

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Система управления промышленным светильником с применением интеллектуальной силовой сети</b>

УДК 004.896:628.94:631.5

#### Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Уалданов Рамазан Уалданович		

#### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Зебзеев А. Г.	к.т.н., доцент		

#### Со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Хаперская А.В.	к.пед.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

#### По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева И. Л.	—		

#### Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Кузьминская Е. В.	к.т.н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И.	к.т.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Общекультурные (универсальные) компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических,

Код компетенции	Наименование компетенции
	экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления

Код компетенции	Наименование компетенции
	жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Уровень образования – Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения – Весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
...	Основная часть	60
...	Концепция стартап-проекта	20
	Социальная ответственность	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Зебзеев А. Г.	к.т.н., доцент		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Тутов И. А.	–		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И.	к.т.н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 Отделение (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
Громаков Е.И.  
 (Подпись)                      (Дата)                      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8Б	Уалданов Рамазан Уалданович

Тема работы:

Система управления промышленным светильником с применением интеллектуальной силовой сети	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№4713/с от 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект автоматизации – промышленный светильник.</p> <p>Цель работы: дистанционное управление освещением по силовым сетям, для стабильной передачи светового потока.</p> <p>Разработка системы управления освещением должна производиться с учетом имеющейся лабораторной базы, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Среда Atmel studio;</li> <li>• Среда Proteus;</li> <li>• Среда Autodesk.</li> </ul>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– описание имеющихся аналогов;</li> <li>– разработка структурной схемы;</li> <li>– разработка и расчет принципиальных схем;</li> <li>– моделирование принципиальных схем и получение данных на осциллографе;</li> <li>– разработка программы на языке С для управления микроконтроллера;</li> <li>– тестирование и симуляция работающего прибора в программе.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– структурные схемы;</li> <li>– принципиальные схемы;</li> <li>– листинг программы;</li> </ul>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>Концепция стартап-проекта</p>	<p style="text-align: center;">Хаперская Алена Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Заключение (Conclusion)</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p style="text-align: center;">08.02.2022</p>
--	---

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p style="text-align: center;">Тутов И. А.</p>	<p style="text-align: center;">–</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">8Т8Б</p>	<p style="text-align: center;">Уалданов Рамазан Уалданович</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т8Б	Уалданов Рамазан Уалданович

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Направление</b>	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат		

<b>Перечень вопросов, подлежащих разработке:</b>	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Цель устройства – разработка системы управления промышленным светильником для тепличных хозяйств (и других применений) с передачей информации по силовым линиям питания.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Патенты на полезную модель и на промышленный образец.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Рынок интеллектуального освещения имеет тенденцию к расширению. Для численной оценки были взяты показатели за 2021 год.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Все больше растет интерес к рациональному распределению ресурсов. Рынок интеллектуального освещения оценивается в 11.93 миллиарда долларов в 2021 году, и как ожидается, будет расти в среднем на 23.1% в течение периода с 2021-2025 год.
<i>Себестоимость продукта</i>	278 тыс. руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Существуют некоторые схожие разработки в данной области, однако явных конкурентов у продукта нет.
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	На основании конкурентных преимуществ
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Коммерческие предприятия, сельскохозяйственный сектор, гос. учреждения.
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Модель по А. Остервальдеру.
<i>Производственный план</i>	В первый год продаж: 18,8 млн. рублей
<i>План продаж</i>	План продвижения продукта на рынок: 1. Стратегия «business to business» – первый этап при использовании опытного образца и наращиваний. 2. Стратегия «business to government» - следующий этап при наращивании товарооборота и реализации масштабных

	проектов.
<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-модель)</i>	Бизнес-модель Остервальдера, матрица стратегического планирования SWOT, таблицы расчета, таблица сравнения характеристик.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>09.02.2022</b>
---	-------------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Хаперская Алена Васильевна	к.пед.н.		09.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Уалданов Рамазан Уалданович		<b>09.02.2022</b>

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т8Б		Уалданов Рамазана Уалданович	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Система управления промышленным светильником с применением интеллектуальной силовой сети	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> является система управлением промышленным светильником, для поддержания необходимого уровня освещения в зависимости от времени суток.</p> <p><i>Область применения:</i> система управления АСУ ТП, локальные системы управления на производстве.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> лаборатория</p> <p><i>Размеры помещения (климатическая зона*):</i> 6*8 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, программируемый микроконтроллер, плата, резистор, светодиоды, генератор.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> тестирование работоспособности устройства, разработка системы управления и процесс паяния платы.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</p> <p>ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком;</p> <p>ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи;</p> <p>ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <p>1. Поражение электрическим током;</p> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <p>1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>2. Повышенное значение электромагнитного излучения;</p> <p>3. Отклонение показателей микроклимата;</p>

	4. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой. <b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> средства защиты от поражения электрическим током (предохранительные устройства, устройства автоматического отключения, контроля и сигнализации), осветительные приборы и искусственные источники света, устройства для кондиционирования воздуха и отопления, обогрева и охлаждения.
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</b>	<b>Воздействие на литосферу:</b> утилизация отходов при производстве составных элементов прибора; <b>Воздействие на гидросферу:</b> возможное попадание отходов производства компонентов в сточные воды; <b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы при производстве компонентов устройства.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:</b>	<b>Возможные ЧС:</b> Пожар; Отказ системы безопасности. <b>Наиболее типичная ЧС:</b> отказ системы безопасности.
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
<b>02.04.2022</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		02.04.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Уалданов Рамазан Уалданович		02.04.2022

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 74 страниц, 29 рисунков, 15 табл., 28 источников, 2 прил.

Ключевые слова: интеллектуальные силовые сети, система управления светильником, разработка, управление сигналом.

Объектом исследования является интегрированная система управлением промышленным светильником.

Цель работы – дистанционное управление промышленным светильником по силовой сети.

В процессе исследования проводились библиографический анализ разрабатываемой системы, обзор доступных аналогов на рынке и их недостатки, выбраны исполнительные элементы структурной системы.

В результате исследования была разработана система управление промышленным светильником, используя интеллектуальную силовую сеть.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: данная система управления светильником имеет устойчивое время работы при подключении сеть.

Степень внедрения: внедрение разработки управления светильником, упростит систему наладки при проектировании, также возможность внедрение к различным имеющимся умным системам управления.

Область применения: промышленные объекты, тепличные полигоны, коммерческие здания и помещения, и государственные учреждения.

Экономическая эффективность/значимость работы\_\_разработанная система при помощи силовой сети упростит монтажные работы при проектировании освещения, использование данной разработки поможет в дальнейшем упростит оператору управление и получение данных с сети, а также сэкономить при использовании электроэнергию.

В будущем планируется продолжения работы над тематикой.

## Содержание

Введение.....	16
1. Проектирование системы управления светильником с помощью интеллектуальной силовой сети .....	19
1.1 Система управления .....	19
1.2 Моделирование генератора сигнала .....	19
1.3 Моделирование и расчет фильтра.....	21
1.3.1 Режекторный фильтр .....	22
1.3.2 Полосно-пропускающий фильтр .....	25
1.4 Структурная разработка системы .....	31
1.4.1 Расчет и подбор элементов понижающего DC – DC .....	31
1.4.1.1 Рассчитать индуктивность и выбрать дроссель .....	33
1.4.1.2 Подбор конденсаторов.....	35
1.4.1.3 Выбор диода.....	36
1.4.1.4 Выбор силового ключа.....	37
1.4.1.5 Выбор микроконтроллера.....	39
1.5 Программная структура управления .....	40
1.5.1 Алгоритм работы микроконтроллера.....	40
2. Концепция стартап проекта .....	42
2.1 Продукт как результат научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ .....	42
2.2 Способы защиты интеллектуальной собственности.....	43
2.3 Объем и емкость рынка.....	44
2.4 Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт .....	47

2.5	Себестоимость продукта.....	49
2.6	Конкурентные преимущества создаваемого продукта и сравнение технико-экономических характеристик продукта с аналогами .....	51
2.7	Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта .....	52
2.8	Бизнес-модель проекта.....	53
2.9	Стратегия продвижения продукта на рынок .....	53
3.1	Введение .....	56
3.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	56
3.3	Производственная безопасность .....	58
3.3.1	Отклонение показателей микроклимата .....	58
3.3.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	59
3.3.3	Умственное перенапряжение .....	60
3.3.4	Поражение электрическим током.....	60
3.3.5	Превышение уровня электромагнитных излучений.....	61
3.4	Экологическая безопасность .....	62
3.4.1	Влияние объекта исследования на селитебную зону .....	62
3.4.2	Влияние объекта исследования на атмосферу .....	63
3.4.3	Влияние объекта исследования на гидросферу .....	63
3.4.4	Влияние объекта исследования на литосферу .....	64
3.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	64
3.5.1	Анализ вероятных ЧС, которые может спровоцировать объект исследований.....	64
3.5.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	64
3.6	Вывод по разделу .....	65
	Заключение .....	67

Conclusion.....	68
Список используемых источников.....	69
Приложение А .....	73
Приложение Б.....	74

## Введение

Интеллектуальная сеть – это архитектура управления услугами телекоммуникационной сети. Цель этой архитектуры управления службами, в частности обеспечить основу, позволяющую сетевому оператору внедрять, контролировать и управлять услугами более эффективно, экономично и быстро, чем позволяет текущая система. Основным преимуществом архитектуры интеллектуальной сети является возможность повысить комфорт жилых помещений, сокращение энергозатрат на эксплуатацию, увеличение долгосрочного использования характеристических свойств предприятий или помещений. Данная архитектура управлением освещением применяется в системах умных домах, для комфортного жилья и так же уменьшает значительно траты на электроэнергию. Применения интеллектуальной силовой сети, используется на самых разных объектах:

- Помещения под склады;
- Гостиничные номера;
- В паркингах и на охраняемых территориях.
- Жилые помещения;
- Промышленность;
- Коммерческие помещения;
- Государственные заведения.

Основным этапом при внедрении системы управления, является грамотное планирование освещения в процессе проектировании помещения.

Для того чтобы сделать освещение в помещении, необходимо выбрать наиболее подходящее и надежное оборудование и продумать управление группой освещения в проекте. Всё это необходимо для стабильной работы системы. У каждого объекта своя система управления, но также используется стандартное решение.

Основными функциями данной системы является интеллектуальное управление системой производится оператором, который позволяет внедрять

различные структурные изменения, такие как регулирование яркости света осветительных приборов в зависимости от времени суток, обеспечение необходимой освещенности. Кроме того, основной функцией является увеличение энергоэффективности и повышение срока службы осветительных приборов. Более того, при помощи интеллектуальной системы можно обеспечить необходимые подходящие условия при выращивании любых растений в тепличном комплексе, а также данная архитектура позволит оператору в кратчайшие сроки реагировать на какие-либо неполадки с установкой. При этом такой вид системы управления освещением пользуется большим спросом, и одним из наиболее распространенных аналогов является система управления DALI.

Но данная система довольно сложна в монтаже, особенно в масштабных проектах, тем самым достаточно дорога в установке (рисунок 1)

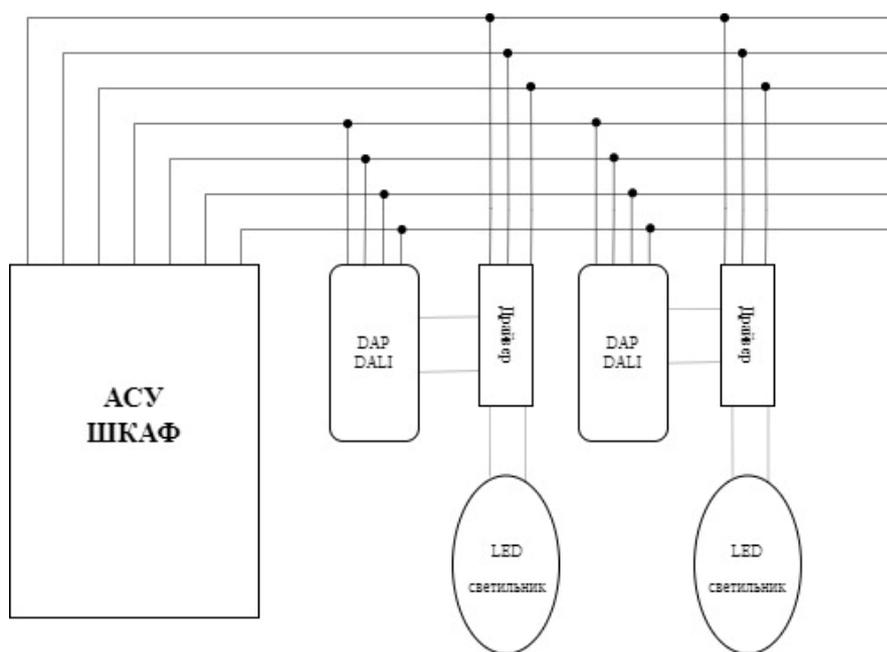


Рисунок 1 – Система управление освещением DALI

На рисунке 1 показан слева шкаф АСУ, от которого идут провода с напряжением 220В, интерфейсная шина с напряжением 24В протягивается к DAP Dalі, данный блок управляет преобразованием сигнала интерфейса.

После этого два провода сигнальных идут от преобразователя к драйверу светодиодов, который соответственно так же подключен к сети.

Следовательно, можно сделать заключение, что данный аналог содержит достаточно много соединений. При большом количестве осветительных приборов затрудняет установку системы.

Цель разработки: дистанционное управление светильником по силовой сети.

Таким образом, для выполнения поставленной цели, можно выделить такие задачи:

- переменное напряжение сети, питающее систему, должен, будет иметь преобразователь управляющего сигнала;
- проектирование систем принимающих фильтров определенных частот;
- принимать за управления сигнал;
- систему регулирования тока на светильнике по сети.

