

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

Институт электронного обучения
Специальность Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем (230105)
Кафедра автоматики и компьютерных систем

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления картонайзером

УДК 004.415:621.798.4:658.78

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8001	Говорун Андрей Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мартынов Я.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Невский Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Фадеев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем (230105)
Кафедра автоматизации и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8001	Говорун Андрей Владимирович

Тема работы:

Автоматизированная система управления картонайзером	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом разработки является программный модуль, позволяющий отслеживать состояние электромеханических устройств (в т.ч. картонайзера) на наличие отклонения от нормальной работы, заданной условиями технического задания. Исходными данными для написания дипломного проекта являются следующие документы: <ul style="list-style-type: none">– пояснительная записка технического проекта: «комплексная автоматизация процесса упаковки с использованием программных продуктов»;– научно-исследовательский обзор по теме: «Проектирование программного обеспечения с использованием языков программирования высокого уровня»;
---------------------------------	---

	– технические требования к устройству картонайзера и параметрам его работы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Разработке подлежат следующие пункты: – реализация аналогово-цифрового преобразования; – цифровая реализация устройства защиты на основе емкостных устройств; – аналитический обзор по теме автоматизированная система управления картонайзером.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	– схема технологического процесса упаковывания картонайзером; – функциональная схема построения автоматизированной системы управления картонайзером; – структурная схема построения микропроцессорной системы управления; – блок-схемы алгоритмов модулей программы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Основная часть	Мартынов Я.А.
Финансовый менеджмент	Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Невский Е.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мартынов Я.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8001	Говорун Андрей Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8001	Говорун Андрей Владимирович

Институт	электронного обучения	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	230105

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Модель Кано
5. ФСА диаграмма
6. Оценка перспективности нового продукта
7. График разработки и внедрения ИР
8. Инвестиционный план. Бюджет ИП
9. Основные показатели эффективности ИП
10. Риски ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	К. Э. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8001	Говорун Андрей Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8001	Говорун Андрей Владимирович

Институт	ИнЭО	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	230105

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание программного обеспечения (требования к ПО, технологического и прикладного оборудования необходимого для функционирования ПО, технологического процесса в котором данное ПО используется) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (вредные вещества)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного и социального характера)</i> 	<p>В данном разделе рассмотрены и определены требования к качеству разработанного ПО на предмет негативного влияния, как на устройства, задействованные при работе картонайлера, так и на персонал, выполняющий работы с картонайлера непосредственно. Так же рассмотрены критичности проходящих ошибок в ПО. Также рассмотрены рекомендации по организации безопасности условий труда, меры применения техники безопасности при использовании ПО картонайлера. Кроме того, рассмотрены вопросы пожарной безопасности.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>В проекте даются ссылки и вырезки из основных нормативных документов по теме, список рассмотренных документов:</i></p> <p>Федеральный Закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации».</p> <p>ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»</p> <p>Нейман Л.А. Безопасность труда в приборостроении. Учебное пособие/ СПб ГТУАП, 1998 г.</p> <p>ТОИ Р 01-00-01-96 «Типовая инструкция по охране труда для операторов и пользователей персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ)».</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы».</p> <p>НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности".</p> <p>СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».</p> <p><i>Луцаев В. В. / Программная инженерия. Методологические основы. // М.: ТЕИС, 2006.</i></p> <p>ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Ос-</p>

	<p>новые понятия. Термины и определения. // М.: Издательство стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 – 93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. // М.: Издательство стандартов, 1994.</p> <p>ГОСТ 51901.5 – 2005. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности. // М.: Издательство стандартов, 2007.</p> <p>ГОСТ 28195 – 89. Оценка качества программных средств. Общие положения. // М.: Издательство стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 27.310 – 95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. // М.: Издательство стандартов, 1995.</p> <p>ГОСТ 51901.12 – 2007. Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. // М.: Издательство стандартов, 2007.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>5.1 Оценка качества ПО АСУ картонайзером:</p> <ul style="list-style-type: none"> – позиция положительной эффективности; – позиция негативной формулы ; – источник появления ошибок ПО – приведение критериев оценки и допустимых норм с необходимой размерностью; 	<p>В данной главе проведена оценка качества ПО для АСУ картонайзером с двух таких позиций: позиция положительной эффективности говорит о том, что ПО для АСУ картонайзера создано в адекватном виде, что способствует правильному выполнению поставленных для картонайзера задач, а именно непрерывное управление складской деятельностью с сохранением целостности изделий. Позиция негативной формулы анализирует ПО для АСУ картонайзера с точки зрения возможного причинения непоправимого ущерба, как для изделия, так и для персонала осуществляющего обслуживание этого изделия. Оценка проводилась по основным изложенным в ГОСТ критериям.</p>
<p>5.1.1 Ошибки ПО АСУ картонайзером и техника безопасности при их возникновении</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие ошибки в отношении ПО; – эталонные параметры ПО ; – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, источники, средства защиты); – техника безопасности при работе с ПО АСУ картонайзером с использование ПК; 	<p>В данной главе рассмотрено понятие ошибки ПО, как характеристики способной стать причиной причинения ущерба от использования ПО вследствие возникновения сбоев. Рассмотрены основные риски и факторы вредных и опасных воздействий возможных при возникновении сбоев в работе с ПО АСУ картонайзером и самим устройством, а так же меры предосторожности и борьбы с ними.</p>
<p>5.2 Анализ надежности ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности</p> <ul style="list-style-type: none"> – показатели качества по безотказности программного обеспечения; – систематизация ошибок, как формы влияния на надежность; – основные причины отказа или нарушений в работе ПО АСУ картонайзером; 	<p>В данной главе рассмотрена систематизация ошибок, как формы влияния на надежность. Основной целью проведения анализа по надежности ПО является определение функций проявления ошибки и ее влияние на качество ПО в отношении к социальной ответственности. Так же рассмотрены варианты отказов в работе ПО для АСУ картонайзером.</p>

<p>5.3 <i>Стабильность и устойчивость ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>понятие стабильности применительно к ПО АСУ картонайзером;</i> – <i>понятие устойчивости применительно к ПО АСУ картонайзером;</i> – <i>понятие тяжести ошибки и метрики для оценки устойчивости ПО АСУ картонайзером;</i> 	<p>В данной главе рассмотрена систематизация критериев оценки ПО АСУ картонайзером, как формы проявления стабильности и устойчивости в работе ПО. Так же приведены основные метрики оценки критериев с приведенной оценкой по заданной шкале от нуля до 1.</p>
<p>5.4 <i>Степени тяжести проявления ошибок ПО АСУ картонайзером по отношению к социальной ответственности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Категории тяжести ошибки ПО с проявлением отклонений в работоспособности с исходом катастрофических последствий;</i> – <i>Категории тяжести ошибки ПО с проявлением отклонений в работоспособности с исходом катастрофических последствий;</i> 	<p>В данной главе рассмотрено понятие степени тяжести проявления ошибки ПО АСУ картонайзером. Это позволяет дать оценку в количественной мере с использованием вероятности отказа ПО и последствий, которые возможны по причине проявления этих ошибок. Для ПО, созданного для АСУ основным аспектом является, потеря работоспособности с возможным проявлением катастрофических последствий (пожар, взрыв, причинение травмы пользователю).</p>
<p>5.5 <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i> – <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i> – <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i> – <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i> 	<p>Возникновение пожара является одной из наиболее вероятно возможных ЧС возникших в ходе использования устройства картонайзера по причине сбоев. В разделе пожарной безопасности рассмотрена Система организационных действий с использованием технических средств направленных на то, чтобы предотвратить пожар, ограничить его распространение, создать условия для его тушения, а так же обезопасить людей от поражения огнем называется – пожарная безопасность.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<p>В разделе социальная безопасность приведены следующие рисунки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - показатели качества по безотказности ПО; - Оценка устойчивости ПО АСУ картонайзера по ГОСТ 28195 – 89; - план эвакуации при пожаре.

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p>22.04.2016 г</p>
--	---------------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8001	Говорун Андрей Владимирович		

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем (230105)

Уровень образования специалитет

Кафедра автоматизации и компьютерных систем

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

16.06.2016 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.05.2016 г.	Картонайзер как объект управления	10
01.06.2016 г.	Проектирование АСУ картонайзером	20
14.06.2016 г.	Разработка программного обеспечения для АСУ картонайзером	30
26.04.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
22.04.2016 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мартынов Я.А.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 81 с., 18 рис., 23 табл., 21 источник, 1 прил.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, картонайзер, емкостной датчик, алгоритм, модульное программирование.

Цель работы – разработка программного модуля для АСУ картонайзером, выполненного на основе емкостных устройств перемещения.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования разработанного модуля защиты на языке С, в программной среде Proteus.

В результате исследования для АСУ картонайзером усовершенствована система защиты от отклонений по эталонным параметрам, выполненная на основе емкостного устройства.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: использование программируемых контроллеров для АСУ картонайзером с целью надежного и своевременного выполнения поставленных задач с высокой точностью и быстродействием.

Степень внедрения: данный дипломный проект выполнялся в рамках опытно-конструкторской работы, и является начальным этапом реализации АСУ картонайзером.

Область применения: помимо АСУ картонайзером, разработанный модуль защиты можно использовать в иных системах электромеханики, например, бытового назначения (стиральные машины, посудомоечные машины)

Экономическая эффективность/значимость работы: модуль системы защиты для АСУ картонайзером при правильном подходе к разработке может стать не только дешевым качественным устройством, но и являться одним из перспективных направлений в электромеханике.

В будущем планируется продолжить работу над созданием модулей для построения АСУ картонайзером на уровне диссертационных исследований.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АСУ – автоматизированная система управления;
- АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;
- ДС – датчик скорости;
- ЕСН – единый социальный налог;
- ЖКД – жидкокристаллический дисплей;
- МП – микропроцессор;
- МПСУ – микропроцессорная система управления;
- НДС – налог на добавленную стоимость;
- НИР – научно-исследовательская разработка;
- НТЭ – научно-технический эффект;
- ОЗУ – общее запоминающее устройство;
- ОУ – объект управления;
- ПЗУ – постоянно запоминающее устройство;
- ПИД – пропорциональный интегрально-дифференциальный;
- ПК – персональный компьютер;
- ПЛК – программируемый логический контроллер;
- ПО – программное обеспечение;
- ППИ – приемо-передатчик с интерфейсом;
- ПЧ – преобразователь частоты;
- РС – регулятор скорости;
- СУ – система управления;
- ТО – технологическое оборудование;
- ТП – технологический процесс;
- ШИМ – широтно-импульсная модуляция.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 КАРТОНАЙЗЕР КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ.....	16
1.1 Технологический процесс работы картонайлера и его характеристика	17
1.2 Перечень основных технологических переменных картонайлера и анализ взаимосвязи между ними.....	19
1.3 Перечень устройств необходимых для измерения переменных состояния технологического процесса	20
1.4 Классификация и перечень управляющих воздействий.....	23
1.5 Требования к программному модулю системы подачи и передвижения картона для АСУ картонайлера	24
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ КАРТОНАЙЗЕРОМ	26
2.1 Определение уровней управления.....	26
2.2 Структура АСУ картонайлера	27
2.3 Аппаратные средства АСУ картонайлера	28
3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АСУ КАРТОНАЙЗЕРОМ.....	31
3.1 Модуль защиты и регулирования для АСУ картонайлера	31
3.2 Выбор и обоснование средств разработки.....	31
3.3 Разработка принципиальной схемы	34
3.4 Алгоритм работы модулей программы.....	37
3.5 Имитационное моделирование модуля защиты АСУ картонайлера для системы подачи и передвижения картона.....	41
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ... ..	44
4.1 Обоснование необходимости и актуальности разработки	44
4.2 Организация и планирование комплекса работ	44
4.2.1 Продолжительность этапов работ и календарный план.....	46
4.2.2 Календарный план-график работ	48
4.2.3 Расчет накопления готовности проекта	51
4.3 Расчет сметы затрат на разработку.....	52
4.3.1 Расчет затрат на материалы	53
4.3.2 Расчет по статье заработная плата	53
4.3.3 Отчисления на социальные нужды	54
4.3.4 Расчет затрат на электроэнергию	55
4.3.5 Расчет амортизационных расходов	56
4.3.6 Расходы на услуги сторонних организаций	56
4.3.7 Прочие расходы	57
4.3.8 Расчет общей себестоимости	57
4.3.9 Расчет прибыли	57
4.3.10 Расчет НДС	58

4.3.11 Цена разработки НИР	58
4.4 Оценка экономической эффективности	58
4.5 Оценка научного уровня.....	59
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	63
5.1 Оценка качества ПО АСУ картонайзером	63
5.1.1 Ошибки ПО АСУ картонайзером и техника безопасности при их возникновении	65
5.2 Анализ надежности ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности	67
5.3 Стабильность и устойчивость ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности	69
5.4 Степени тяжести проявления ошибок ПО АСУ картонайзером по отношению к социальной ответственности	72
5.5 Пожарная безопасность	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
CONCLUSION	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А	80

ВВЕДЕНИЕ

В связи с возникновением потребности в современных проектах по модернизации и созданию оборудования для различных отраслей производственной и хозяйственной деятельности, в настоящее время широкое применение нашли автоматизированные системы управления, включающие в себя: цифровые регуляторы, фильтры, а также исполнительные устройства и микроконтроллеры. Наиболее широкое применение автоматизированные системы управления получили в устройствах с механическим выходом, в которых перемещение на выходе пропорционально зависит от изменений на входе. Данные автоматизированные системы управления относятся к классу замкнутых следящих систем.

Для того, чтобы предупредить возможные возникновения последствий при работе следящих систем, необходимо грамотно построить систему защиты от отклонений, а также регулирование выходной координаты по средствам изменений входного сигнала. В современных автоматизированных системах управления это стало возможным благодаря использованию микропроцессорных устройств управления, которые с точки зрения программного управления позволяют реализовать систему защиты, а также регулирование с помощью цифровых устройств.

Данная работа посвящена разработке программного обеспечения системы защиты, а также регулирования выходной координаты картонайлзера – устройства необходимого для складского упаковывания продукции. В качестве системы защиты используется емкостной датчик косвенного определения отклонений. В качестве регулятора скорости использован цифровой ПИД регулятор с подстроечным ограничением отклонений.

