

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры

УДК 531.768:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Хрущ Егор Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Костюченко Тамара Георгиевна	К.Т.Н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.Н. Гормаков	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
<i>Универсальные компетенции</i>	

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.01 Приборостроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.Н. Гормаков
 (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
1Б5В	Хрущ Егору Игоревичу

Тема работы:

Разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.03.2019 2308/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
------------------------------------------	------------

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>Разработка конструктива для надежного соединения элементов при блочно-модульной унификации оборудования:</p> <p>- межмодульный соединитель, обеспечивающий надежное электрическое соединение модулей электронной аппаратуры, входящих в состав космического аппарата.</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>	<p>Аналитический обзор литературных источников, патентов, журналов, статей, сайтов производителей. Цель ВКР – разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры. Дополнительные разделы: финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>3D модель рамки с межмодульным соединителем</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Креницына Зоя Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Все

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.03.19</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОЭИ ИШНКБ</p>	<p>Костюченко Тамара Георгиевна</p>	<p>к.т.н доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1Б5В</p>	<p>Хрущ Егор Игоревич</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Хрущ Егор Игоревич

Тема: Разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в электронных ресурсах компаний, занимающихся поставками оборудования</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Потенциальные потребители результатов исследования - Анализ конкурентных технических решений; - SWOT-анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Определение трудоемкости выполнения работ; - Разработка графика проведения НИР; - Расчет материальных затрат НИР.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Оценка социальной и сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Матрица SWOT</i>	
2. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>	
3. <i>График проведения и бюджет НИ</i>	
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	Кандидат технических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Хрущ Егор Игоревич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5В	Хрущ Егору Игоревичу

Школа	Школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (ОКД)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	12.03.01 «Приборостроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объект исследования – методика обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры. Областью применения является космическая промышленность. Рабочая зона – 4 корпус, 105 аудитория (учебно-научная лаборатория САПР) Оборудование - ПЭВМ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды; – проанализировать выявленные опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – неудовлетворительное освещение; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень электромагнитного излучения (ЭМИ); – электроопасность
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ влияния объекта исследования на окружающую среду; – анализ влияния процесса исследования на окружающую среду;
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС – пожар; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;

	– Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5В	Хрущ Егор Игоревич		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
 Уровень образования **бакалавриат**
 Отделение **электронной инженерии**
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>20 февраля</i>	<i>Обзор научно литературы по теме</i>	<i>10</i>
<i>30 марта</i>	<i>Выполнение анализа текущих конструктивных решений</i>	<i>15</i>
<i>20 апреля</i>	<i>Разработка методов обеспечения надежности</i>	<i>20</i>
<i>10 мая</i>	<i>Создание 3D модели соединителя</i>	<i>20</i>
<i>25 мая</i>	<i>Составление доклада и оформления расчетно-пояснительной записки</i>	<i>20</i>
<i>29 мая</i>	<i>Корректировка ВКР по результатам обсуждения на защите</i>	<i>5</i>

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Костюченко Т.Г			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гормаков А.Н	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 101с., рис. 32, табл.22, источников 24.

Ключевые слова: модуль, унификация, методы обеспечения надежности, крейт, подпружиненные контакты

Объектом исследования является рамка модуля блока электронной аппаратуры, входящая в состав космического аппарата.

Цель работы: разработка методики обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры.

В процессе разработки проводился анализ существующих блочно-модульных конструктивов электронной аппаратуры, также, изыскания на тему создания конструктива межмодульного соединителя на основе подпружиненных контактов при помощи САПР T-Flex 16.

В результате разработки был получен конструктив межмодульного соединителя на основе подпружиненных контактов.

Применение: создание бортовой аппаратуры КА с внутриблочной коммутацией модулей.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

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

ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ Р МЭК 60127-1—2005. Миниатюрные плавкие предохранители. Часть 1. Терминология для плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам.

ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.

СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.

ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011. 12

ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984.

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009.

НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003.

Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).

Специальная оценка условий труда в ТПУ (СОУТ ТПУ), 2018.

Обозначения и сокращения

БА – бортовая аппаратура

КА – космический аппарат

ГПК – гибкий печатный кабель

Оглавление

Введение.....	15
Глава 1 Теоретическая часть	17
1.1 Унификация конструктивных элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов 17	
1.2 Методы обеспечения надежности при разработке радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата	19
Глава 2 Анализ и сравнение конструктива унифицированных функциональных модулей (УФМ) БА АО «ИСС», АО «РКС», VITA.....	21
2.1 Конструктив АО «ИСС»	21
2.2 Конструктив VITA	27
2.3 Конструктив АО «РКС».....	37
2.4 Сравнение характеристик предлагаемых конструктивных решений	42
Глава 3 Методы обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры	45
3.1 Усовершенствование конструктива в соответствии с выделенными методами обеспечения надежности	45
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	57
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	57
4.1.2 SWOT-анализ.....	58
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	60
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	60
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	63
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования	64
4.2.4 Построение графика работ.....	65
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НИР).....	68
4.3.1 Расчет материальных затрат НИР.....	68
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	69
4.3.3 Заработная плата исполнителей темы	71
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	73
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	74

4.3.6 Накладные расходы	75
4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	75
4.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	76
Общий вывод по разделу:	78
Глава 5 Социальная ответственность.....	79
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.	80
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	81
5.2 Производственная ответственность	82
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	82
5.3 Экологическая безопасность	91
5.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	91
5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	93
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	93
5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	95
Заключение	98
Список использованных источников	99

Введение

В настоящее время изделия космической техники представляют собой наукоемкие, технологически и технически сложные объекты, разработка, изготовление и отработка которых имеет длительный цикл и требует значительных капиталовложений. Данный факт объясняется тем, что к космическим аппаратам предъявляют жесткие требования к надежности и качеству ввиду агрессивной среды космического пространства, в которой изделиям необходимо выполнять свою непосредственную задачу. Аппарат и его составные части должны быть защищены от космического вакуума, электромагнитного и корпускулярного излучения, температуры окружающей среды, а также от линейного ускорения, вибрационного и акустического воздействия при выводе изделия на орбиту Земли.

Но самую главную роль в важности безотказной работы оборудования на протяжении всего периода эксплуатации играет тот факт, что, в большинстве своем, практика технического обслуживания и ремонта вышедшего из строя оборудования отсутствует как таковая ввиду больших рисков и значительных финансовых затрат, превышающих стоимость создания и запуска космического аппарата. Из этого следует и главная концепция разработки большинства изделий космического назначения – их конструкция не предусматривает технического обслуживания и ремонта на протяжении всего срока эксплуатации.

Одним из методов обеспечения высоких показателей надежности бортовой аппаратуры космического аппарата, наравне с многократным резервированием и всеобъемлющим комплексе испытаний, является использование блочно-модульной структуры, в составе которой используются унифицированные функциональные модули.

Данный подход позволяет улучшить технико-экономические параметры космического аппарата, т.к. использование уже отработанных решений сильно

уменьшает время разработки и отработки изделия в целом, и уменьшает его стоимость по сравнению с разработкой нового монолитного прибора.

Целью данной работы является разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры, входящей в состав космического аппарата.

Глава 1 Теоретическая часть

1.1 Унификация конструктивных элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов

Под унификацией понимают применение при компоновке КА ранее разработанных, освоенных в производстве и проверенных элементов конструкций, приборов и отработанных отдельных систем. К вопросам унификации также относятся задачи многофункционального комплексирования, т.е., когда один прибор выполняет несколько функциональных задач, некоторые приборы решают целевые задачи и одновременно являются обеспечивающим оборудованием.