Далее пошагово решим задачу каждого из этапов, произведем выбор и расчет необходимых схем.

## **1. Проектирование системы управлением светильником с помощью интеллектуальной силовой сети**

### **1.1 Система управления**

В ходе изучение системы управления можно сделать вывод, что напряжение сетевой сети необходимо приложить к квадратному импульсу цифрового сигнала синусоидальной формы. В связи с этим можно предположить, «единицу» этого сигнала также нужно преобразовать в сигнал постоянной частоты. По этой причине было решено преобразовать цифровой сигнал в синусоидальную форму, потому что синусоидальная кривая передается на большие расстояния практически без искажений, а фильтр будет излучать гармонический сигнал. Нет необходимости в преобразовании "ноль". Для решения этой проблемы используется генератор синусоидальных сигналов.

### **1.2 Моделирование генератора сигнала**

В начале моделирования был выбран RC – двигатель с автономным питанием и так же фазосдвигающей RC – цепью. Так же данный вид автоматического генератора именуют цепным генератором RC – класса. Обратная положительная связь происходит при помощи фазосдвигающей схемы, которая обеспечивает поворот выходного напряжения усилителя на  $180^\circ$  относительно фазы входного сигнала рабочей частоты. Этот вопрос можно решить, используя фазовращающие цепи, которые содержат определенное количество обратных Г – образных RC – звеньев.

Помимо этого, для появления автоколебаний нужно выполнять условия баланса амплитуды, т.е. произведение коэффициентов обратной связи и усиления ОУ должно быть равно единице, показано на рисунке 2:

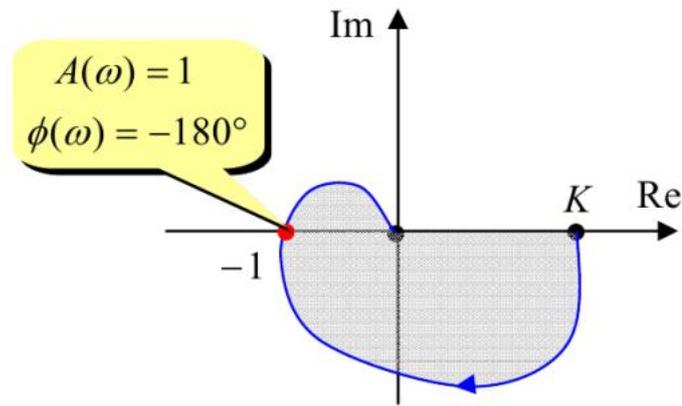


Рисунок 2 – Граница устойчивости

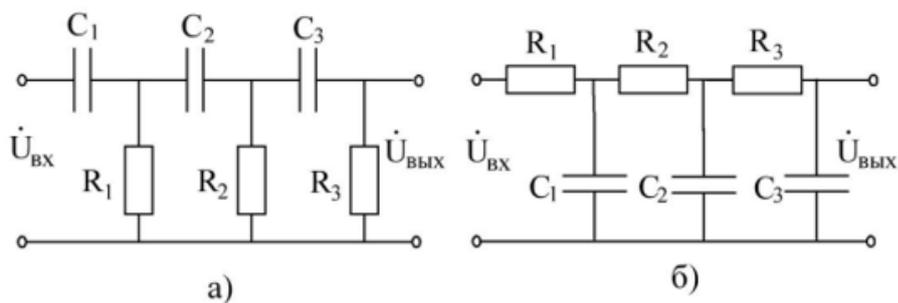
Изменение фазы зависит от числа звеньев и равно:

$$\varphi = \frac{180^\circ}{n}, \quad (1)$$

$\varphi$  – фазовые изменения;

$n$  – количество звеньев, шт.

Фазовращающие цепи делятся на два вида «R-параллель» и «C-параллель».



а) R-параллель; б) C-параллель

Рисунок 3 – Фазовращающие цепи

Частота генерации при квазирезонансе, трехзвенная RC – схема имеет положительную обратную связь и с действительным значением  $1/29$  коэффициента передачи, со сдвигом фазы равным  $\pi$ . Баланс амплитуд обеспечивается в генераторе самопроизвольном при выборе коэффициента усиления усилителя больше или равным 29.

Квазирезонансная частота генерации определяется формулой:

$$f = \frac{\sqrt{6}}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} = \frac{0.39}{R \cdot C}, \quad (2)$$

Где,  $R$  – сопротивление RC-цепи, Ом;

$C$  – емкость RC-цепи, Ф.

Следующим этапом является выбор частоты генерации сигнала равным 20кГц. Подставим имеющихся данные, получим:

$$RC = 19.5 \cdot 10^{-6}. \quad (3)$$

Для резистора выберем сопротивление равным 10кОм, следовательно, конденсатор будет иметь емкость 19.5нФ. Рассчитаем коэффициент усилителя:

$$K_u = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}. \quad (4)$$

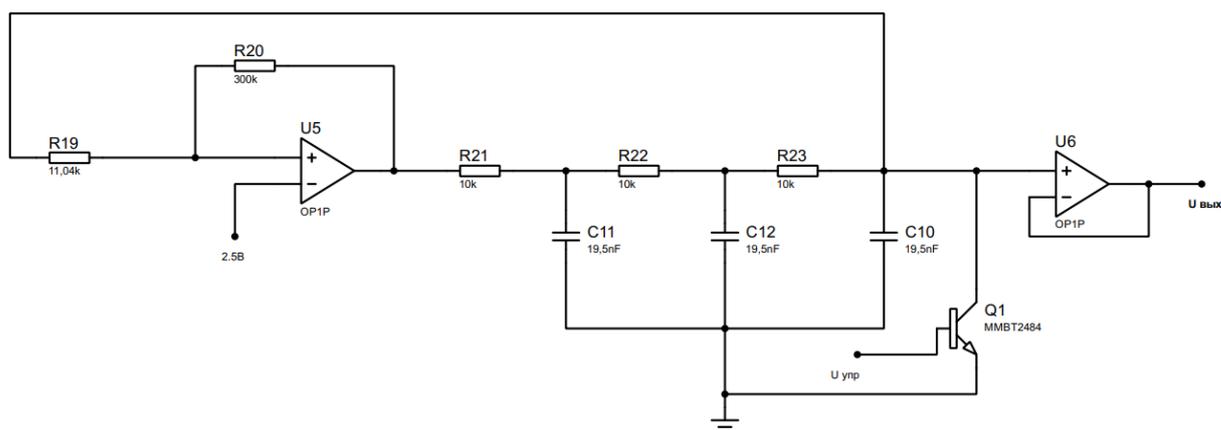


Рисунок 4 – Схема генератора

Схема имеет повторитель, который выполняет функцию уменьшения влияния нагрузки проходящего тока на частоту сигнала генерируемого, а также транзистор, который управляет переключением генератора.

### 1.3 Моделирование и расчет фильтра

Электронные фильтры – это тип фильтра обработки сигналов в виде электрических цепей. В этой статье рассматриваются фильтры, состоящие из сосредоточенных электронных компонентов, в отличие от фильтров с

распределенными элементами. То есть использование компонентов и взаимосвязей, которые при анализе можно считать существующими в одной точке. Эти компоненты могут быть в дискретных упаковках или частью интегральной схемы.

Электронные фильтры удаляют нежелательные частотные компоненты из подаваемого сигнала, усиливают нужные или и то, и другое. Они могут быть:

- пассивный или активный
- аналоговый или цифровой
- высокочастотный, низкочастотный, полосовой, полосно-заграждающий
- дискретное (дискретизированное) или непрерывное время
- линейный или нелинейный
- бесконечный импульсный отклик (тип IIR) или конечный импульсный отклик (тип FIR).

### 1.3.1 Режекторный фильтр

Для реализации нашей системы будет использоваться активный полосовой фильтр и полосно-заграждающий фильтр на пассивных элементах. Фильтр режекторный, служит для блокирования определенного диапазона частот.

В начале нужно построить режекторный фильтр с частотой на 50Гц, добротностью  $Q = 2$ . Так же возьмем коэффициент равным 1 при полосозаграждающем воздействии.

Первым делом, выбираем емкость конденсатора. Допустим,  $C = 400\text{нФ}$ . Определим значение  $R1 = R2 = R$ :

$$R = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_c \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-9}} = 9,8 \text{ кОм} . \quad (5)$$

Для изменения подающихся частот, нужно изменять показания значения резистора на фильтре.

Следующим этапом находим промежуточные коэффициенты. Получаем их по формуле:

$$\alpha = 3Q - 1 = 6 - 1 = 5; \quad (6)$$

$$\beta = -A_0 \cdot 3Q = -6. \quad (7)$$

После выберем резистор  $R_2$ . Для наших показаний выберем значения в 200 кОм, это значение обусловлено с регулируемой частотой.

После определение одного резистора, можно найти остальные значения резисторов, отвечающие за регулирование, в полосе пропускания коэффициент усиления.

$$R_4 = \left| \frac{R_2}{\alpha} \right| = \left| \frac{200 \cdot 10^3}{5} \right| = 40 \text{ кОм}; \quad (8)$$

$$R_3 = \left| \frac{R_2}{\beta} \right| = \left| \frac{200 \cdot 10^3}{6} \right| = 30 \text{ кОм}. \quad (9)$$

В конце нахождения значения коэффициентов, берётся произвольное значение  $R_5 = 2R_1$ . Окончательная схема реализации проекта равна:

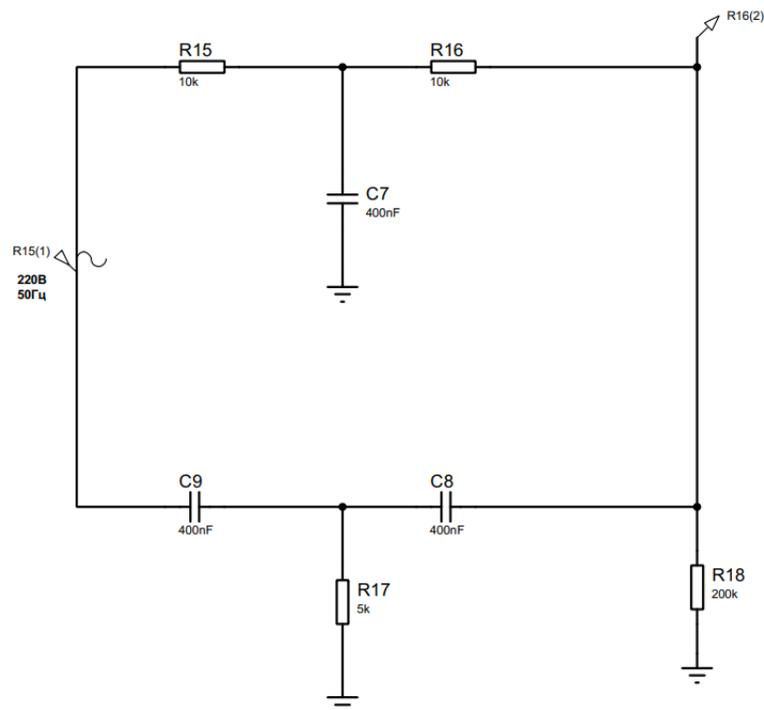


Рисунок 5 – Схема Полосно-заграждающего фильтра

После построение электрической схемы фильтра, приступаем к моделированию его в программе. Подключаем схему к осциллографу и подаем

на систему напряжения и снимаем АЧХ.

АЧХ фильтра можно увидеть на рисунке 6.

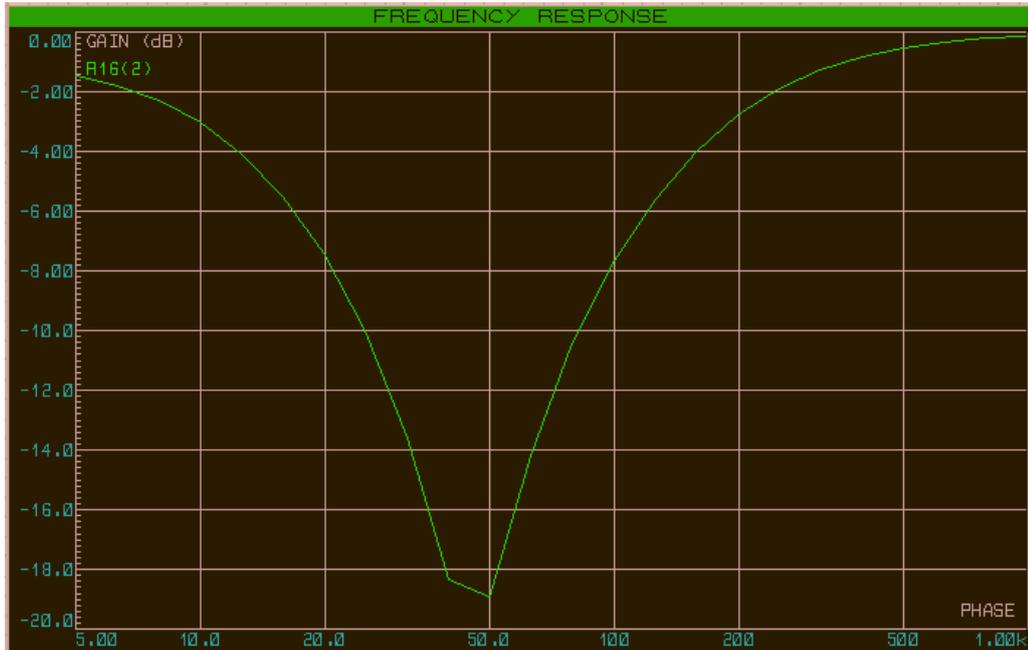


Рисунок 6 – АЧХ режекторного фильтра

Можно увидеть на рисунке, что на 50Гц фильтр блокирует данный диапазон частоты, следовательно, можно сделать вывод, фильтр работоспособный и схема сделана, верно. Для полной правильности снимаем показания с осциллографа, представленные данные показаны на рисунке 7.