Основные задачи проектирования программного обеспечения для автоматизированной системы управления картонайлзером состояли в цифровой реализации современных емкостных датчиков и регуляторов по средствам микро-

процессорных систем управления построенных с использованием микроконтроллеров.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в связи с бурным развитием современного складского оборудования и переходом от аналоговых систем управления к цифровым, появилась необходимость разработки автоматизированных систем управления с использованием нестандартных систем защиты и регулирования, реализованных с использованием языков программирования высокого уровня.

Целью дипломной работы является разработка программного обеспечения для модуля защиты и регулирования автоматизированной системы управления картонайзером.

Для достижения цели в работе были **поставлены и решались следующие задачи:**

- Анализ структуры картонайзера, как объекта управления;
- Анализ управляющих воздействий и формирование требований к построению системы защиты и регулирования для АСУ картонайзером;
- Проектирование АСУ картонайзером с обозначением основных узлов и выполняемых ими функций;
- Разработка основных алгоритмов и проектирование программного обеспечения для АСУ картонайзером в программной среде Code Vision AVR;
- Анализ полученных результатов по средствам эмуляции в программной среде Proteus;

Практическая новизна работы заключается в использовании для разработки модуля защиты на основе емкостных устройств, а также цифровой реализации алгоритмов их работы. Результаты, полученные впервые и характеризующиеся практической новизной:

- предложены оригинальные решения по реализации корректировки структур следящих систем с использованием цифровых регуляторов;

- реализована косвенная система защиты (или сигнализации) с использованием языков программирования высокого уровня;
- реализован цифровой регулятор.

Практическая ценность: Полученные результаты могут использоваться в учреждениях и организациях, занимающихся разработкой и производством цифровых автоматизированных систем управления.

Реализация работы.

Полученные автором результаты работы в большей степени имеют научно-практический характер. Предложенная реализация системы защиты с использованием емкостных устройств, является одним из перспективных направлений при разработке АСУ картонайзером, и в будущем будет использоваться при разработке и проектировании картонайзеров различных назначений.

1 КАРТОНАЙЗЕР КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Картонайзер (рисунок 1) является одним из возможных автоматизированных устройств с интегрированной системой управления необходимых для организации процесса упаковки [1].



Рисунок 1 – Внешний вид картоняйзера

Картонайзер, как инженерная конструкция, состоит из электродвигателя и механических частей, которые приводятся в движение этим электродвигателем. Нормальная работа картоняйзера зависит от грамотно спроектированной автоматизированной системы управления, включающей в себя не только каналы управления, но и различные датчики, и цифровые устройства. Кинематическая структура позволяющая понять устройство картоняйзера, как инженерной единицы, приведена на рисунке 2.

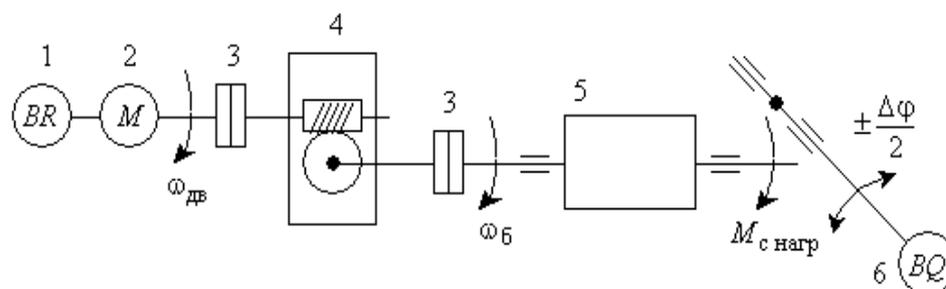


Рисунок 2 – Кинематическая схема картоняйзера

1 – датчик скорости, позволяющий получать сведения о скорости различных этапов упаковывания, 2 – электродвигатели, приводящие во вращательное и возвратно-поступательные движения механические части картонайлзера, 3 – муфта соединяющая электродвигатель и механические части картонайлзера, 4 – редуктор, который необходим для ограничения скорости и моментов нагрузки, 5 – механические части картонайлзера, необходимые для осуществления упаковывания, 6 – датчик угла поворота механических частей, с которыми он укомплектован.

Для формирования требований к данному типу устройств необходимо учитывать аварийные ситуации и пути их снижения.

1.1 Технологический процесс работы картонайлзера и его характеристика

Под технологическим процессом понимается последовательная смена состояния объекта с помощью изменения физических переменных, которые можно измерить и изменить техническими средствами (например, программно по заданному алгоритму, с использованием системы управления).

Технологический процесс упаковывания картонайлзером делится на несколько этапов, каждый из которых имеет свои определенные критерии построения и настройки АСУ. Схема технологического процесса упаковывания картонайлзером приведена на рисунке 3.

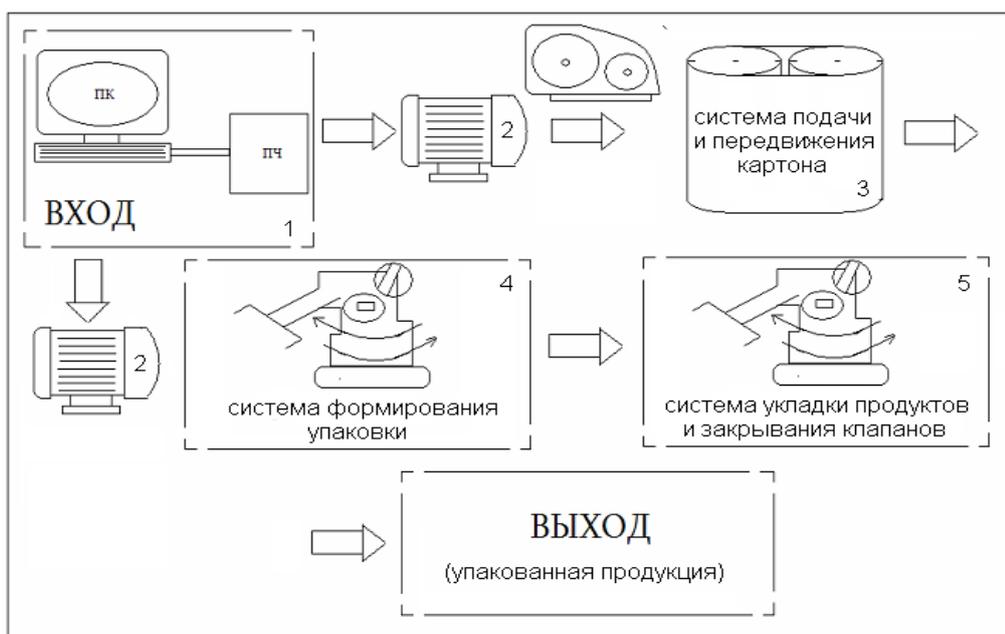


Рисунок 3 – Схема технологического процесса упаковывания картонаizerом

Процесс упаковывания продукции картонаizerом [2] начинается с установки листов гофрированного или обычного картона необходимой толщины и размера на передающий конвейер. При подаче питания с автоматизированной системы управления 1, на электродвигатели 2, конвейер начинает движение и нарезку образцов картона за счет вращения электродвигателя отвечающего за работу системы подачи и передвижения картона 3. Одновременно с конвейерной линией, питание подается и на электродвигатели для системы формирования упаковки 4 и системы укладки продуктов и закрывания клапанов 5, которые работают в импульсном режиме по своему закону управления. Формирование упаковки нужного размера и типа происходит после поступления заготовки необходимой формы с конвейера.

Основной проблемой, которая может возникнуть в ходе упаковывания – это отклонение скорости системы подачи и передвижения картона, что может повлечь за собой сбой в работе картонаизера и наличие брака на выходе технологического процесса. Исходя из вышеизложенного: существует основной критерий качества проектируемого программного компонента для АСУ картонаизера

зером – достижение максимального значения допустимой скорости вращения механических частей без отклонений.

1.2 Перечень основных технологических переменных картонайлера и анализ взаимосвязи между ними

Основываясь на кинематической схеме устройства картонайлера, можно составить функциональную схему системы подачи и передвижения картона (рисунок 4), позволяющую выделить основные технологические переменные и проанализировать взаимосвязь между ними на этапе подачи и передвижения картона [3].

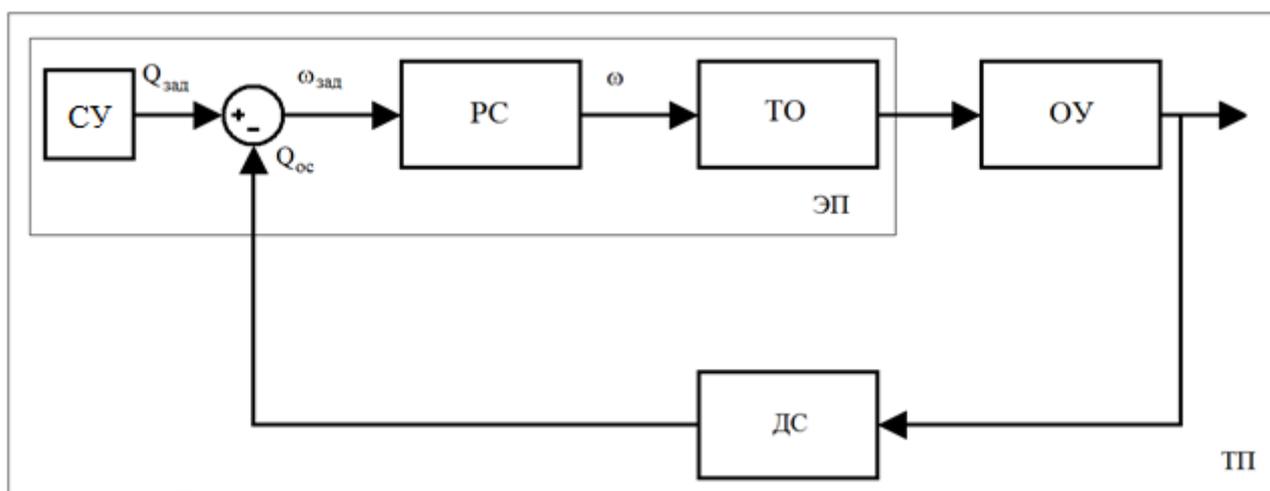


Рисунок 4 – Функциональная схема системы подачи и передвижения картона

- СУ – система управления электродвигателем;
- РС – регулятор скорости;
- ТО – технологическое оборудование, включает в себя всё оборудование механической части;
- ДС – датчик обработки заданной скорости по каналу обратной связи;
- $Q_{зад}$ – задающее воздействие, характеризующее требуемую скорость;
- $Q_{ос}$ – сигнал с датчика скорости.
- $\omega_{зад}$ – сигнал задания на скорость, поступающий на вход регулятора РС, полученный в соответствии с разницей между $Q_{зад}$ и $Q_{ос}$;

- ω – скорость, обрабатываемая двигателем, необходимая для приведения в движение технологического оборудования;
- ЭП – электропривод, включает в себя питающую сеть, трансформатор, преобразователь частоты, электродвигатель, регулятор;
- ТП – технологический процесс;

С системы управления, которая представляет собой инвертор напряжения, поступает сигнал задания $Q_{\text{зад}}$ на технологическое оборудование (в нашем случае это электродвигатель конвейерной линии системы подачи и передвижения картона), который суммируется с сигналом отрицательной обратной связи $Q_{\text{ос}}$, поступающего с датчиков скорости (в начале работы картонаизера сигнал обратной связи равен нулю), после сумматора этот сигнал $\omega_{\text{зад}}$ по средствам информационных и силовых каналов поступает на регулятор скорости РС, с которого и формируется сигнал задания на скорость вращения электродвигателя системы подачи и передвижения картона ω . В случае, когда сигнал обратной связи отличен от нуля, а в работе электродвигателя зафиксирована аварийная ситуация, РС проводит корректировку сигнала задания $\omega_{\text{зад}}$. Таким образом, в набор функционала, что обеспечивает аппаратная часть АСУ, должны входить следующие функции:

- сбор переменных состояния о работе оборудования;
- немедленный останов в случае выхода рабочих параметров за допустимые пределы;
- запуск и контроль картонаизера по заданному алгоритму;
- постоянный контроль и передача переменных состояния на диспетчерский пункт.

1.3 Перечень устройств необходимых для измерения переменных состояния технологического процесса

Устройства способные осуществлять сбор переменных состояния и получать информацию о текущем состоянии технологического процесса, называются чувствительными элементами или датчиками. Датчики, принимая какую-

либо из физических величин, являющуюся контролируемым параметром, могут преобразовать ее для удобства и простоты передачи по каналам сети данных с целью дальнейшего адаптивного использования или фиксированного воздействия на технологический процесс.

Датчик скорости

Для измерения скорости и ее последующего контроля по средствам заложенных функций в АСУ картонайзером используется тахогенератор ТГ-4 асинхронный однофазный с полым немагнитным ротором. Сигнал, измеренный датчиком, передается в систему управления по обратной связи и суммируется с входным сигналом. Далее собранная информация поступает на регулятор и после корректировки подается управляющее воздействие с необходимой частотой. Программная реализация регулирования приведена в приложении Б.

Для удобства программной реализации защиты картонайзера от изменений параметров, помимо датчика скорости в данном проекте предлагается использовать емкостной датчик измерения отклонений.

Емкостной датчик

Емкостной датчик, используемый в качестве модуля защиты (или сигнализации) является новым типом устройств осуществляющих электро-механическое преобразование энергии. Принцип работы такого датчика основан на эффекте электростатического наката [4]. Процесс электростатического наката происходит между образцами металлических пластин (лепестков) на поверхности сегнетоэлектрика [5].

Основные преимущества данных типов емкостных устройств

- малые рабочие напряжения;
- высокая механическая и электрическая надежность;
- простота управления.

