

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка рабочего места для автономного контроля платы состава поездной радиостанции стандарта GSM-R

УДК 656.256.164:621.395.7:004.31

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8Б	Коробок Михаил Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Силушкин Станислав Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кулагин Антон Евгеньевич	к.ф.-м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	к.т.н.		

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ В.С. Иванова
 (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
1А8Б	Коробок Михаил Алексеевич

Тема работы:

Разработка рабочего места для автономного контроля платы состава поездной радиостанции стандарта GSM-R	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2022 № 111-91/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</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>Объектом исследования является контрольно-проверочная аппаратура для поездных радиостанций.</p> <p>Цель исследования – разработка рабочего места для автоматизации производства поездных радиостанций на предприятии.</p> <p>Ожидаемые результаты – экспериментальный образец рабочего места.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор источников информации (патенты, публикации, интернет-ресурсы) с целью изучения существующих аналогов, готовых решений, работы проверяемых интерфейсов. 2. Разработка структурной схемы устройства. 3. Проектирование принципиальной схемы устройства. 4. Разработка программы для микроконтроллера. 5. Сборка и экспериментальное исследование экспериментального образца.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема электрическая принципиальная ФЮРА.468219.001 ЭЗ 2. Перечень элементов ФЮРА.468219.001 ПЭЗ 3. Чертеж печатной платы ФЮРА.468219.001-01 4. Схема электрическая принципиальная ФЮРА.468219.002 ЭЗ 5. Перечень элементов ФЮРА.468219.002 ПЭЗ 6. Чертеж печатной платы ФЮРА.468219.002-01 7. Инструкция ФЮРА.468219.003 И14
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>	<p>Гасанов М.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева И.И.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>05.02.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Силушкин С.В.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1А8Б</p>	<p>Коробок Михаил Алексеевич</p>		

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.02.2022	Обзор источников информации	15
20.03.2022	Разработка и расчет принципиальной схемы рабочего места	20
05.04.2022	Разработка алгоритма для автоматизации рабочего места	20
25.04.2022	Моделирование рабочего места	15
15.05.2022	Макетирование рабочего места и экспериментальные исследования	10
17.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
20.05.2022	Социальная ответственность	5
31.05.2022	Оформление расчетно-пояснительной записки	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Силушкин С.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Универсальные компетенции	
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)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
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
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.

ОПК(У)- 2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных.
ОПК(У)- 3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.
ОПК(У)- 4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)- 5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
ПК(У)-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
ПК(У)-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК(У)-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 99 страниц, 29 рисунков, 30 таблиц, 63 источников литературы, 10 приложений.

Ключевые слова: рабочее место, контрольно-проверочная аппаратура, автоматизированная система контроля, интерфейс RS-422, микроконтроллер Atmega8.

Объектом исследования является контрольно-проверочная аппаратура для поездной радиостанции.

Целью работы является разработка рабочего места, способного проверять платы, входящих в состав поездной радиостанции, на предприятии.

В процессе исследования проводился анализ автоматизированных систем контроля, проектирование структурных и принципиальных электрических схем рабочего места, создание алгоритма для автоматизации рабочего места, проектирование макета рабочего места, проектирование печатных плат, разработка сопутствующей документации.

Моделирование проводилось в среде Proteus. Схема электрическая принципиальная выполнена в Altium Designer.

В результате исследования разработаны: экспериментальный образец, который отправляет и получает контрольные команды; электрические принципиальные схемы рабочего места; программный код для автоматизации рабочего места; протокол взаимодействия рабочего места с поездной радиостанцией.

Планируется в дальнейшем исследование экспериментального образца на реальных изделиях в производстве и замена компонентов на отечественные аналоги.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022).

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 31319-2006 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах.

ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов.

ГОСТ Р 52105-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения.

ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.

ГОСТ Р 22.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования.

НПБ 104-03 Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

– **DC/DC преобразователь:** Повышающий-понижающий преобразователь напряжения постоянного тока;

– **рабочее место:** Устройство для автоматической проверки работоспособности разрабатываемых/изготавливаемых устройств (модули поездной станции);

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

– КПА – контрольно-проверочная аппаратура;

– АСК – автоматизированная система контроля;

- КИС – контрольно-измерительные системы;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- ПК – персональный компьютер;
- ПО – программное обеспечение.
- ОТК – отдел технического контроля;
- ПВИ – предъявительские испытания;
- ПСИ – приемо-сдаточные испытания;
- СИ – средства измерения;
- КД – конструкторская документация;
- САПР – система автоматизированного проектирования;
- ЭРИ – электрорадиоизделия.

Оглавление

Введение.....	14
1 Теоретическая часть.....	15
1.1 Автоматизированные системы контроля.....	15
1.2 Решения на основе специализированных модулей	20
2 Выбор структурной схемы рабочего места	25
2.1 Плата состава поездной радиостанции	25
2.2 Структурная схема рабочего места	27
2.3 Структурная схема модуля питания.....	28
2.4 Структурная схема модуля микроконтроллера	29
3 Выбор и обоснование принципиальной схемы рабочего места.....	31
3.1 Выбор и обоснование принципиальной схемы модуля питания	31
3.2 Выбор и обоснование принципиальной схемы рабочего места модуля микроконтроллера.....	33
3.3 Аналоги выбранных микросхем	43
3.4 Интерфейс RS-422.....	43
4 Алгоритм работы микроконтроллера.....	45
5. Протокол взаимодействия проверяемой платы с рабочим местом	48
6 Экспериментальная часть.....	49
6.1 Проектирование печатной платы	49
6.2 Моделирование.....	51
6.3 Исследования экспериментального образца рабочего места	53
6.4 Экспериментальные исследования.....	54
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 59	
7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	59
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	59
7.1.2. Технология QuaD	59

7.1.3. SWOT-анализ.....	61
7.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	63
7.2.1 Структура работ в рамках проекта.....	63
7.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	65
7.3 Бюджет научно-технического исследования	68
7.3.1 Расчет материальных затрат	68
7.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	68
7.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	69
7.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей	70
7.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды	71
7.3.6 Накладные расходы.....	71
7.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	72
7.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	72
8 Социальная ответственность	78
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
8.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	78
8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	79
8.2 Производственная безопасность.....	80
8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования при сборке, исследовании и эксплуатации	80
8.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.....	81
8.3 Экологическая безопасность.....	86
8.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду.....	86
8.3.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	87
8.3.3 Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду	87
8.3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	88

Заключение	91
Список используемых источников.....	92
Приложение А Принципиальная электрическая схема рабочего места модуля питания	100
Приложение Б Перечень элементов рабочего места модуля питания.....	101
Приложение В Принципиальная электрическая схема рабочего места модуля микроконтроллера.....	102
Приложение Г Перечень элементов рабочего места модуля микроконтроллера.....	103
Приложение Д Блок-схема алгоритма главной функции программы	104
Приложение Е Код программы микроконтроллера.....	105
Приложение Ж Протокол взаимодействия рабочего места с поездной радиостанцией	106
Приложение И Печатная плата модуля питания	107
Приложение К Печатная плата модуля микроконтроллера	108
Приложение Л Календарный план-график проведения НИОКР	109

Введение

Современный рынок требует от производства всё большей производительности при минимальных издержках – это возможно только при комплексном подходе к автоматизации предприятия и модернизации рабочих мест.

Повышение степени автоматизации предприятия ведет к повышению стабильности технологического процесса, уменьшению влияния человеческого фактора на принятие решений, что в конечном итоге положительно сказывается на качестве готовой продукции и ведет к снижению ее себестоимости [1].

Предприятие ООО “ИРЗ-СВЯЗЬ” разрабатывает платы состава поездной радиостанции стандарта GSM-R и проводит проверку своих разработок в ручном режиме. Поэтому регулировщику для проверки одной платы требуется затратить много времени (тридцать минут) по сравнению с автоматической системой контроля. Монотонность такой работы может привести к возникновению ошибок – человеческий фактор в производстве при ручном труде. Чтобы свести к минимуму этот фактор предприятие заинтересовано в автоматизации процесса контроля разрабатываемых и выпускаемых плат.

Поскольку при создании радиостанций, они должны проходить постоянный контроль на всех этапах создания, рабочее место должно проверять работоспособность изготавливаемых плат. Разработка данного устройства может привести к уменьшению временных затрат на производство радиостанций и повышению качества выпускаемой продукции за счет снижения влияния человеческого фактора.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка рабочего места для автономного контроля платы состава поездной радиостанции GSM-R для предприятия ООО “ИРЗ-СВЯЗЬ”.

1 Теоретическая часть

1.1 Автоматизированные системы контроля

Необходимость автоматизации лабораторной установки или стенда для испытаний может возникать на различных этапах их существования. Наиболее правильный вариант предусматривает решение задачи автоматизации на самом раннем этапе – продукта еще не существует, а имеется лишь техническое задание [2].

Основные этапы производства, в которых необходимо применение стендовых испытаний:

- научно-исследовательские опыты, проводимые на стадии разработки устройства;
- испытания отдельных узлов тестируемой системы, проводимые в процессе разработки;
- испытания на этапе подготовки к сертификационному тестированию;
- серийные испытания на производстве;
- ввод в эксплуатацию;
- плановая диагностика.

Процессы автоматизации тестирования продукции актуальны по сей день, поскольку позволяют:

- повысить уровень качества выпускаемой продукции за счет проверки каждого изделия;
- повысить эффективность проверки за счет снижения влияния человеческого фактора;
- снизить себестоимость продукции за счет модернизации рабочих мест;
- сократить трудозатраты и сроки проведения испытаний.

При создании на производстве новых устройств, существует необходимость в проверке этих устройств. В рассмотренных работах [3-4]

создали узконаправленные КПА. Опытным путем было установлено, что время тестирования выпускаемой продукции может существенно снизиться, с нескольких часов до десятков минут при использовании разработанной узконаправленной проверочной аппаратуры.

Функциональное тестирование может проводиться как в ручном, так и в автоматическом режиме. Наиболее доступны для автоматизации электрические испытания, где роль оператора сводится к правильному подключению измерительной аппаратуры. Объективные трудности возникают с автоматизацией процессов визуального контроля и геометрических измерений, что связано с использованием специального цифрового измерительного инструмента, систем технического зрения в сочетании с программными средствами распознавания образов [5].

При составлении тест-планов ручной труд стараются свести к минимуму, оставив оператору лишь подключение (отключение) устройства, а также контроль годности. При грамотном подходе эта методика способна охватить практически всю функциональность устройства за рекордно короткие сроки. Однако без разработки тестового программного обеспечения и изготовления специальной оснастки не обойтись.

