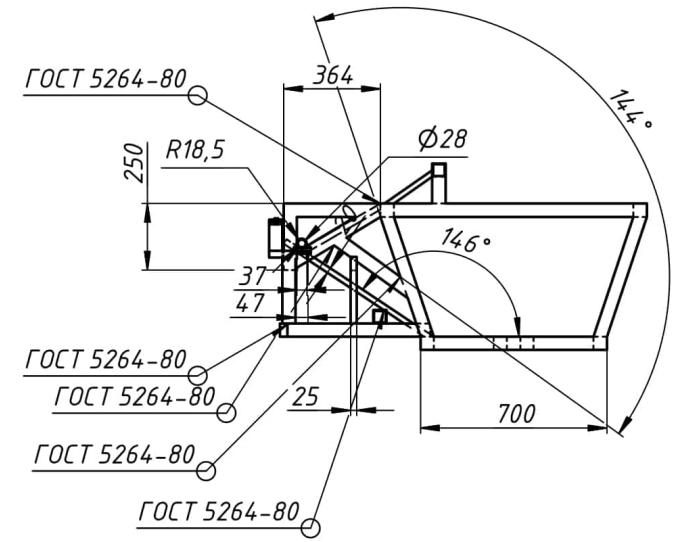
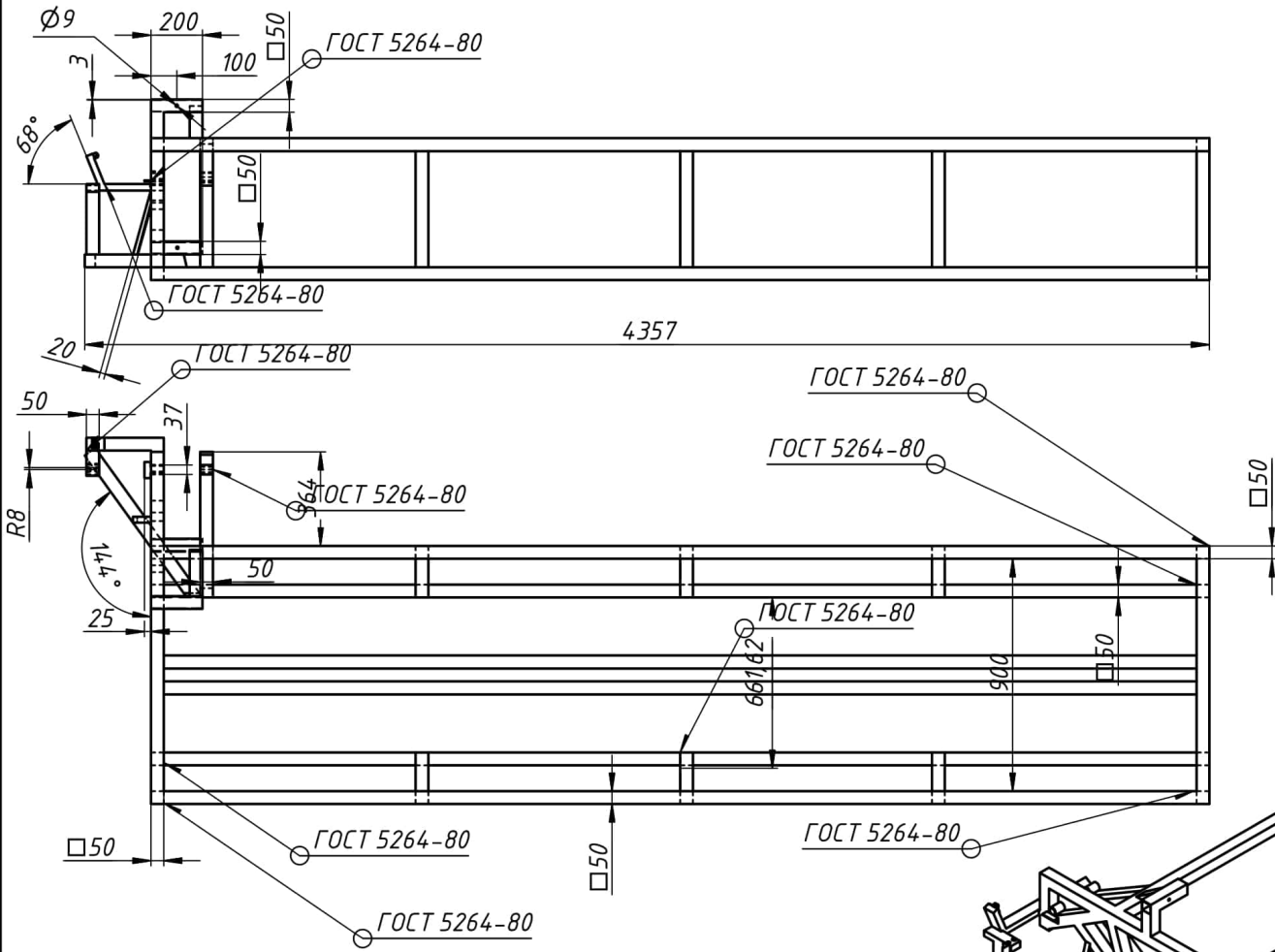