Максимальный эффект будет при комплексной унификации, когда помимо унификации отдельных приборов и структур унифицируется программно-математическое обеспечение. Преимущества унификации подтверждаются технико-экономическим обоснованием при сравнении унифицированных и вновь разрабатываемых систем. Проектирование КА с широким внедрением унификации ставит новые требования перед разработчиком. Помимо многовариантных технических решений требуется, чтобы применяемые приборы по своим техническим характеристикам соответствовали перспективным мировым образцам. Унифицировать можно те элементы и приборы, которые по своим техническим характеристикам отвечают техническим достижениям современной науки и техники.

Основа унифицированных разработок - база данных существующих решений, являющаяся совокупностью информации об элементах конструкций, приборах, структурах, режимах, программно-математическом обеспечении, контрольно-испытательной аппаратуре, особенностях технологии изготовления и испытаний систем бортового оборудования КА. На рисунке 1 приведена схема

внедрения и реализации рекомендаций по унификации бортового оборудования КА.



Рисунок 1 - Схема внедрения и реализации рекомендаций по унификации бортового оборудования КА

Для обеспечения требуемого качества элементов, приборов и систем КА рекомендуются следующие мероприятия:

- установление соответствия рассматриваемых унифицированных разработок современным научно-техническим решениям;
- проведение необходимого моделирования условий полета и экспериментальных исследований; конструирование приборов с использованием базового и блочного принципов;
- входной контроль электроэлементов;
- автономные и комплексные проверки бортового оборудования;
- испытания на надежность и время непрерывного функционирования, а также разработка методов повышения надежности элементов, узлов и приборов;

- специальные сертификационные испытания [1].

Критерием качества спроектированной системы будет ее эксплуатационная надежность. Однако получить информацию о надежности системы, особенно если это штучное или мелкосерийное производство, весьма проблематично. Для этого проводят ускоренную проверку эксплуатационной надежности.

1.2 Методы обеспечения надежности при разработке радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата

Методы повышения надежности можно разделить на структурные и информационные.

Структурные методы повышения надежности.

Абсолютной надежности технических устройств добиться принципиально невозможно, а максимально повысить показатели их надежности реально, и это является важнейшей научной и технической задачей. Повышение уровня надежности РЭА достигается, прежде всего, устранением причин, вызывающих в ней отказы, т.е. сведением к минимуму конструкторских, технологических и эксплуатационных ошибок.

Однако повышением надежности элементов не удастся полностью решить проблему построения надежных РЭА, что вызвано значительным опережением роста сложности вновь разрабатываемых РЭА, большими затратами при получении элементов высокой надежности, а также существованием элементов, надежность которых довольно низка и трудно поддается повышению. Поэтому один из путей повышения надежности РЭА - введение схемной избыточности.

Повышение надежности РЭА резервированием.

Резервирование - способ повышения надежности аппаратуры, заключающийся в дублировании РЭА в целом или отдельных ее модулей или элементов. Резервирование предполагает включение в схему устройства

дополнительных элементов, которые позволяют скомпенсировать отказы отдельных частей устройств и обеспечить его надежную работу. Но резервирование эффективно только в том случае, когда неисправности являются статистически независимыми. Различают следующие виды резервирования: постоянное (резервные элементы включены вместе с основным и функционируют в тех же режимах); резервирование замещением (обнаружение отказавшего элемента и замена его резервным); скользящее резервирование (любой резервный элемент может замещать любой отказавший).

Информационные методы повышения надежности РЭА.

Информационные методы реализуются в виде корректирующих кодов. Назначение этих кодов состоит в том, чтобы обнаруживать и исправлять ошибки в РЭА без прерывания их работы.

Корректирующие коды предусматривают введение в изделия некоторой избыточности. Различают временную и пространственную избыточность. Временная избыточность характеризуется неоднократным решением задачи. Полученные результаты сравниваются, и если они совпадают, то делается вывод, что задача решена правильно. Временная избыточность вводится в РЭА программным путем [2].

Глава 3 Методы обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры

Исходя из вышеприведенного анализа конструктивов различных компаний, можно выделить то, что в основном на надёжность конечного прибора при проектировании бортовой аппаратуры космического аппарата влияют 3 составляющие: выбор механического интерфейса, выбор электрического интерфейса, выбор термоинтерфейса и резервирование отдельных блоков.

Механический интерфейс должен обеспечивать как достаточную прочность к механическим воздействиям и во время вывода КА на орбиту Земли и во время непосредственной эксплуатации, так и обеспечивать защиту ЭРИ от электромагнитного и корпускулярного воздействия. Также, механический интерфейс прямым образом влияет на выбор термоинтерфейса.

К электрическому межблочному интерфейсу предъявляются требования бесперебойной передачи информации. Использование внутриблочных соединителей резко повышают надежность устройства при эксплуатации – при их использовании предъявляются более низкие требования к квалификации работника на сборке изделия, снижается влияние человеческого фактора, уменьшается масса и, в целом, упрощается конструкция.

Термоинтерфейс имеет также немаловажную роль – для обеспечения необходимого режима работы ЭРИ должен быть достаточный теплоотвод с теплонагруженных элементов. Это можно достигнуть путём установки ЭРИ ближе к термостатированной поверхности, использованию теплопроводящих слоев при проектировании ПП и отвода тепла с их торцов, также использованием термопрокладок и разнесением теплонагруженных модулей в составе изделия.

3.1 Усовершенствование конструктива в соответствии с выделенными методами обеспечения надежности

Как можно наблюдать, в данном конструктиве имеется существенный недостаток – межмодульное соединение в нём внешнее, что увеличивает массу готового изделия (3 соединителя СНП-339, ГПК, крышка, защищающая межмодульные соединители), и требует повышенной квалификации сборщика.

Было принято решение устранить данный недостаток путем переноса соединителя непосредственно в рамку модуля (рисунок 20).