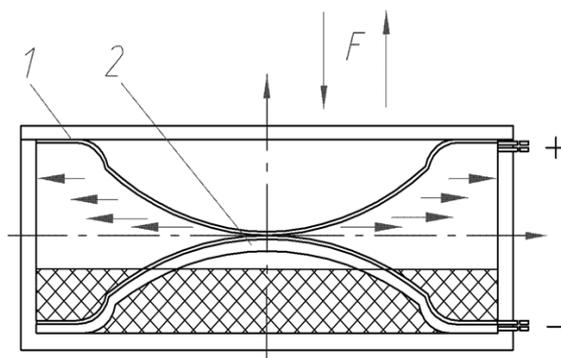


Рисунок 5 – Принцип работы емкостного датчика

Принцип работы емкостного датчика косвенных измерений схематически показан на рисунке 3. Неподвижный металлический лепесток статора 2, на поверхности которого находится образец сегнетоэлектрической пленки [6], закреплен в корпусе датчика. Металлический лепесток ротора 1 совершает возвратно-поступательные движения, под действием силы F , которая возникает по причине проявления вибраций механических частей, к которым датчик закреплен, со стороны ротора. Между статором и ротором, возникает электростатический накат, благодаря наличию сегнетоэлектрической пленки.

Когда ротор продолжает под действием силы деформировать статор, площадь электростатического наката увеличивается, а как следует из курса физики электрических полей, будет изменяться и величина емкости, отсюда исходит и название – емкостной датчик. Математическое описание процессов, происходящих при этом, представлено ниже. Начальная емкость может быть определена по следующей формуле.

$$C_{\text{нач}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S_{\text{нач}}}{d_{\text{пл}}} \quad (1)$$

где ε_0 – электрическая постоянная; $S_{\text{нач}}$ – начальная площадь соприкосновения обкладок конденсатора, d – толщина сегнетоэлектрика (в случае данных датчиков – пленки, на поверхности статора); ε_r – относительная диэлектрическая проницаемость материала, находящегося между обкладками.

$$C_{\text{кон}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S_{\text{кон}}}{d_{\text{пл}}} \quad (2)$$

где $S_{\text{кон}}$ – конечная площадь соприкосновения обкладок конденсатора. Изменение емкости при сжатии можно определить $\Delta C = C_{\text{кон}} - C_{\text{нач}}$.

Снятые значения емкости через разъем информационного канала поступают на микроконтроллер, где происходит расчет в соответствии с алгоритмом. Данный расчет является точным при условиях обеспечения в рабочей среде абсолютного вакуума и точной сборки, обеспечивающей жесткое крепление. Использование емкостных устройств, для датчиков косвенных измерений, в автоматизированных системах управления удобно тем, что их можно размещать (в виду максимально малых размеров) на любом элементе корпуса картоназера.

1.4 Классификация и перечень управляющих воздействий

К основным управляющим функциям необходимого программного обеспечения относятся:

- стабилизация переменных технологического процесса;
- управление технологическим процессом при постоянном контроле регулировании параметров отклонений по задающему воздействию $Q_{\text{зад}}$;
- защита и блокировка;
- обеспечение достижения оптимального технологического процесса;
- программно-логическое управление, позволяющее автоматизировано осуществлять пуск и останов оборудования.

Точность и быстродействие управления являются основными показателями качества грамотно спроектированной и реализованной схемы технологического процесса. Для получения оптимального качества технологического процесса АСУ должна обеспечить с заданным быстродействием следующие взаимосвязанные операции:

- анализ и обработка информации о состоянии технологического процесса;

- стабилизация технологических переменных (скорость электродвигателя).

1.5 Требования к программному модулю системы подачи и передвижения картона для АСУ картонайзером

АСУ картонайзером должна обеспечивать следующие технические характеристики технологического объекта управления:

- требуемую точность управления технологическим процессом;
- постоянный контроль производительности системы;
- необходимую защиту и блокировки технологического оборудования от аварийных ситуаций;
- резервное управление в случае выхода из строя основных элементов системы, переключение на которое должно осуществляться без потери производительности и контроля за технологическим процессом;
- АСУ должна быть выполнена на основе промышленных и апробированных технических, информационных и программных средств с использованием рационального числа форм представления информации.

Одним из радикальных путей повышения эффективности построения АСУ картонайзером является применение микропроцессорной системы управления, с четко прописанным кодом (программа работы) позволяющей контролировать его координаты (токи, момент, скорость) и управлять работой всеми механизмами.

Применение цифровых автоматизированных систем управления в замкнутых следящих системах намного облегчает использование картонайзера, это обусловлено в первую очередь тем, что для управления процессом упаковки необходим лишь персональный компьютер, а во-вторых габариты цифровых систем управления в десятки раз меньше, чем их аналоговые предшественники.

В соответствии с проведенным обзором, общую задачу, решаемую в дипломном проекте, можно сформировать следующим образом: необходимо раз-

работать программу защиты (или сигнализации) от отклонений, а также корректировки выявленных отклонений.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ КАРТОНАЙЗЕРОМ

2.1 Определение уровней управления

Современная автоматизация производственной и эксплуатационной деятельности объединила в себе выполнение множества различных задач управления, систематизация которых привела к появлению понятия "пирамиды автоматизации" или промышленной сети. Сеть – это группа вычислительных и интеллектуальных устройств управления, связанных каналами передачи информации, работающие в одной системе по опросу, управлению, отображению информации. Схематично промышленную сеть можно представить в виде пирамиды (рисунок 6).

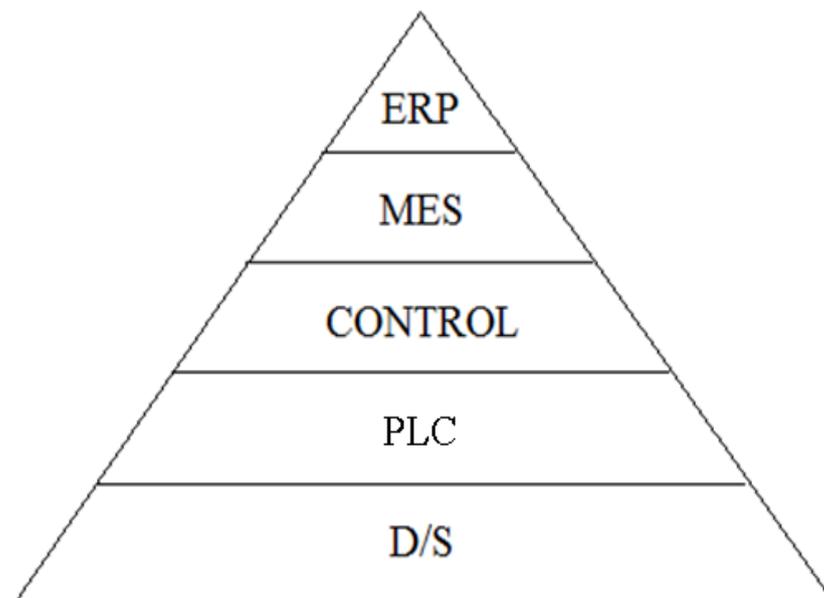


Рисунок 6 – Промышленная сеть (уровни управления)

ERP – автоматизированная часть всей системы управления предприятия в целом (сюда входит, как планирование рабочих мест, так и планирование расходов, иными словами программный пакет для управления всеми ресурсами предприятия, исключительно АСУ ТП);

MES - уровень автоматизированного управления, как всем производством, так и отдельными этапами;

Control – уровень управления технологическим процессом (SCADA).

PLC – уровень управления контроллерами.

D/S – уровень датчиков и исполнительных устройств.

Благодаря данной пирамиде мы можем определить количество технологических средств на каждом уровне. Чем выше уровень, тем меньше средств, но сложнее структура.

Проектирование модуля защиты и регулирования системы подачи и передвижения картона для АСУ картонайзером можно отнести к трем нижним уровням Control, PLC, D/S. Уровень D/S содержит в себе сведения о количестве устройств защиты и сигнализации, а также исполнительных устройств, которыми необходимо управлять (двигатели). Программная реализация модулей осуществляется на уровне PLC. На уровне Control будет осуществляться управление по средствам интерфейса.

2.2 Структура АСУ картонайзером

Функциональная структура построения АСУ картонайзером приведена на рисунке 7.

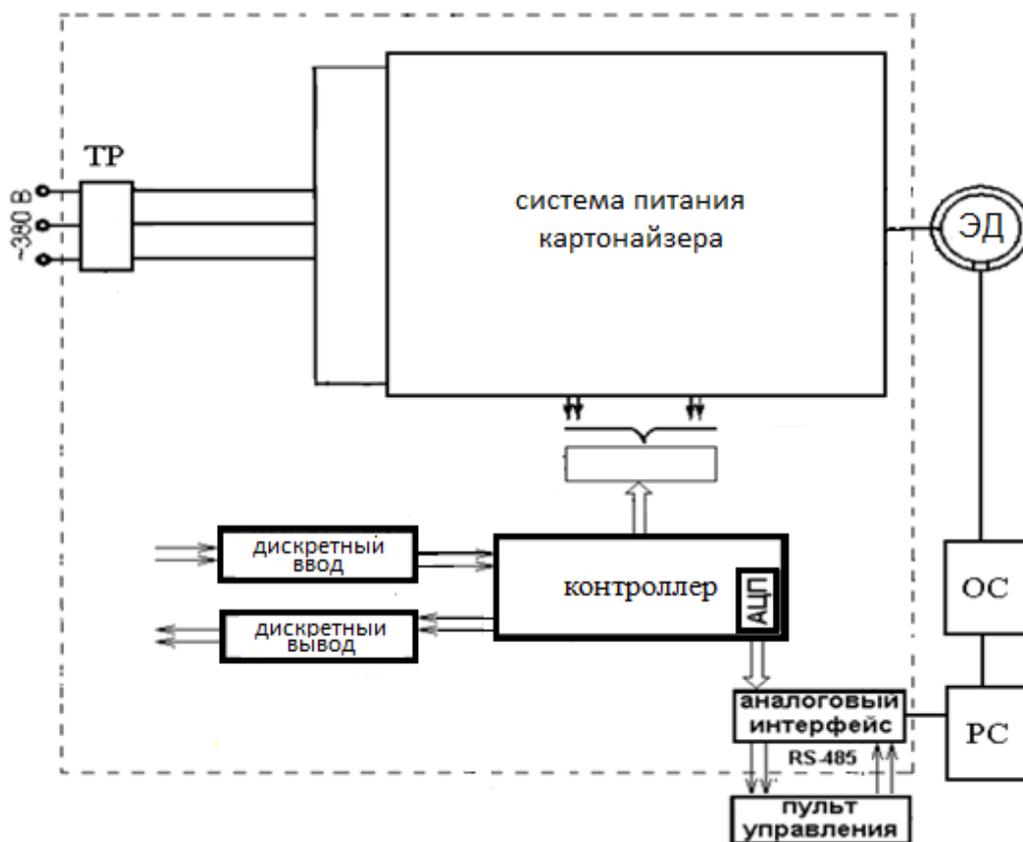


Рисунок 7 – Функциональная структура построения АСУ картонайзером

АСУ картонайзером состоит из основной системы питания, программируемого контроллера и вспомогательных аппаратных средств. Основными блоками на схеме можно выделить:

- блок ОС – блок обратной связи, именно поэтому каналу происходит передача данных со всех датчиков, а также регулирование и подстройка параметров;
- блок РС – блок регулятора скорости, который позволяет подстроить параметры АСУ при допустимых отклонениях в работе за счет сигнала рассогласования с системой питания электродвигателя (данный принцип был представлен в главе 1).

Программируемый контроллер в совокупности с аппаратными средствами для картонайзера является микропроцессорной системой управления, которая выполняет такие функции как: подача управляющих воздействий на систему питания, контроль и защита от аварийных ситуаций, а также регулирование и настройка.

2.3 Аппаратные средства АСУ картонайзером

Основным аппаратным средством МПСУ, используемым в АСУ картонайзером, является контроллер. Структура контроллера приведена на рисунке 8.

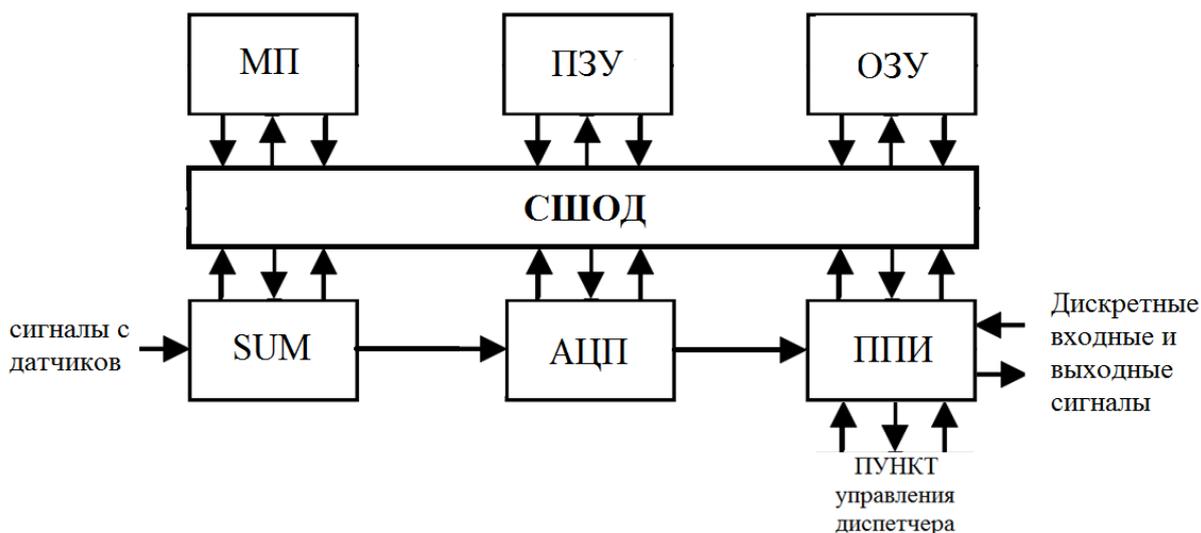


Рисунок 8 – Структура построения контроллера для АСУ картонайзером

МП – микропроцессор является основным элементом МПСУ. МП осуществляет управление всеми микросхемами, входящими в состав плат управления и производит циклическую обработку полученных данных;

ОЗУ – общее запоминающее устройство, служит для хранения и промежуточно полученных данных о состоянии техпроцесса;

ПЗУ – постоянно запоминающее устройство служит для хранения основного кода программы и разного рода постоянных значений переменных состояния;

ППИ – приемо-передатчик с интерфейсом RS-485 необходим для подключения различных внешних устройств;

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь необходим для преобразования величин аналоговых сигналов с датчика в машинный код;

В случае технологического процесса картонайзера МПСУ должна обеспечить:

- циклический опрос состояния и сбор дискретных сигналов с датчика;
- формирование управляющих воздействий для датчика и регулятора.