Разработка методик проверок машин управления, представляющих собой сложные технические системы, ведется по трем основным направлениям, поскольку с точки зрения схемотехники, любое устройство состоит из следующих составных частей:

- системы электропитания;
- информационно-вычислительной системы;
- системы связи.

К каждой из перечисленных выше частей устройств предъявляются требования по обеспечению надежности и качества выполнения назначенных функций [6]. Среднесерийное и выше производства – практически всегда используют специализированные средства контроля и приспособления, даже в том случае, если проверяется не вся продукция, а только часть. Стоимость

контрольно-проверочного оборудования не оказывает существенного влияния на цену выпускаемой продукции и позволяет экономить средства на гарантийном обслуживании за счет повышения качества продукции и снижения количества отказов.

На рисунке 1 показана типовая блок-схема специализированного стенда [7]. Стенд тестирует изделие как автономно, так и под управлением ПК. Для управления с ПК пишется специальная программа для ОС. За счет развитого человеко-машинного интерфейса, в программе ПК можно реализовать дополнительные функции: графическое или схематичное изображение проверяемого изделия, управление тестированием не по заданной программе, а произвольно и т.п. Это позволяет быстро находить неисправности, обеспечивать автоматическое документирование тестирования и т.д.

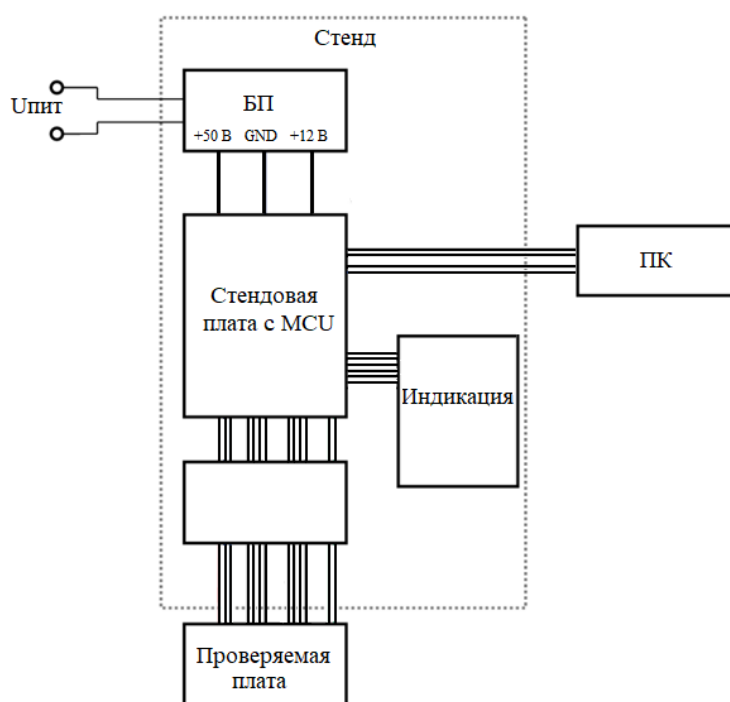


Рисунок 1 – Структурная схема узкоспециализированного стенда

У специализированных стендов есть недостатки:

- необходимость разрабатывать вспомогательную электронику для тестирования всего лишь одного устройства;

– архитектура специализированных стендов – в таких стендах задачи обрабатывает один микроконтроллер, например, тестирование устройства, съем показаний АЦП, работа с таймерами, внешней периферией, обработка кнопок, обмен с ПК и другие. Программный код для микроконтроллера становится громоздким, добавление и изменение одних функций может привести к нестабильной работе других.

Решить проблемы стендов с узкой специализацией могут универсальные КИС, обеспечивающие контроль широкой номенклатуры выпускаемой продукции. Перед созданием универсальных КИС определяется спектр однотипной продукции, для которой имеет смысл разрабатывать общее устройство контроля. Не стоит разрабатывать устройство, способное тестировать одновременно кабели, жгуты, высоковольтную электронику и высокоскоростную цифровую электронику [7].

На рисунке 2 представлен пример разбиения многофункциональных средств контроля на группы. Серая область является опциональной и позволяет автоматизировать бумажную работу при тестированиях, вести журналы о проверке продукции.

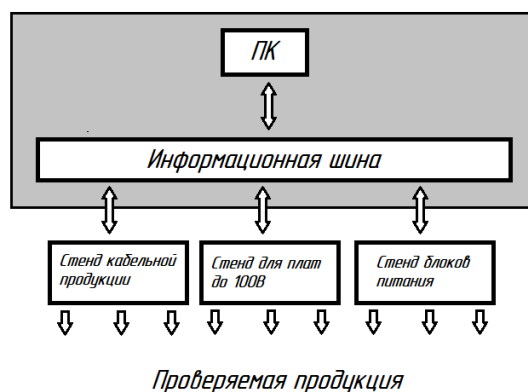


Рисунок 2 – Пример разбиения многофункциональных средств контроля на группы

Задачи реализуются не на одной схеме, а в виде относительно небольших электронных схем. Такой подход позволяет разделить между микроконтроллерами задачи, сделав их простыми и легко описываемыми,

оперативно добавлять новые модули, если не хватает имеющихся [7]. Пример структурной схемы универсальной КИС представлен на рисунке 3.

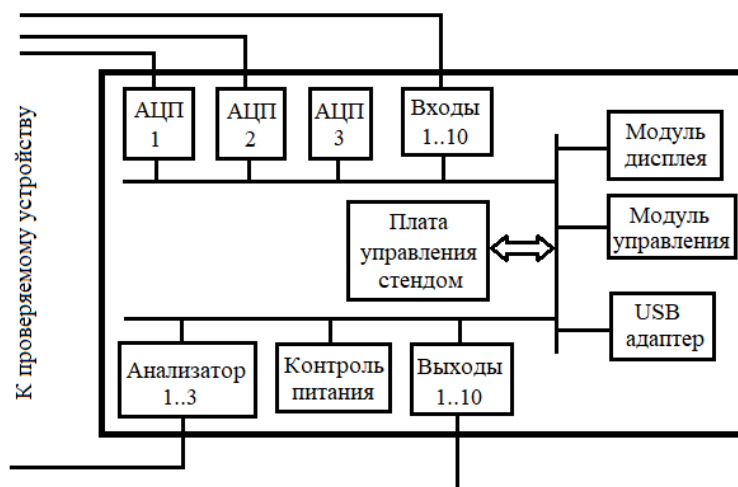


Рисунок 3 – Структурная схема универсальной КИС

Каждый блок КИС – небольшая схема со своим микроконтроллером. Все схемы объединяются внутри стенда информационной шиной. Все схемы, кроме тех, которые гарантированно используются в единичном числе в стенде, желательно выполнять в одном форм-факторе. Корпус стенда конструктивно должен предусматривать возможность установки дополнительных плат. При разработке методики тестирования новых образцов выпускаемой продукции необходимо проанализировать возможности стенда. Если не хватает, например, каналов АЦП, необходимо добавить в стенд нужное количество модулей. Если потребуется модуль с функцией, которой еще нет в стенде, его можно разработать и добавить в стенд. Кроме прочего, можно предусмотреть возможность объединения двух или более стендов с целью их совместной работы, что значительно расширяет возможности по тестированию устройств.

Решение получается проще по сравнению с узконаправленными стендами, поскольку для всех однотипных модулей пишется одна программа микроконтроллера. Разные модули не мешают друг другу при работе.

Универсальные стенды имеют следующие недостатки:

- стенд имеет сложную конструкцию и требует много времени на разработку как в конструктивном, так и в схемотехническом планах;
- большая стоимость универсального решения.

С другой стороны, заменив три-четыре узкоспециализированных стенда, универсальный стенд себя окупит как по времени разработки, так и по конечной стоимости.

Тестируемая продукция может генерировать сложные сигналы, иметь выходы образцового тока или напряжения, высокой частоты, в том числе с требованиями к стабильности сигнала и т.п. В таких случаях разработка анализирующих устройств становится долгой и дорогой, и в результате – невыгодной. Избежать затяжных разработок можно применением готовых средств измерений. Например, для контроля формы сигнала можно использовать осциллограф с тестами по маске. Для автоматизации контроля, осциллограф должен иметь связь с ПК по USB, LAN, RS-232 и т.п. для обмена информацией, а также развитую систему дистанционного управления и съема информации.

1.2 Решения на основе специализированных модулей

Рабочее место является узкоспециализированным контрольно-проверочным оборудованием для поездной радиостанции стандарта GSM-R.

Для того чтобы сократить время на разработку АСК многие организации используют готовые контрольно-измерительные приборы сторонних производителей. При этом часто готовое оборудование требует адаптации к специфике задачи: изучения архитектуры системы, программирования, последующей отладки и т.д. [8].

Для создания КПА и АСК предприятия используют готовые решения или целые экосистемы. Рассмотрим самые распространенные варианты решений, которые используют производства:

1. Модульные решения компании National Instruments.

Одним из самых популярных решений являются продукты компании National Instruments, поскольку эта компания предоставляет универсальные КИС и программное обеспечение, которое позволяет создать целую экосистему для проверки изделий. Возможно заказать универсальные модули вместо разработки собственных плат и конфигурировать с помощью ПО LabVIEW.

Процесс создания АСК таким способом включает в себя следующие действия:

- конфигурирование контрольно-измерительной системы;
- заказ оборудования;
- настройка.

Примеры шасси PXI с универсальными модулями представлены на рисунках 4 и 5.



Рисунок 4 – Шасси PXI National Instruments с подключенными модулями



Рисунок 5 – Модули управления приборами с последовательным интерфейсом

С помощью оборудования National Instruments создают различные АСК для проверки оборудования [8]. В рассмотренной работе проверяемое оборудование подключается к АСК, которая в свою очередь отправляет сигналы, которые имитирует различные режимы работы проверяемого оборудования, а также проверяет правильность работы проверяемых устройств [9]. На рисунке 6 приведена схема реализации АСК.

Для всех решений на оборудовании National Instruments характерно разделение каждого блока проверки, используются разные контроллеры под

свои задачи, что позволяет не перегружать систему и легко добавлять новые задачи.