					<b>ФЮРА.301320.003</b>		
					<b>КАРЕТКА МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ</b>		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб		Тепляков		04.06.2017	У	1,6	0,16 : 1
Пров		Тырышкин			Лист		Листов
Т контр					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Нач отд					ТПУ ИК 8Е31		
Н контр							
Утв							

Копировал

Формат

ФЮРА.305413.004

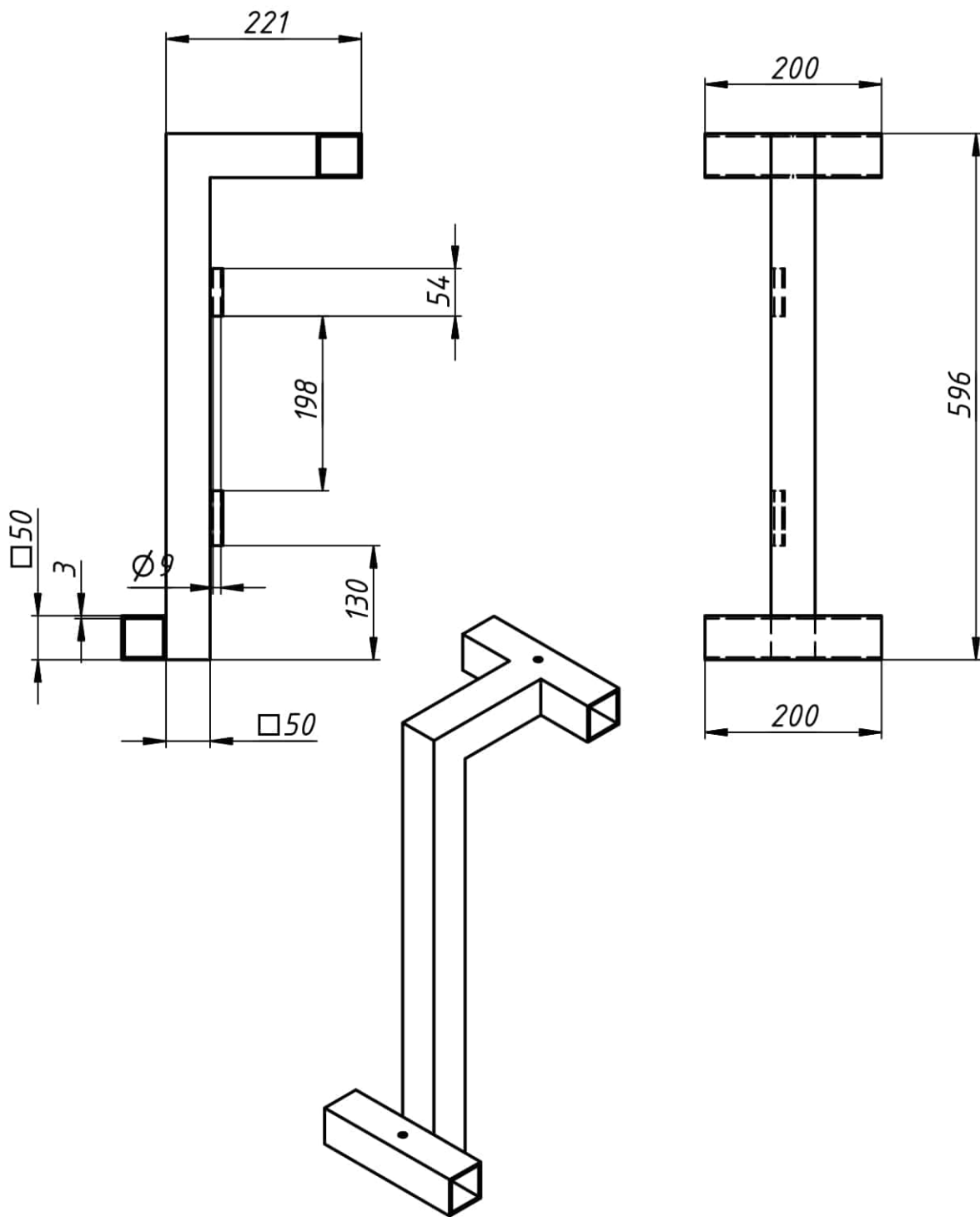


					ФЮРА.305413.004				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	РАМА БУНКЕРА		Лит	Масса	Масштаб
Разраб		Балабенько		24.05.2017			у	0	1:20
Пров		Тырышкин					Лист	Листов	
Т контр					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		ТПУ ИК Группа ВЕЗ1		