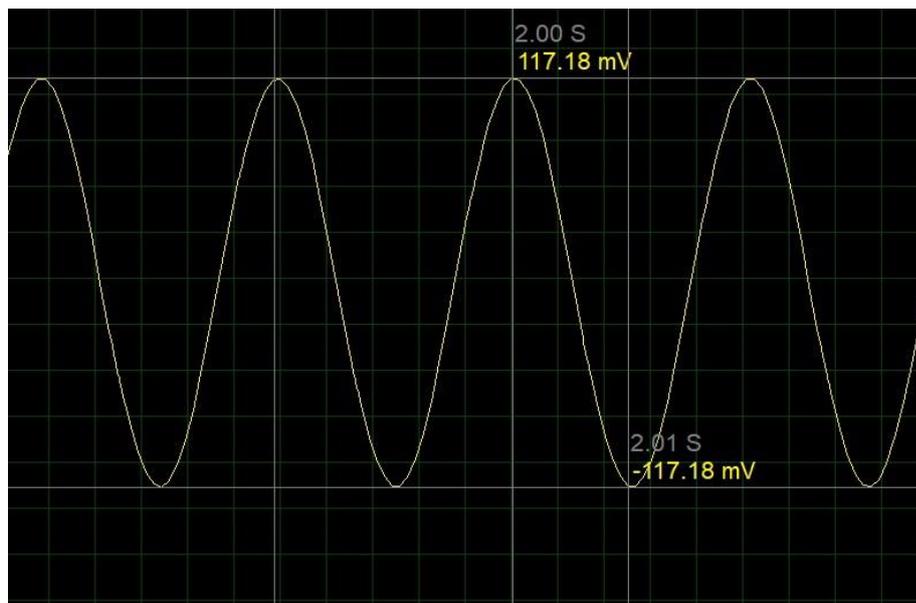


Рисунок 7 – Выходной сигнал фильтра

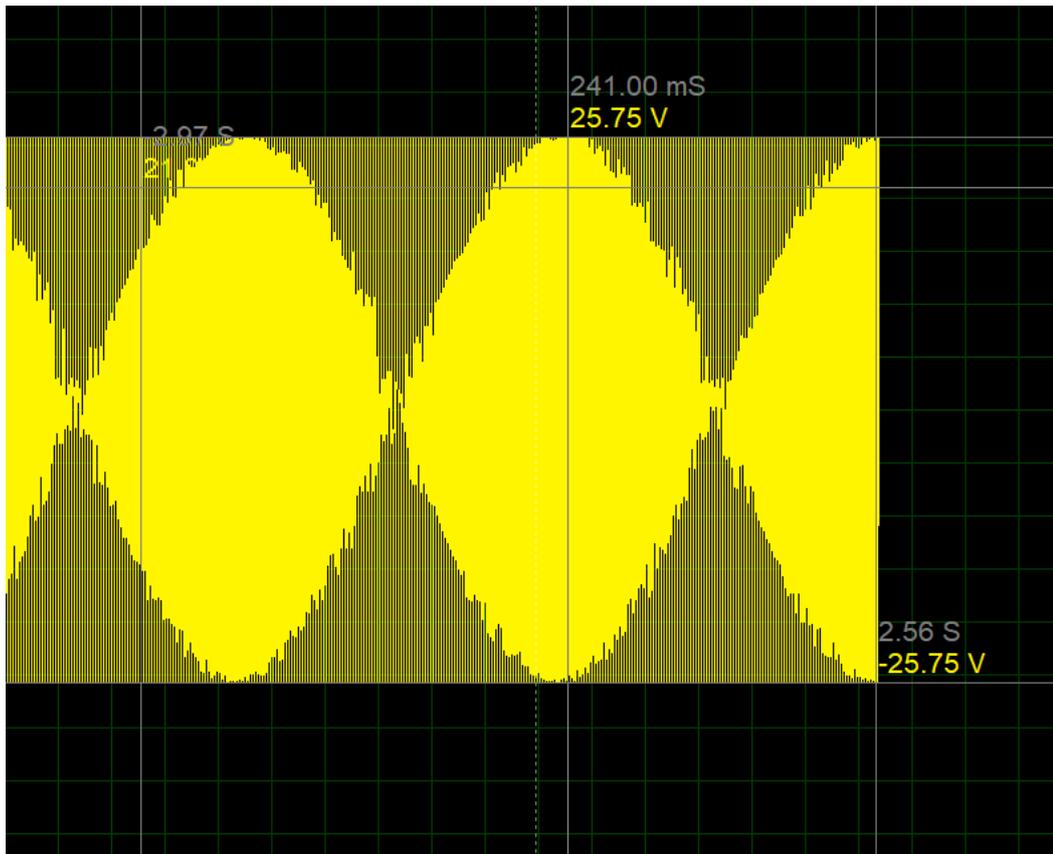


Рисунок 8 – Выходной сигнал фильтра

### 1.3.2 Полосно-пропускающий фильтр

Функция фильтра полосового представляет собой устройства для пропускания частот в определенных диапазонах и ослабления частоты за пределами этого диапазона.

По сути, фильтр — это две портовые схемы или устройство для удаления частотных компонентов сигнала (переменное напряжение и ток). С помощью полосы пропускания можно пропустить компоненты в заданную полосу частот и не блокировать компоненты с частотами выше или ниже этой полосы. Он отличается от фильтра высоких частот, который пропускает компоненты с более высокой скоростью. Это контрастирует с использованием низкочастотного фильтра, который пропускает компоненты с частотами ниже определенной частоты.

Примером аналогового электронного полосового фильтра является схема RLC (схема резистор-индуктор-конденсатор). Также они могут быть созданы с помощью объединения фильтров верхних и нижних частот.

Как правило, полосовой сигнал – это сигналы с несущей частотой без привязки к нулевой частоте. Например: выходящий из полосы фильтра сигнала или звук в канале связи.

Сбалансированный и идеальный полосовой фильтр имеет полностью плоскую частоту пропускания: все частоты в полосы пропускания передаются на выход без усиления или затухания и абсолютно ослабляют любые другие частоты внутри зоны покрытия.

Ни один из существующих в настоящее время полосовых фильтров не идеален. По этой причине фильтр не полностью ослабляет все частоты, которые находятся за пределами желаемого диапазона частот; в частности, есть область на границе предполагаемой полосы пропускания и где они могут быть ослаблены, но отклоняться.

Чаще всего конструкция фильтра стремится сделать откат как можно более узким, чтобы позволить фильтру работать в непосредственной близости к его предполагаемой конструкции. В большинстве случаев это достигается за счет полос пропускания и стоп-диапазона пульсация, который может быть как постоянным, так и переменным.

Разница между верхней и нижней частотой среза – это пропускная способность фильтра. Результат формы – это отношение полосы пропускания к частоте среза, которое можно определить при использовании двух разных значений затухания для определения частоты реза.

Для нашего фильтра полосового нужно выбираем рабочую частоту, она будет равна 50Гц.

Для нашего случая из таблицы добротности определяем данный показатель, который будет равен  $Q = 10$ . Рассчитаем добротность нашего фильтра по формуле:

$$Q_i = Q \cdot \frac{(1 + \alpha^2) \cdot b_1}{\alpha \cdot a_1} = 10 \cdot \frac{(1 + 1.036^2) \cdot 1}{1.036 \cdot 1.4142} = 14.15. \quad (10)$$

В конце, нужно рассчитать значения компонентов фильтра. Примем за основу, что конденсатор у нас будет равен 20нФ.

Тогда, для фильтра:

$$R_{14} = \frac{Q_i}{\pi \cdot f_{c1} \cdot C} = 20.7 \text{ кОм}; \quad (11)$$

$$R_{19} = \frac{R_{14}}{2 \cdot A_{mi}} = 100 \text{ кОм}. \quad (12)$$

После нахождения резистора, находим значения последнего, данное действие можно выполнить так, что  $R19 = R20 = 100 \text{ кОм}$ .

Реализуем электрическую схему в программе и смоделируем процесс.

Схему полосового фильтра можно увидеть на рисунке 8.

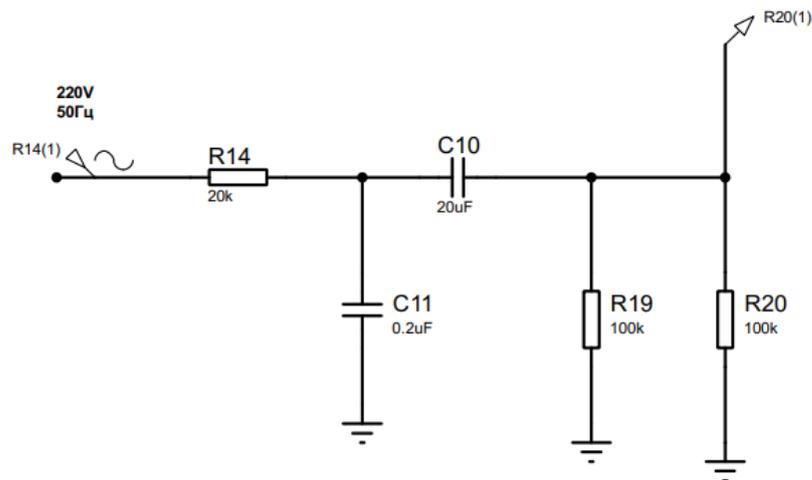


Рисунок 9 – Схема полосового фильтра на пассивных элементах

После того, как реализовали схему полосового фильтра, подаем напряжение в 220В и 50Гц. После этого снимаем АЧХ фильтра, показания можно увидеть на рисунке 9.



Рисунок 10 – АЧХ полосового фильтра

Подключаем полосовой фильтр к осциллографу, настраиваем осциллограф и снимаем с него показания, результат можно увидеть на рисунке 10.

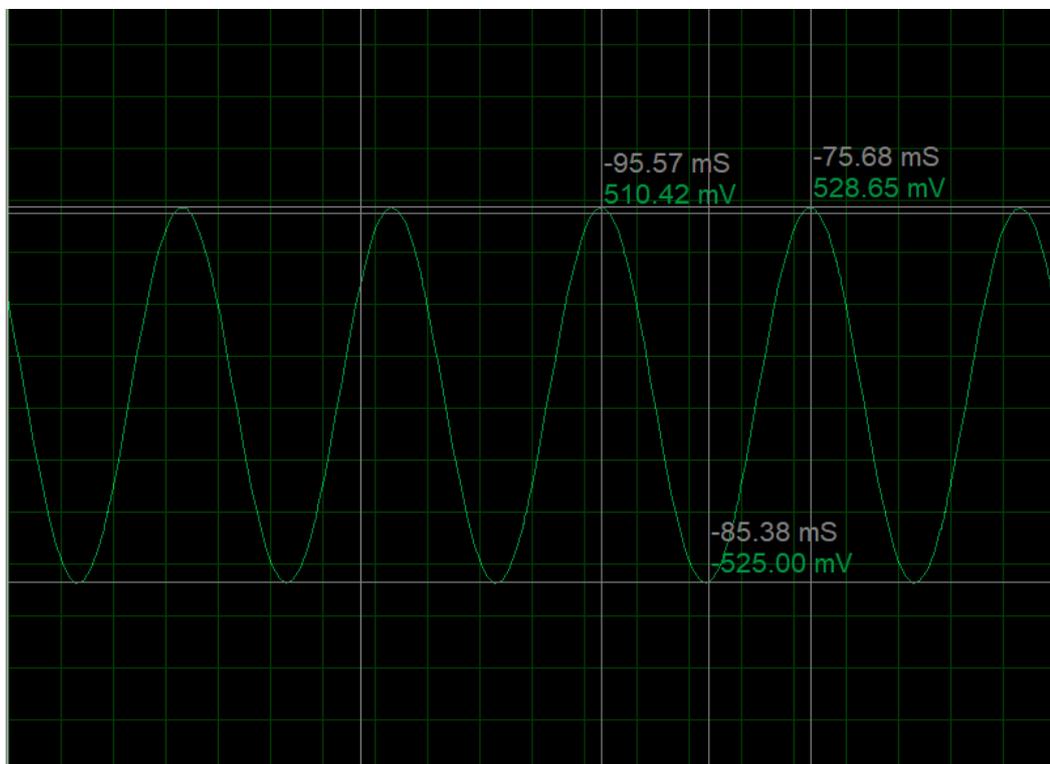


Рисунок 11 – Выходные показания на осциллографе

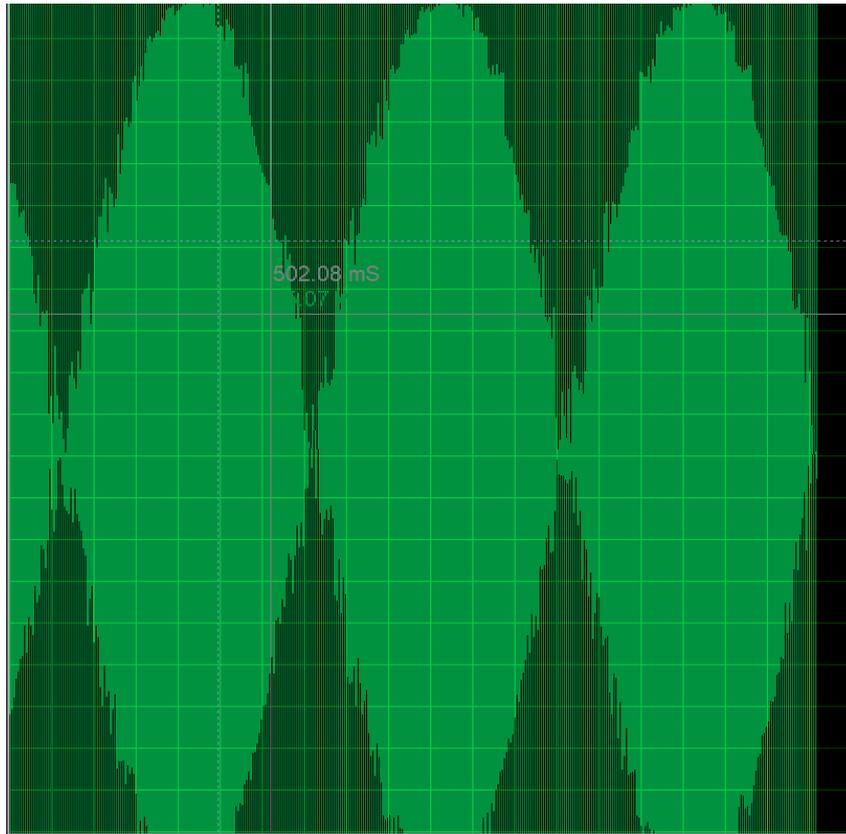


Рисунок 12 – Выходные показания на осциллографе

Для полной достоверности работы фильтра, пропустим входной сигнал разных частот. Зададим значение частоты 10кГц, на рисунке 13 можно увидеть показания осциллографа.