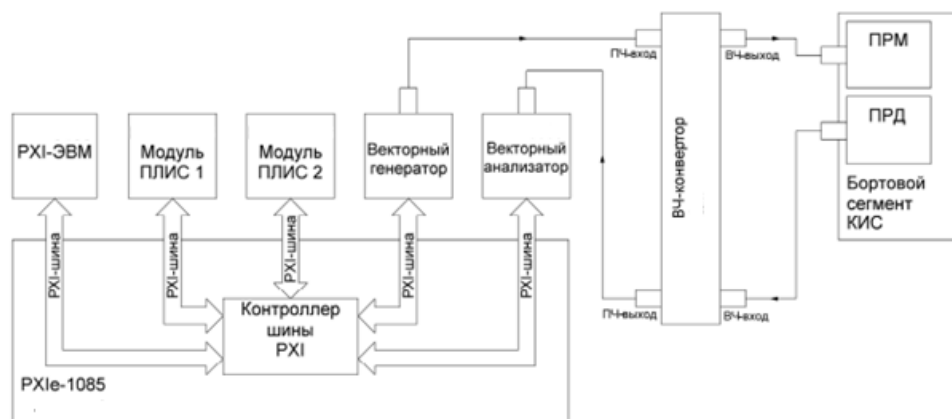


Рисунок 6 – Структурная схема АСК

Достоинства модульных решений от National Instruments:

- экосистема National Instruments позволяет спроектировать устройства для любых задач, поскольку возможно заказать любые функциональные блоки;
- своя среда разработки, которая позволяет эффективно взаимодействовать с устройствами.

Недостатки модульных решений от National Instruments:

- компания National Instruments может уйти из российского рынка из-за вводимых санкций;
- высокая стоимость оборудования. Один модуль управления приборами с последовательным портом стоит от 55 тысяч рублей, вся конструкция может стоить от 200 тысяч рублей;
- при использовании оборудования National Instruments необходимо покупать ПО LAbVIEW.

Оборудование этой фирмы используют для решения комплексных задач. В рассмотренных работах [10-12] создаются стенды в сферах, в которых предъявляются максимально жесткие требования для проверки оборудования. Например, в медицинской и космической отрасли.

С помощью только этого оборудования возможно создать рабочее место, но соотношение цена/функционал будет неоправданной [9]. Так же для взаимодействия с системой, построенной на оборудовании NI, будет необходимо покупать ПК.

2. Модульные решения компании MOXA.

Для проверки приемо-передающих устройств повсеместно используют устройства компании MOXA. Можно собрать решение как на базе ПК [13-15] (Рисунок 7), так и использовать отдельные адаптеры (Рисунок 8).



Рисунок 7 – Промышленный компьютер MOXA



Рисунок 8 – Преобразователь USB-RS-422 MOXA

С помощью преобразователей MOXA возможно контролировать проверяемое оборудование, имитировать необходимые сигналы, как например, в работе [16], используют преобразователи MOXA для контроля портов RS-422 и для ввода/вывода цифровых и аналоговых сигналов, используемых для контроля и управления устройствами автоматической системой управления.

Достоинства модульных решений от компании MOXA:

- простое функционирование устройств;
- наличие различных протоколов передачи данных.

Недостатки модульных решений от компании MOXA:

- требуется ПК для взаимодействия с устройствами;
- формирование сигналов в ручном режиме с помощью консоли либо необходимо писать ПО для каждого устройства;
- возможные санкции – прекращение поставок как оборудования, так и отдельных компонентов.

Вывод

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

– предлагаемые специализированные модули обладают большим функционалом и применяются в самых сложных случаях, начиная с медицинской отрасли и заканчивая космической;

– для поставленной в работе задачи не используется весь функционал рассмотренных решений, а для автоматизированного контроля платы радиостанции стандарта GSM-R для выполнения конкретных задач на отдельно взятом предприятии реализация может быть дешевле и проще в разработке, по сравнению с универсальными стендами;

– учитывая санкционную политику зарубежных стран [17], поставляющих подобное оборудование, а также высокую стоимость, целесообразно иметь функциональный аналог, позволяющий проверять выпускаемую продукцию;

– для проверки штатных блоков проверяемого устройства, например, для блока контроля тока потребления устройством, целесообразно использовать измерительные приборы – амперметры, а для проверки специальных (узконаправленных) блоков имеет смысл создать собственное техническое решение.

2 Выбор структурной схемы рабочего места

2.1 Плата состава поездной радиостанции

Поездная радиостанция предназначена для работы в радиосетях стандарта GSM-R и/или LTE для передачи и получения служебной информации в системе управления железнодорожным движением.

Радиостанция используется только для передачи/приема данных (служебная информация, АТ-команды).

Радиостанция устанавливается на локомотиве и подключается к бортовой системе питания, системе управления поездом (бортовой компьютер), внешней приемопередающей антенне.

Радиостанция включает в себя:

- радиомодуль GSM-R для приема/передачи данных;
- модуль питания (DC/DC преобразователь);

Структурная схема платы состава поездной радиостанции представлена на рисунке 9.

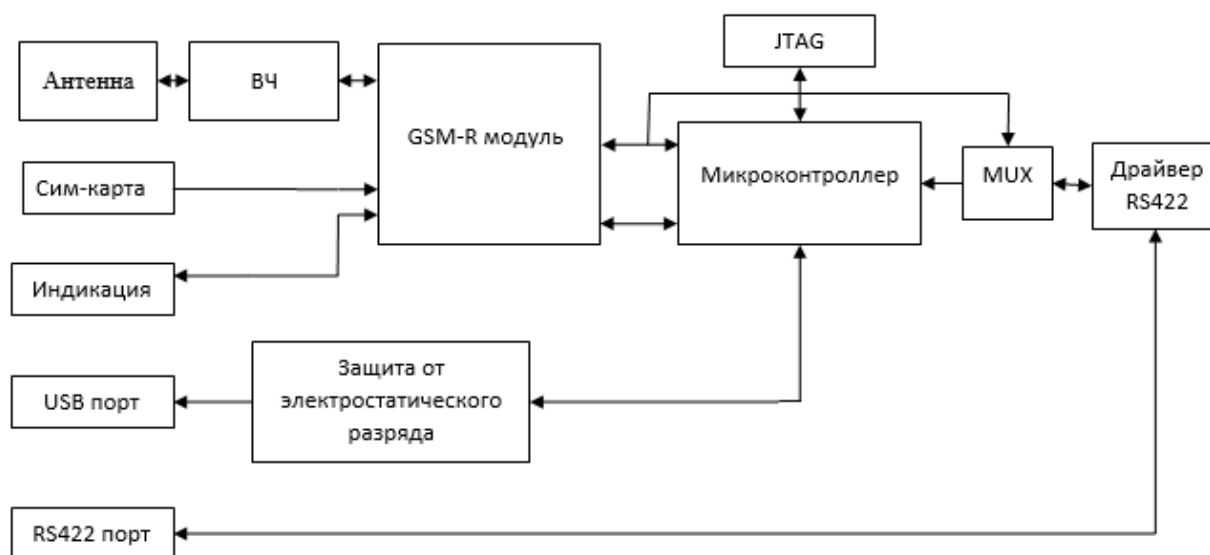


Рисунок 9 – Структурная схема радиомодуля GSM-R.

Вместе со структурной схемой были определены следующие требования для платы состава поездной радиостанции:

Модуль питания:

- внешнее питание – 110 В;
- источник питания формирует три напряжения: 5 Вольт для цифровой части, 7 Вольт для питания элемента Пельтье, 12 Вольт для блоков усиления;

- выход по току в каждом сформированном напряжении не более 1А.

Требования для радиомодуля GSM-R:

1.1 Набор AT-команд для абонентских устройств в соответствии с ETSI TS 127 007 V8.15.0.

1.2. Интерфейсы:

1.2.2. Разъем Data (RS-422).

1.2.3. Разъем для подключения бортовой сети питания.

1.3 Ток потребления радиомодуля не более 1А.

С учетом требований и структурной схемы поездной радиостанции, определим техническое задание:

1. Рабочее место должно проверять работоспособность платы радиостанции на предприятии согласно требованиям, во время поточного создания, для автоматизации процесса изготовления.

2. Плата состава поездной радиостанции состоит из двух частей – модуль питания и модуль микроконтроллера. Соответственно, проверять эти платы требуется отдельно.

3. Рабочее место для проверки модуля питания должно проверить работоспособность модуля питания и исследовать критичные режимы работы.

4. Рабочее место модуля микроконтроллера должно проверить интерфейсы изготавливаемой платы и работоспособность элементов, а именно: контроль тока потребления; контроль интерфейса RS-422; индикация режимов работы.

2.2 Структурная схема рабочего места

Согласно техническому заданию (см. стр. 26), рабочее место должно проверять работоспособность платы радиостанции на предприятии, во время поточного создания, для автоматизации процесса изготовления. Разрабатываемое устройство должно уменьшить время проверяемых плат и позволить увеличить производство конечной продукции – поездных радиостанций.

Разработанная структурная схема рабочего места представлена на рисунке 10.

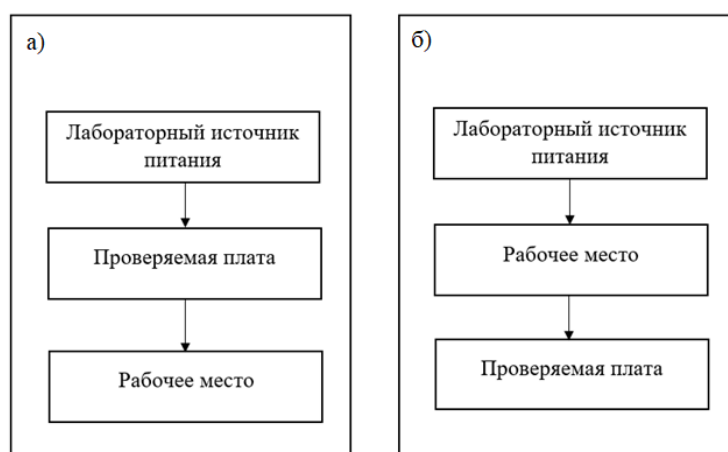


Рисунок 10 – Структурная схема рабочего места: а) модуль питания;
б) модуль микроконтроллера

Рабочее место для проверки модуля питания служит для проверки модуля питания и является имитатором модуля микроконтроллера, подключается к изготавливаемой плате питания и проверяет максимальные нагрузки.

Рабочее место модуля микроконтроллера является имитатором бортового компьютера. Оно питается от лабораторного источника питания и подключается к изготавливаемой плате микроконтроллера.

2.3 Структурная схема модуля питания

Одной из задач работы является разработка платы питания для проверки разрабатываемого модуля питания на критические режимы работы.