Нач отд									
Н контр									
Утв									

Копировал

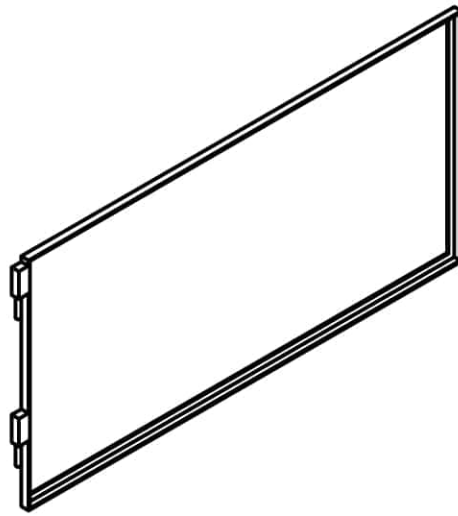
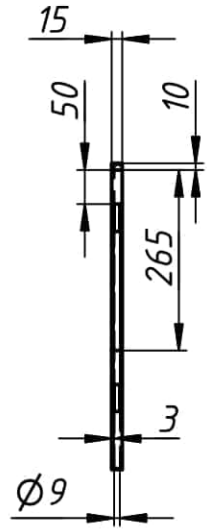
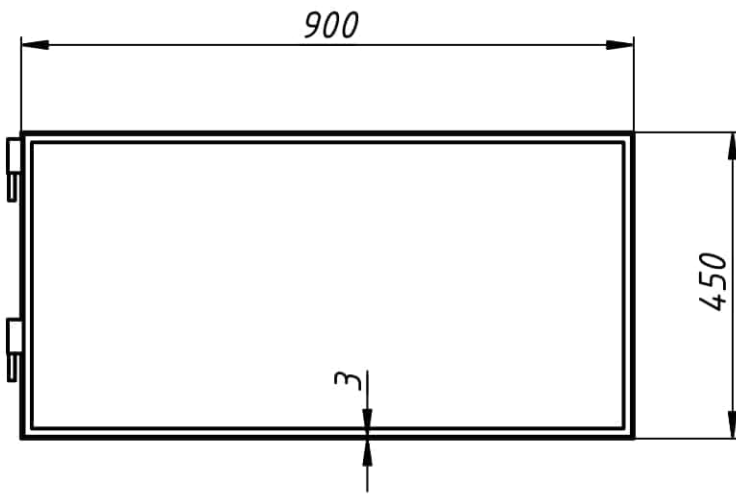
Формат А

ФЮРА.301536.005



					<b>ФЮРА.301536.005</b>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>	<b>КРЕПЛЕНИЕ СТЕНКИ</b>	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб</i>	<i>Тепляков</i>			05.06.2017		<i>У</i>	2,0	0,14 : 1
<i>Пров</i>	<i>Тырышкин</i>					<i>Лист</i>		<i>Листов</i>
<i>Т контр</i>								
<i>Нач отд</i>								
<i>Н контр</i>					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
<i>Утв</i>					ТПУ ИК 8Е31			