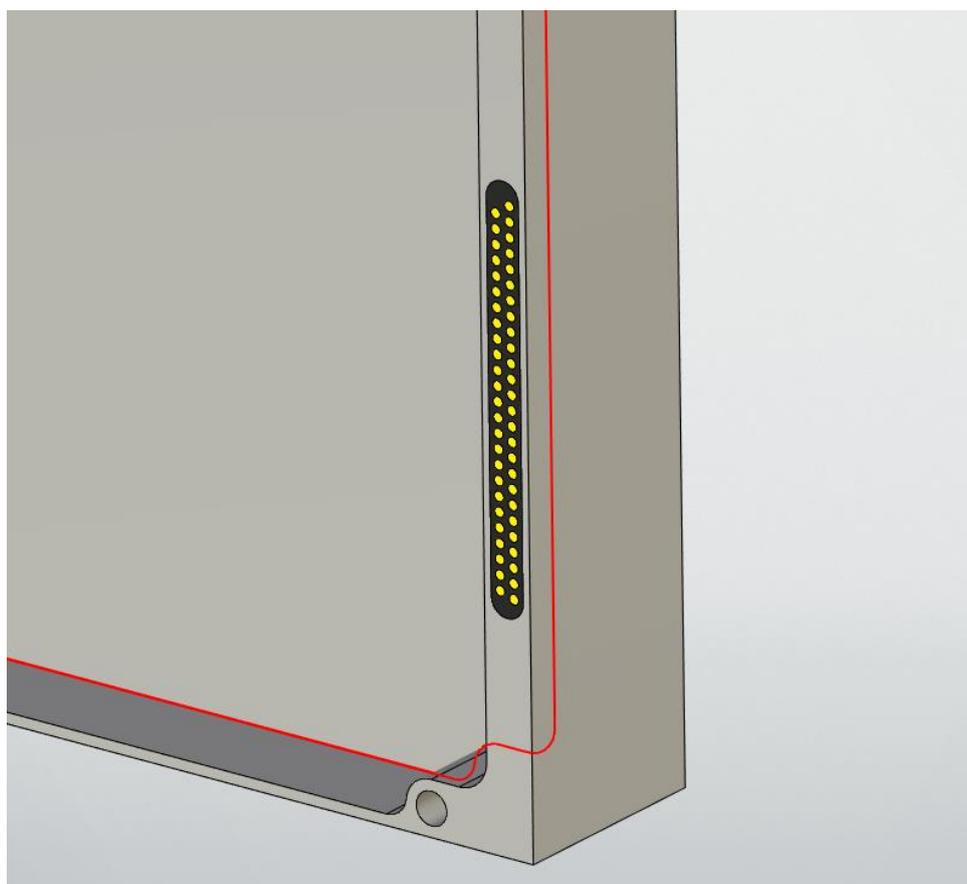


Рисунок 20 - Соединитель межмодульный

В качестве корпуса используется полибензимидазол CELAZOLE PBI. Данный материал имеет следующие характеристики:

- Чрезвычайно высокая максимально-допустимая рабочая температура на воздухе (310°C при постоянном воздействии с повышением до 500°C на короткие периоды времени);

- Отличная способность сохранять механическую прочность, жесткость и сопротивление ползучести в широком диапазоне температур;
- Отличные фрикционно-износные свойства;
- Крайне низкий коэффициент линейного теплового расширения;
- Отличная стойкость к излучению высокой энергии (гамма- и рентгеновское излучение);
- Высокая чистота по показателю ионного загрязнения;
- Хорошие электроизоляционные и диэлектрические свойства.

Покрытие контактов – золото.

Соединение с платой осуществляется посредством гибкого печатного кабеля.

Электрическое соединение модулей осуществляется путем стяжки рамок стойками (рисунок 21).

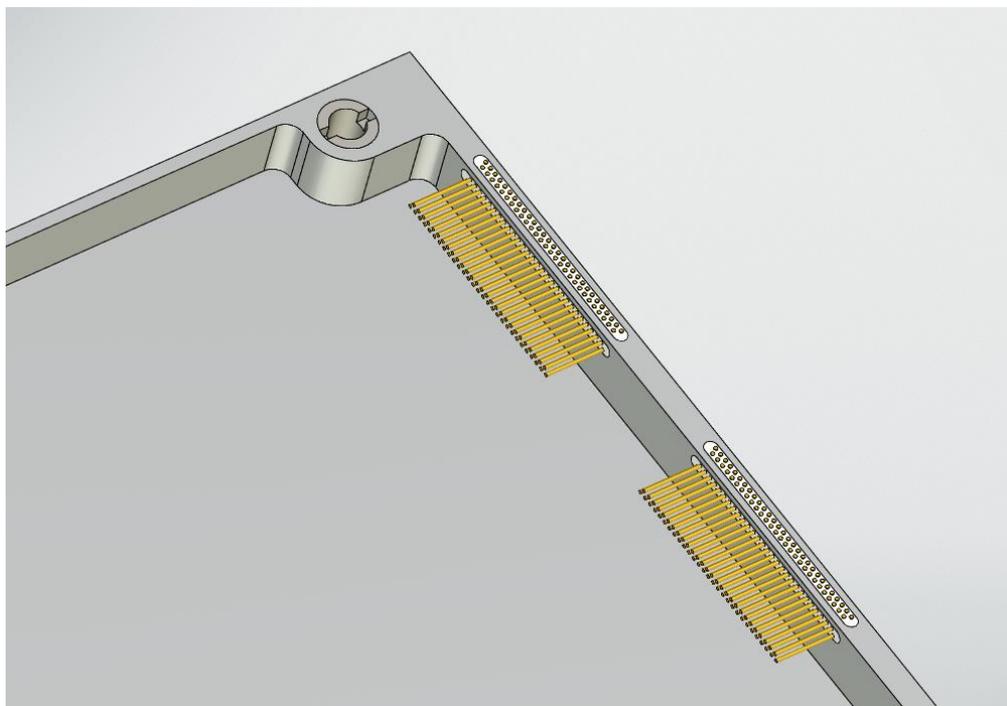


Рисунок 21 - Соединитель межмодульный

Как можно заметить, данное решение имеет в своём составе существенные недостатки: технологически сложное исполнение ввиду необходимости использовать внешнее приспособление для корректной

установки проводников и заливки полибензимидазолом, необходимость герметизации соединения (т.к. для надежного электрического контакта ответная часть проводников должна быть выше, чем основная поверхность рамки, следовательно, существует вероятность попадания проводящих частиц между контактами соединителя и их последующим коротким замыканием), необходимость использования ГПК для коммутации соединителя и, непосредственно, платы, что негативно сказывается на надежности полученного устройства при механическом воздействии во время вывода КА на орбиту и непосредственной эксплуатации. Также, данное межмодульное соединение является, по своей сути, одноразовым – после сборки прибора и, последующей в процессе пластической деформации контактной группы, при необходимости разборки и повторной сборки, изменения функциональной нагруженности прибора посредством добавления/сокращения количества модулей или компоновки существует значительная вероятность того, что надежность электрического соединения резко упадет вследствие физической невозможности собрать прибор точно так же, как и при первоначальной сборке.

Принимая во внимание всё вышесказанное, можно утверждать, что данное техническое решение не удовлетворяет требованиям надежности при использовании в составе КА.

Применим конструктив межмодульного внутрирамочного интерфейса с использованием подпружиненных контактов (рисунок 22):

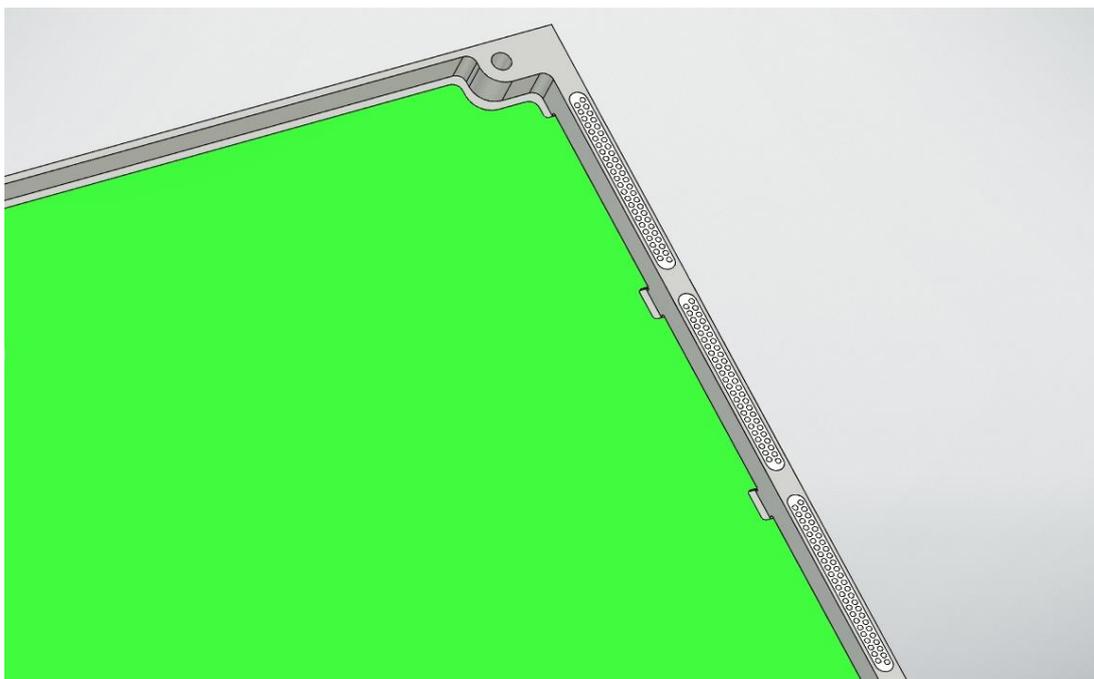


Рисунок 22 - Рамка с изолятором и установленной платой

Рамка подготавливается следующим образом: фрезеруются 3 сквозных отверстия в поверхности рамки. В данные отверстия под давлением льется полимер – в данном случае, полибензимидазол, после чего в нем (вместе со стенкой рамки) фрезеруется установочное отверстие под плату. Затем, производится операция сверления сквозных отверстий для подпружиненных контактов. Подпружиненные контакты выглядят следующим образом (рисунок 23):