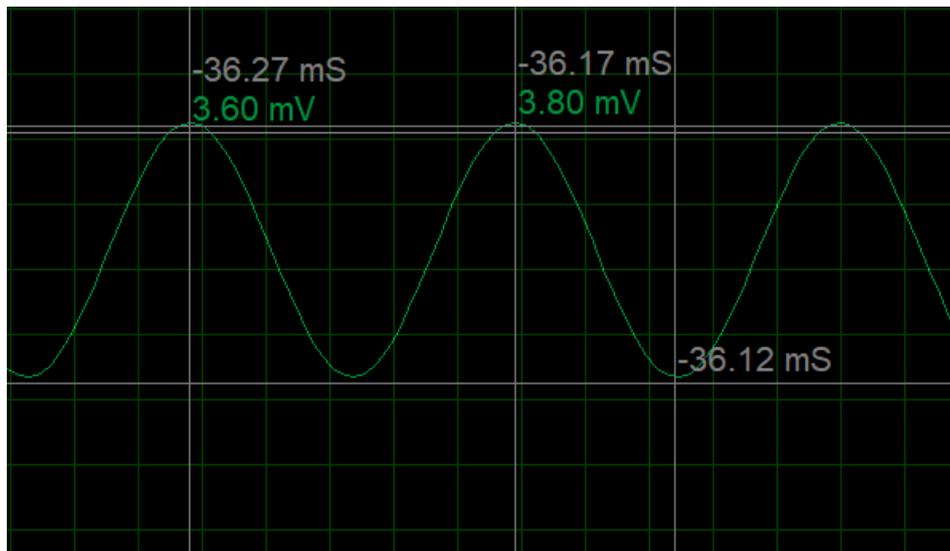


Рисунок 13 – Выходной сигнал полосового фильтра 10кГц

Увеличиваем значения подающего частотного сигнала на фильтр, который будет равным 20кГц. Получим следующие значения выходного

сигнала на рисунке 14.

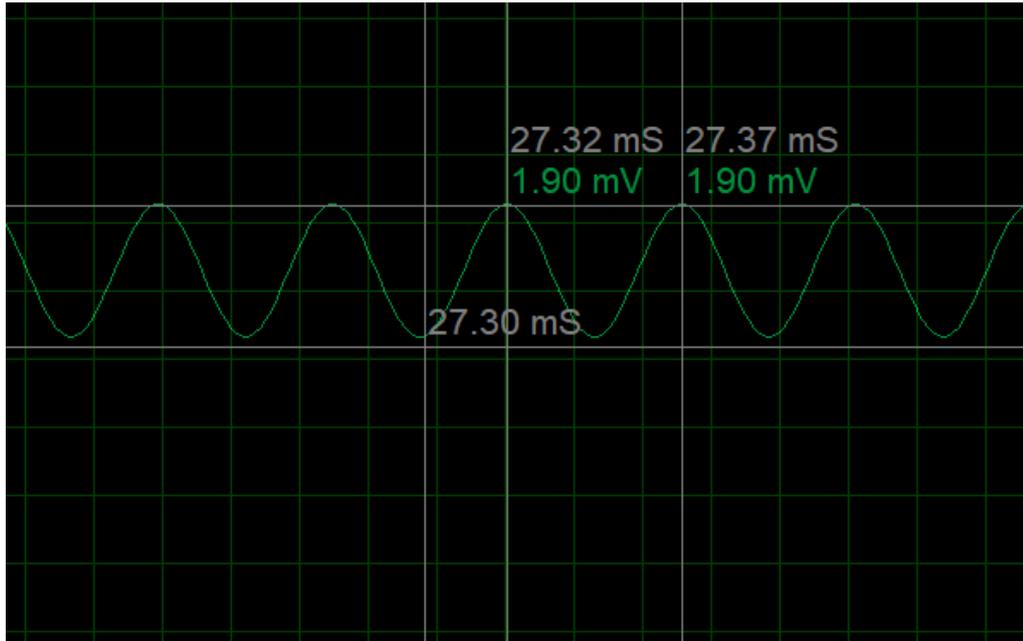


Рисунок 14 – Выходной сигнал полосового фильтра 20кГц

Увеличиваем значения подающего частотного сигнала на фильтр, который будет равным 30кГц. Получим следующие значения выходного сигнала на рисунке 15.

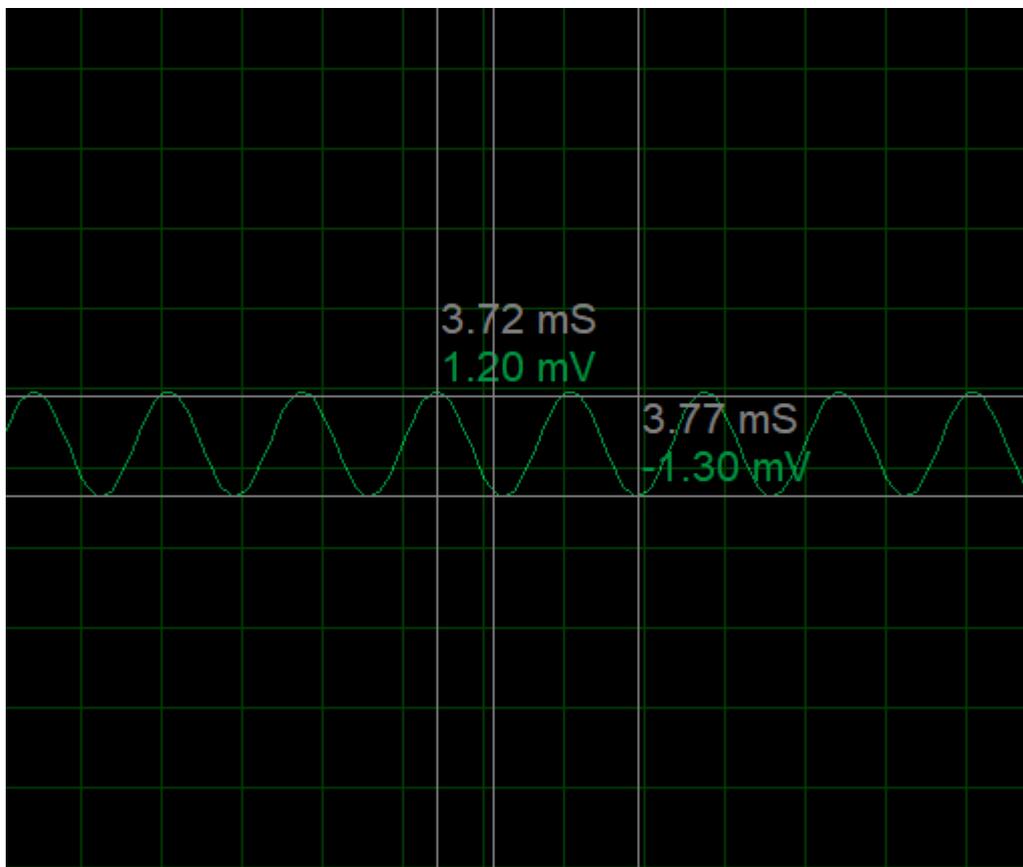


Рисунок 15 – Выходной сигнал полосового фильтра 30кГц

По результатам анализа мы можем увидеть, что значительное уменьшение сигналов амплитуды не входящие в полосу пропускания. В то же время сигналы резонансной частоты имеют стабильную амплитуду.

## 1.4 Структурная разработка системы

### 1.4.1 Расчет и подбор элементов понижающего DC – DC

В настоящее время в моду вошли понижающие DC – DC преобразователи – данный компонент используется в современной электронике повсеместно. Основной функции данного элемента является то, что он преобразовывает напряжение, подающее на вход от 5 до 24 В, в стабильное напряжение, это 0,2 или 3 В. При использовании понижающих преобразователей основным достоинством является получения лучшего КПД устройства, но также по сравнению с линейным стабилизатором имеют большие габариты и нету шумоизоляции.

Можно увидеть, что DC-DC преобразователи имеют достаточное обширное распространение в электронике, но также могут вызвать при разработке затруднения как у начинающих специалистов, так и у опытных разработчиков систем управления. На вход с выхода DC – DC преобразователя можно передать небольшие порции энергии при помощи таких элементов, как два ключа, диод и конденсаторы; а также несколько транзисторов.

За основу была выбрана базовая схема понижающего преобразователя, данная схема изображена на рисунке 16.

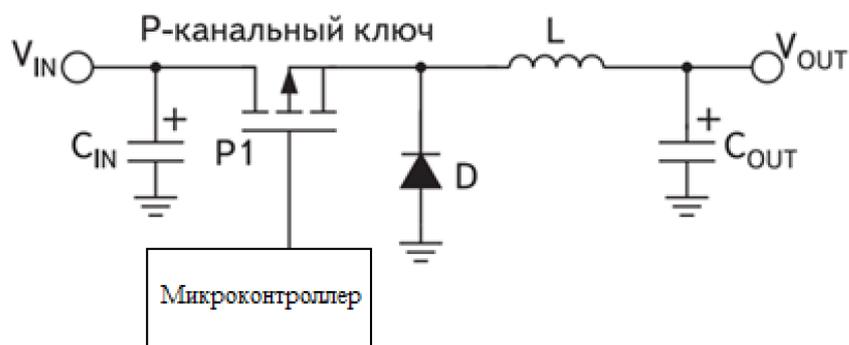


Рисунок 16 – DC – DC преобразователь

Следующим этапом было разработка электронной схемы понижающего импульсного преобразователя для нашей системы под заданные значения.

DC – DC понижающий преобразователь представляет собой соединения последовательно коммутирующих элементов  $T_1$ , индуктивный накопитель  $L_1$ . Нагрузка представлена в виде светодиодной лампы  $LED_{1-3}$ , подключенный к нагрузке конденсатора фильтра  $C_1$ . В данной конструкционной схеме также используется диодный мост и конденсатор, сглаживающий  $C_2$ . В качестве датчика тока используется резистор  $R_1$ .

АЦП микроконтроллера снимает напряжение, считается ток и сравнивается с заданным значением. Регулировка скважности осуществляется ПИ-регулятором. После того как транзистор  $T_1$  открыт, энергия накапливается в индуктивном накопительном накопителе энергии. Как только транзистор закроется, диод  $D_1$  будет рассеивать накопленную энергию на нагрузки, в то же время сглаживание пульсации напряжения выполняется  $C_1$  конденсатором.

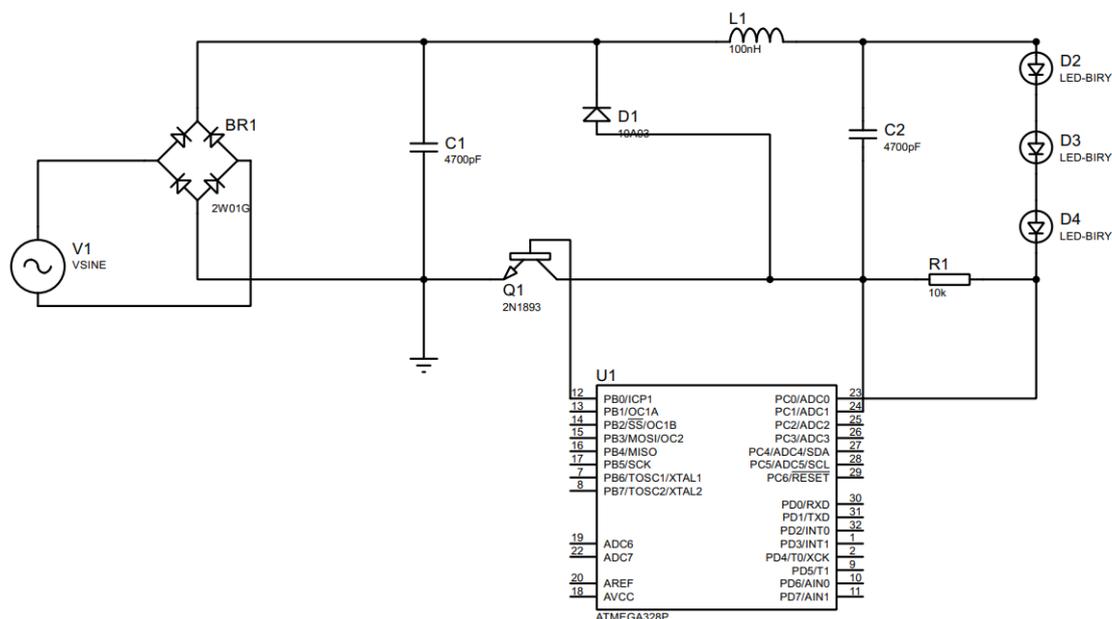


Рисунок 17 – Электрическая схема понижающего преобразователя

### 1.4.1.1 Рассчитать индуктивность и выбрать дроссель

Важным моментом при проектировании понижающего преобразователя постоянного тока в постоянный является расчет величины индуктивности. В первую очередь возьмем за основу, что существующий преобразователь должен быть оснащен непрерывным током.