ФЮРА.305413.006



					<b>ФЮРА.305413.006</b>			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>РАМА СИГНАЛЬНОЙ СТЕНКИ</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб	Тепляков			05.06.2017		У	0,3	0,09 : 1
Пров	Тырышкин					Листов		
Т контр								
Нач отд					<b>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</b>			
Н контр					<b>ТПУ ИК 8Е31</b>			
Утв								

Копировал

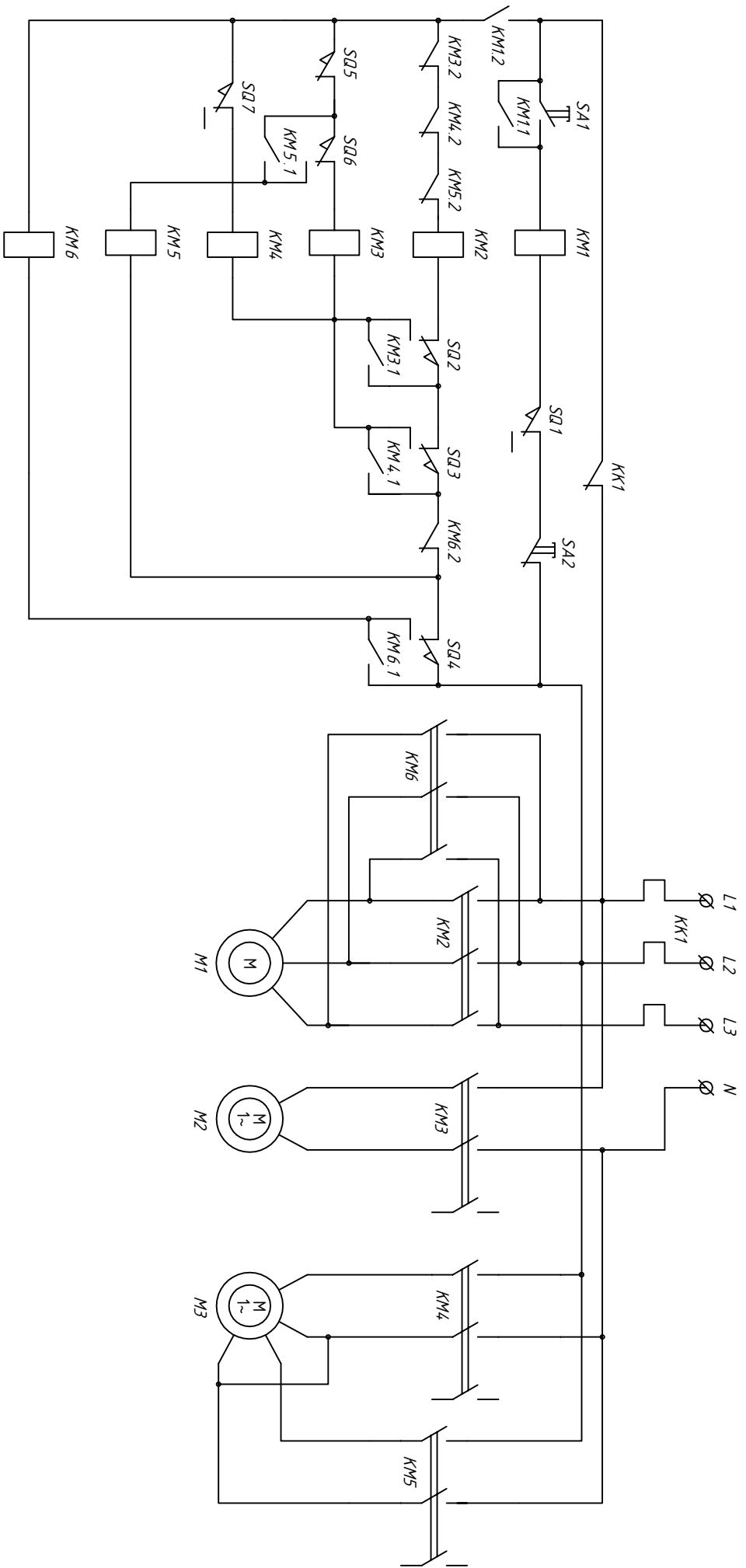
Формат