В качестве центрального блока МПСУ для АСУ картонайзером используется микроконтроллер фирмы Atmega [7]. Внешний вид и основные поставочные конфигурации приведены на рисунке 9 и в таблице 1.

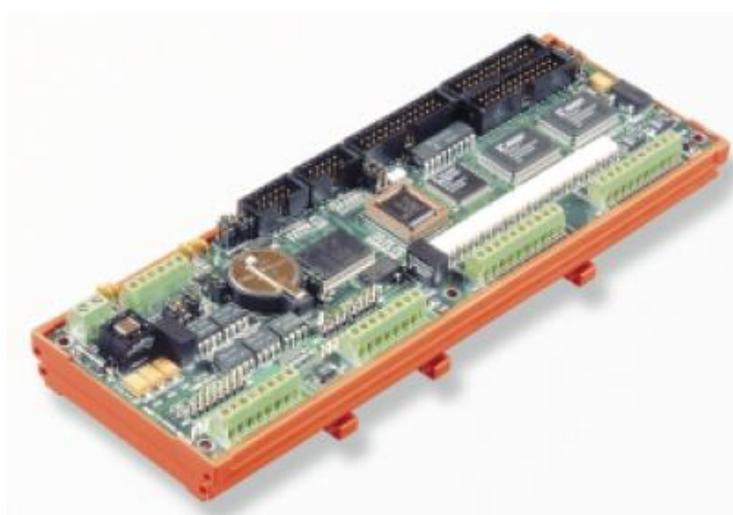


Рисунок 9 – Микроконтроллер Atmega

Таблица 1 – Конфигурация контроллеров на процессорах Atmega

Конфигурация	Тип контроллера		
	Atmega 8	Atmega 16	Atmega 32
Память Flash	8	16	32
Память ОЗУ	1024	1024	2048
Порты ввода/вывода	23	32	32
интерфейс	RS-485	RS-232	RS-232

Одной из особенностей микроконтроллеров Atmega является необходимость индуктивно-емкостной цепочки. Емкость при первичном включении устройства разряжена, но за счет умения быстро накапливать заряд контроллер осуществляет корректный пуск, индуктивность же позволяет обнулить сигнал сразу после отключения контроллера.

3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АСУ КАРТОНАЙЗЕРОМ

3.1 Модуль защиты и регулирования для АСУ картонайзером

Одним из требований к построению АСУ картонайзером, в частности для системы подачи и передвижения картона, является анализ и предотвращение возникновения опасности аварийных режимов. Поскольку основным из наиболее часто встречающихся аварийных режимов для картонайзеров является отклонение по скорости, была спроектирована система защиты от отклонений по скорости на основе емкостного датчика, а также представлен контур регулирования на основе ПИД регулятора [8].

Система защиты на основе емкостного датчика, а также регулятор являются устройствами, для нормальной работы которых необходим мгновенный, постоянный, циклический расчет выходных данных, что невозможно осуществить, используя аналоговые схемы. Одним из путей повышения эффективности расчета и использования данных устройств является цифровая реализация (программирование) с использованием микропроцессорной системы управления на основе контроллера.

Для удобного и грамотного программирования необходимо выбрать среду разработки и отладки программного кода, а также тестирования по средствам моделирования.

3.2 Выбор и обоснование средств разработки

Существует специализированное ПО [9], предназначенное, как для программирования, так и моделирования, например:

- Ultra Logik 32;
- Code Vision AVR;
- ISIS Proteus.

Ultra Logik 32 – является одновременно мощной, но в то же время достаточно сложной в использовании системой программирования. В данной систе-

ме контроллер является черным ящиком, связанным с устройством по средствам определенного количества портов ввода-вывода, портов АЦП. В Ultra Logik 32 существует возможность объединения контроллеров в сети передачи данных на базе интерфейса RS-485.

Основные достоинства Ultra Logic 32:

- визуальное программирование;
- стандартные средства разработки драйверов для устройств периферии;
- библиотека модулей преобразователей;
- наличие стандартных алгоритмов регуляторов;
- наличие стандартных ШИМ;
- простое подключение к SCADA системам и моделирование процессов;
- наличие встроенных осциллографов.

Ultra Logik 32 позволяет использовать несколько известных языков программирования, однако основу составляют Assembler, C, C++. Недостатком данной среды является высокая стоимость всего прикладного пакета.

Система программирования Code Vision AVR представляет собой комплекс программ, исполняемых в рамках единой оболочки под управлением операционной системы MS Windows. Система реализована в соответствии с требованиями стандартов IEC. Основной задачей системы AVR является использование ее для разработки программного обеспечения и управления технологическим процессом, в частности картонайлзера.

Система программирования AVR изначально построена для взаимодействия с контроллерами на основе микропроцессоров фирмы Atmega и содержит в себе все необходимые средства для подготовки и отладки программ:

- редактор значений переменных;
- конфигуратор параметров контроллера;
- редактор текста программ;
- компилятор;

– загрузчик.

Code Vision AVR использует метод сетевого взаимодействия между системами исполнения.

Существуют так же средства тестирования по средствам эмуляции программного обеспечения:

- Proteus VSM;
- VMLAB.

VMLAB является сокращением от Visual Micro Lab. VMLAB это ни что иное, как виртуальная лаборатория. Данная среда позволяет подключить микроконтроллер к устройствам ввода-вывода. К сожалению, в VMLAB невозможно моделирование в реальном времени, однако в ходе эмуляции существует возможность применять осциллографы, светодиоды, изменять частоту кристалла процессора, увидев, как это влияет на другие выходные данные проекта.

Proteus является симулятором микропроцессорных систем управления и используется чаще всего, как дополнительный софт к CodeVisionAVR. Основным достоинством является то, что в программе есть большое количество различных микропроцессоров, измерительных приборов, генераторов, двигателей, что позволяет эмулировать практически любую микропроцессорную систему. Так же в Proteus возможна эмуляция в реальном времени, что является достоинством на фоне VMLAB.

Поскольку для написания ПО к АСУ картонайзером используется микроконтроллер с микропроцессором Atmega 8, то и для отладки кода программы используется CodeVisionAVR. Тестирование написанного ПО выполняется в программной среде Proteus, посредством загрузки виртуальной прошивки, полученной при компилировании кода программы, в эмулятор микроконтроллера.

Одним из главных шагов к написанию программы так же является выбор языка программирования [9]. Редактор Code Vision AVR позволяет работать с языками программирования Assembler, C, C++. В качестве языка программирования алгоритма датчика выбираем язык C, поскольку в нем в наилучшей степени реализованы все необходимые возможности по управлению

аппаратными средствами микроконтроллеров. Assembler проигрывает C в скорости и удобстве разработки программ, но имеет заметные преимущества в размере конечного исполняемого кода, а соответственно, и скорости его выполнения.

C позволяет создавать программы с гораздо большим комфортом, предоставляя разработчику все преимущества языка высокого уровня. Следует еще раз отметить, что архитектура и система команд Code Vision AVR создавалась при непосредственном участии разработчиков компилятора языка C и в ней учтены особенности этого языка. Компиляция исходных текстов, написанных на C, осуществляется быстро и дает компактный, эффективный код.

Основные преимущества C перед ассемблером:

- высокая скорость разработки программ;
- универсальность, не требующая досконального изучения архитектуры микроконтроллера;
- лучшая документируемость и читаемость алгоритма;
- наличие библиотек функций;
- поддержка вычислений с плавающей точкой.

3.3 Разработка принципиальной схемы

Схема подключения контроллера к устройствам периферии, основу которой составляет контроллер на однокристальном микропроцессоре Atmega8, устройство защиты на основе емкостного датчик, LCD дисплей приведена на рисунке 11.

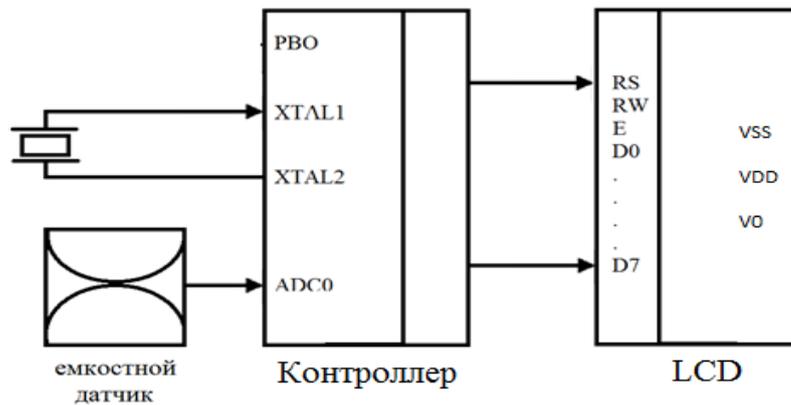


Рисунок 11 – Схема подключения контроллера к устройствам периферии

На основании рисунка 11 составлена принципиальная схема типового подключения датчика и различных устройств к микроконтроллеру (рисунок 12).

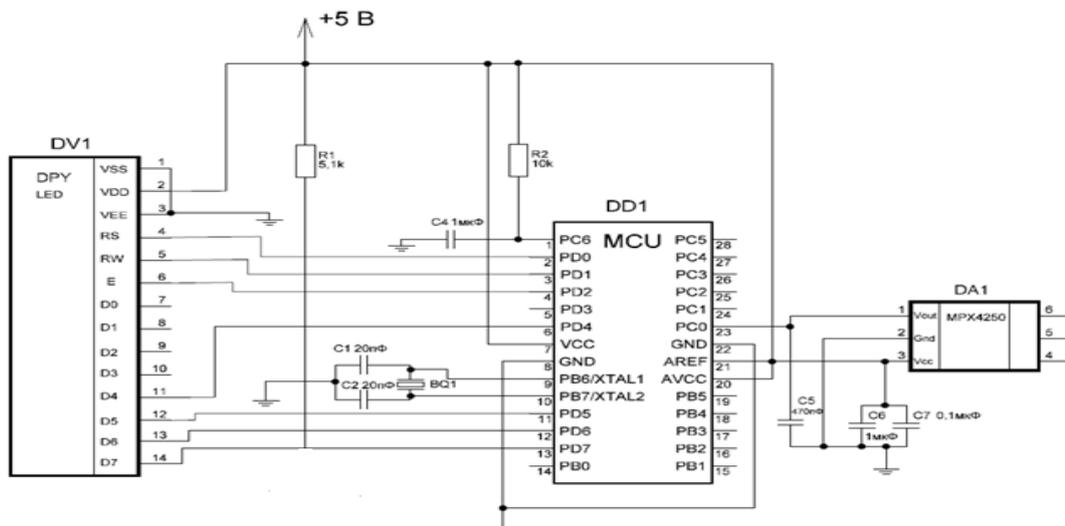


Рисунок 12 – Принципиальная схема типового подключения датчика и различных устройств к микроконтроллеру: DV 1 – LCD дисплей; DD1 – микроконтроллер на однокристальном процессоре Atmega8; DA1 – тензорезистивный датчик давления

Назначение основных задействованных выводов, а так же элементов электрических цепей показанных на принципиальной схеме (рисунок 12). На микроконтроллере DD1 вход ADC0 является входом для АЦП. Выводы, обозначенные как RESET, VCC, GND необходимы для возможного

осуществления подключения программаторов. Выходы PD необходимы для подключения дисплея и запуска отображения информации дисплеем. Выход порта PB0 необходим для обнуления результатов, а выводы PB6, PB7 служат для подключения кварцевых резонаторов, в чем зачастую необходимость отсутствует.

В техническом описании к контроллерам Atmega8 сказано, что необходимо использовать емкостные фильтры не менее 1мкФ на каждом выводе питания. Так же необходимо обеспечить защиту от ложного сброса контроллера, для чего между RESET и “+” используется резистор R1=10 кОм, между RESET и “-“ C4=1мкФ . Между входами ХТА используются фильтрующие емкости C=20 пкФ. Для удобства моделирования и загрузки в эмулятор в качестве измерительного элемента, по подобию схемам компоновки весов используются тензорезистивные датчики давления MPX4250 [10]. Согласно технической документации на датчики давления между выводами по питанию должны быть параллельно включены 2 конденсатора C6 и C7 емкостью 1 мкФ и 0,1 мкФ. Назначения выводов индикатора LCD дисплея, обозначенного на схеме (рисунок 12) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Назначение выводов индикатора LCD

№ вывода	Наименование	Функция
1	VSS	Выводы по питанию
2	VDD	
3	Vo	
4	RS	L: Ввод кода инструкции; H: Ввод данных
5	R/W	H: Чтение данных; L: Запись данных
6	E	Разрешающий сигнал

Продолжение таблицы №2

7	D0	Линия шины данных
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	

В качестве активных частей датчика используются пластины ротора и статора из бериллиевой бронзы, а также образцы диэлектрика из пленки $d=5$ микрон.

В таблице 3 приведены данные для построения экспериментальной характеристики изменения значений взаимоемкости. Значения взаимоемкости снимаются при симуляции аварийных режимов работы картонайлзера. При изменении площади электростатического наката ротора относительно неподвижного статора, возникающего по причине перемещения ротора (шаг перемещения X), значения взаимоемкости возрастают. Согласно испытаниям аварийных режимов, допустимым в изменении значений взаимоемкости считается диапазон $C_{\text{разн}}=(43,4\sim 203,4)$ пФ. На основании этого предъявляются требования к программной реализации защиты на основе ёмкостного датчика.