Согласно требованиям (см. стр. 26), модуль питания должен на выходе формировать три напряжения:

- напряжение для подключения элемента Пельтье – 7 В;
- напряжение для подключения цифровой составляющей – 5В;
- напряжение для усилителя мощности – 12 В;
- выход по току в каждом сформированном напряжении не более 1

А.

Структурная схема рабочего места платы питания представлена на рисунке 11.

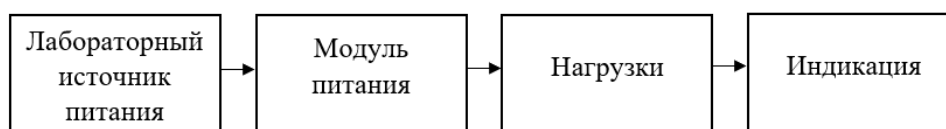


Рисунок 11 – Структурная схема рабочего места модуля питания

Структурно можно разделить разработанную схему на несколько основных блоков: лабораторный источник питания, плата питания, нагрузки, индикация.

На модуль питания подается напряжение постоянного тока 110 В от лабораторного источника питания. Модуль питания предназначен для формирования напряжений модуля микроконтроллера согласно требованиям.

Блок нагрузок имитируют модуль микроконтроллера, его критические режимы работы. Блок нагрузок включает в себя нагрузочные резисторы для проверки критических режимов работы для каждого из формируемых напряжений в соответствии с требованиями. Так же для переключения режимов работы используются ключи.

Блок индикации показывает работоспособность модуля питания и проверяется действующее напряжение в критических режимах работы. Блок индикации включает в себя светодиодные индикаторы для отображения режимов работы модуля питания и клеммы для проверки действующего напряжения.

В соответствии с разработанной структурной схемой плата питания содержит:

- светодиодную индикацию для визуального контроля напряжения;
- нагрузочные резисторы для проверки критичных режимов работы;
- клеммы для подключения средства измерения – контроль напряжения на нагрузочных резисторах.

2.4 Структурная схема модуля микроконтроллера

Плата микроконтроллера должна включать в себя следующий набор функций: контроль тока потребления; контроль интерфейса RS-422; индикация режимов работы.

Структурная схема представлена на рисунке 12 и содержит несколько основных блоков: лабораторный источник питания, вторичный источник питания, средства измерения, проверяемая плата, индикация.

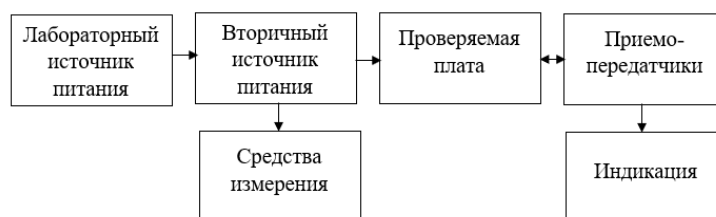


Рисунок 12 – Структурная схема модуля микроконтроллера

Лабораторный источник питания формирует опорное напряжение для вторичного источника питания, который в свою очередь является имитатором модуля питания.

Вторичный источник питания предназначен для питания модуля микроконтроллера, он формирует напряжения 5 В для цифровой части, 7 В для питания элемента Пельтье и 12 В для питания усилителя мощности проверяемой платы.

По выходам вторичного источника питания стоят измерительные головки для исследования тока потребления.

Приемо-передатчики отправляют команды на проверяемую плату и получают ответ. В зависимости от того, правильный ответ пришел или нет, блок индикации указывает регулировщику дальнейшие действия.

В соответствии с разработанной структурной схемой плата микроконтроллера должна содержать:

- клеммы для подключения лабораторного источника питания;
- источники вторичного напряжения для питания модуля микроконтроллера;
- контроллер с интерфейсом RS-422;
- индикаторные светодиоды для проверки интерфейсов;
- измерительные головки для проверки тока потребления платы.

5. Протокол взаимодействия проверяемой платы с рабочим местом

Техническая документация – документация, которая используется при проектировании, изготовлении и эксплуатации каких-либо технических объектов: зданий, сооружений, промышленных товаров, программного и аппаратного обеспечения. Эксплуатационная документация необходима для любого товара, изготовление которого происходит не по государственным стандартам, а по особой процедуре.

Техническая инструкция – нормативный документ, регламентирующий последовательности различных действий в рамках того или иного технологического процесса.

Задача технической инструкции – обеспечение выпуска исключительно качественной продукции, исходя из требований стандартов, технических условий и других нормативных документов. При создании изделий на производстве всегда пишется инструкция или методика регулирования.

В ходе выполнения работы было разработано сопутствующая документация для взаимодействия регулировщика с изготавливаемым устройством. Протокол взаимодействия поездной радиостанции с рабочим местом представлен в Приложении Ж.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1А8Б	Коробок Михаил Алексеевич

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Затраты на выполнение ВКР включают себя затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработную плату исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент 30%; Доплаты и надбавки 20%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27.1% отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета затрат на НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Сегментирование рынка 2. Оценка конкурентоспособности технических решений 3. Матрица SWOT 4. Альтернативы проведения НИ 5. График проведения и бюджет НИ 6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ 	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8Б	Коробок Михаил Алексеевич		

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная разработка является узконаправленной вследствие того, что разрабатывается рабочее место под конкретную поездную радиостанцию с конкретными требованиями. Для этого выберем рыночную нишу. Рыночной нишей называют тот сегмент рынка, для которого самым оптимальным образом подходит товар и опыт фирмы в его производстве, продвижении и распределении.

Данная разработка находится в нише железно-дорожной связи, соответственно потенциальными потребителями являются компании, занимающиеся железнодорожными перевозками.

7.1.2. Технология QuaD

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

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из

выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а

100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 14 – Quad анализ

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,05	90	100	0,9	0,045
2. Ремонтпригодность	0,05	95	100	0,95	0,0475
3. Надежность	0,1	95	100	0,95	0,095
4. Унифицированность	0,05	60	100	0,6	0,03
5. Безопасность	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,04	10	100	0,1	0,004
7. Простота эксплуатации	0,1	100	100	1	0,01
8. Долговечность	0,07	70	100	0,7	0,049
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,02	70	100	0,7	0,014
14. Уровень проникновения на рынок	0,02	40	100	0,4	0,008
15. Перспективность рынка	0,04	50	100	0,5	0,02
16. Цена	0,1	100	100	1	0,1
17. Влияние выхода продукта на результаты деятельности компании	0,1	95	100	0,95	0,095
18. Финансовая эффективность разработки	0,09	90	100	0,90	0,081
19. Срок выхода на рынок	0,07	85	100	0,85	0,0595
Итого	1				0,748

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (26)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 0,748 \cdot 100\% = 74,8 \quad (27)$$

Исходя из найденного показателя средневзвешенного значения качества и перспективности разработки можно сделать вывод о том, что перспективность данной разработки выше среднего. Поскольку данная разработка является узконаправленной и новой, за счет улучшения характеристик и увеличения спроса на данную разработку, она может показать хорошие финансовые результаты.

7.1.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – один из способов комплексного анализа научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ проводится в несколько этапов:

- Первый этап. В нём описываются сильные и слабые стороны проекта, и возможности и угрозы при его реализации .
- Второй этап. Он состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.
- Третий этап. В нём происходит составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

- 1) Первый этап.

Таблица 15 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Новизна проекта.</p> <p>С2. Низкая цена.</p> <p>С3. Надёжность.</p> <p>С4. Сокращение затрат времени на производство проверяемого устройства</p> <p>С5. Эргономичность.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Узкая направленность проекта.</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности массового выпуска устройства.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Добавление новых проверяемых интерфейсов</p> <p>В2. Преобразование в новый проект.</p> <p>В3. Проработка устройства для использования с новыми версиями изготавливаемых устройств.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Уменьшение спроса на разрабатываемое устройство.</p> <p>У2. Введение требований гос. сертификации продукта.</p> <p>У3. Подорожание комплектующих данного проекта.</p>		

2) Второй этап.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

	С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2
В1	+	+	+	+	+	+	+
В2	+	+	+	0	+	+	+
В3	0	+	+	+	+	+	+
У1	-	+	0	-	0	+	-
У2	-	+	+	+	0	+	-
У3	-	-	+	+	0		

3) Третий этап.

Таблица 17 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Новизна проекта. С2. Низкая цена. С3. Надёжность. С4. Сокращение затрат времени на производство проверяемого устройства С5. Эргономичность.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Узкая направленность проекта. Сл2. Отсутствие возможности массового выпуска устройства.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Добавление новых проверяемых интерфейсов В2. Преобразование в новый проект. В3. Проработка устройства для использования с новыми версиями изготавливаемых устройств.</p>	<p>В1С1С2С3С4С5 При расширении проекта увеличить функционал устройства . В2 С1С2С3С5 Создать преобразователь интерфейса из существующего проекта. В1С2С3С4С5 При разработке новых версий радиостанций, сделать универсальное решение для всех версий.</p>	<p>В1В2В3Сл1Сл2 Проработать совместимость с другими версиями радиостанций.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Уменьшение спроса на разрабатываемое устройство. У2. Введение требований гос. сертификации продукта. У3. Подорожание комплектующих данного проекта.</p>	<p>У1С2 Увеличить число покупателей данного устройства различными маркетинговыми методами. У2С2С3С4 Успешно пройти сертификацию устройства. У3С3С4 Повышать эффективность устройства и искать более дешевые компоненты.</p>	<p>У1У2Сл1Сл2 Расширение функционала устройства.</p>

7.2 Планирование научно-исследовательских работ

7.2.1 Структура работ в рамках проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе проводится составление работ в рамках исследования, распределение исполнителей по видам работ (таблица 18).