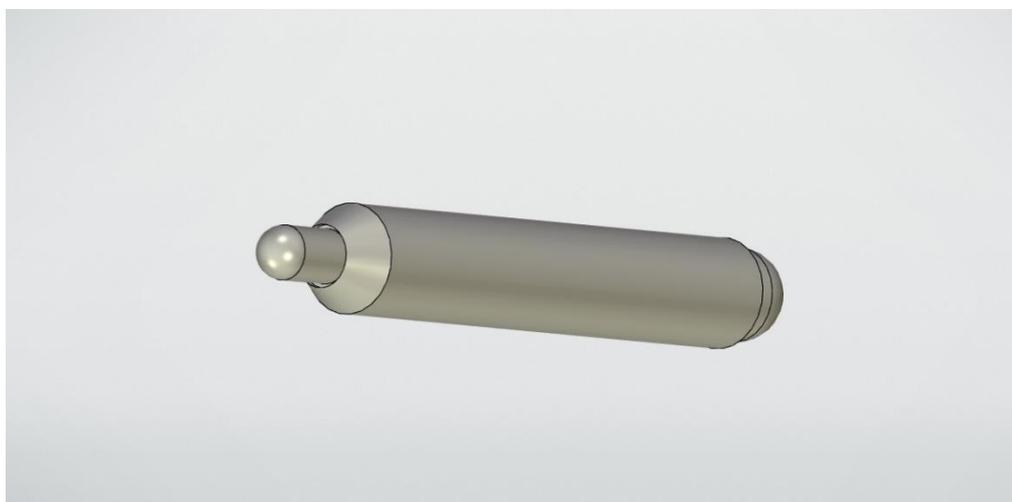


Рисунок 23 - Подпружиненный контакт в сборе

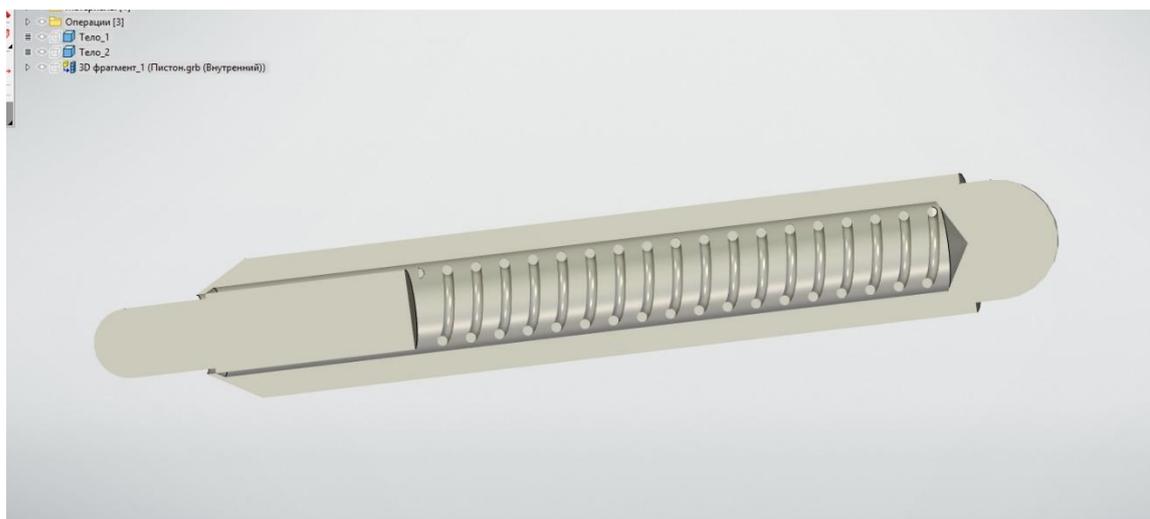


Рисунок 24 - Подпружиненный контакт в разрезе

Подпружиненный контакт состоит из 3-х частей (рисунок 24): гильза из золоченого нейзильбера, пружины из золоченой нержавеющей стали, и плунжера с наконечником из золоченого бериллиево-медного сплава.

В совокупности, это позволяет достичь следующих преимуществ:

- Низкое и стабильное контактное сопротивление в течение длительного срока эксплуатации;
- Высокая целостность сигнала на частотах более 40 ГГц;
- Компактные размеры соединителя;
- Высокая пропускная способность по току на контакт;
- Соотношение хода контакта к его длине достигает 1:3;
- Надежная работа в условиях ударов и вибрации;
- Большая долговечность контактов без ухудшения технических характеристик во время эксплуатации.

После изготовления пластиковой части под контакты, на рамку монтируются платы (рисунок 25), которые имеют двухрядные контактные площадки в виде пятаков в количестве трёх штук, которые устанавливаются до упора в получившееся отверстие, после чего в отверстия для подпружиненных контактов устанавливаются сами контакты.

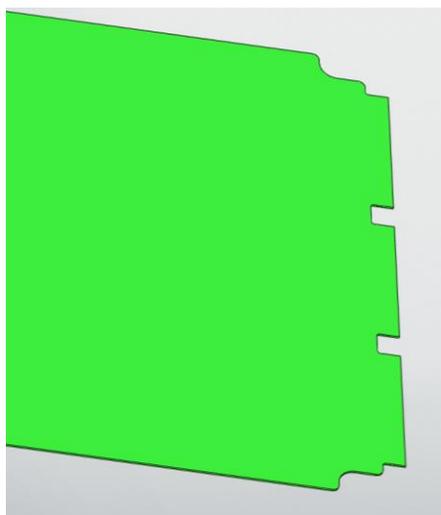


Рисунок 25 – Плата

В данном случае полученное межмодульное соединение является самоцентрирующимся – на ответной части другого модуля наконечник плунжера выполнен в виде чаши, что позволяет установить надежный электрический контакт между модулями.

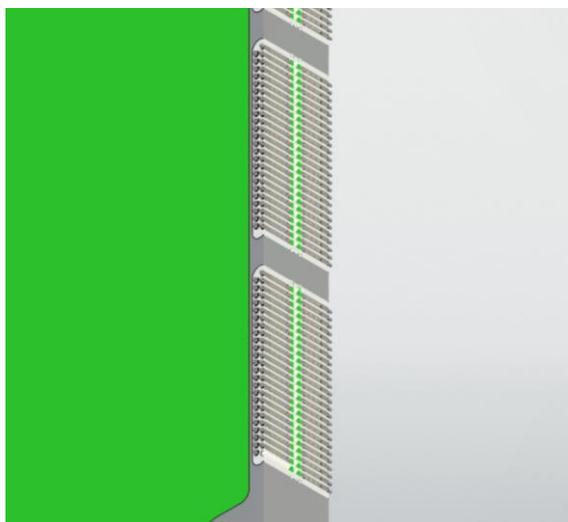


Рисунок 26 – Соединитель в сборе

Так же, помимо использования ГПК для установления соединения между двумя платами на одной рамке, можно использовать подпружиненные контакты меньшей длины, устанавливая их между плат – тогда количество точек контакта

увеличится в 2 раза по сравнению с изначальным конструктивом УМКА (рисунок 26).