Таблица 3 – Экспериментальные данные

$C_{\text{разн}}$, пФ	43,4	44	46	47,9	49	50	137,5	144,9	171,9	203,4
X , мкм	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

3.4 Алгоритм работы модулей программы

Для ёмкостного датчика возможны два режима работы: режим работы на постоянную нагрузку, т.е. значение емкости будет постоянным, а погрешности измерений связаны с погрешностью, заложенной в работу механических

частей. Второй режим работы с изменением величины емкости в сторону увеличения вследствие уменьшения воздушного зазора (примечание: принцип работы разобран в главе 2). Для того, чтобы различать эти режимы введены переменные « $C_{\text{кон}}$ » и « $C_{\text{нач}}$ ». При превышении значения величины емкости выше экспериментально полученных и заданных в условии программы на дисплей выводится запись error, а устройство прекращает работать. В режиме активной работы датчика контроллер считывает и запоминает значение емкости нормальной работы « $C_{\text{нач}}$ », при отклонении от нормы « $C_{\text{кон}}$ », контроллер записывает новое значение, как только разность их превышает экспериментальное значение, система подает сигнал об ошибке, а соседний программный модуль отключает питание. Блок-схема алгоритма прикладной программы представлена на рисунке 13.

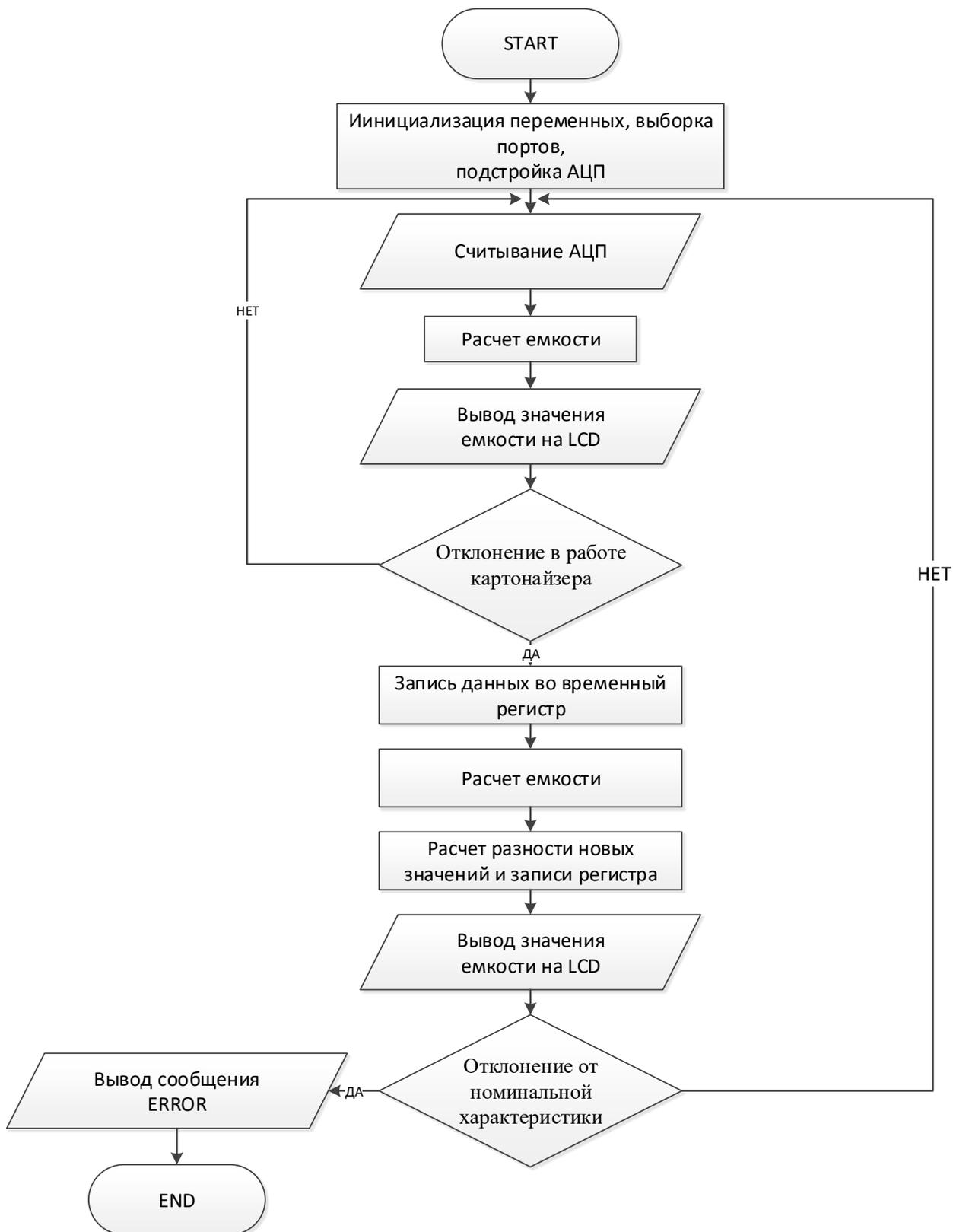


Рисунок 13 – Алгоритм срабатывания емкостного датчика

Когда в работе картонайлзера присутствуют отклонения от нормы не- сильно выраженного характера, скорости вращения достаточно отрегулировать

регулятором. Регуляторы это одна из составных частей функциональной схемы (рассмотрено в предыдущих главах). Регулятор осуществляет подстройку параметров системы. В случае аварийной ситуации регулятор так же покажет отклонения от нормы. Алгоритм расчета регулятора приведен на рисунке 14.

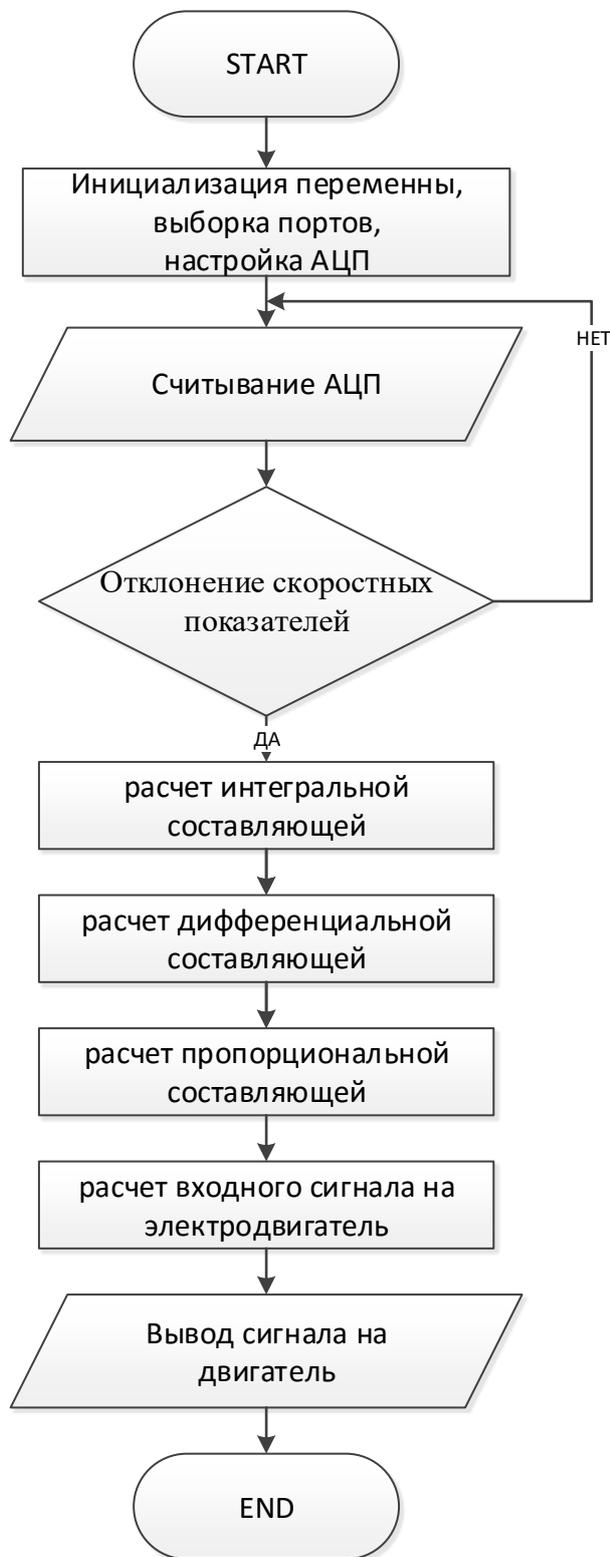


Рисунок 14 – Блок схемы алгоритма регулятора.

Сначала проходит инициализация и расчет. На этапе инициализации происходит обработка первично полученных значений на вход регулятора. Затем происходит запись значений в temp регистры, затем начинается расчет. На этапе расчета происходит запрос полученного значения, записанного во временный регистр и его считывание. При этом происходит последовательное умножение непрерывных дискрет на соответствующие коэффициенты регулятора с накоплением результата в Аккумулятор. Затем происходит циклический сдвиг выборки с целью удаления старого значения из памяти аккумулятора. И выдача управляющих воздействий в порт. (предварительно по средствам ЦАП этот сигнал преобразовывается в аналоговый сигнал).

3.5 Имитационное моделирование модуля защиты АСУ картонайзером для системы подачи и передвижения картона

В среде Proteus 7 Pro проведено моделирование представленного выше алгоритма (рисунок 15).

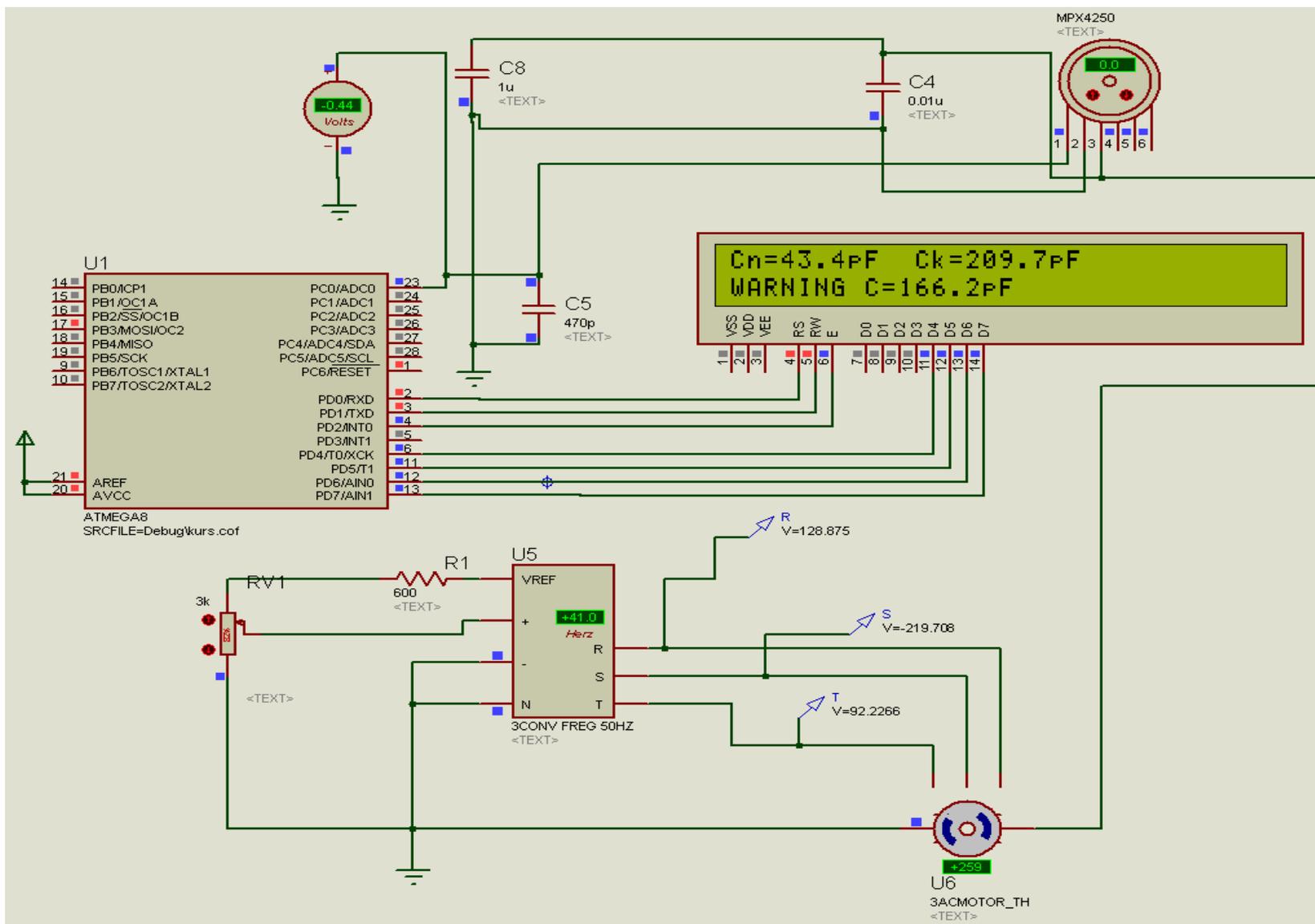


Рисунок 15 – Моделирование работы программы в Proteus

U1 – модель микроконтроллера Atmega8;
LCD1 – модель жк – индикатора LM016L;
M1 – модель тензорезистивного датчика MPX4250;
R1 – подтягивающий резистор;
C1 – C5 – фильтрующие конденсаторы;
U6-электродвигатель со встроенным тахогенератором
U5-система питания электродвигателя.

Данная имитационная модель работает следующим образом: при запуске программы, электродвигатель начинает вращаться, благодаря наличию встроенного тахогенератора (датчик скорости) с выхода электродвигателя поступает сигнал обратной связи в виде синусоидального напряжения, которое меняется в зависимости от изменения скорости вращения электродвигателя. Данное напряжение является входным сигналом для датчика давления. При поступлении входного сигнала на датчик давления отличного от нуля и при сравнении этого напряжением с сигналом опоры, на выходе датчика изменяется давление, причем площадь пластины датчика выбирается равной площади начального нажатия ротора на статор в нашем емкостном датчике. Сигнал выхода с датчика поступает на вход АЦП контроллера, где происходит расчет конечного значения взаимоемкости, который по представленному ранее алгоритму и выводится на дисплей. Благодаря наличию регулировочного резистора на системе управления электродвигателем, мы убедились в корректности написанного ПО, смоделировав аварийный режим работы электродвигателя и получив на дисплее соответствующее оповещение.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Основной задачей раздела является определение величины экономического эффекта от использования результатов, полученных при решении задач, поставленных в дипломном проекте [11].