Таблица 18 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, консультант
Выбор направления исследований	2	Изучение проблем разработки плат радиостанций в поточном режиме	Инженер
	3	Выбор направления исследования	Инженер
Теоретические исследования	4	Выбор комплектующих проекта	Инженер
	5	Создание алгоритма для рабочего места	Инженер
	6	Построение макета и проведение исследований	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, Руководитель
	8	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер, Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	9	Разработка структурной и принципиальной схемы	Инженер
	10	Подключение элементов схемы рабочего места к микроконтроллеру	Инженер
	11	Оценка правильности работы интерфейсов.	Инженер
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	12	Конструирование и изготовление макета рабочего места	Инженер
	13	Лабораторные испытания макета	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Инженер

7.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Определение трудовых затрат производится для вычисления стоимости разработки проекта.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (28)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн,

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (29)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.,

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

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

Так как данный научный проект сравнительно небольшой по объёму, то в качестве ленточного графика выберем ленточный график работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Формула перевода из рабочих дней в календарные:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (30)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях,
 T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях,
 $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (31)$$

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

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

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

В 2019 году количество календарных дней $T_{\text{кал}}=365$ дней, количество выходных дней равно $T_{\text{вых}} = 52$, количество праздничных дней равно $T_{\text{пр}} = 14$, тогда коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-52-14} = 1,22 \quad (32)$$

Работа над проектом начинается с начала весеннего семестра и заканчивается в конце преддипломной практики. В соответствии с календарным планом, данный период равен 19 недель, или 133 календарных дня.

Таблица 19 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{in}	t_{max}	$t_{ожi}$			
Составление и утверждение технического задания	1	3	2	Руководитель, Инженер	2	2
Изучение проблем разработки плат радиостанций в поточном режиме	4	6	5	Инженер	5	6
Выбор направления исследования	2	5	3	Инженер	3	4
Выбор комплектующих проекта	6	8	7	Инженер	7	9
Создание алгоритма рабочего места	10	15	12	Инженер	12	14
Изучение документации комплектующих проекта	8	13	10	Инженер	10	12
Оценка эффективности полученных результатов	4	6	5	Руководитель, Инженер	5	6
Определение целесообразности проведения ОКР	2	5	3	Руководитель, Инженер	3	4
Разработка структурной и принципиальной схемы рабочего места	16	25	20	Инженер	20	24
Конструирование и изготовление макета рабочего места	20	25	22	Инженер	22	27
Лабораторные испытания и подготовка отчёта по НИОКР	19	24	21	Инженер	21	25

Календарный план-график проведения НИОКР представлен в Приложении Л.

7.3 Бюджет научно-технического исследования

7.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (33)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования,

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида,

C_i – цена единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов,

k_T – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z _м), руб.
DC/DC преобразователь Traco Power	шт.	3	1900	6840
Микроконтроллер Atmega8	шт.	1	310	372
Приемопередатчик SN75176BD	шт.	2	36	87
Кварцевый резонатор	шт.	1	20	24
Светодиоды	шт.	6	16	116
Резисторы	шт.	20	2	48
Линейный стабилизатор напряжения	шт.	1	98	118
Кнопка	шт.	4	52	250
Итого				7855

7.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, на специальное оборудование, необходимое для проведения работ по научно-техническому исследованию.

Затраты на специальное оборудование для научно-технического исследования представлены в таблице 8.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Программатор	1	4050	4050
Паяльная станция	1	2000	2000
Осциллограф UTD2102CM	1	42600	42600
Мультиметр цифровой ТЕК DT9205A	1	780	780
Лабораторный источник питания UnionTEST UT1803C	1	4140	4140
Итого			53570

7.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Результаты оценки основной заработной платы исполнителей темы представлены в таблице.

Формула для определения основной заработной платы (ЗП):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (34)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника,

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.,

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (35)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.,

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года, при отпуске в 48 рабочих дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя,

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени.

Баланс рабочего времени руководителя и инженера представлен в таблице 9.

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	245

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (36)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.,

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3,

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (примем данный коэффициент равным 0,2),

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для г.Томска).

Результаты оценки основной заработной платы исполнителей темы представлены в таблице 10.

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	Z_{tc} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_r , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	Доцент, к.т.н.	33664	0,3	0,2	1,3	65644	2786	10	27860
Инженер	1	14804	0,3	0,2	1,3	28868	1225	110	134750
Итого $Z_{осн}$									162610

7.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле 37:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (37)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, равный 0,15.

Тогда, дополнительная заработная плата для руководителя равна:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \times 27860 = 4179 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \times 134750 = 20212 \text{ руб.}$$

7.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется следующей формулой:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (38)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Для образовательных и научных заведений коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды равен 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 11.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Основная ЗП, руб.	Дополнительная ЗП, руб.	Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды $k_{\text{внеб}}$	Величина отчисления $З_{\text{внеб}}$, руб.
Руководитель	27860	4179	0,271	8682
Инженер	134750	20212	0,271	41995
Итого				50677

7.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (39)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, равняющийся 0,16.

7.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

В данном пункте сформирован бюджет научно-технического проекта. Расчёт бюджета представлен в таблице 12.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	7855	Пункт 7.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	53570	Пункт 7.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	162610	Пункт 7.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24391	Пункт 7.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	50677	Пункт 7.3.5
6. Накладные расходы	47857	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	346960	Сумма ст. 1- 6

7.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

– Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования.

Данный показатель рассчитывается в ходе оценки бюджета затрат трёх исполнений научного проекта. Для этого выбирается наибольший интегральный показатель реализации технической задачи как базу расчета (знаменатель) и относительно этого показателя сравниваются финансовые бюджеты по другим исполнениям проекта.

– Интегральный финансовый показатель разработки вычисляется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (40)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки,

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения,

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Значение величины интегрального финансового показателя определяет увеличение бюджета проекта, если данный показатель больше 1, или уменьшение бюджета проекта, если данный показатель меньше единицы, но больше нуля.

– Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования

Данный показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (41)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки,

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки,

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, n – число параметров сравнения.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда	0,25	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	3	5
3. Безопасность	0,15	4	4	4

Продолжение таблицы 26

4. Ремонтпригодность	0,1	4	4	4
5. Цена	0,15	4	4	1
6. Материалоемкость	0,1	4	4	3
Итого	1	26	24	22

В качестве исп. 1 принят вариант устройства, описанный в данной дипломной работе, в качестве исп. 2 примем устройство, аналогичное устройству в исп. 1, но выполненное с использованием микроконтроллера на базе STM. В качестве исп. 3 примем устройство, аналогичное исп. 1, с использованием преобразователя МОХА. Данный преобразователь интерфейсов широко используется, но дороже аналогов в несколько раз. Для исп. 3 примем интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} = 1$, для остальных исполнений данный показатель будет равен $I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} = 0,85$.

Интегральный показатель ресурсоэффективности для трёх вариантов исполнения:

$$I_{\text{р-исп1}} = 4,5$$

$$I_{\text{р-исп2}} = 4$$

$$I_{\text{р-исп3}} = 3,95$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки для трёх вариантов исполнения:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4,5}{0,85} = 5,3$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп2}}} = \frac{4}{0,85} = 4,7$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_{\text{р-исп3}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп3}}} = \frac{3,95}{1} = 3,95$$

Сравнительная эффективность исполнения определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (42)$$

Тогда для трёх вариантов исполнения сравнительная эффективность равна:

$$\mathcal{E}_{\text{cp1}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{5,3}{4,7} = 1,13$$

$$\mathcal{E}_{\text{cp2}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{4,7}{4,7} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{cp3}} = \frac{I_{\text{исп3}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{3,95}{4,7} = 0,92$$

Сравнительная эффективность разработок представлена в таблице 14.

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработок

№	Показатель	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	0,85	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	4,7	3,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	1	0,84

Вывод:

В рамках раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были проведены исследование и анализ научного проекта на конкурентоспособность, временные и финансовые затраты и различные виды эффективности. В результате определены уровень конкурентоспособности на рынке, время выполнения проекта, стоимость материалов и оборудования, зарплата работников и т. д., то есть, рассчитана полная стоимость научного исследования в рамках ВКР, также определён самый эффективный вариант исполнения научной разработки (исп.1), который был выбран в качестве основного.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1А8Б		ФИО Коробок Михаил Алексеевич	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Тема ВКР:

Рабочее место для автономного контроля платы состава поездной радиостанции стандарта GSM-R	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p>Объект исследования: <u>плата состава поездной радиостанции</u> Область применения: <u>электронная промышленность, радиозаводы, лаборатории</u> Рабочая зона: <u>научная лаборатория с вытяжкой</u> Размеры помещения: <u>30 м²</u> Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>ПК, паяльная станция, осциллограф</u> Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: <u>работа с ПК, паяльной станцией, осциллографом</u></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:	<p>Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.4.299-2015 и ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) Законодательные и нормативные документы по теме: ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.030-81 СанПиН 1.2.3685-21 СП 52.13330.2016 ГОСТ Р 22.0.02-2016 ГОСТ 12.1.019-2017 ТИ Р М-075-2003 ГОСТ Р 55102-2012 ГОСТ Р 52105-2003</p>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:	<p>Анализ выявленных вредных факторов: – микроклимат; – повышенная концентрация вредных веществ в воздухе; – освещение; – шум; – умственное перенапряжение; – монотонность труда; – перенапряжение анализаторов. Анализ выявленных опасных факторов: – электрический ток; – повышенный уровень статического электричества; – короткое замыкание; – термические ожоги.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону: <u>разработка рабочего места не несет вреда селитебной зоне</u> Воздействие на литосферу: <u>отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств, люминесцентных ламп</u></p>

	<p>Воздействие на гидросферу: <u>смывка и сметка с рабочего места остатков флюса, припоя и обрезков проводов, продукты жизнедеятельности персонала.</u></p> <p>Воздействие на атмосферу: <u>испарения вредных веществ при пайке</u></p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>– Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара. Профилактические мероприятия и требования к безопасности:</p> <p>– Использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, пожарного крана и пожарного щита;</p> <p>– Обеспечение средствами индивидуальной защиты.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8Б	Коробок Михаил Алексеевич		

8 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку рабочего места для автономного контроля платы состава поездной радиостанции.

Области применения устройства – радиозаводы, лаборатории для проверки изготавливаемых плат.

Разработка устройства предполагает проектирование, расчет, монтаж макета и его исследование.

В данном разделе ВКР будут рассмотрены возможные вредные и опасные факторы для организма человека, возможные чрезвычайные ситуации при работе, вопросы экологической безопасности и описаны способы уменьшения таких факторов, а также действия для ликвидации возможной ЧС.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197-ФЗ работник имеет право на:

- 1) рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- 2) обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- 3) отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- 4) обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

5) внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [45].

8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в лаборатории должно соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 12.2.032-78.

Рабочее место должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 725 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. При работе за ПК удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте [46].

Данное рабочее место в лаборатории соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

8.2 Производственная безопасность

Разрабатываемое устройство подразумевает использование ПК и паяльной станции, которая необходима для установки электронных компонентов на печатную плату. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проектировании и изготовлении макета, а также требования по организации рабочего места.