Именно такая модель используется при разработке системы. Как правило, индуктивная индуктивность всегда содержит в себе определенный запас энергии, поэтому ток протекает через нее непрерывно.

Так же такие же свойства тока будут при таком состоянии, когда силовой ключ имеет положение закрыт. Следовательно, пока переключающий элемент системы закрыт, дроссель не разряжается до конца.

Описание работы ключа и диода идеального, можно увидеть в последующем математическом выражении, так же можно акцентировать внимание на то, что сопротивление приближенно к нулевому значению в закрытом состоянии, и соответственно время переключения равно нулю.

Индуктивность высчитывается по формуле:

$$L = (U_{\text{ВХ}} - U_{\text{ВЫХ}}) \cdot \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} \cdot \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{LIR \cdot I_{\text{Н}}}; \quad (13)$$

- $U_{\text{ВХ}}$  – входное напряжение ( $U_{\text{ВХ}} = 220$ ), В;
- $U_{\text{ВЫХ}}$  – выходное напряжение ( $U_{\text{ВЫХ}} = 24$ ), В;
- $f$  – частота ШИМ ( $f=8$ ), кГц;
- $LIR$  – коэффициент пульсации тока на дросселе ( $LIR=0.3$ );
- $I_{\text{Н}}$  – ток нагрузки (1А).
- $L = 8,9$  мГН

Рост показателя  $LIR$  дает большой ток пульсации и быстрый переходный процесс при изменении нагрузки. Уменьшение значения  $LIR$  имеет пропорциональную зависимость с количества токов пульсаций в индуктивности и при изменении нагрузки приводит к замедлению переходного процесса.

Значение коэффициента пульсации тока равно  $0,3$  – это в нашем случае подходящий компромисс между переходной характеристикой по нагрузке и к КПД.

Главным параметром индуктивности дросселя, который гарантирует ее работу без насыщения, определяется при пиковом токе через индукцию. Соответственно, данный ток имеет точную расчетную характеристику, также определяет габариты размеры дросселя. Коэффициент полезного действия преобразователя снижается из-за обильного насыщения сердечника элемента. В результате этого, увеличивается температурный показатель дросселя, также силового ключа и диода. Имея полученные значения можно выбрать подходящий дроссель для системы:



Рисунок 18 – Дроссель

Дроссель с кольцевым сердечником (с токовой компенсацией) серии В82726S.

Таблица 1 – Характеристика дросселя В82726S

Наименование параметров	Значение
Номинальный ток, А	5,4 – 56
Номинальная индуктивность, мГн	0,19 - 20
Номинальное напряжение, В	250
Активное сопротивление, Ом	0,005

### 1.4.1.2 Подбор конденсаторов

Для минимизации выбросов напряжения и пульсаций на выходе понижающего преобразователя необходим выходной конденсатор. Недостаточная выходная емкость вызывает большие выбросы и пульсации напряжения, а большая пульсация напряжения - недостаточной емкости или высокого эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) входной конденсатор. Выходной конденсатор должен быть достаточной емкости и низким ESR, чтобы обеспечить требования к пульсациям. Случается выброс, когда входное напряжение больше напряжения стабилизации в момент внезапной остановки всей нагрузки на выходе. Выходной конденсатор должен быть достаточным для предотвращения передачи энергии дросселя с уровнем ниже определенного максимума (максимум). Величина превышения выходного напряжения рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta U = \left( \sqrt{U_{\text{ВЫХ}}^2 + \frac{L \cdot \left( I_{\text{Н}} + \frac{\Delta I_{\text{др}}}{2} \right)^2}{C}} \right) - U_{\text{ВЫХ}}; \quad (14)$$

- $U_{\text{ВЫХ}}$  – напряжение выходное ( $U_{\text{ВЫХ}} = 24$ ), В;
- $L$  – индуктивность ( $L = 8,9$ ), мГн;
- $I_{\text{Н}}$  – ток нагрузки ( $I_{\text{Н}} = 1$ ), А.
- $\Delta I_{\text{др}}$  – величина пульсаций тока ( $\Delta I_{\text{др}} = 0,3$ ), А;
- $C$  – емкость, Ф.

Преобразуя формулу, получим:

$$C = \frac{L + \left( I_{\text{Н}} + \frac{\Delta I_{\text{др}}}{2} \right)^2}{(\Delta U + U_{\text{ВЫХ}})^2 - U_{\text{ВЫХ}}^2}. \quad (15)$$

Примем превышение выходного напряжения равным 100мВ.

Подставив данные, получим значение емкости равное 176 мкФ.



Рисунок 19 – Конденсатор СК45-Е3АD103ZYGNA

Его характеристики согласно представлены в таблице:

Таблица 2 – Характеристика конденсатора СК45-Е3АD103ZYGNA

Наименование параметров	Значение
Напряжение, В	250
Номинальная емкость, мкФ	300
Рабочая температура, С°	-40 + 105

#### 1.4.1.3 Выбор диода

Скорость тока в схеме равна 1 А, для надежности возьмем диод на 2 А. Для выбора соответствующего элемента ключевой фактор - мощность генератора и его мощности (мощность). Чтобы гарантировать надежность работы во всех диапазонах входных напряжений, необходимо учитывать, что повторяющееся максимальное обратного напряжения для этого источника больше его минимальной величины входа. Выходной сигнал, который имеет наибольший допустимый ток и максимально допустимый выход, должен быть больше или равен максимуму выхода. В таблице 1 приведены несколько образцов для выбора.

Таблица 3 – Характеристики диодов

Название	RL204	1N5399	HER205
Максимальный ток, А	2	1,5	2
Максимально допустимый прямой импульсный ток, А	70	50	60
Максимальное обратное напряжение, В	400	600	400
Максимально импульсное обратное напряжение, В	480	800	400
Цена, руб	4	6	7

По данным характеристикам был выбран диод RL204, который представлен на рисунке 10.



Рисунок 20 – Диод RL204

#### 1.4.1.4 Выбор силового ключа

Выбор силового ключа (полевого транзистора с изолированным затвором или MOSFET) невозможен: инженеры обычно обходятся этой

проблемой, выбирая микросхему стабилизатора со встроенными ключиками. Некоторым производителям, встроенный большой полевой транзистор, который можно использовать для контроллера преобразователя и стоит слишком дорого. Встроенный силовой ключ обычно рассчитан на максимальные токи от 3 до 6 А. Для более высоких выходных нагрузок рекомендуется использовать внешний ключ для увеличения выходного напряжения в преобразователях со встроенным силовым замком.

Биполярный NPM транзистор используется вместо силового ключа. Приведены подходящие модели транзисторов в таблице 2.

Таблица 4 – Параметры транзисторов

Название	MJE13005G	MJE13005	2SC4458
Напряжение К-Э, В	400	400	500
Ток коллектора, А	2	4	7
Частота перехода, МГц	4	4	18
Цена, руб	98	180	300

По представленным параметрам был выбран силовой ключ MJE13005G, который представлен на рисунке 11.

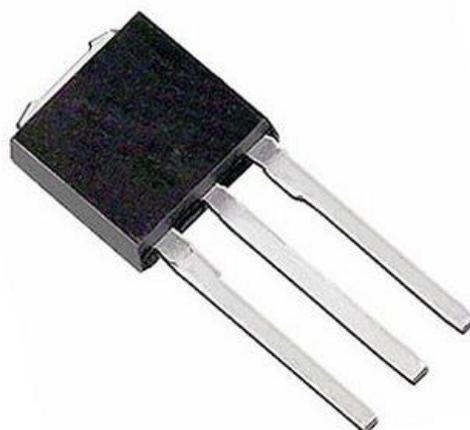


Рисунок 21 – Силовой ключ MJE13005G

### 1.4.1.5 Выбор микроконтроллера

- Устройство управления должно получать информацию от датчиков обратной связи и выдавать управляющие воздействия.
- Микроконтроллер, используемый как устройство управления, должен иметь достаточное количество входов аналогового ввода, АЦП или аналоговых компараторов.
- Приемлемая цена и распространенность контроллера для возможности замены и ремонта.

Проведем сравнительный анализ представленных на рынке устройств (таблица 3).

Таблица 5 – Характеристики микроконтроллеров

Характеристики	ATtiny13	ATMega328P	PIC18	PIC18FXX2
Напряжение питания, В	2,7 - 5,5	4,5 - 5,5	3-5,5	2 - 5,5
Тактовая частота, МГц	0 - 10	0 - 16	0 - 16	0 - 40
Число портов ввода-вывода	8	40	25	40
Объем FLASH – памяти, Кбайт	1	16	16	32
Разрядность, бит	8	8	8	8
Температурный диапазон, С	+10 - +40	+10 - +40	+10 - +40	+10 - +40
Количество ШИМ-каналов	2	4	2	4
Цена, руб	59	160	200	400

Исходя из данных таблицы, был выбран микроконтроллер ATMega328P.

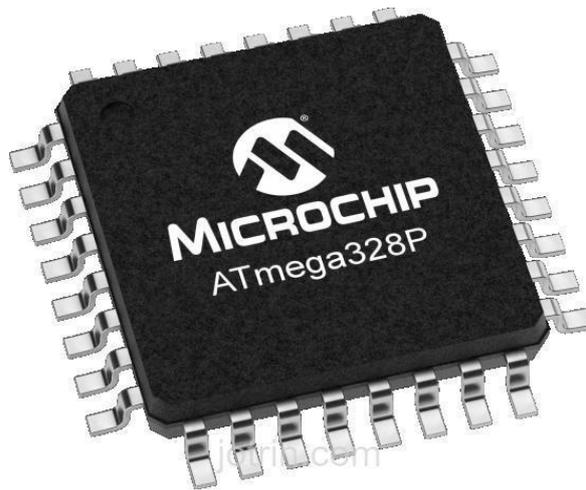


Рисунок 22 – Atmega328P

Представленная распиновка микроконтроллера показана на рисунке 6.

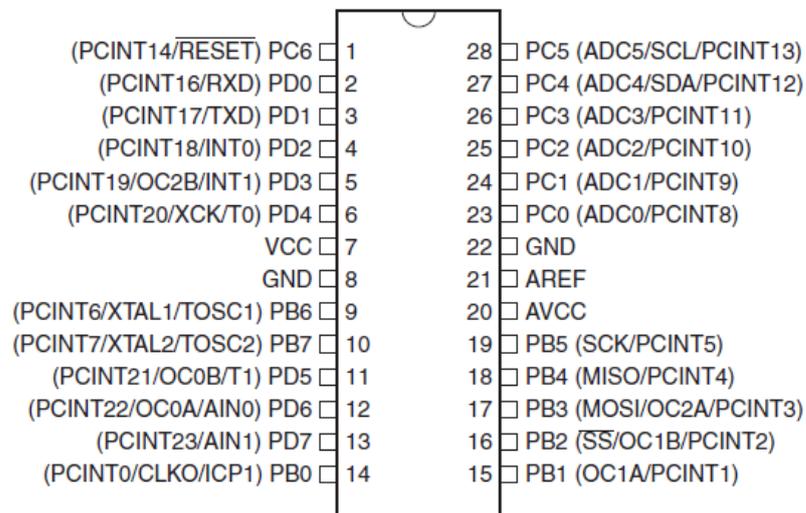


Рисунок 23 – АТМega328P

## 1.5 Программная структура управления

### 1.5.1 Алгоритм работы микроконтроллера

После построение электрической схемы системы понижающего частотного преобразователя, будем прописывать программную часть микроконтроллера Atmega368P. Программа будет прописываться в программное обеспечения Atmel studio на языке C.

Написанная программа отвечает за управление ШИМ сигналом на LED драйвере системы, и считывание с резистора показания напряжения тока.

## Листинг 1 Реализация ШИМ управления

```
1. #include <avr/io.h>
2. unsigned int ADC_read(unsigned char chnl)
3. {
4.   chnl= chnl & 0b00000111; // выбор канала АЦП от 0 до 7
5.   ADMUX = 0x40;    //выбран канал A0
6.   ADCSRA|=(1<<ADSC); // старт преобразования
7.   while(!(ADCSRA & (1<<ADIF))); // ждем окончания преобразования
8.   ADCSRA|=(1<<ADIF); // очистим ADIF когда преобразование
   закончится
9.   return (ADC); //возвращаем рассчитанное значение АЦП
10.}
// устанавливаем настройки формирования ШИМ
11.const int freq = 15000;
12.const int ledChannel = 0;
13.const int resolution = 13;
14.void setup(){
15.  Serial.begin(9600);
   // настраиваем ШИМ в соответствии с ранее указанными настройками
16.  ledcSetup(ledChannel, freq, resolution);
   // назначаем контакт и канал для формирования ШИМ
17.  ledcAttachPin(ledPin, ledChannel);
18. }
19. void loop(){
20.  dutyCycle = analogRead(A0);
21.  Serial.print(dutyCycle);
   // изменяем яркость свечения светодиода с помощью ШИМ сигнала
22.  ledcWrite(ledChannel, dutyCycle);
23.  delay(15);
```

## 2. Концепция стартап проекта

### 2.1 Продукт как результат научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Простейшим способом управления освещением является непосредственная регулировка мощности ламп с помощью механических или электронных светорегуляторов, известных как диммеры. Такие устройства, как правило, включаются последовательно с источниками освещения, работу которых они регулируют, и основаны на использовании обычных переменных реостатов (механические диммеры) или полупроводниковых транзисторных ключей (электронные диммеры). У диммеров есть ряд серьезных недостатков: они имеют низкую эффективность, серьезно искажают синусоидальную форму регулируемого напряжения и создают помехи, вплоть до радиочастотных.