Сборка модулей в единый блок может производиться низкоквалифицированным персоналом, так как все проводники выполнены печатным проводником на плате, и работа по сборке будет заключаться, по сути, в монтаже на клей плат, размещении подпружиненных контактов и соединением модулей в единый блок при помощи стоек.

Подпружиненный контакт схожего конструктива компании Smiths Interconnect прошел термоциклирование, испытания на ударную, вибрационную нагрузку, были проведены измерения контактного сопротивления по методу Кельвина в соответствии со стандартом EIA-364-23. Результаты полученного исследования таковы:

- Термоциклирование.

Условия: выдерживание в течении 24-х часов при температуре 50°, после чего – циклическое воздействие температур в диапазоне -55...+125° с изменением температуры в течение 3-5 минут, и выдерживание при крайних значения диапазона в течение часа. Измерение сопротивления контактов производилось каждые 10 минут (рисунок 27).

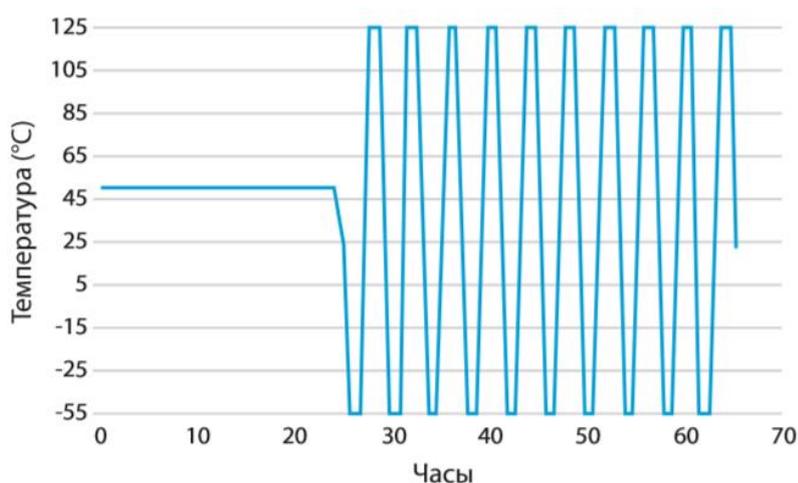


Рисунок 27 - Термоциклирование

Результаты:

- Отсутствие разрыва электрической цепи;
- Типовое сопротивление контакта: не более 30 мОм;
- Максимальное сопротивление контакта: не более 50 мОм.

- Вибростойкость и ударопрочность:

Воздействие: синусоидальная вибрация в соответствии со стандартом EIA-364-28D Method IV, пиковая нагрузка – 20 g, изделие было зажато между 2-мя печатными платами. Целостность цепи контролировалась при токе 100 мА, за разрыв принималось любое нарушение контакта длительностью более 1мс. Частота вибрации изменялась в диапазоне 10...2000 Гц в течении 20 минут на протяжении 12 циклов на каждую из 3-х перпендикулярных осей, по 4 часа на ось (рисунок 28).

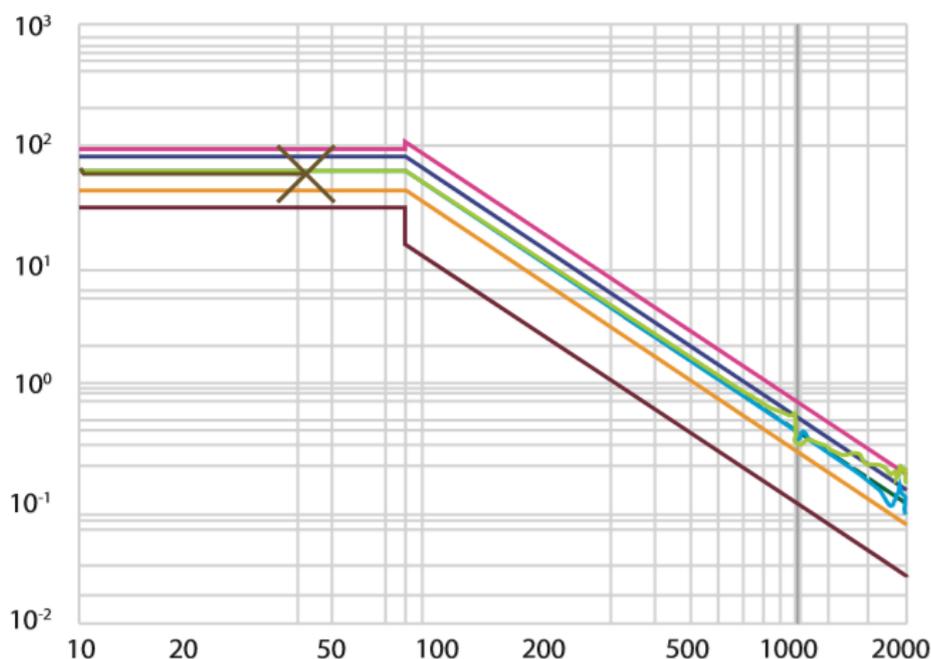


Рисунок 28 – Испытания на вибростойкость

Результат: нарушений контактирования не выявлено.

После испытаний на воздействие вибрации тот же самый соединитель подвергался ударной нагрузке по каждой из осей. Форма ударного импульса —

полусинусоида с ускорением 50 g длительностью 11 мс, в процессе испытаний было произведено 9 ударов. Точность установления амплитуды удара находилась в пределах 15% погрешности. Критерии целостности сигнала использовались такие же, как и в предыдущих испытаниях (рисунок 29).