8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования при сборке, исследовании и эксплуатации

При выборе потенциально возможных вредных и опасных факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Факторы сформулированы и представлены в таблице 28 [47].

Таблица 28 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте

Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 2015)	Нормативные документы
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	Требования к освещению устанавливаются СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
Психофизические факторы (умственное перенапряжение, монотонность труда, перенапряжение зрительного анализатора)	Требования к условиям труда устанавливаются Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022); Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
Повышенный уровень шума	Требования к допустимому уровню шума на рабочем месте устанавливаются ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности.
Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на рабочем месте	Требования к защите от электростатического электричества устанавливаются ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

Продолжение таблицы 28

Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 2015)	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	Требования к условиям микроклимата в рабочей лаборатории устанавливаются СанПиН 1.2.3685-21
Выделение вредных веществ при пайке	Санитарные правила и нормы устанавливаются СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	Требования к пайке устанавливается ТИ Р М075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником
Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства	Требования к защите от электростатического электричества устанавливаются ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества»
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под воздействие которого попадает работающий	Требования к защите от воздействия электрическим током устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов; ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

8.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

1) Микроклимат

Согласно СанПиН 1.2.3.3685-21, выполнение работ за ПК и пайке относятся к легкому классу Іб, так как проводятся сидя и не требуют физического напряжения (интенсивность энергозатрат 139 ккал/ч).

В летнее время при превышении температурных норм рекомендуется выполнять проветривание помещения каждый час. В зимнее время года в

помещении предусмотрена система отопления для обеспечения равномерного и постоянного нагрева воздуха.

Для соблюдения требований по скорости воздушного потока и влажности в помещении на рабочих местах с ПЭВМ необходимо применять увлажнители воздуха, либо установить кондиционер для поддержания параметров на оптимальном уровне. Поэтому в аудитории для выполнения лабораторных работ установлен кондиционер.

При выполнении паяльных работ, особенно в летнее время года возможен перегрев от излучающего тепло жала паяльника. Рекомендуется ограничить время непрерывной работы и делать короткие перерывы.

2) Освещение

Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, оборудованной ПК, является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда [48].

В лаборатории имеется естественное (боковое одностороннее) освещение, а также искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы ПК были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Для рабочего места с паяльной станцией необходимо местное освещение со светильниками с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работников. Устройство для крепления светильников местного освещения должно обеспечивать фиксацию светильника во всех необходимых положениях [49].

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [48].

Согласно СП 52.13330.2016 рабочее место в лаборатории соответствует предъявленным требованиям.

3) Шум

При работе с ПК в лаборатории характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 29 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, научная деятельность, конструирование, врачебная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

На рабочем месте основными источниками шума могут быть вычислительные машины, система вентиляции и кондиционирования воздуха. Исходя из технической документации установленного в помещении оборудования, делаем вывод, что шумовая обстановка соответствует норме.

4) Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе

При работе с паяльной станцией в атмосферу выделяется большое количество вредных веществ, прежде всего свинца, как основного компонента припоя, а также химические вещества, содержащиеся в паяльной кислоте.

Свинец и его соединения, находящиеся в воздухе в виде аэрозоля, относятся к первому классу опасности. Предельно допустимая концентрация свинца в воздухе согласно СанПиНу 1.2.3685-21– 0,05 мг/м³.

В процессе пайки в рабочей аудитории применяются вентиляционные установки для защиты организма от воздействия вредных веществ, которые работают на протяжении всего процесса работы и некоторое время после. Также рабочее место оснащено местной системой вытяжной вентиляции, которая отделена от общей системы вентиляции и обеспечивающей движение воздуха в месте пайки не менее 0,5 м/с. Работы по очистке вентиляционных установок, проводят не реже 1 раза в месяц [50].

5) Психофизические факторы

Работа за ПК монотонна, требует высокой концентрации и сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора. Кроме того, разработчик находится в сидячем положении, что негативно сказывается на его здоровье, и выполняет умственную работу, влияющую на нервную систему и психическое самочувствие.

При первых симптомах психического перенапряжения необходимо:

- дать нервной системе расслабиться;
- рационально чередовать периоды отдыха и работы, с помощью регламентированных перерывов;
- стараться поддерживать доброжелательные отношения с коллегами и в семье;
- в тяжелых случаях обратиться к врачу.

При работе за ПК необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха, для исключения перенапряжения зрительного аппарата. Для снижения психофизических факторов также назначены короткие дополнительные регламентированные перерывы для отдыха работника, перерывы на гимнастику и коммуникацию рабочего коллектива.

б) Поражение электрическим током

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещается рабочее место с ПК и паяльной станцией, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением и занулением.

Одним из опасных факторов при использовании электрических приборов является короткое замыкание (КЗ). В большинстве случаев, короткое замыкание возникает из-за повреждения изоляции токоведущих частей. Ток короткого замыкания во много раз превышает ток при нормальной работе оборудования.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия [51]:

- а) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- б) проведение инструктажей и допуск к работе;
- в) надзор во время работы.

Основными непосредственными причинами электротравматизма являются:

- а) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- б) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящихся под напряжением;
- в) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- г) поражение шаговым напряжением и др.

По опасности поражения электрическим током лаборатория относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 22-23 °, с влажностью 40-50 %) [52].

Таким образом, разработанные мероприятия обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок.

7) Статическое электричество

В лаборатории предусмотрены защитные меры для защиты от статического электричества согласно ГОСТ 12.4.124-83:

- пол и мебель на рабочем месте выполнены из слабоэлектризующихся и неэлектризующихся материалов;
- все корпуса оборудования заземлены;
- паяльные работы выполняются заземлённым паяльником;
- использование средств индивидуальной защиты антистатические спреи и браслеты, проводятся регулярные влажные уборки помещения;
- перед началом работы проводится инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

8) Термические ожоги

Источником воздействия этого фактора становится работа с паяльной станцией в процессе сборки устройства. Воздействие данного фактора на человека может быть выражено возникновением ожогов вплоть до 4, самой высшей, степени тяжести.

Согласно ТИ Р М-075-2003, к выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда и пожарной безопасности, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

Работники, выполняющие пайку паяльником, имеют II группу по электробезопасности. Работники, занятые пайкой паяльником, обеспечиваются средствами индивидуальной защиты. Рабочий снабжается защитными очками, перчатками и фартуком, что является основной мерой безопасности и предотвращения термических и химических ожогов при попадании расплавленного металла или флюса на кожу.

8.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

8.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду

При производстве предлагаемого устройства в процессе пайки присутствует загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ. Количество вредных веществ, выделяемых при работах по монтажу РЭА, не превышает установленных норм.

Для минимизации последствий загазованности воздуха используется система вентиляции, причем конструкция и разводка вентиляционной сети обеспечивает возможность регулярной очистки воздуховодов, а внутренние поверхности воздуховодов вытяжных систем и вентиляторы периодически очищаются от флюса, загрязненного свинца.

8.3.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Большинство электронной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы. Это очень токсичные вещества, которые должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012. Устройство, вышедшее из эксплуатации, должно пройти следующие стадии: сбор, хранение, транспортирование и разборка ОЭЭО (отработавшее электротехническое и электронное оборудование) [53].

Люминесцентные лампы утилизируются согласно ГОСТ Р 52105-2003 специализированными и имеющими лицензию на данный вид деятельности организациями [54]. Люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности. После поломки их корпуса в атмосферу выделяются вредные пары ртути. Поэтому их, как и компьютеры, и другие электронные приборы, нужно сдавать на предприятия для переработки и утилизации.

8.3.3 Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду

Процесс разработки представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка устройства. Таким образом процесс

исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду. Использованная макулатура и бытовой мусор утилизируется согласно ГОСТ Р 55090-2012 и в последствии вторично используется.

8.3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном подразделе описан краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого устройства, согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [55].

Объект исследований представляет из себя электронную плату. Так как его электронные компоненты необходимо присоединять с помощью пайки, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар, возникшей в результате короткого замыкания в паяльном оборудовании или при сгорании дорожек печатного узла при прохождении по ним слишком большого тока.

Основными источниками возникновения пожара также могут быть:

- Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования;
- Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов;
- Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке [56].

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- а) обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек);

б) пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

в) обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования) [57].

Лаборатория оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е). В таблице 30 приведены типы огнетушителей, используемых при возгорании в электроустановках.

Таблица 30 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
до 1,0	порошковой (серии ОП)
до 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для разработки, изготовления и эксплуатации результатов проекта, относится к типу П-2а. Данным обозначением характеризуются зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр [58].

Согласно НПБ 104-03 для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [59].

В случае возникновения возгорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и

сотрудников в соответствии с планом эвакуации. А также вызвать пожарную охрану по телефону.

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ соответствует первому классу – «помещения без повышенной опасности» [60].

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности.

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

Помещение лаборатории категории помещения группы В1, возможный класс пожара А. Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть [62].

Рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам IV категории [63].

Заключение

В результате выполнения ВКР был проведен теоретический обзор контрольно-проверочной аппаратуры и принципы их работы, проведен анализ предлагаемых решений. На основе проведенного анализа и в соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

- разработаны функциональная и принципиальная схемы рабочего места;
- проведен расчет элементов принципиальных схем и их выбор;
- разработана программа для автоматизации рабочего места на языке Си (лицензионное ПО);
- проведено моделирование рабочего места в среде Proteus (лицензионное ПО);
- собран экспериментальный образец рабочего места;
- проведены экспериментальные исследования экспериментального образца рабочего места;
- спроектированы печатные платы и их 3D-модели в программе Altium Designer (лицензионное ПО).

В ходе экспериментальных исследований были получены результаты, которые позволяют сказать о том, что поставленная задача выполнена и достигнут требуемый результат, в соответствии с заданными требованиями.

При определении коммерческого потенциала разработанного устройства, а также при определении эффективности исследования, было установлено, что предложенное решение является конкурентоспособным.

Следующим этапом разработки будет проверка макета на готовых изделиях (эталоны плат: исправные и неисправные платы – по различным характеристикам) для доведения разработанного рабочего места до внедрения на производстве.