4.1 Обоснование необходимости и актуальности разработки

Применение современных программных средств при проектировании АСУ ТП является неотъемлемой частью работы любой организации, производящей или эксплуатирующей электропривода различной сложности. Для уменьшения сроков проектирования и повышения эффективности работы инженера - программиста, но при этом увеличения качества проектирования были созданы программные комплексы, использующие системы объектного ориентирования, а также, позволяющие работать с несколькими языками программирования одновременно.

Наряду с обновлением и развитием программного обеспечения неразрывно растут и обновляются требования к технологическим процессам. Требования к АСУ картонайзером является одним из таких примеров.

Данный проект направлен на разработку программного обеспечения, способствующего наиболее точно и просто управлять процессом упаковывания продукции. Результаты могут использоваться для построения систем управления как в проектных и производственных организациях, так и для образовательных программ.

4.2 Организация и планирование комплекса работ

В реализации проекта участвуют – научный работник и студент-дипломник, именуемый далее как исполнитель. Цель проекта и техническое задание выдается научным работником, он же предъявляет требования и осу-

осуществляет контроль над реализацией до выпуска итогового проекта. Исполнитель осуществляет реализацию проекта до внедрения.

Данная работа направлена на проектирование и выпуск дешевой и эффективной аппаратной части АСУ картонайзером. Основным результатом выполненной работы являются спроектированная аппаратная часть для АСУ.

На этапе планирования составляется полный перечень проводимых работ, определяются исполнители каждого из этапов, устанавливается продолжительность работ и строится линейный график выполнения работ.

Вся работа делится на следующие этапы:

1. Подготовительный этап:
 - 1.1. Постановка целей и задач;
 - 1.2. Составление и утверждение технического задания;
 - 1.3. Подбор и изучение материалов по тематике;
 - 1.4. Обсуждение литературы;
2. Основной этап:
 - 2.1 Построение алгоритма;
 - 2.2. Выбор программного обеспечения;
 - 2.3. Написание программы, оформление записки;
 - 2.4. Оформление материала
3. Заключительный этап:
 - 3.1. Подведение итогов

Наименование с указанной продолжительностью в процентном соотношении в отношении каждого из задействованных лиц указаны в табл. 6.

Таблица 5 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка задачи	НР	НР – 100%
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор материала по направлению и тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Построение алгоритмов	НР, И	НР – 100% ИП – 70%
Выбор программного обеспечения	НР, И	НР – 100% И – 80%
Расчет данных, написание программы	И	И – 100%
Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
Представление графического материала	И	И – 100%
Представление результата	НР, И	НР – 60% И – 100%

4.2.1 Продолжительность этапов работ и календарный план

Существует два метода расчета этапа продолжительности работ:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Поскольку каждая разработка по сути является проектом подготовленным с чистого листа, то используется опытно-статистический метод, который в свою очередь возможно реализовать двумя способами:

- аналоговым;

– экспертным.

Аналоговый способ возможен соответственно при наличии аналога (патентная база).

Экспертный способ используется когда отсутствует база наработок в аналогичной области исследований. При определении ожидаемых значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (3)$$

где t_{min} – минимально возможная продолжительность работы, дн.; t_{max} – максимально возможная продолжительность работы, дн.; t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Продолжительность этапов при выполнении проекта в рабочих днях, переведенная в календарные дни ($T_{РД}$), необходимая для построения диаграммы Ганта рассчитывается по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (4)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.; $K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$; $K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{РД} \cdot T_{к} \quad (5)$$

где $T_{кд}$ – длительность этапа в календарных днях; $T_{к}$ – коэффициент календарности, вводится для удобства перехода от количества календарных дней, в количество рабочих дней и наоборот:

$$T_k = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (6)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – количество календарных дней ($T_{\text{КАЛ}} = 365$); $T_{\text{ВД}}$ – количество выходных дней ($T_{\text{ВД}} = 52$); $T_{\text{ПД}}$ – количество праздничных дней ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$T_k=1,205$, в таблице 7 столбцы 6 и 7 это величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта с учетом коэффициента $K_d = 1,2$. Столбцы 8 и 9 это информация о трудоемкости, выраженная в календарных днях. Трудоемкость этапов рассчитанная по занятости в календарных днях дает возможность построения диаграммы Ганта.

4.2.2 Календарный план-график работ

Календарный план-график работ представлен в виде линейного графика (диаграмма Ганта) (рисунок 19), на котором работы по теме отображаются протяженными во времени отрезками.

Таблица 6 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	2	4	2,8	2,8	0	3,92	0
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	4	2,8	2,8	0,28	3,92	0,392
Подбор материала по направлению и тематике	НР, И	2	4	2,8	2,8	9,3	3,92	13,0
Разработка календарного плана	НР, И	2	3	2,4	2,4	0,24	3,36	0,336
Обсуждение литературы	НР, И	3	5	3,8	3,8	12,6	5,32	17,73
Построение алгоритмов	НР, И	7	12	9	9	6,3	12,6	8,82
Выбор программного обеспечения	НР, И	6	8	6,8	6,8	5,44	9,52	7,616
Расчет данных, написание программы	И	8	24	14,4	0	12,48	0	17,472
Оформление пояснительной записки	И	6	20	11,6	0	8,64	0	12,096
Представление графического материала	И	5	10	7	0	6,48	0	9,072
Оформление результата	НР, И	5	8	6,2	6,2	10,33333333	8,68	14,46666667
Итого:				69,6	36,6	72,19333333	51,24	101,0706667

№ Работы	Наименование работы	t_{ki} , кал. дн.		Продолжительность работ, дни																			
		НР	И	февраль				март				апрель				Май							
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Постановка задачи	3,92	-	■																			
2	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	3,92	0,392		■																		
3	Подбор материала по направлению и тематике	11,2	37,3			■	■	■															
4	Составление календарного плана	3,36	0,336																				
5	Обсуждение литературы	5,32	17,73																				
6	Выбор программного обеспечения	12,6	8,82																				
7	Построение алгоритмов	9,52	7,616																				
8	Расчет данных, написание программы	-	17,47																				
9	Оформление пояснительной записки	-	12,1																				
10	Представление графического материала	-	9,07																				
11	Представление результата	8,68	14,46																				

■ -И ■ - НР

Примечание: одна клетка равняется 6 дней

Рисунок 16 – Диаграмма Ганта

4.2.3 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ.}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость i -го (k -го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, в нашем случае $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, поскольку исполнителя фактически двое, то $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой (7):

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}} \quad (7)$$

Применительно к таблице 6 величины TP_{ij} (TP_{kj}) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TP_{\text{общ.}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Данные расчета степени готовности содержатся в таблице 7.

Таблица 7 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
Постановка задачи	2,8	2,57
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	3,08	5,40
Подбор и изучение материалов по тематике	12,13	16,55
Разработка календарного плана	2,64	18,98
Обсуждение литературы	16,46	34,11
Выбор структурной схемы устройства	15,3	48,18
Выбор принципиальной схемы устройства	12,24	59,43
Расчет принципиальной схемы устройства	12,48	70,9
Оформление расчетно-пояснительной записки	8,64	78,84
Оформление графического материала	6,48	84,8
Подведение итогов	16,53	100

4.3 Расчет сметы затрат на разработку

В состав научно-исследовательской работы включаются затраты на все расходы, которые необходимы для выполнения утвержденного плана. Себестоимость НИР рассчитывается на основе планируемых затрат по приводимым статьям.

Для проведения данной НИР статьями расходов являются:

- Покупные изделия и материалы;
- Зарплата работникам;
- Налоговые и прочие отчисления на социальные;
- Оборудование для выполнения работ;
- Услуги сторонних организаций;
- Накладные расходы.

4.3.1 Расчет затрат на материалы

В данную статью входят: стоимость всех основных материалов, основные расходы на заказ, доставку и покупку. Стоимость материального имущества берется по каталожным розничным ценам на период разработки.

Транспортно-заготовительные расходы в проектно-расчетных ведомостях принимаются в размере 5-20% от отпускной цены закупаемых изделий и материалов.

Таблица 8 – Затраты на материалы и покупные изделия.

Наименование материалов и покупных изделий	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб
Бумага для фотопечати 170 гр 127*8*50,8	шт.	3	270	810
Бумага для ч/б печати А4	лист	1	190	190
Картридж ч/б	шт.	1	1550	1550
Лицензия Code Vision	шт.	1	2000	2000
персональные компьютеры	шт.	2	25000	50000
Итого за материалы и покупные изделия:				54550
Транспортно-заготовительные расходы:				2727,5
Итого				57277,5

Сумма материальных расходов $C_{\text{мат}}=57277,5$ рублей.

4.3.2 Расчет по статье заработная плата

В данном пункте ведется расчет запланированных расходов по основной заработной плате исполнителей. Затраты времени уделенного на разработку для в количестве рабочих дней и округленные до целого берутся из таблицы 7. Премия за работу учитывается коэффициентом $K_{\text{ДР}} = 1,1$, дополнительная заработная плата учитывается коэффициентом $K_{\text{доп.ЗП}}=1,188$, районный коэффициент для Томска $K_{\text{р}}=1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной суммы зара-

ботка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо учесть интегральный коэффициент $K_{и}=1,1 \cdot 1,18 \cdot 1,3=1,699$. При пятидневной рабочей неделе $K_{доп.ЗП}=1,113$, тогда $K_{и}=1,62$.

$$ЗП_{дн-т} = MO / 24,83 \quad (8)$$

где $ЗП_{дн-т}$ – среднедневная заработная плата;

В данной формуле учитывается, что в году 298 рабочих дней, в рабочих днях их получается 24,83. затраты труда в трудоднях берутся из таблицы 7.

Месячный оклад исполнителя, в должности техника-программиста по тарифной сетке: $MO = 7454$ рублей. Месячный должностной оклад руководителя, по тарифной сетке: $D = 17105$ рублей.

Тогда фонд заработной платы можно рассчитать, как среднедневная заработная плата умноженная на количество дней затраченных на разработку и коэффициент $C_{зп.рук} = \left(\frac{17105}{24.83} \right) \cdot 51 \cdot 1.62 = 67295,96$ рублей.

Данные по основной заработной плате сведены в таблицу 9

Таблица 9 – Фонд заработной платы

Участники разработки	Оклад, Руб./мес	Средняя ставка	Количество дней, дни	Коэф.	Фонд з/платы, руб.
Руководитель	17 105,00	814,52	51	1,62	67 295,96
Исполнитель	7 454	354,95	101	1,62	58 078,32
				Итого	125 374,28

4.3.3 Отчисления на социальные нужды

К отчислениям на социальные нужды относится социальный налог. В Российской Федерации на 01.01.2016 $ЕСН=30\%$, поэтому:

$$C_{отч} = ЕСН \cdot (C_{осн/зп} + C_{доп/зп}), \quad (9)$$

$C_{соц} = (125\,374,28) \cdot 0,30 = 37\,612,28$ рублей.

4.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Электрическая энергия, затраченная при выполнении проекта рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}} \quad (10)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт; $\text{Ц}_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час; $t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $\text{Ц}_{\text{Э}} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

На основе данных сведенных в таблицу 7 время работы оборудования можно принять равным времени затраченного НР и И при разработке проекта

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t \quad (11)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C \quad (12)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт; $K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Таблица 10 – Затраты на электроэнергию технологическую

Тип оборудования	Время эксплуатации $t_{\text{об}}$, час	Мощность потребления $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты на электроэнергию $\text{Э}_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	722,38	0,3	1139,27
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			1155

4.3.5 Расчет амортизационных расходов

В этой статье учитываются расходы, связанные с эксплуатацией персонального компьютера и принтера.

Стоимость машинного времени, потраченного на проектирование, рассчитывается как:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d} \quad (13)$$

где N_A – амортизация годовой нормы единицы оборудования; $Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР; F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования; $t_{рф}$ – фактически использованное время работы оборудования; n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Из документа Российской Федерации «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Можно рассчитать амортизацию годовой нормы. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение $С_A$, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная $С_A$, в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Таблица 11 – Амортизация годовой нормы оборудования

Наименование оборудования	годовая норма амортизации N_A	балансовая стоимость $Ц_{ОБ}$, руб	фактическое время работы, $t_{рф}$ руб.	
Персональный компьютер	0,4	25000	722,387	24241
Струйный принтер	0,2	4000	30	80,5
Итого:				24321,5

4.3.6 Расходы на услуги сторонних организаций

В этой статье учитываются расходы, связанные с полученными в процессе проектирования услугами от сторонних организаций.

Таблица 12 – Затраты на услуги сторонних организаций

Услуга	Количество	Стоимость одной единицы, руб.	Сумма затрат, руб.
Переплёт	2	30,0	60,0
Code vision лицензия	108,79	500	54397
Итого			54457

4.3.7 Прочие расходы

К прочим расходам отнесены расходы неучтенные в работе ранее, они принимаются равными 10% всей суммы

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц.}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1 = 29741 \text{ руб.}$$

4.3.8 Расчет общей себестоимости

Таблица 13 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	54550
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	149 933,41
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	44980,02258
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1155,048694
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	24321,73602
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	54457
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	29741
Итого:		327 151

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 327151$ руб.

4.3.9 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации и методов сбыта определяется разными способами. Когда сложные методы расчета отсутствуют принимается прибыль в размере $5 \div 20$ % от полной себестоимости.

имости проекта. Прибыль от нашего продукта составляет 65430,20 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

4.3.10 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(327151 + 65430,20) \cdot 0,18 = 70644,6$ руб.

4.3.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{НИР(КР)} = 463245,84$ руб.

4.4 Оценка экономической эффективности

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Предположим, что стоимость разработанного программного АСУ картонайзером Ст=100000 р. За год университет планирует реализовать 20 комплектов данной АСУ. Таким образом, можно построить модель показывающую денежные поступления по проекту и срокам

Таблица 14 – Определение срока окупаемости инвестиций

Год	Инвестиции	Прибыль	Затраты	Накопленный денежный поток
1	463 245,84	2000000	463 245,84	1 536 754,16

Рассчитаем так называемый показатель РР, что означает pay back period. Чем меньше РР, тем эффективнее проект.

$$PP = \frac{I_0 \cdot n}{PP_{\text{ч}}}, \quad (14)$$

где I_0 – величина инвестиций; $PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

$PP=0.3$ следовательно проект можно считать рентабельным и приносящим прибыль.