Использование интеллектуальной системы управлением освещением позволяет изменять световой поток светильников в зависимости от внешних условий.

Этими условиями могут быть:

- расписание, которое определяет снижение светового потока и потребления электроэнергии в вечерние и ночные часы;
- сигналы датчиков освещённости или присутствия, позволяющие снижать световой поток и потребление электроэнергии, когда хватает естественного освещения или, отсутствуют люди;
- команды, посылаемые вручную, когда человек хочет самостоятельно снизить уровень освещённости.

В области внутреннего освещения наиболее простой и популярной сейчас является система группового управления 0-10 В, в которой на специальный вход драйвера или электронного пускорегулирующего аппарата подаётся постоянное напряжение. Величина этого напряжения определяет величину светового потока светильника: 0 В — 0 %, 10 В — 100 %.

Аналогичным образом функционирует система управления 1-10 В, только величина управляющего напряжения в 1 В определяет минимально возможный световой поток, а при подаче 0 В на вход управления, светильник выключается.

В результате продукт сможет решать следующие задачи:

1. Управление освещением с таким типом энергопотребление на 30–60% в дополнение к экономии за счет перехода на светодиодную технологию. Из-за низких дополнительных инвестиционных затрат на модернизацию, как правило, инвестиции окупаются менее чем за 2 года.

2. Использование адаптивных технологии с естественным освещением, позволяет обеспечить идеальные условия эксплуатации и повышения уровня заботы о пользователях.

3. Сокращаются затраты на техническое обслуживание, поскольку рабочие параметры, такие как условия неисправности, часы работы и потребление энергии для каждого отдельного светильника, доступны централизованно.

4. Синергия создается благодаря интеграции с другими системами автоматизации и управления в здании или предприятии.

## **2.2 Способы защиты интеллектуальной собственности**

Объектом интеллектуальной собственности является конструкторское решение. Основным способом защиты данной интеллектуальной собственности является регистрация патента путем получения свидетельства о регистрации устройства в Федеральном институте промышленной собственности ФИПС. После получения патента объект интеллектуальной собственности будет защищен такими правовыми актами, как № 149-ФЗ от 27 июля 2006 года «Об 49 информации, информационных технологиях и о защите информации», № 98-ФЗ от 29 июля 2004 года «О коммерческой тайне», № 135-ФЗ от 26 июля 2006 года «О защите конкуренции», частью четвертой

Гражданского кодекса РФ, а также Кодексом об административных нарушениях Российской Федерации, Уголовным кодексом и другими. Публикации в журналах и базах по теме разработки будут защищены копирайтом.

### 2.3 Объем и емкость рынка

Цифровые технологии практически ежедневно внедряют в нашу жизнь, представляя собой не только девайсы умного дома, но и развитие умных городов. Российский рынок только начинает развиваться в направлении интеллектуального освещения. На сегодняшний день интеллектуальные системы освещения занимает свою долю на светотехническом рынке, и эта доля постоянно растет. Структура светотехнического рынка России в 2021 году в процентах изображено на рисунке 24.



Рисунок 24 – Российский рынок освещения в 2021 году, %

При этом рынок интеллектуального освещения растет в основном за счет муниципальных властей и заводов, нежели домохозяйств. Использование технологий освещения с применением интеллектуальной системой позволяют снизить затраты на электроэнергию, а, следовательно,

сократить общие издержки.

На рынке световых решений растет количество как отечественного производства, так и импорт систем управления освещением. Также, многие компании в светотехнической сфере осознают, что для того, чтобы оставаться конкурентоспособными необходимо либо создавать собственные решения в интеллектуальном освещении, либо покупать технологические стартапы.

Спрос на данные технологии повышается каждый год. Катализаторами этого роста выступают требования по энергосбережению, растущие цены на электроэнергию, а также повышение требований к качеству освещения. Снижения затрат на эксплуатацию можно достичь с помощью автоматизации систем освещения, поэтому многие компании рано или поздно приходят к замене традиционного светотехнического парка на интеллектуальное освещение.

Развитие технологий smart-освещения также возможно благодаря курсу российского Правительства на повышение энергоэффективности. Так, согласно распоряжению Правительства РФ, с 18 февраля 2017 года введен в действие новый свод правил по проектированию общеобразовательных учреждений СП 251.1325800.2016. Пункты 8.4.2 и 8.4.3 связаны с автоматизацией управлением освещением.

Все же, на данный момент рынок интеллектуального освещения в России находится на стадии формирования и значительно отстает от западного рынка. В Европе вопрос энергоэффективности стоит более конкретно из-за высоких цен на электроэнергию. Поэтому и рынок инноваций в интеллектуальном освещении более емкий и новые технологии внедряются активнее.

В России, как и во всем мире, остро стоит решение проблемы энергосбережения. Экономия электроэнергии снижает загрязнение окружающей среды, а нерациональное использование неэффективных источников света влечет за собой увеличение энергопотребления и световое

загрязнение.

Ночное освещение негативно влияет на окружающую среду. Яркий свет дезориентирует птиц и насекомых, негативно сказывается на биологических ритмах человека, а также является причиной перерасхода электроэнергии.

Эффективное использование электроэнергии входит в цели Глобальной стратегии устойчивого развития, принятой членами ООН.

Интеллектуальное освещение в целом может стать решением проблемы энергосбережения, так как оно потребляет значительно меньше электроэнергии в сравнении с традиционными системами, работающими круглосуточно.

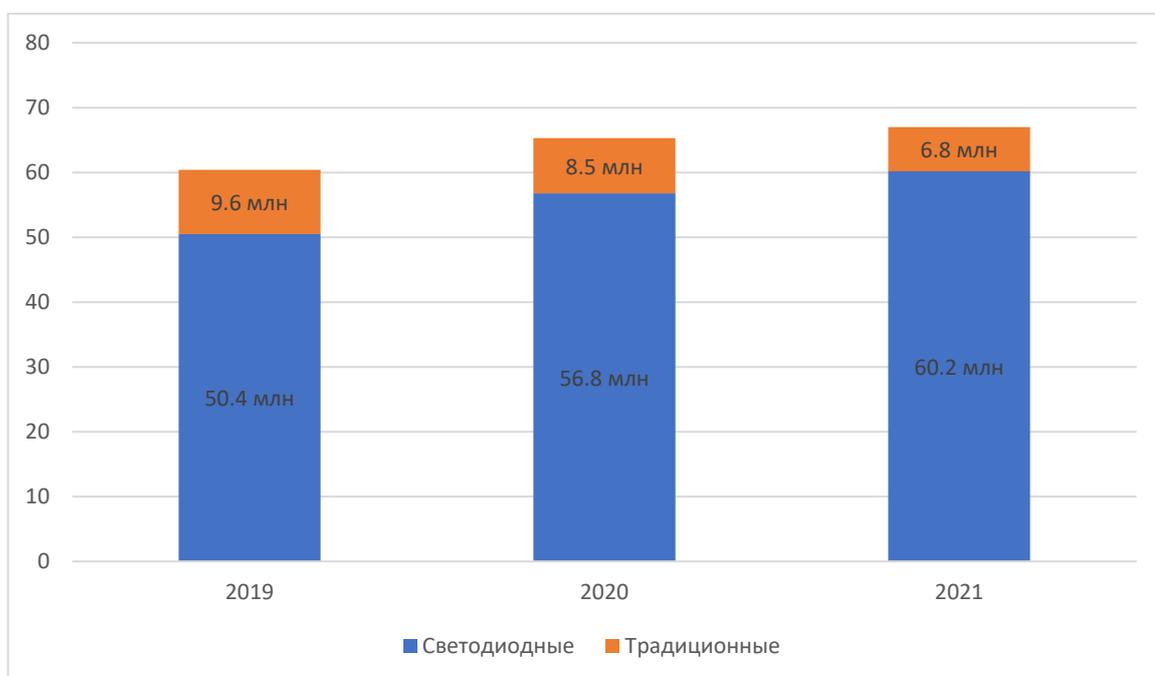


Рисунок 25 – Количественное соотношение светильников в России

Как можно увидеть на графике, объем рынка для представленной системы очень обширный, при сегментации основного рынка сбыта можно определить производственный план по продажам устройства. При разборе основных потребителей, можно выделить такую структуру, как коммерческое помещение, административные и офисные здания. Данный сегмент занимает 68% от общего рынка осветительных систем.

Основываясь на приведенные данные, можно выявить что на данный момент, что 40,9 млн штук осветительных ламп используется на данный момент в конкретном сегменте рынка.

Учитывая конкретную местность при нахождении товарооборота светильников в Томской области, можно выяснить, что от общего количества сегментированного рынка сбыта, Томская область имеет 7,6% от общего показателя. Следовательно, мы можем узнать примерное точное количество осветительных элементов, которая составляет около 3,6 млн штук. Конкретный анализ систем, использующиеся на данный момент в определенных рынках сбыта, можно выяснить полученную выручку при продаже систем потребителям в нашем сегменте. Выручка при продаже системы для коммерческих, административных зданий составляет 93,8 млн рублей. Возьмем за основу 20% от общей возможной выручке, как план продаж за год нашей системы. Итоговое значение будет равно 18,8 млн рублей.

#### **2.4 Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт**

В настоящее время осветительная отрасль стремительно развивается. Развитие обусловлено основными мировыми тенденциями – урбанизация, проблемы экологии, рост населения планеты. Технологии smart-освещения вышли на новый уровень и позволяют пользователям с помощью специальных приборов управлять освещением.

Согласно отчету исследования «Growing Trends in Smart Lighting» о глобальном рынке интеллектуального освещения, рынок интеллектуального освещения оценивается в 11,93 миллиарда долларов в 2020 году и, как ожидается, будет расти в среднем на 23,1% в течение прогнозируемого периода с 2021 по 2025 год. Тренд прогнозируемого объема рынка интеллектуального освещения с 2020 по 2025 год изображен на рисунке.

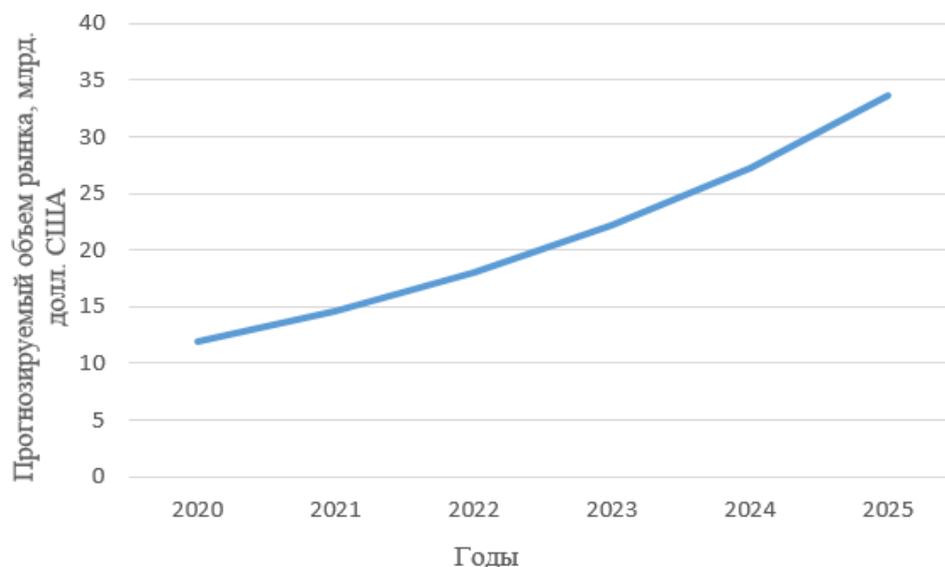


Рисунок 26 – Тренд прогнозируемого объема рынка интеллектуального освещения с 2020 по 2025 год

Говоря о перспективах развития интеллектуального освещения в России в ближайшие несколько лет, можно отметить рост рынка до 10-15% ежегодно, как говорят эксперты. Отрасль будет расти и совершенствоваться технологически, потому что так или иначе, сейчас делается акцент на экономии и снижении общих издержек, повышении производительности труда и безопасности людей. Отмечается, что для повышения спроса на продукцию с сфере интеллектуального освещения, первоначально необходимо изменить отношения потребителя к новым технологиям и экологическим проблемам.

Согласно подсчетам Эрика Бенедетти, генерального директора Signify в России, переход от традиционного светотехнического парка к системам интеллектуального освещения может сэкономить до 200 млн. рублей в год на большом металлургическом предприятии. В то же время, освещение влияет на производительность сотрудников, правильно настроенное освещение может увеличить продуктивность за счет сокращения брака в среднем на 29% и повышения качества работы на 16%. Правильное освещение способствует сокращению несчастных случаев в рабочем процессе.