Список используемых источников

1. Ростова О.В. Инструменты управления качеством на производственном предприятии / О.В. Ростова // Научный вестник вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2017. – С. 120-124.
2. Меньщиков Е. Ю. Автоматизация процессов испытаний / Е. Ю. Меньщиков, Р. В. Липатов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2014. – С. 335-336
3. Смылова Д.С. Автоматизация контроля электронного блока / Д.С. Смылова, Б.А. Миркин // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации. – 2020. – С. 149-152.
4. Смирнов В.А. Автоматизация испытаний железнодорожного подвижного состава после ремонта / В.А. Смирнов, В.О. Мельк // Перспективы развития информационных технологий. – 2012. – С 180-185.
5. Опыт применения имитационных моделей радиоэлектронной аппаратуры в разработке методик проверок сложных технических систем / Т. В. Шершакова, А. С. Медведев, А. С. Мишанин, А. В. Затылкин, Д. А. Голушко // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем. 2020. – С 127-133.
6. Кузнецова О.А. Программное обеспечение автоматизированной системы контроля / О.А. Кузнецова // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации. – 2017. – С 244-247.
7. Контрольно-проверочные и измерительные системы: Автоматизированный контроль электронных устройств. [Электронный ресурс]. Схема доступа: <https://pro-diod.ru/article/avtomatizirovannyj-kontrol-reair.html>. Дата обращения: 23.12.20

8. Евстратько В. В. Наземный сегмент командно-измерительной системы на основе решений National Instruments / В. В. Евстратько // Космические аппараты и технологии. – 2015. – С 36-38.

9. Shop NI: сайт. – URL: <https://www.ni.com/en-us/shop.html> (дата обращения: 23.12.20) . – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

10. Применение современной контрольноизмерительной аппаратуры стандартных средств измерения для решения задач моделирования радиотехнических систем / Д.С. Вележев, Н.В. Поваренкин, А.К. Ермаков, А.С. Артюх, А.А. Меньших // Радиолокация, навигация, связь. – 2020. – 6 С 124-134.

11. Автоматизированный комплекс для регулировки и проведения приемо-сдаточных испытаний модуля интерфейса космического аппарата: сайт. – URL: <https://www.irz.ru/products/kpa/416.htm>. (дата обращения: 23.12.20). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

12. Анализ инструментальных средств для поверки медицинского оборудования / В.В. Кириенко, Е.С. Семенистая, А.В. Максимов // Инженерный вестник Дона. – 2015.– №1 – С. 1-13.

13. Курдюков В. В., Галанов Ю. М. Проектирование системы мониторинга роторных агрегатов центробежных турбокомпрессоров / В. В. Курдюков, Ю. М. Галанов // Актуальные проблемы науки и техники. – 2020. – С. 235-240.

14. Плата CP-134U-I-DB9M: сайт. – URL: https://moxa.ru/shop/boards/universal_pci/cp-134u/cp-134u-i-db9m/ (дата обращения: 23.12.20). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

15. Преобразователь UPORT 1250I: сайт. – URL: <https://moxa.ru/shop/usb/metal/uport-1250i/> (дата обращения: 23.12.20) . – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

16. Система автоматизации большого солнечного вакуумного телескопа / П. Г. Коваadlo, А. А. Лубков, А. Н. Бевзов, К. И. Будников, С. В. Власов, А. А. Зотов, Д. Ю. Колобов, А. В. Курочкин, В. Н. Котов, С. А. Лылов,

Т. В. Лях, А. С. Максимов, С. В. Перебейнос, А. Д. Петухов, В. С. Пещеров, Ю. А. Попов, И. В. Русских, В. Е. Томин // Системы автоматизации в научных исследованиях и промышленности. – 2016. – С. 97-106.

17. Байтеряков А. В.. Разработка КПА для обеспечения тестирования приемопередающих устройств стандарта ESA/CCSDS / А.В. Байтеряков // Современные проблемы радиоэлектроники. – 2017. – С. 233-235.

18. 09020643214 HARTING: сайт. – URL: https://ru.mouser.com/datasheet/2/179/09032100801_100580120DRW000C-1881009.pdf (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

19. MTS-101 A-2: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/030/DOC001030936.pdf> (дата обращения: 23.12.21)

20. Амперметр PQ Госреестр СИ: сайт. – URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/371765> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

21. KP-1608SURC: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/450/DOC001450694.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

22. LCD HD44780: сайт. – URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

23. TEN 3-2411: сайт. – URL: <https://ru.mouser.com/datasheet/2/687/ten3-519305.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

24. AM3T-2405SZ: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/314/DOC000314913.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

25. SCW03B-05: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/149/DOC003149337.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

26. TEN 5-2412: сайт. – URL:
<https://ru.mouser.com/datasheet/2/687/ten5wi-519314.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
27. AM6G-2412SZ: сайт. – URL:
<https://static.chipdip.ru/lib/010/DOC004010746.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
28. RDD05-12S2: сайт. – URL:
<https://static.chipdip.ru/lib/328/DOC000328435.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
29. LM317: сайт. – URL:
<https://static.chipdip.ru/lib/086/DOC003086981.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
30. Atmega8-16AU: сайт. – URL:
<https://static.chipdip.ru/lib/059/DOC000059782.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
31. STM8S003F3P3: сайт. – URL:
<http://www.farnell.com/datasheets/1994631.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
32. ETSI TS 127 007 V8.15.0: сайт. – URL:
https://ia800901.us.archive.org/24/items/etsi_ts_127_007_v08.15.00/ts_127007v081500p.pdf (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
33. 181-026-213R561: сайт. – URL: <https://ru.findic.com/price/181-026-213r561-BedOMkJNL.html> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
34. NX5032GA: сайт. – URL:
<https://static.chipdip.ru/lib/014/DOC004014872.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

35. SN75176AP: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/921/DOC000921472.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
36. MAX3485EESA+: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/824/DOC004824187.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
37. RS-485/RS-422: сайт. – URL: <https://www.ivtechno.ru/articles-one?id=19> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
38. FDB2532: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/166/DOC001166027.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
39. BZV55C18: сайт. – URL: <https://static.chipdip.ru/lib/638/DOC011638040.pdf> (дата обращения: 23.12.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
40. RS-422: сайт. – URL: <https://ru.bmstu.wiki/RS-422> (дата обращения: 03.05.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
41. USART: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Универсальный_асинхронный_приёмопередатчик (дата обращения: 01.05.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
42. Atmel studio 7: сайт. – URL: <https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/avr-and-sam-downloads-archive> (дата обращения: 10.05.21). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
43. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции: дата введения 2010-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075977> (дата обращения: 20.04.2022). – Текст: электронный.

44. АКИП-4122/10: сайт. – URL: https://akiptm.nt-rt.ru/images/manuals/oscilografy_zapominayushie_cifrovye.pdf Дата обращения: 10.05.21

45. Российская Федерация. Трудовой кодекс Российской Федерации: № 197-ФЗ: [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года]. – Москва, 2020. – 205 с.

46. 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: 20.04.2022). – Текст: электронный.

47. 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: 20.04.2022). – Текст: электронный.

48. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 20.04.2022). – Текст: электронный.

49. ТИ Р М-075-2003. Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником: дата введения 2003-10-22. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901899291> (дата обращения: 22.04.2022). – Текст: электронный.

50. 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: 22.04.2022). – Текст: электронный.

51. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 22.04.2022). – Текст: электронный.

52. 27. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление: дата введения 1982-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200289> (дата обращения: 27.04.2022). – Текст: электронный.

53. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутисодержащих устройств и приборов: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104723> (дата обращения: 27.04.2022). – Текст: электронный.

54. ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутисодержащих отходов. Основные положения: дата введения 2004-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032452> (дата обращения: 01.05.2022). – Текст: электронный.

55. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения: дата введения 2017-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения: 10.05.2022). – Текст: электронный.

56. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 01.05.2022). – Текст: электронный.

57. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: дата введения 2021-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 05.05.2022). – Текст: электронный.

58. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: дата

введения 2003-08-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032102> (дата обращения: 05.05.2022). –Текст: электронный.

59. НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях: дата введения 2003-06-20. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866573> (дата обращения: 05.05.2022). – Текст: электронный

60. ПУЭ. Правила устройства электроустановок: дата введения 2003-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030216> (дата обращения: 05.05.2022). –Текст: электронный.

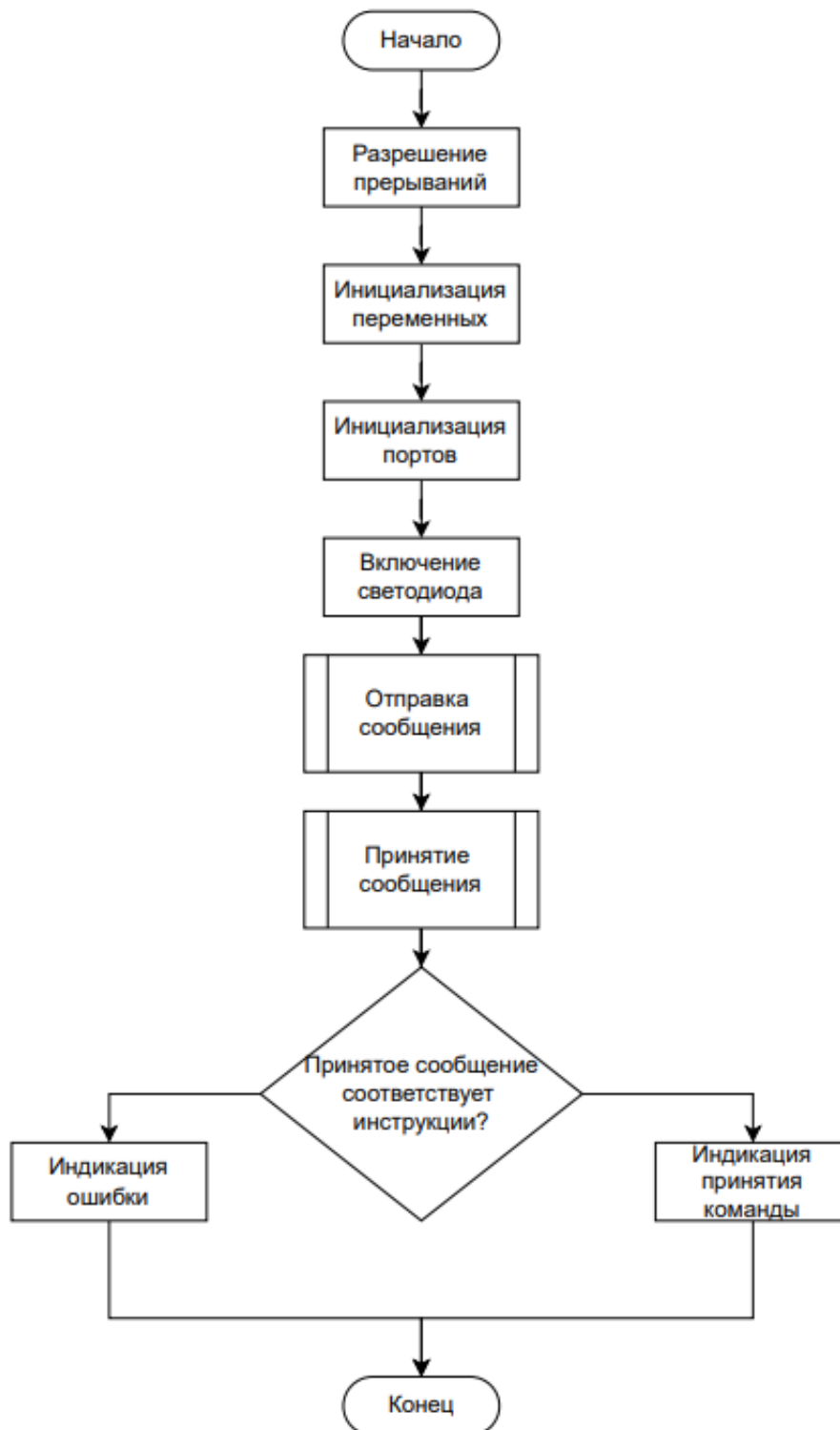
61. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок: дата введения 2020-12-15. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264184> (дата обращения: 05.05.2022). – Текст: электронный

62. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: дата введения 2009-05-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 05.05.2022). – Текст: электронный

63. Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: дата введения 2020-12-31. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854> (дата обращения: 05.05.2022). – Текст: электронный

Приложение Д
(Обязательное)

Блок-схема алгоритма главной функции программы



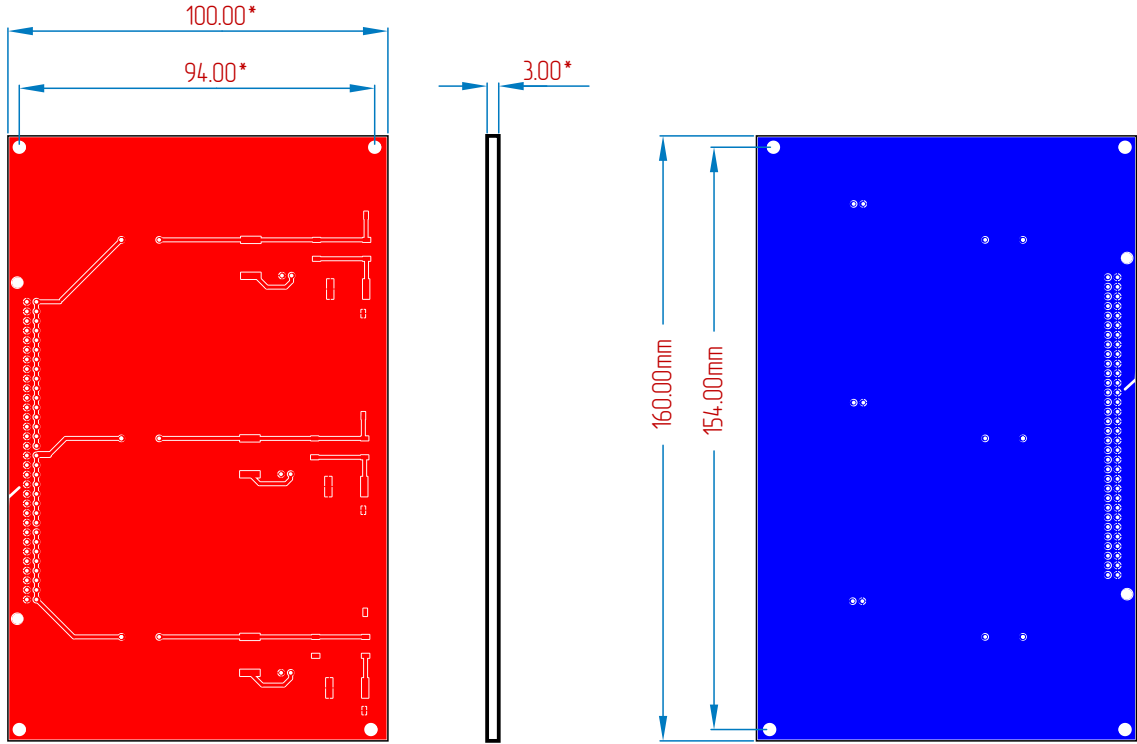
Приложение И
(Обязательное)

Печатная плата модуля питания

ФЮРА.468219.001-01

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Инв. № подл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

1. *Размеры для справок
2. Печатную плату изготовить комбинированным методом
3. Минимальная ширина проводников 0.15мм
4. Минимальное расстояние между проводниками 0.15 мм

ФЮРА.468219.001-01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Коробок М.А.		
Проверил		Силушкин С.В.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Плата печатная РМ ПИТ

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1

Лист	1	Листов	1
------	---	--------	---

Стеклотекстолит

ТПУ ИШНКБ
Группа 1А8Б

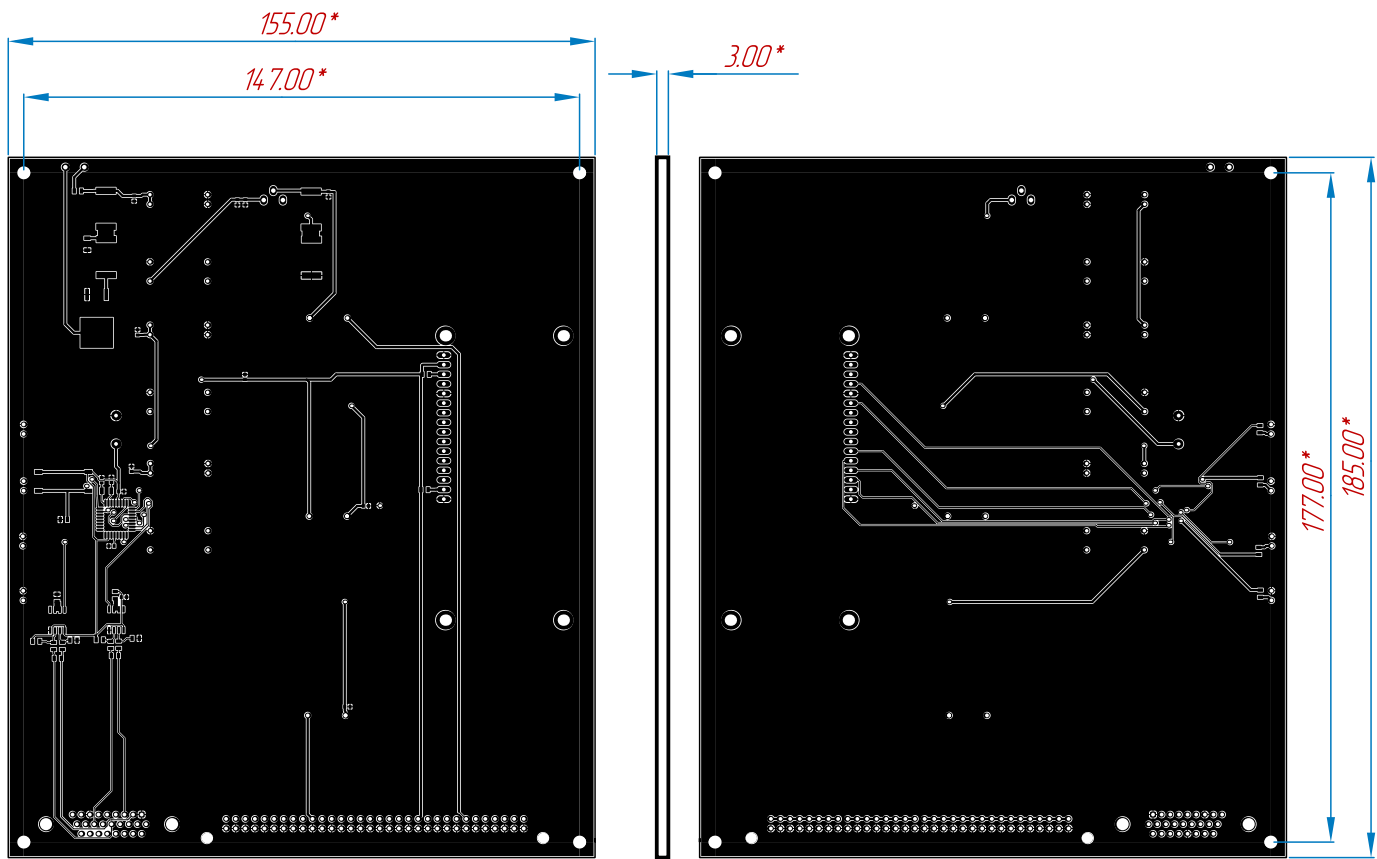
Приложение К
(Обязательное)

Печатная плата модуля микроконтроллера

ФЮРА.468219.002-01

Перв. примен.

Справ. №



- 1. *Размеры для справок
- 2. Печатную плату изготовить комбинированным методом
- 3. Минимальная ширина проводников 0.15мм
- 4. Минимальное расстояние между проводниками 0.15 мм

Подп. и дата

Инв. № подл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.468219.002-01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Коробок М.А.		
Проверил		Силушкин С.В.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Плата печатная РМ МК

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:2
Лист	1	Листов 1

Стеклотекстолит

ТПУ ИШНКБ
Группа 1А8Б

Приложение Л

(справочное)

Таблица К.1 – Календарный рейтинг-план проведения НИОКР

Наименование работ	Исполнители	Кал. дни T_{ki}															
			январь			февраль			март			апрель			май		
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Составление и утверждение технического задания	Инженер, руководитель	2	■														
Изучение проблем разработки плат радиостанций в поточном режиме	Инженер	6	■	■													
Выбор направления исследования	Инженер	4		■													
Выбор комплектующих проекта	Инженер	9		■	■												
Создание алгоритма рабочего места	Инженер	14			■	■											
Изучение документации комплектующих проекта	Инженер	12				■	■										
Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, руководитель	6						■	■								
Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер, руководитель	4							■	■							
Разработка структурной и принципиальной схемы рабочего места	Инженер	24								■	■	■					
Конструирование макета рабочего места	Инженер	27										■	■	■			
Лабораторные измерения и подготовка отчёта по НИОКР	Инженер	25												■	■		

■ Инженер, ■ Руководитель.