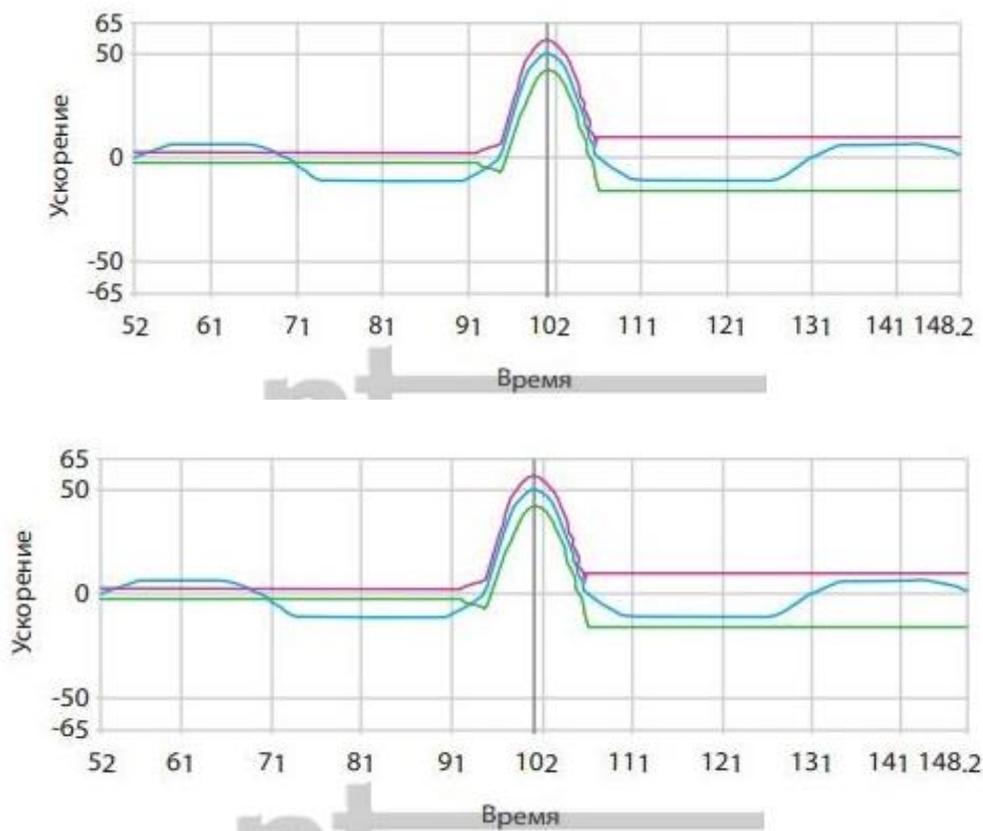


Рисунок 29 – Испытания на ударную нагрузку

Результат: нарушений контактирования не выявлено.

- Сопротивление контакта:

Испытание на определение зависимости сопротивления контакта от усилия сжатия (англ. Dynamic Force Deflection Resistance, FDR) заключается в том, чтобы охарактеризовать связь между усилием сжатия контакта и его сопротивлением. Как правило, сила сжатия контакта и сопротивление имеют обратную зависимость: так, с ростом прижимного усилия уменьшается контактное сопротивление (рисунок 30).

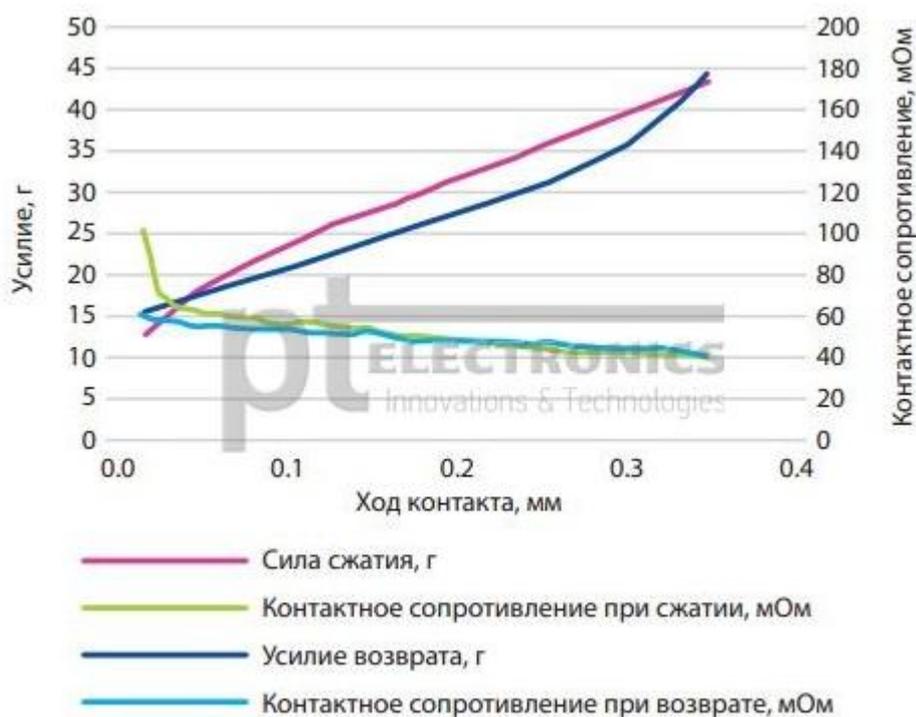


Рисунок 30 – Зависимость сопротивления контакта от усилия сжатия

- Нагрузочная способность по току

Нагрузочная способность по току определяется в соответствии с методикой стандарта IEC-512-3 в специальной камере, защищающей пружинный контакт от влияния внешних воздушных потоков. На контакт были установлены две термопары J-типа, которые регистрировали его собственную температуру. Третья термопара измеряла температуру окружающей среды внутри камеры. Ток через подпружиненный контакт увеличивался на 1 А каждые 5 мин, пока превышение собственной температуры контакта над температурой окружающей среды не достигало 80 °С. В результате испытания нагрузочная способность по току превысила 6 А (рисунок 31).

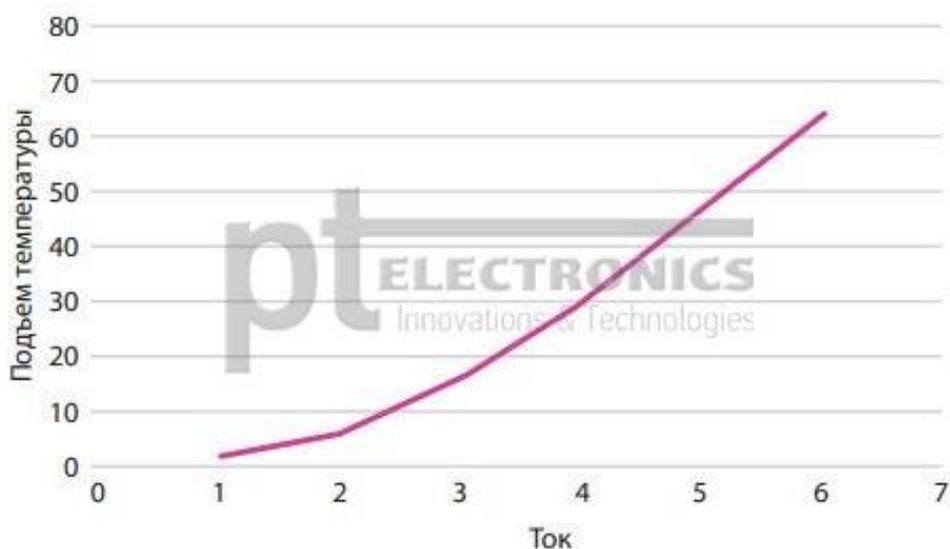


Рисунок 31 – Нагрузочная способность по току

- Количество срабатываний

Ресурс по числу срабатываний подпружиненного контакта определяется количеством полных циклов соединения/разъединения, по обыкновенной методике испытаний на долговечность. Соединитель был смонтирован на печатную плату, и одна из его поверхностей подвергнута 10 000 циклов соединения/разъединения. Оценка осуществляется измерением контактного сопротивления через определенные интервалы времени (методика стандарта ЕІА-364-23).

Результаты испытания:

- Среднее сопротивление: 30 мОм.
- Стандартное отклонение: 10 мОм.
- 99,7% измерений показали сопротивление ниже 50 мОм.[4]

Приведенные исследования показывают, что подпружиненные контакты разных производителей выдерживают необходимые для космической техники нагрузки по вибростойкости, ударопрочности и термоциклированию. Использование предложенного конструктива межмодульного соединителя, имеющего в своем составе подпружиненные контакты, возможно при проведении аналогичных испытаний.

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная научно-исследовательская работа направлена на разработку методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры.

Этот вид унификации электронной аппаратуры используется во множестве сфер промышленности – начиная от бытовой, и, заканчивая космической. В работе рассматриваются методы обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры в космической промышленности, так как вопрос надёжности в данной сфере стоит наиболее остро.