**Приложение Б. Схема электрическая принципиальная системы  
управления устройством**

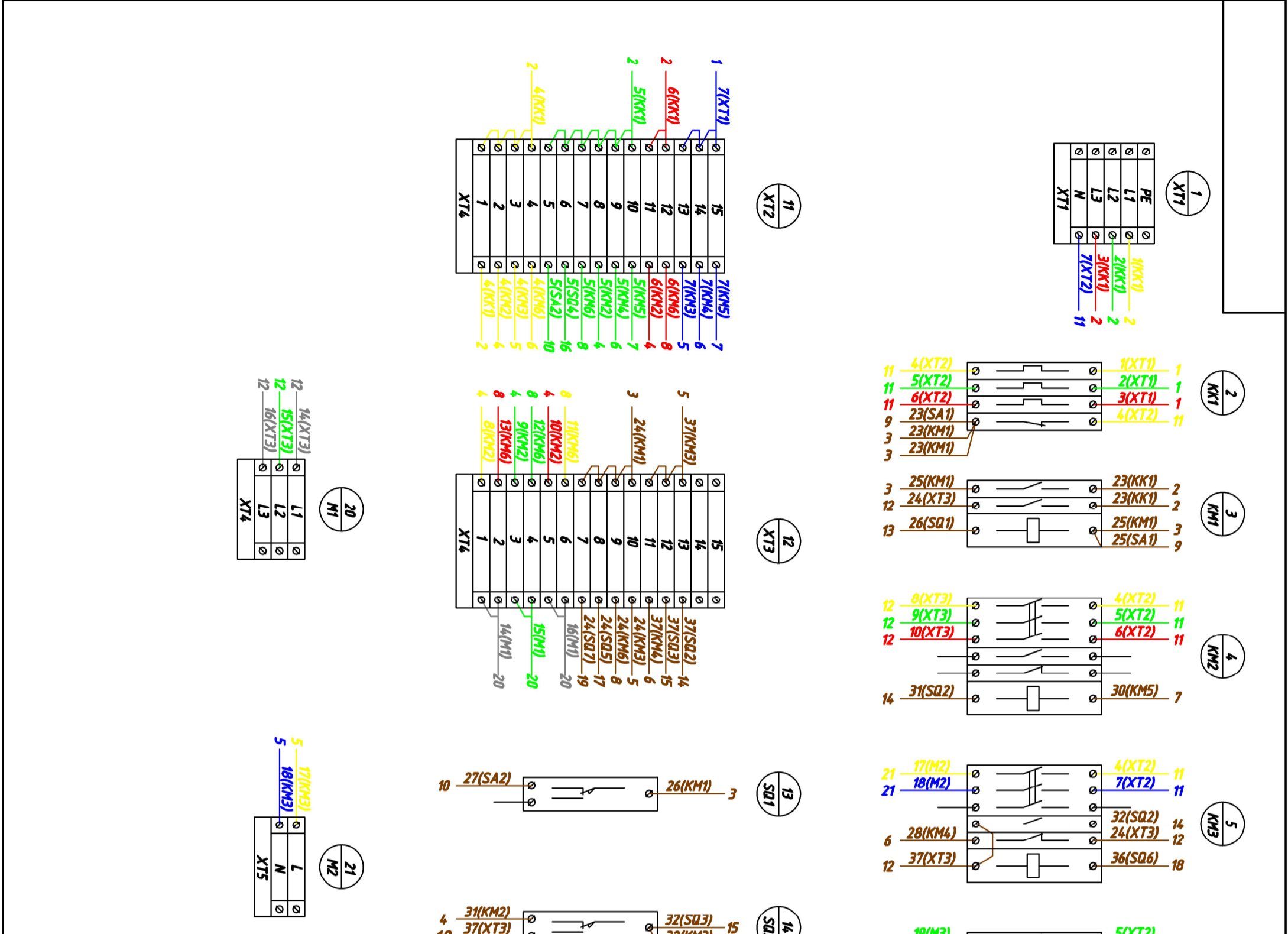
Инв. № подл.	Подр. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подр. и дата

Справ. №	Перв. примен.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Удб.				
Лист	Масса	Масштаб		
Лист				

**Приложение В. Схема монтажная соединений системы управления  
устройством**



Изм.	Лист	N° док-м.	Подп.	Дата
Разраб.	Проб.	Техн.пр.	Н.контр.	Утв.
Лист				
Лист		Листов		