4.5 Оценка научного уровня

Для оценки научно-технического эффекта данной разработки будет использоваться метод бальных оценок. Метод заключается в том, что разработка оценивается по нескольким показателям, каждому из которых по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. На основе проведенной оценки новизны программного обеспечения, его ценности, в соответствии с масштабом планируемого уровня реализации определяем показатель научно-технического уровня.

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot P_i \quad (15)$$

где K_i – коэффициент влияния критериев научно-технического эффекта; P_i – количественная оценка признаков научно-технического уровня работы.

Таблица 15 – Критерии научно-технического эффекта.

Критерии НТЭ НИОКР(i)	Выборочные значения коэффициента (K_i)
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможные реализации	0,2

Количественная оценка уровня новизны НИР, теоретический уровень результата НИР, возможность реализации результатов НИР анализируются на основе задания значений баллов на критерии.

Таблица 16 – Количественная оценка уровня новизны НИР.

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 - 10
Новая	По-новому (или впервые) объяснены известные факты, закономерности	5 - 7
Относительно новая	Результаты систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, но определяют направление дальнейших исследований	2 - 4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат ранее не известный	0

Таблица 17 – Количественная оценка теоретического уровня НИР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установление закона; разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

Таблица 18 – Возможность реализации научных результатов.

Время реализации	Баллы
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10

Результаты оценок признаков отображаются в таблице 19

Таблица 19 – Количественная оценка признаков НИР

Признак НТЭ НИР	Характеристика признака НИР	
1. Уровень новизны	Систематизируют и обобщают сведения, определяют пути дальнейших исследований	0,6
2. Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	0,4
3.Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,2
	Масштабы реализации - предприятие	

Определяем показатель научно-технического эффекта, который оценивается в зависимости от результата (Таблица 20).

Таблица 20 – Оценка уровня научно-технического эффекта.

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1 - 4
Средний	5 - 7
Сравнительно высокий	8 - 10
Высокий	11 - 14

Показатель научно технического эффекта равен:

$$H = 0,6 \cdot 4 + 0,4 \cdot 8 + 0,2 \cdot 10 + 0,2 \cdot 2 = 8$$

В соответствии с таблицей 20 уровень научно-технического эффекта данной разработки – сравнительно высокий.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе проведен анализ качества и надежности программного обеспечения (ПО), описаны формальные способы оценки надежности ПО, а также проанализированы виды последствия и сбоев при работе ПО.

Основная тематика дипломного проекта посвящена разработке программного модуля защиты для АСУ картонайзером. Основным устройством необходимым для разработки программного модуля с последующей его интеграцией в сам технологический процесс является персональный компьютер (ПК). На ПК осуществляется набор текста, чтение и ввод символом, чтение графических интерфейсов. Так же ПК напрямую взаимодействует с контроллером, в который прошита сама программа. В данном разделе рассмотрены и определены требования к качеству разработанного ПО на предмет негативного влияния, как на устройства, задействованные при работе картонайзера, так и на персонал, выполняющий работы с картонайзером непосредственно. Так же рассмотрены критичности проходящих ошибок в ПО. Также рассмотрены рекомендации по организации безопасности условий труда, меры применения техники безопасности при использовании ПО картонайзера. Кроме того, рассмотрены вопросы пожарной безопасности.

5.1 Оценка качества ПО АСУ картонайзером

Основной источник появления ошибок в ПО это сам специалист, который отвечает за начинку разработанного ПО. Из теории модульного программирования известно, что за отдельный участок общего ПО могут отвечать разные люди, с отличающимся мастерством владения языком программирования, а также видением общей картины ПО. Это является одной из основных причина плотности потока реализуемых ошибок и размеров проведения необходимой корректировки в этих модулях при разработке и дальнейшем авторском надзоре ПО. Наряду с общепринятой теорией выявления, корректировке и модификации ошибок по типовому классу, существует способ анализа и компоновки ПО

на основе схожих созданных ранее модулей и переносу опыта отладки на свой продукт.

Оценка качества ПО для АСУ картонайзером проведена с двух позиций: *позиция положительной эффективности* говорит о том, что ПО для АСУ картонайзером создано в адекватном виде, что способствует правильному выполнению поставленных для картонайзера задач, а именно непрерывное управление складской деятельностью с сохранением целостности изделий. *Позиция негативной формулы* анализирует ПО для АСУ картонайзером с точки зрения возможного причинения непоправимого ущерба, как для изделия, так и для персонала, осуществляющего обслуживание этого изделия. Нашей задачей при выполнении данного проекта являлось обеспечение высоких показателей качества работы АСУ картонайзером при применении разработанного ПО, что является способом, отражающим положительный эффект. Однако необходимо оценить и риски, которые могут появиться в ходе эксплуатации изделия созданным ПО.

Под качеством ПО для АСУ картонайзером подразумевается набор характеристик и характерных признаков ПО, которые способны удовлетворить выполнение поставленных задач [12].

Перечислим основные показатели качества и разберем их применительно к нашему ПО:

- *Функциональность*. Одной из основных функций приведенных модулей является защита и корректировка, что позволяет отслеживать качество работы картонайзера, а также предупредить или убрать отклонения, которые могут повлечь за собой причинение ущерба. Т.о. образом функциональность разрабатываемого модуля удовлетворяет возложенным на нее функциям.
- *Надежность*. К надежности ПО можно отнести заданный уровень качественного выполнения функций при условиях постоянного использования картонайзера на гарантийном сроке.

- *Эффективность.* Соотношение уровня качественного функционирования ПО к объему используемого ресурса на определенных условиях. В случае картонайлзера и АСУ, программный модуль защиты является одним из основных атрибутов, способный предотвратить преждевременный выход из строя устройства. К сожалению технологии использования пленочных механизмов не развиты настолько, чтобы можно было с уверенностью сказать, что качество выполнения поставленной задачи будет на высоком уровне. С точки зрения эффективности на наличие сбоев в работе картонайлзеру можно присвоить средний уровень, с дальнейшим развитием.
- *Практичность.* Под данным критерием к ПО для картонайлзера понимается удобство использования и простота практического применения. Поскольку система защиты и регулирования прошиты в контроллер, который установлен на ПК, можно сделать заключение, что данные устройства практичны и просты, что так же соответствует простоте реализации алгоритмов и программного кода за счет модульного программирования.

5.1.1 Ошибки ПО АСУ картонайлзером и техника безопасности при их возникновении

Ошибкой является искажение в работе того или иного объекта, а также неправильное функционирование алгоритма программы, что может стать причиной причинения ущерба от использования ПО [13]. Для каждого ПО, а в частности для ПО АСУ картонайлзером существуют эталонные показатели работы, в отношении этих показателей и происходит свидетельствование о присутствии отклонений. Эталон для ПО картонайлзера задается требованиями к обеспечению непрерывной работы при складировании. Основные требования к самому устройству указаны в 1 главе дипломного проекта. Для ПО АСУ картонайлзером этим эталонным требованием является рабочая характеристика диапазона изменений скорости. При отклонении от характеристики устройство за-

щиты может передать неверный код на дисплей, оператор воспримет этот код, как верный, а само устройство может выйти из строя или может появиться риск этого. Поскольку даже соответствующая эталонным показателям программа может каким-то образом дать сбой, то окончательно сравнить разработанное ПО с эталоном невозможно. Сбой может произойти по причине выхода из строя элементов контроллера или например случайно откомпилированной ошибке.

Риск в работе ПО АСУ картонайзером может проявиться как одно из негативных последствий проявления ошибки в ходе отладки программы или ее конечного использования. В соответствии с Федеральным Законом «Об основах охраны труда в РФ» [14] В случае работы АСУ картонайзером с использованием, созданного ПО существуют следующие факторы вредных воздействий (ГОСТ12.0.003-74) [15].

Вредные:

- повышенный уровень статического электричества (накопление статического заряда на корпусе ПК или картонайзера) – статика может нанести физический вред человеку, а так же вывести из строя или обнулить контроллер, что приведет к более серьезным последствиям.

Опасные:

- замыкание электрической цепи, вследствие повышенного напряжения питания, что влечет за собой поражение человека электрическим током.

К психофизическим факторам относятся:

- физические (статистические, динамические);

При работе с ПК существуют определенные требования безопасности изложенные в [16]. В случае использования ПО АСУ картонайзером приведем выборочно данные требования:

- ознакомление с инструкцией по эксплуатации ПО АСУ картонайзером;

- проведение вводного инструктажа, а так же периодическая проверка на соответствие группе допуска работающему персоналу по темам: оказание первой мед. помощи пострадавшим от воздействия электрического тока, порядок оповещения и оказания медицинской помощи, умение взаимодействовать со средствами пожаротушения;
- наличие запасных выходов в непосредственно близости от рабочего помещения;
- не допускать эксплуатацию ПК и прочей электронной техники при отсутствии на ней защитного кожуха, если таковой предусмотрен конструкцией, а так же при нарушении изоляции токопроводящих элементов, кабелей питания;
- недопустимо попадание посторонних предметов, элементов сора внутрь устройств;
- вентиляционные отверстия ПК и ПУ должны быть открыты;
- в случае наличия или обнаружения отклонений от установленных норм в работе ПО АСУ картонайзером, неисправности или повреждения ПК и ПУ работы на них следует остановить и сообщить ответственному за охрану безопасности по помещению;
- запрещается самостоятельно вмешиваться в процесс устранения неисправности АСУ картонайзером.

5.2 Анализ надежности ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности

Основываясь на приведенном описании ошибок ПО, выведенного в проекте ранее, логично сделать заключение о том, что данное нарушение в работе ПО АСУ картонайзером может негативно влиять на все критерии качества. В данном разделе рассмотрена систематизация ошибок, как формы влияния на надежность, определение надежности было дано в предыдущем пункте [17].

В процессе использования ПО АСУ картонайзером не изнашивается. Для ПО не существует необходимости в ремонте, вследствие поломки, а следо-

вательно необходимо ввести понятие надежности ПО в которое входит прежде всего: возможность включения защиты от «дурака» (пропадание того или иного сигнала с порта контроллера). Согласно источнику [18] охарактеризована надежность ПО АСУ картонайзером .

Таблица 21 – Надежность ПО АСУ картонайзером

Надежность ПО		
Стабильность возможность ПО АСУ картонайзером осуществлять стабильную работу относительно существующего количества отказов по причине наличия ошибок	Устойчивость характеризуется возможностью ПО АСУ картонайзером поддерживать стабильную работу при проявлении программных ошибок в коде	Восстанавливаемость возможность ПО АСУ картонайзером восстанавливать качественную функциональность и сохранить данные необходимые для продолжения работы

Стабильность работы модуля защиты для ПО АСУ картонайзером обеспечивается за счет простоты алгоритма, зацикленного по заданным условиям. Устойчивость работы напрямую зависит от исправности контроллера. Если вдруг у контроллера Atmega8 откажет какой либо из элементов, это может привести к неисправности, поэтому при разработке более детальной компоновки АСУ, необходимо учесть возможность второго фидера. Надежность ПО АСУ картонайзером можно оценить по количественным показателям [19].

Проводя анализ надежности ПО АСУ картонайзером необходимо различать отказ и ошибку, второе может быть следствием первого. Ошибки могут быть допущены неумышленно в связи с модульным процессом разработки. Зачастую ошибка приводит к отказам и причинению убытков с последующим снижением эффективности.

Основные типы отказа ПО для АСУ картонайзером:

- программа АСУ картонайзером перестала функционировать на время выходящее за допустимый предел от 3 до 5 секунд, что может повлечь

за собой некачественно упакованную продукцию, а как следствие передачу конечному потребителю некачественного товара, принесение убытков (нарушение цикла программы);

- программа АСУ картонайзером перестала функционировать на время не выходящее за допустимый предел, однако это повлекло за собой потерю сохранённых данных о состоянии технологического процесса. Если допустить, что в этот момент произошла какая-либо поломка устройства, возник дефект, это может привести к последствиям с причинением вреда (данная поломка для прикладного оборудования АСУ картонайзером возможна и вследствие некачественно проделанной работы по компоновке элементов контроллера, о чем мы говорили ранее);
- программа АСУ картонайзером перестала функционировать полностью (искажение нормального хода работы не только устройств защиты, но и всего устройства в целом). Данный вид неисправности АСУ картонайзером возможен при любом аварийном режиме работы, повлиять на улучшение данных характеристик нельзя вмешательством только в ПО. Здесь имеет место, как фактор износа оборудования, так и правильность его использования с соблюдением необходимой техники безопасности.

Любой отказ в работе ПО является сбоем в работе всего устройства, однако сложность и критичность возникшей ошибки анализируется по принципу самоустранения или устранения с вмешательством оператора, для АСУ картонайзером возможны оба варианта.

5.3 Стабильность и устойчивость ПО АСУ картонайзером как формы социальной ответственности

Из рассмотренного в предыдущей главе понятия ошибок и отказов можно сделать вывод о том, что нарушение работы АСУ картонайзером вследствие

возникновения ошибки, не всегда будет являться отказом, который повлечет за собой выход из строя всего устройства и другие формы вреда.

В ГОСТ [20] указан еще один критерий оценки ПО, применительно к ПО АСУ картонайзером – стабильность. Стабильность для ПО АСУ картонайзером мы охарактеризовали следующими пунктами: вероятность работы без отказа (данная вероятность применительно к модулю защиты имеет высокие показатели, по шкале от 1 до 5 выбираем 4, поскольку основным видом неисправности может оказаться некачественная периферия и само программируемое изделие, что зачастую проверяется еще на заводе изготовителе), интенсивность и среднее время работы до отказа. При анализировании стабильности АСУ картонайзером мы учитываем, что по мере исправления накопленного набора неисправностей, мы учитываем резкое сокращение ошибок, в виду того, что от нормальной работы картонайзера зависит не только финансовая прибыль, но и безопасность. Стабильность для АСУ картонайзером становится постоянной величиной еще на этапе отладки и тестирования ПО.