Эксперты ожидают, что российский рынок решений для умного дома, включающий технологии интеллектуального освещения, в ближайшие годы продемонстрирует стремительный рост и значительно превзойдет показатели стран-лидеров.

Фактически, российский рынок технологий для умного дома может вырасти примерно до 2391 миллионов долларов в 2024 году, что почти вдвое больше, чем в 2021 году (рисунок 3).

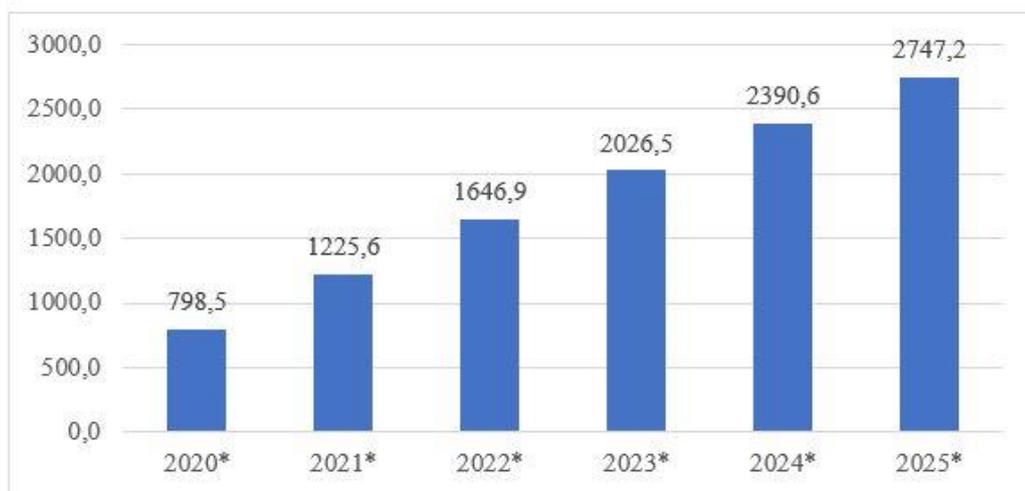


Рисунок 27 – Объем российского рынка технологий умного дома, млн. долл. США

## 2.5 Себестоимость продукта

Расчет себестоимости продукта будет производиться с учетом элементов затрат. Для создания продукта требуется материальная база.

Расчет материальных затрат представлен в таблице.

Таблица 6 – Стоимость комплектации оборудования

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.
Микроконтроллер ATmega	1	752
Резистор	20	500
Операционный усилитель	2	520
Трансформатор	2	9 000
Диод	10	200
LED светильник	1	1 000
ПЭВМ	1	40 000
Шлейф проводов	1	300
Лист текстолита	1	800
Конденсатор электролит	25	4 250
Припой(катушка)	1	860
<b>ИТОГО</b>		<b>89 802</b>

К прочим расходам для создания данного продукта относятся расходы на ремонт оборудования, обучение персонала, транспортные расходы. Стоимость прочих расходов оценим как 15% от стоимости материальных затрат, тогда прочие затраты оцениваются в 13 470,3 руб.

Также необходимы квалифицированные работники. Расходы включают заработную плату проектировщик и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{25.083} \quad (16)$$

Учитывается, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе заработной плате, премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

$$K_{\text{ПР}} = 1,1; K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188; K_p = 1,3.$$

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$ .

Расчет оплаты труда и страховых взносов во внебюджетные фонды приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Оклад сотрудников и страховые взносы во внебюджетные фонды

Сотрудник	Оклад руб./мес.	Среднедневная ставка руб./раб. день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Итоговая зарплата
Проектировщик	24 960	995,2	48,43	1,699	81 887,61
Инженер	9 489	378,3	81,58	1,699	52 434,05
Страховой взнос	Тариф, %			Величина взносов, руб.	
				Проектировщик	Инженер
ОПС	22			18 015,3	11 535,5
ОСС	2,9			2 374,8	1520,6
ОМС	5,1			4 176,3	2 674,14
ИТОГО	Оклад, руб.			Страховые взносы, руб.	
	134 315,66			40 294,7	

Расчет себестоимости продукта по элементам затрат отражен в таблице 3.

Таблица 8 – Себестоимость продукта

Элементы затрат	Стоимость, руб.
1. Материальные	89 802
2. Оплата труда	134 316
3. Страховые взносы во внебюджетные фонды	40 295
4. Прочие расходы	13 470
ИТОГО	277 883

Таким образом, примерная себестоимость продукта оценивается в 278 тыс. руб. Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. В связи с тем, что данный проект планируется произвести только в одном экземпляре, то можно прибыль принять равной 20% от полной себестоимости проекта. В данном случае, прибыль составит 55 576,6 рублей. Таким образом прибыль за продажу системы без учета налога составит 333 460 тысяч рублей.

## **2.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта и сравнение технико-экономических характеристик продукта с аналогами**

Разработка данной системы, как и у прямых конкурентов в этой области является автоматизация системы управления освещением с интеллектуальной системой. До начала 2022 года на рынке распространялись в основном зарубежные аналоги такие как, DALI, BACnet, и LON. Однако в настоящее время начинает развиваться схожие отечественные разработки.

Был рассмотрен зарубежный аналог, который наиболее приближен к функционалу разрабатываемой системы. Американская корпорация Honeywell – производящая электронные системы управления и автоматизации, имеет систему автоматизированного освещения DALI, которая набрала большую популярность на Российском рынке умных систем. Но данная система сложна

в монтаже, особенно в проектах предназначенные для масштабного широкого освещения, следовательно, достаточно дорога в проектировании и наладке. Более наглядное сравнение представлено в таблице.

Таблица 9 – Конкурентный анализ

Характеристика	Система DALI	Разрабатываемая система
Максимальное количество устройств, подключенных к системе	60 шт.	>60 шт.
Ручное управление	+	+
Автоматическое регулирование цветовой температуры	+	+
IoT интеграция	+	+
Протокол системы	DALI	UART
Стоимость, тыс.руб	753,3	278

Исходя из приведенной таблицы можно сделать вывод, что основные конкурентные преимущества разрабатываемой модели – это ее стоимость и подключение к системе устройств.

## 2.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Целевая аудитория:

- муниципальные и государственные структуры – это школы, детские сады, больницы и другие общественные учреждения;
- бизнес – магазины, офисы, бизнес-центры и другие коммерческие предприятия;
- агропромышленный комплекс – фермы, ангары, производственные и складские помещения;
- частные потребители;
- архитекторы.



Рисунок 28 – Структура потребителей интеллектуальной системы освещения

По представленным данным на рисунке 4, можно сделать вывод, что наибольший сектор использования данной системы предназначены для бизнеса – магазины, бизнес центры и другие коммерческие предприятия.

## 2.8 Бизнес-модель проекта

Бизнес-модель - логическое схематическое описание бизнеса, призванное помочь в оценке ключевых факторов успеха компании. В качестве бизнес-модели была составлена модель А. Остервальдера, представленная в приложении Б.

## 2.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Для составления стратегии продвижения необходимо определить сильных и слабых сторон проекта, возможные угрозы для реализации, которые появились или могут появиться в его внешней среде. Для этого воспользуемся методом стратегического планирования – SWOT-анализом (таблица 10).

Таблица 10 – Матрица SWOT

<p><b>Сильные стороны (S):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии;</li> <li>2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями;</li> <li>3. Интеграция с другими системами;</li> <li>4. Длительный срок эксплуатации;</li> <li>5. Высокое качество продукции;</li> <li>6. Универсальность схемы;</li> <li>7. Применение системы в разных сферах.</li> </ol>	<p><b>Слабые стороны (W):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие патента в России;</li> <li>2. Длительность выхода на рынок;</li> <li>3. Отсутствие бюджета для продвижения системы.</li> </ol>
<p><b>Возможности (O):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осведомленность потребителя о проблемах энергосбережения;</li> <li>2. Увеличение популярности умных систем;</li> <li>3. Потенциал в дальнейшем развитии технологии;</li> <li>4. Появление спроса на последующие продукты.</li> </ol>	<p><b>Угрозы (T):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;</li> <li>2. Повышение конкуренции технологий производства;</li> <li>3. Введение новых государственных требований к сертификации продукта</li> </ol>

Продвижение продукта будет производиться в два основных этапа.

Первым этапом продвижения является использование стратегии «business to business», на данном этапе будет использоваться сделанный опытный образец для связи с потенциальным потребителем:

- Продажа готового оборудования покупателям;
- Привлечение новых покупателей;
- Email - маркетинг;
- Работа в социальных сетях и соцмедиа (SMM);
- Контекстная и маркетинговая реклама;
- Контроль качества создаваемого продукта;
- Предоставление скидок, отсрочек оплаты;
- Сервисное обслуживание оборудования.

Вторым этапом является стратегия «business to government», имея клиентскую базу и отзывы использования данной системы, будет наращиваться сотрудничество с государственными учреждениями и сельскохозяйственным сектором:

- Участие в тендерах;

- Персональные скидки при масштабных реализации системы;
- Постоянная поддержка и консультация;
- Сервисное обслуживание.

### **3 Социальная ответственность**

#### **3.1 Введение**

Настоящая работа включает в себя проектирование системы управления светильником с применением интеллектуальной силовой сети, для поддержания требуемого уровня освещения с заданным спектром в зависимости от времени суток. Потенциальные пользователи разрабатываемого устройства – операторы систем АСУ ТП, инженеры, монтажники и т.д. Устройство разрабатывается в лабораторных условиях (площадь лаборатории 6 × 8 м). Назначение разрабатываемого устройства служит, для увеличения энергоэффективности, повышение комфорта жилья, улучшение эксплуатационных характеристик производственных зданий

При разработке используются персональный компьютер и отладочная плата, расположенные в лаборатории. Рабочий процесс заключается в сборке схемы и тестировании устройства на монтажной плате, а также в разработке программного обеспечения устройства на языке С.

В данном разделе также рассматриваются вопросы производственной и пожарной безопасности, охраны окружающей среды и эргономики.

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

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. В нем описываются основные нормы и правила, которые обязаны соблюдать рабочий и работодатель в случае возникновения трудовых отношений.

График работы персонала должен соответствовать 16 главе трудового кодекса, регламентирующей режим рабочего времени.

Т.к. технологический процесс является автоматическим, то постоянное пребывание оператора на рабочем месте не требуется. Наиболее подходящим является ненормированный режим рабочего времени.

Работники могут по распоряжению работодателя при необходимости эпизодически привлекаться к выполнению своих трудовых функций за пределами установленной для них продолжительности рабочего времени.

Безопасность труда работника регламентируется нормативным документом под названием «Система стандартов безопасности труда» (ССБТ). Обслуживание данной автоматизированной системы управления подразумевает работу с персональным компьютером. В данном случае рабочее место сотрудника регулируется ГОСТ 12.2.032-78. Оптимальным является размещение предметов труда и документации следующим образом (рисунок 1):

- Моноблок со встроенным дисплеем располагается в центральной части зоны 3;
- Клавиатура располагается в зоне 1;
- Мышь располагается в зоне 2 справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – 3, а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно.

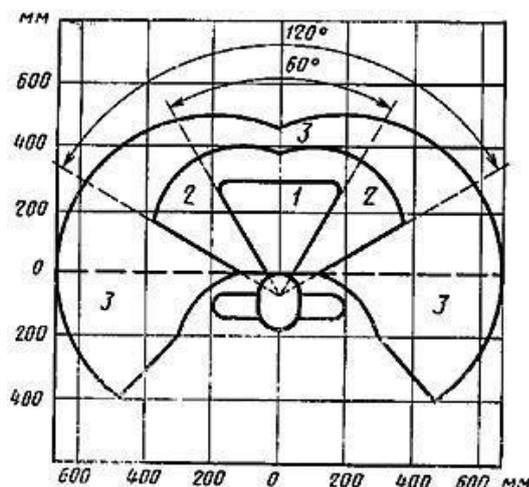


Рисунок 29 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления

### 3.3 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 11. В данной таблице приведены факторы, которые возникают на этапах разработки, изготовления и эксплуатации объекта.

Таблица 11 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.	ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения.	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой). ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой	МР 2.2.9.2311-07. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.
Повышенное значение электромагнитного излучения	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

#### 3.3.1 Отклонение показателей микроклимата

В рабочем помещении на микроклимат могут влиять разные вещи, вентиляция, нагревательные батареи, температура за окном, а также количество включенной техники в лаборатории.

Микроклимат помещения, в котором человек находится длительное время, играет большую роль в работоспособности, а также возможности

комфортно отдохнуть и расслабиться. Состояние внутренней среды здания может как плодотворно влиять на здоровье человека, так и оказывать негативное воздействие.

Микроклимат любых помещений характеризуется температурой воздуха, его влажностью и скоростью движения.

В связи с этим должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, исходя из требований ГОСТ 12.1.005-88. Они представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Допустимые значения						
Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	17,0-18,9	21,1-23,0	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	18,0-19,9	22,1-27,0	17-28	15-75	0,1	0,45

В качестве средства защиты в зимнее время выступает отопление. Для поддержания показателя относительной влажности предлагается использование увлажнителей воздуха. Также необходимо периодическое проветривание помещения.

### 3.3.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Причиной возникновения данного фактора является отсутствие возможности организации естественного освещения в аудиториях отделения автоматизации и робототехники.

Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к снижению

работоспособности, развитию близорукости, быстрой утомляемости.

Средствами увеличения освещенности являются дополнительные осветительные приборы.

В соответствии с СП 52.13330.2016 приведена таблица 13 с допустимыми значениями освещенности

Таблица 13 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Искусственное освещение				
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	
При комбинированном освещении		При системе общего освещения	UGR, не более	$K_{п}$ , %, не более
всего	от общего			
–	–	300	25	20

### 3.3.3 Умственное перенапряжение

Умственное перенапряжение связано с разработкой программных модулей и алгоритмов ПО микроконтроллера.