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента-дипломника.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НТИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;

- Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- Рассчитать бюджет затрат на исследования;
- Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

Потенциальные потребители результатов исследования – различные предприятия космической промышленности, разрабатывающие электронную аппаратуру для использования в составе БА КА.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательской разработки для исследования ее внешней и внутренней среды.

Он проводится в несколько этапов.

Первый – заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, а также в выявлении возможностей и угроз для реализации разработки (таблица 2).

Таблица 2 – SWOT-анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Данный метод все больше и больше изучается, дорабатывается; С2. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Актуальность метода С4. Наличие опытного руководителя	В1. Нетрудоемкая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения метода в России и других странах;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие прототипа разработки Сл2. Удорожание производства Сл3. Сложное оборудование для проведения натуральных экспериментов	У1. Повышенная конкуренция

Все вышеперечисленные особенности позволяют наглядно увидеть преимущества и недостатки проекта, оценить возможные риски проекта.

Второй этап позволяет выявить соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательской разработки внешним условиям окружающей среды. Исходя из полученных соответствий или несоответствий можно выявить степень необходимости проведения стратегических изменений (таблицы 3, 4, 5, 6).

Таблица 3 – сильные стороны проекта

Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	–	+	+
	В2	+	+	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С3С4, В2С1С2С3.

Таблица 4 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	0	+	0
	В2	0	+	+

Таблица 5 – сильные стороны проекта

Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	0	+	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С1С3.

Таблица 6 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	–	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является повышенная конкуренция ввиду поставленных в 2013 году Правительством РФ задачи государственной политики в области космической деятельности в интересах развития социально-экономической сферы и науки о создании КА преимущественно на базе блочно-модульной унификации оборудования, следовательно, возросшем числе исследовательских работ на эту тему.

Таким образом, результаты НТИ актуальны для предприятий, заинтересованных в повышении срока службы приборов, где задействована блочно-модульная унификация.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения работы необходимо осуществлять ее планирование. Оно происходит в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Определение структуры работ необходимо для правильного планирования, финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР. Для этого необходимо разбить ее на этапы. Этап – это часть работы, имеющая самостоятельное значение и являющаяся объектом планирования и финансирования.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы: а) Разработка технического задания; б) Выбора направления исследования; в) Теоретические и экспериментальные исследования; г) Обобщение и оценка результатов; д) Оформление отчета НИР.

В работе принимали участие 2 человека: научный руководитель (НР) и инженер (И). Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 7:

Таблица 7 – перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР, И
Выбора направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	И
	3	Выбор направления исследования	НР
	4	Календарное планирование работ по теме	НР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение теоретических материалов	И
	6	Теоретический расчет	И
	7	Обработка полученных данных	И
	8	Компьютерное моделирование	И
Обобщение и оценка результатов	9	Анализ полученных результатов, выводы	И, НР
	10	Оценка эффективности полученных результатов	И
Оформление отчета НИР	11	Составление пояснительной записки	И, НР

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{min i} + 2 \cdot t_{max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожi}$ – 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: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных 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. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 52$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнитель	Трудоемкость работ (чел-дни)			Длительность работ (дн.)			
					T_{pi}		T_{ki}	
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{ожi}$	НР	И	НР	И
Составление и утверждение технического задания	НР	2	4	2.8	2.8	-	3.4	-
Подбор и изучение материалов по тематике	И	14	20	16.4	16.4	16.4	20	20
Календарное планирование работ по теме	НР	1	3	2.2	2.2	-	2.7	-
Теоретический расчет	И	25	35	29	-	29	-	35.4
Обработка полученных данных	И	3	5	3.8	-	3.8	-	4.6
Разработка трехмерной модели	И	10	15	12	-	12	-	14.7
Анализ полученных результатов, вывод	НР, И	3	5	3.8	1.6	1.6	2	2
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	2	5	3.2	-	3.2	-	3.96
Оформление материала	НР, И	2	4	2.8	1.4	1.4	1.36	1.36
Подведение итогов	НР, И	1	3	1.8	0.9	0.9	1.1	1.1
Предзащита	И	1	1	1	-	1	-	1.22
Корректировка ВКР по результатам предзащиты	И	2	4	2.8	-	2.8	-	3.4

4.2.4 Построение графика работ

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

На основе таблицы 6 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 8 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу (таблица 9).

Таблица 9 – Календарный план-график проведения ВКР по теме «Разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры»

Название работы	Исполнитель	$T_{кi}$	Продолжительность выполнения работ														
			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление и утверждение ТЗ	НР	3.4	▨														
Подбор и изучение материалов по теме	И	20	■														
Календарное планирование	НР	2.7			▨												
Теоретический анализ	И	35.4				■	■	■									
Обработка полученных данных	И	4.6									■						
Разработка трехмерной модели	И	14.7									■						
Анализ полученных результатов, вывод	НР, И	2										■			▨		
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	4												■			
Оформление материала	НР, И	1.36												■	▨		
Подведение итогов	НР, И	1.1													▨		
Предзащита	И	1.22													■		
Корректировка ВКР по результатам предзащиты	И	3.4															■

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НИР)

4.3.1 Расчет материальных затрат НИР

В ходе расчета материальных затрат НИР, учитывается стоимость всех материалов, используемых для реализации комплекса работ. В стоимость материальных затрат входят:

- Сырье и материалы
- Канцелярские принадлежности
- Покупные материалы

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении диплома;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов, планируемых к использованию при выполнении диплома (шт., кг, м и т.д.);

C_i – цена приобретенной единицы i -го вида (руб./шт., руб./кг, руб./м и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Материальные затраты необходимые для данной разработки занесем в таблицу (таблица 10).

Таблица 10 – Материальные затраты необходимые для разработки

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага (А4)	Пачка	1	270	270
Картридж для принтера	Шт.	1	500	500
Ручка	Шт.	1	55	55
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	350
Итого				675

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НИИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Для проведения научно-исследовательской работы требуется: персональный компьютер, настольная лампа, принтер.

Срок полезного использования каждого вида оборудования:

- Персональный компьютер: 3 года.

- Настольная лампа: 5 лет.
- Принтер: 3 года.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации сводятся в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования тыс. руб.
1	Персональный компьютер	1	23000	26450
2	Настольная лампа	1	400	460
3	Принтер	1	3500	4025
Итого				30935

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{ам.обор}$, по следующей формуле:

$$I_{ам.обор} = \left(\frac{T_{исп.обор.}}{365} \right) \cdot K_{обор.} \cdot H_a, \quad (7)$$

где $T_{исп.обор}$ – время использования оборудования;

365 дней – количество дней в году;

$K_{обор}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{с.с.обор.}}, \quad (8)$$

Где $T_{с.с.обор.}$ – срок службы оборудования.

$$I_{ам.обор} = 75,7 + 8,6 + 498 = 582,3р.$$

4.3.3 Заработная плата исполнителей темы

В данной статье рассчитывается основная и дополнительная заработная плата инженерно-технических и научных работников, которые непосредственно заняты выполнением данного проекта. Заработная плата складывается из основной и дополнительной, и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (9)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (руб.).

Сначала рассчитаем основную заработную плату по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (10)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата (руб.);
 $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника;
 T_p – продолжительность работ, выполняемая работником.
Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника (руб.);
 M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;
 $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 12:

Таблица 12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	1	1
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	274

Месячный должностной оклад работника рассчитывается исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p, \quad (12)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке (руб.);

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

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$k_{р}$ – районный коэффициент 1,3 (для г. Томска).