Под устойчивостью понимается уровень функциональности и работоспособности ПО АСУ картонайзером, при котором мы заведомо знаем, что наличие ошибок не приведет к серьезным последствиям, а лишь будет формой необходимой доработки или подстройки параметров. Для таких целей в АСУ картонайзером предусмотрен регулятор. Оценим устойчивость АСУ картонайзером по трем метрикам которые в свою очередь состоят из оценочных описаний. Шкала оценки АСУ картонайзером изменяется от 0 до 1.



Рисунок 17 – Оценка устойчивости ПО АСУ картонайтсром по ГОСТ 28195 – 89

5.4 Степени тяжести проявления ошибок ПО АСУ картонайзером по отношению к социальной ответственности

Степень тяжести проявления ошибки ПО АСУ картонайзером позволяет дать оценку в количественной мере с использованием вероятности отказа ПО и последствий, которые возможны по причине проявления этих ошибок. Для ПО, созданного для АСУ основным аспектом является, потеря работоспособности с возможным проявлением катастрофических последствий (пожар, взрыв, причинение травмы пользователю).

Таблица 22 – Категории тяжести ошибки ПО, с проявлением отклонений в работоспособности с исходом катастрофических последствий

№	Категория тяжести	Последствия от проявления ошибок
IV	Катастрофическая	Проявленная ошибка с высокой степень вероятности повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО, а так же вызовет повреждения технологического оборудования, нанесение вреда окружающей среде и/или тяжелые травмы и гибель людей
III	Критическая	Проявленная ошибка с высокой степень вероятности повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО, а так же вызовет повреждения технологического оборудования, нанесение вреда окружающей среде, но не несет в себе угрозы здоровью и жизни людей
II	Существенная	Проявленная ошибка с высокой степень вероятности повлечет за собой снижение эффективности функционирования ПО, с малой степенью вероятности повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО, но без заметных повреждений технологического оборудования и угрозы здоровью и жизни людей
I	Несущественная	Проявленная ошибка с малой степенью вероятности повлечет за собой снижение эффективности функционирования ПО, однако не повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО

Таблица 23 – Категории тяжести ошибки ПО, с отсутствием проявления отклонений в работоспособности с исходом катастрофических последствий

№	Категория тяжести	Описание последствий проявления ошибки
III	Критическая	Проявленная ошибка с высокой степень вероятности повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО
II	Существенная	Проявленная ошибка с высокой степень вероятности повлечет за собой снижение эффективности функционирования ПО, с малой степенью вероятности повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО
I	Несущественная	Проявленная ошибка с малой степенью вероятности повлечет за собой снижение эффективности функционирования ПО, однако не повлечет за собой прекращение (отказ) функционирования ПО

Данные методы оценки целесообразнее проводить по пункту проявления каждой ошибки в отдельности, для проведения более точного анализа. А отсюда следует, что ПО АСУ картонайзером на этапе дипломного проектирования не способен дать высоких оценок в устойчивости и стабильности, что требует дальнейшей проработки. Однако все рассмотренные показатели, применительно к АСУ картонайзером являются адекватными в значительной, допустимой мере, что позволяет характеризовать разработанное ПО, как безопасное, но с необходимым комплексом мер предосторожности и техники безопасности с целью предотвращения возникновения ЧС.

5.5 Пожарная безопасность

Для обеспечения безопасности при использовании ПО на целевом устройстве картонайлзера необходимо провести систему организационных действий с использованием технических средств направленных на то, чтобы предотвратить ЧС, а именно возникновение пожара, ограничить его распространение, создать условия для его тушения, а так же обезопасить людей от поражения огнем называется – пожарная безопасность.

Распространение пожара может быть обусловлено:

- короткое замыкание в проводке по причине ее неисправности или неисправности токопроводящих элементов питания;
- возгорание ПК и ПУ по причине замыкания или некачественного исполнения элементов контроллера.

По нормам взрыво- и пожаробезопасности помещения разделяются на категории, которые подробно расписаны в [21]. Помещение в котором производятся работы с использованием картонайлзера относится к помещениям категории типа Д. В целях пожарной профилактики проводятся действия направленные на исключение условий возгорания.

Для того, чтобы устранить возможность возникновения пожара в рабочем помещении необходимо соблюдать следующие меры:

- ограничить количество использования горючих веществ;
- устранить возможные источники возгорания;
- установить пожарную сигнализацию;
- следить за исправностью электрического оборудования;
- использовать автоматические выключатели и предохранители в сетях установки оборудования;
- иметь в помещении исправные средства пожаротушения;
- курение разрешается только в специально подготовленных местах;
- пути и проходы эвакуации должны быть свободны для прохода;
- регулярный инструктаж и сдача экзаменов по пожарной безопасности.

Пожарная безопасность лаборатории в которой выполняется проект обеспечена наличием:

- исправных средств пожаротушения (например огнетушитель);
- пожарной и дымовой сигнализации;
- плана эвакуации при возникновении ЧС.

На лабораторию назначен ответственный за ПБ, ежегодно проводятся инструктажи и экзамены по ПБ.

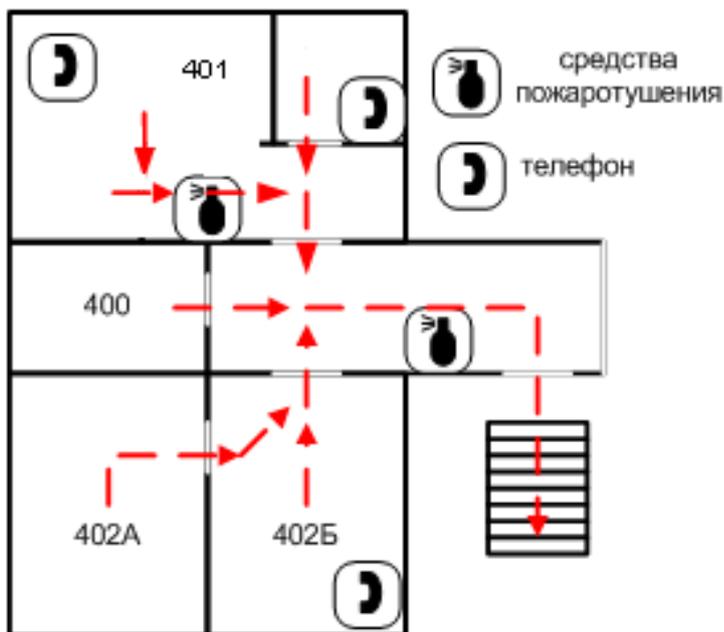


Рисунок 18 – План эвакуации при пожаре

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над дипломным проектом были рассмотрены основы построения АСУ картонайзером. Были сформированы требования к построению автоматизированной системы управления картонайзером и набору обеспечиваемых ей функций. Был разработан цифровой модуль защиты на основе емкостного датчика, а так же выбраны аппаратные средства, необходимые для реализации модуля защиты.

В системе Proteus проведено имитационное моделирование, показывающее адекватность и работоспособность модуля защиты при возникновении аварийных ситуаций.

Для разработанного модуля защиты расчет эталонной характеристики, заданной программно, ведется отдельно, на этапе проектирования АСУ картонайзером в целом. Расчет конечных параметров производится программно, основным действием является сравнение эталонных данных. При малом отклонении работу АСУ можно скорректировать использованием регулятора.

Таким образом, в основной части дипломного проекта разработаны алгоритмы системы защиты и регулирования для АСУ картонайзером, в соответствии с техническим заданием.

В экономическом разделе разработан, построен и оптимизирован сетевой график выполнения работ, произведён расчёт затрат на разработку и экономическую эффективность проекта.

В разделе социальная ответственность, проведен анализ качества и надежности разработанного модуля, описаны формальные способы оценки надежности и проанализированы виды последствий от сбоев при работе программ.

Таким образом, поставленная в дипломном проекте цель достигнута, задачи проектирования решены полностью.

CONCLUSION

The basic build of ACS kartonayzer examined in the course of work on degree project. The requirements for building automated control system cartomizer was formed and functions was provide. There was designed the digital security module based on a capacitive sensor and hardware necessary for the implementation of the security module was selected.

Simulation shown which the adequacy and performance of the protection module in case of emergency situations conducted in the Proteus system.

Calculation of the predetermined software reference characteristics is maintained For developed security module separately, in the design phase of ACS kartonaizera. The calculation of the final parameters is performed in software and the comparison reference data is the main action. With a small deviation of the work of the ACS can be adjusted using the slider.

In accordance with the technical specifications thus in the main part of the graduation project developed algorithms for system protection and management for ACS kartonaizera.

The economic section is designed, built and optimized network schedule of works, promoted the calculation of the cost of development and cost-effectiveness of the project.

The analysis of the quality and reliability of the developed module In the section of social responsibility described formal methods of reliability assessment and analyzed the impacts from failures in work programs.

Thus, set in graduation project goal is achieved, the design problems are solved completely.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификационно-номенклатурный справочник упаковочного оборудования для пищевых продуктов/ Ю.В. Бурляй, Л.А. Сухой, Т.М. Колоскова, С.И. Цитовский. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 224 с.
2. Технология упаковочного производства: Учебник для вузов / Аксенова Т.И., Ананьев В.В., Дворецкая Н.М. и др.; Под ред. Розанцева Э.Г. – М.: Колос, 2002. – 184с.
3. Смирнова В.И. и др. Основы проектирования и расчета следящих систем. Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 295 с
4. Бекишев Р.Ф., Ляпунов д.Ю., Семенова Л.Н. Применение емкостных устройств для контроля и измерения параметров емкостных структур в микроэлектронике и медицине// Материалы шестой научно- технической конференции/ Под.ред. О.И. Хомутова, Л.И. Сучковой. — Барнаул: АЛГТУ, 2005. — С. 69-74.
5. Дятлов В.Л., Коняшкин В.В., Потапов Б.С., Пьянков Ю.А. Планарные электрические микродвигатели //Электричество, 1996, М 1.—С. 8—18.
6. Дятлов В.Л., Коняшкин В.В., Потапов Б.С., Фадеев С.И. Пленочная электромеханика. — Новосибирск: Наука, 1991. — 247 с.
7. Официальный сайт компании Atmel. Электронный ресурс. Режим доступа http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_1_datasheet.pdf
8. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 1. Введение в технику регулирования линейных систем. Часть 2. Оптимизация контура регулирования: учебное пособие / Л.С. Удут, О.П. Мальцева, Н.В. Кояин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 156 с.
9. Сайт поисковой поисковой системы <http://google.ru>
- 10.Официальный сайт компании Freescale Semiconductor. Электронный ресурс. http://www.nxp.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4250.pdf

- 11.М.А. Саленко Методические указания по выполнению организационно-экономической части ВКР для студентов всех специальностей АВТФ. Томск: Изд.ТПУ, 2008.-24 с.
- 12.ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 – 93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. // М.: Издательство стандартов, 1994.
- 13.Лунаев В. В. / Программная инженерия. Методологические основы. // М.: ТЕИС, 2006.
- 14.Федеральный Закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации».
- 15.ГОСТ 12.0.003-74* “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”
- 16.ТОИ Р 01-00-01-96 «Типовая инструкция по охране труда для операторов и пользователей персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и работников, занятых эксплуатацией ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ)».
- 17.ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. // М.: Издательство стандартов, 1990.
- 18.ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 – 93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. // М.: Издательство стандартов, 1994.
- 19.ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. // М.: Издательство стандартов, 1990.
- 20.ГОСТ 28195 – 89. Оценка качества программных средств. Общие положения. // М.: Издательство стандартов, 1989.
- 21.НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности".

ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
//Версия чипа : ATmega8
//Тип программы : Application
//Тактовая частота AVR : 8,000000 MHz
// памяти : Small
//Внешний размер ОЗУ : 0
////Размер стека : 256
//*****/
#include <mega8.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
// буквенно-цифровые функции модуля LCD
#asm
.equ __lcd_port=0x12 ;PORTD
#endasm
#include <lcd.h>

#define FIRST_ADC_INPUT 0
#define LAST_ADC_INPUT 0
unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
float result_ADC;
float Cnach;
float Snach;
float Ckon;
float Skon;
float Vs;
float pogreshnost_izm;
float E0;
float Er;
float dpl;
float Craznost;

// АЦП процедура обработки прерывания
// С автоматическим сканированием ввода
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
static unsigned char input_index=0;
// Считывание результата преобразования А-Ц
adc_data[input_index]=ADCW;
// Выбор следующего входа АЦП
if (++input_index > (LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT))
input_index=0;
ADMUX=(FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff))+input_index;
// Задержка необходимая для стабилизации входного напряжения АЦП
delay_us(10);
// Начало преобразования А-Ц
ADCSRA|=0x40;
}

void main(void)
{
char lcd_buffer[31];
PORTB=0x08;
// Инициализация АЦП
// Тактовая частота АЦП: 125 000 кГц
// Опорное напряжение АЦП: AVCC контакт (pin)
ADMUX=FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
ADCSRA=0xCE;

lcd_init(32);
#asm("sei")
}
```

```

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);

while (1)

{

do
{

E0=(8.85);
Er=(9.81);
dpl=(0.05);
Snach=0.25;
Cnach=((E0*Er*Snach)/dpl)/10;
Craznost=(Cnach);
lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(lcd_buffer,"Cn=%.1fpF",Craznost);
lcd_puts(lcd_buffer);

{

result_ADC=((5.00*adc_data[0])/1024.00);
Vs=(5.1);
pogreshnost_izm=(0.04);
E0=(8.85);
Er=(9.81);
dpl=(0.05);
Skon((((result_ADC/Vs)))));
Ckon=((E0*Er*Skon)/dpl) ;
Craznost=(Cnach-Ckon);

lcd_gotoxy(11,0);
sprintf(lcd_buffer,"Ck=%.1fpF",Ckon);
lcd_puts(lcd_buffer);
}

}

while (Ckon-Cnach<160);
lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(lcd_buffer,"WARNING C=%.1fpF ",Ckon-Cnach);
lcd_puts(lcd_buffer);
delay_ms(500);
lcd_clear();
} ;
}

```