Длительное умственное перенапряжение приводит к стрессовым проявлениям (неврозы, нарушения концентрации и сна).

В качестве профилактики подобных проявлений в соответствии с МР 2.2.9.2311-07 работнику рекомендуется иметь ранее упомянутые перерывы в работе со сменой деятельности и суставной разминкой.

### 3.3.4 Поражение электрическим током

При работе с персональным компьютером и отладочной платой в случае их неисправности или ошибки работника (неплотно соединенные контакты, поврежденные соединительные провода, короткое замыкание) может произойти поражение электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к ожогу, судорожным сокращениям мышц, химическому разложению крови и механическому повреждению тканей.

В соответствии с ГОСТ 12.1.038-82 в таблице 14 приведены предельно допустимые значения силы тока и напряжения прикосновения.

Таблица 14 – Предельно допустимые значения силы тока и напряжения прикосновения

Род тока	$U$ , В	$I$ , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Поскольку сфера деятельности работника, чья квалификация должна соответствовать инженеру-программисту с упором в разработку ПО, ограничена работой с персональным компьютером (без его обслуживания) и отладочной платой, компоненты которой в момент работы не находятся под напряжением, то в соответствии с Приказом министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 N 903 работнику должна быть присвоена I группа электробезопасности, что должно быть зафиксировано в соответствующем журнале инструктажа по электробезопасности.

Также необходимо определить категорию помещения по электробезопасности. В соответствии с ПУЭ категория помещения лаборатории определена 1 категорией.

Мерами защиты при работе с электроприборами в данном случае служат устройства защитного заземления, автоматического отключения, контроля и сигнализации.

### **3.3.5 Превышение уровня электромагнитных излучений**

Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут

привести к раковым заболеваниям. Источниками электромагнитного излучения являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи.

В соответствии ГОСТ 12.1.006-84 в таблице 15 приведены временные допустимые уровни ЭМП.

Таблица 15 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		500 В

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты.

### **3.4 Экологическая безопасность**

Данный раздел содержит описание факторов влияния проектирования устройства и разработки ПО на окружающую среду, а также источников ее загрязнения, возникающих в процессе работы.

#### **3.4.1 Влияние объекта исследования на селитебную зону**

При разработке проектного решения возможна неправильная

утилизация неисправных компонентов персонального компьютера и радиоэлектронных компонентов, в результате чего компоненты, содержащие токсичные вещества (конденсаторы и пр.), а также физические фракции (корпуса, оболочки компонентов) могут попасть на жилые территории

### **3.4.2 Влияние объекта исследования на атмосферу**

При производстве электронных комплектующих для персональных компьютеров и радиоэлектронных компонентов для проектируемого на отладочной плате устройства возникают побочные продукты производства, загрязняющие атмосферу. В соответствии с ГОСТ Р 58577-2019 законодательно установлены ограничения на допустимое количество выбросов.

Также загрязнение атмосферы происходит за счет выбросов углекислого газа и прочих продуктов горения во время производства электроэнергии для питания персонального компьютера и отладочной платы соответственно. Электроснабжение корпуса университета осуществляется ТЭЦ-1 с мощностью 14,7 МВт. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 данный объект относится ко второй (II) категории.

### **3.4.3 Влияние объекта исследования на гидросферу**

Негативное влияние объекта исследования на гидросферу может произойти при неправильной утилизации компонентов персонального компьютера или радиоэлектронных компонентов. При неправильной утилизации (захоронении или утилизации вместе с бытовыми отходами) компоненты могут попасть в сточные, речные и грунтовые воды.

Для снижения вредоносного влияния объекта исследования на гидросферу необходимо сдавать вышедшие из строя компоненты в специализированные приемные пункты, из которых утилизированный продукт пойдет либо на переработку, либо на вторичное использование.

### **3.4.4 Влияние объекта исследования на литосферу**

При неправильной утилизации компоненты электрооборудования, содержащие токсичные вещества или представляющие собой крупную фракцию отходов, могут попасть в почву. Необходимо сдавать электронные компоненты в специализированные пункты приема, откуда компоненты либо пойдут на вторичное использование, либо на переработку методом пиролиза, биометаллургии, электростатической сепарации и т.д.

## **3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **3.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые может спровоцировать объект исследований**

При разработке устройства на отладочной плате и при работе с персональным компьютером в лаборатории могут произойти такие чрезвычайные ситуации, как пожар вследствие короткого замыкания или контакта легковоспламеняющегося материала с выходами компонентов, находящимися под напряжением. Возникновение других ЧС техногенного характера маловероятно.

### **3.5.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

Возможный пожар определен классом Е, поскольку возможно возгорание находящейся под напряжением цепи питания персонального компьютера.

При возникновении пожара вследствие короткого замыкания или другой неисправности электрооборудования необходимо воспользоваться углекислотными огнетушителями ОУ-5, ОУ-10 или порошковым ОП-10 в зависимости от того, каким огнетушителем оборудована лаборатория.

Также для предотвращения пожара необходимо соблюдение корректного обращения с оборудованием и проведения уборки на рабочем месте после окончания рабочего дня. Помещение должно быть оборудовано

планом эвакуации из здания. Путь эвакуации должен быть свободен.

Поскольку в лаборатории присутствуют стенды и мебель, выполненные из пластика, а также присутствуют электроприборы, то в соответствии с СП 12.13130.2009 данное помещение определяется категорией «Г» (умеренная пожароопасность).

Также во избежание возникновения ЧС не следует проводить коммутацию радиоэлектронных компонентов при поданном на отладочную плату питания, при выходе из строя комплектующих персонального компьютера следует прекратить работу и сообщить о неисправности системному администратору.

При возникновении пожара и невозможности самостоятельно его ликвидировать следует позвонить по номеру 101 и сообщить о возгорании и месте его возникновения, после чего покинуть помещение в соответствии с планом эвакуации.

### **3.6 Вывод по разделу**

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек при проектировании алгоритма построения карты глубины. Был проведен анализ нормативной документации.

По итогам анализа выявлено, что при нормальных условиях параметры рабочей зоны соответствуют установленным нормативам.

Определена категория помещения по электробезопасности – I категория. Группа персонала по электробезопасности определена аналогично – I группа.

Определена категория тяжести труда – в соответствии с условиями производимые рабочие процессы характеризуются тяжестью труда категории IIa. Также рабочее помещение характеризуется категорией «Г» (умеренная пожароопасность) в соответствии с условиями.

Поскольку при разработке проектного решения используется

электроэнергия, то объектом, оказывающим самое значительное негативное воздействие на окружающую среду, является ТЭЦ-1, снабжающая электроэнергией корпус университета, данный объект характеризуется категорией II.

Таким образом, были определены основные характеристики рабочей зоны, которые были сравнены со значениями из нормативной документации, в результате чего сделан вывод, что все требуемые параметры находятся в пределах нормы.

## Заключение

В ходе работы по разработке системы управления промышленным светильником с применением интеллектуальной силовой сети, была спроектирована общая структурная схема, рассчитаны все необходимые электрические компоненты.

Был произведен анализ и выбор необходимого фильтра для данной системы. Так же эти схемы были смоделированы в симуляторе и проверены на работоспособность, так же был произведен анализ полученных результатов. Была создана программа для драйвера системы на языке С, отвечающий за управление освещением. На основе вышеперечисленного был создана работоспособная модель проекта. Таким образом, прославленные в техническом задачи были выполнены.

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек при проектировании алгоритма построения карты глубины. Был проведен анализ нормативной документации.

В ходе выполнения раздела «Концепция стартап-проекта» было показано и доказано, что разрабатываемая устройство для. Был выполнен расчет емкости и объема рынка на основе общедоступных статистических источников, рассмотрено современное состояние отрасли интеллектуального освещения, произведена оценка себестоимости и конкурентных преимуществ продукта, составлены бизнес-модель и матрица SWOT-анализа, разработан план продвижения продукта на рынок.

## **Conclusion**

During the work on the development of an industrial lamp control system using an intelligent power grid, a general block diagram was designed, all the necessary electrical components were calculated.

The analysis and selection of the necessary filter for this system was carried out. Also, these schemes were modeled in a simulator and tested for operability, as well as an analysis of the results obtained. A program was created for the system driver in the C language, responsible for lighting control. Based on the above, a workable project model was created. Thus, the tasks glorified in the technical were completed.

During the work on the section "Social Responsibility", dangerous and harmful factors were identified, to which a person may be exposed when designing an algorithm for constructing a depth map. The analysis of regulatory documentation was carried out.

During the implementation of the section "Startup Project Concept", it was shown and proved that the device being developed for. The market capacity and volume were calculated on the basis of publicly available statistical sources, the current state of the intelligent lighting industry was reviewed, the cost and competitive advantages of the product were estimated, a business model and a SWOT analysis matrix were compiled, and a plan for promoting the product to the market was developed.

## Список используемых источников

1. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов / О.З. Попков. 3-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. -200 с.: ил.
2. Красько А.С. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2005. 178 с.
4. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров: Пер. с англ.— М.: Мир, 1984. — 320 с, ил.
5. Система управления освещением DALI [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://electricalschool.info/main/lighting/827-sistema-upravlenija-osveshheniem-dali.html> (Дата обращения: 11.04.2022).
6. ATmega328P Datasheet [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/059/DOC000059583.pdf> (Дата обращения: 30.04.2022).
7. Тенденции на рынке интеллектуальных систем управления освещением [Электронный ресурс]: статья. – Режим доступа: <https://ledelkama.ru/press-center/articles/tendentsii-na-rynke-intellektualnykh-sistem-upravleniya-osveshcheniem-.html>
8. Smart Lighting Market By Installation Type 2020-2026 [Электронный ресурс]: маркетинговое исследование. - Режим доступа: <https://www.fnfresearch.com/smart-lighting-market>
9. Технологии интеллектуального освещения [Электронный ресурс]: интервью с экспертами. - Режим доступа: <https://marketelectro.ru/content/tehnologii-intellektualnogo-osveshcheniya>
10. Smart home technology market in Russia [Электронный ресурс]: статья. - Режим доступа: <https://ac.gov.ru/en/news/page/smart-home-technology-market-growing-faster-in-russia-than-global-average-26686>
11. Smart Lighting Market to 2028 [Электронный ресурс]:

маркетинговое исследование. - Режим доступа:  
<https://www.theinsightpartners.com/reports/india-smart-lighting-market>

12. Революция света. Как интеллектуальные системы захватывают города [Электронный ресурс]: статья. - Режим доступа:  
<https://plus.rbc.ru/specials/light>

13. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). - URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/) (дата обращения 22.05.2022).

14. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 21.05.2022).

15. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200005187> (дата обращения 21.05.2022).

16. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 15.05.2022).

17. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 22.05.2022).

18. МР 2.2.9.2128-06 Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Комплексная профилактика развития перенапряжения и профессиональных заболеваний спины у работников физического труда: дата введения 2006-11-01. URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200047515> (дата обращения 21.05.2022).

19. МР 2.2.9.2311-07. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности: дата введения 2008-03-18. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072234> (дата обращения 21.05.2022).

20. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 1989-01-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения 21.05.2022).

21. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения 21.05.2022).

22. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264184> (дата обращения 22.05.2022).

23. Правила устройства электроустановок: дата введения 2003-01-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030216?marker=7D20K3> (дата обращения 21.05.2022).

24. ГОСТ Р 58577-2019 Правила установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ проектируемыми и действующими хозяйствующими субъектами и методы определения этих нормативов: дата введения 2020-01-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168569> (дата обращения 22.05.2022).

25. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 N 2398 Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854> (дата обращения 22.05.2022).

26. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности: дата введения 2009-05-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 22.05.2022).

27. Устройства приема и обработки сигналов. Преобразователи частоты: Метод. указания / сост.: В. М. Бардин, А. В. Брагин. – Саранск: Изд-во Мор-дов. Ун-та, 2012 – 14 с.

28. Аристов, Е.В. Основы микропроцессорной и преобразовательной техники: учеб. пособие / Е.В. Аристов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. Ун-та, 2008. – 115 с.



## Приложение Б

(Справочное)

### Бизнес-модель Остервальдера

<b>Ключевые партнеры</b> – Поставщики комплектующих и расходных материалов; – Коммерческие предприятия; – Сельхоз и гос. сектор;	<b>Ключевые виды деятельности</b> – Производство продукта; – Продажа продукта; – Сервисное обслуживание продукта.	<b>Ценностные предложения</b> – Простота в наладки и установки системы; – Умная система регулирования освещением.	<b>Взаимоотношения с клиентами</b> – Удержание клиентов (персональная поддержка, обратная связь).	<b>Потребительские сегменты</b> B2G продажи государственным учреждениям и сельскохозяйственному комплексу. Продажи на рынке B2B – частный бизнес, ТРЦ, компании, строительным компаниям.
	<b>Ключевые ресурсы</b> – Материальные (производственное оборудование), – Интеллектуальные (запатентованные технология и промышленный образец); – Трудовые ресурсы (сотрудники); – Финансы: инвестиции на начальном этапе становления проекта.		<b>Каналы сбыта</b> – Онлайн продажи через Web сервисы. – Прямые поставки; – Продажи через посредников; – Участие в госзакупках.	
<b>Структура издержек</b> Постоянные издержки: заработная плата, амортизация, ремонт, аренда. Переменные издержки: сырье, энергия.		<b>Потоки поступления доходов</b> – Разовые сделки: продажа системы; – Сервисное послепродажное обслуживание		