Сведения о затратах на основную заработную плату приведены в таблице 13:

Таблица 13 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	33664	0,3	0,3	1,3	70021	2913	25	72825
Инженер	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2076	72	149472
Итого $Z_{осн}$								222297

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата является доплатой, учитывающая условия труда, отличные от нормальных, а также выплаты, связанные с обеспечением гарантий и компенсаций. Величина дополнительной заработной платы определяется Трудовым кодексом РФ.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн}, \quad (13)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$З_{\text{доп рук}} = 72825 \cdot 0,15 = 10924 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп ст}} = 149472 \cdot 0,15 = 22421 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп}} = 10924 + 22421 = 33345 \text{ руб}$$

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе будут рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды, согласно законодательству РФ являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (14)$$

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

На 2019г. согласно пункту 1 ст. 58 федерального закона №212-ФЗ размер страховых взносов образовательных учреждений составляет 27.1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представим в таблице 14.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб
Руководитель	72825	10924	22596
Инженер	149472	22421	46583
Итого			69179

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}}, \quad (15)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (675 + 31517 + 222297 + 33345 + 69179) \cdot 0,16 = 57029 \text{ руб.}$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект путем суммирования предыдущих статей, и получим общую себестоимость, которую занесем в таблицу 15.

Таблица 15 – Общие расходы

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	675	Пункт 2.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	31517	Пункт 2.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	222297	Пункт 2.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	33345	Пункт 2.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	69179	Пункт 2.3.5
6. Накладные расходы	57029	Пункт 2.3.6
7. Бюджет затрат НИР	414042	Сумма ст. 1-6

Согласно смете затрат на проектирование, наибольшие затраты идут на затраты по основной заработной плате исполнителей проекта. Данный уровень расходов соответствует текущему уровню затрат на научно-исследовательскую работу.

4.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для того, чтобы наглядно оценить конкурентоспособность данной разработки, составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (таблица 16). В таблице приведены критерии оценки, вес критерия, который может принимать значения от 0 до 1, причем сумма всех весов критериев равна 1; баллы, которые проставляются в соответствии с техническими особенностями и характеристиками; конкурентоспособность,

которая вычисляется по формуле 16.

$$B_b = \sum B_i V_i, \quad (16)$$

где B_i – балл i -го показателя;

V_i – вес i -го показателя;

B_b – взвешенный балл.

Таблица 16 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

	Весовой	Б	B_b
Технические критерии оценки эффективности			
Сложность сборки	0.3	4	1,2
Надежность	0.4	5	2
Массогабаритные	0.3	3	0,9
Итого	1		4.1
Экономические критерии оценки эффективности			
1. Цена	0.5	5	1
2. Предполагаемый срок	0.5	5	1
Итого	1		5

Исходя из данных таблицы 16 можно сделать вывод о том, что данная разработка обладает технической и экономической эффективностью по нескольким показателям.

Общий вывод по разделу:

В результате работы был проведен расчет затрат на разработку методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры, они составили 414042 рубля. Расчет коэффициента календарности позволил создать план-график научно-технического исследования. Содержание работ для проведения исследования составило 12 пунктов. Для иллюстрации календарного графика была использована диаграмма Ганта, обладающая высокой степенью информативности. Общая продолжительность исследования составила 131 день. Проведена оценка технической и экономической эффективности разработки.

Глава 5 Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены положения, связанные с организацией рабочего места и условий, в которых будет проходить разработка идеи для выпускной квалификационной работы, а именно теоретические расчеты и разработка методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры. Рассмотрены возможные ЧС и меры по улучшению качества условий труда для работы с ПЭВМ.

Рабочее место разработчика представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером и предустановленным на нем, программным обеспечением, необходимым для проведения расчетов отдельных узлов системы электропитания.

При работе с ПК человек подвергается воздействию ряда вредных и опасных производственных факторов, к которым относится: повышенный уровень электромагнитного излучения, повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте, а также повышенный уровень статического электричества.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.

При осуществлении трудовой деятельности за ПЭВМ, нормативное регулирование охраны труда осуществляется посредством следующих документов:

- Федеральный закон № 426 «Об специальной оценке условий труда»;
- СанПиН 2.2.2./2.4;
- Трудовой Кодекс РФ;
- Приказ Министерства Здравоохранения РФ №302н.
- ГОСТ 12.2.032-78
- СП 52. 13330.2011
- ГОСТ 12.1.038-82

Нормальная продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Работникам до 16 лет – не более 24 часов в неделю, 16 – 18 лет и для инвалидов первой и второй групп – не более 35 часов в неделю, работникам, чья работа отнесена к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов в неделю. Для беременной женщины и для одного из родителей, имеющего ребенка до 14 лет или ребенка инвалида в возрасте до 18 лет, возможно установление неполных рабочих дней.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливает организацию перерывов в трудовой деятельности продолжительностью 10 – 15 минут каждый час работы. Эти перерывы в работе должны включаться в общее трудовое время, а также увеличиваться на 30%, если сотрудник работает за компьютером в ночное время.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Если работа происходит с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном пункте приводятся эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя для создания комфортной рабочей среды.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающего способностью накапливать статическое электричество. При выполнении работы, предусматривающей длительную работу за ПК, рекомендуется изолировать рабочие столы исследователей друг от друга перегородками высотой не менее 1,5 м. Ширина и глубина рабочего стола, должна составлять не менее 80 см., высота от пола 75 см. Расстояние от глаз до монитора не менее 60 см, клавиатуры от края стола, не менее 10 см.

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 рабочий стул не должен нарушать кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте, и должен позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сидения и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сидения, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного

видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Аудитория 105, 4 корпуса ТПУ оборудована столами и компьютерами соответствующих предъявленным требованиям.

5.2 Производственная ответственность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при объемном моделировании или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [6].

Перечень опасных и вредных факторов, характерных при проектировании разработке методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации электронной аппаратуры, представлен в таблице 17:

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при разработке методов обеспечения надежности при блочно-модульной унификации

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Теоретический анализ; 2. Проектирование межмодульного соединителя.	1. Неудовлетворительный микроклимат; 2. Повышенный уровень электромагнитных полей; 3. Неудовлетворительное освещение 4. Повышенный уровень шума.	1. Поражение электрическим током. 2. Пожаровзрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

- Микроклимат

Согласно СанПиНу 2.2.2/2.4.1340-03 в помещениях с использованием ПЭВМ оптимальные параметры микроклимата должны обеспечиваться для категории работ 1а и 1б. Эти параметры описаны в СанПиН 2.2.4.548-96.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Проводимые работы относятся к категории легких работ 1а. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139) Ib (140-174)	22-24 21-23	21-25 20-24	60-40	0.1
Теплый	Ia (до 139) Ib (140-174)	23-25 22-24	22-26 21-25	60-40	0.1

В случае, если параметры не удовлетворяют оптимальным, необходимо воспользоваться отопительными системами и системами кондиционирования помещения. В аудитории 105, 4 корпуса, также предусмотрена возможность естественного проветривания. Условия труда соответствуют норме, согласно [23].

- Уровень электромагнитных полей

Источником ионизирующего излучения является монитор. При длительном влиянии электромагнитного излучения, на организм человека, могут происходить нарушения нормального функционирования организма, такие как: нарушение работы сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем; снижение иммунитета; риск развития раковых клеток.

ПК должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [9].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 105 4 корпуса ТПУ [10], создаваемых ПК, не должны превышать значений [10], представленных в таблице 19:

Таблица 19 – Предельно допустимые уровни электромагнитных полей

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для минимизации действия данного фактора нужно сокращать время работы с источником излучения, увеличивать расстояние до экрана. Между рабочими столами устанавливать специальные защитные экраны, с покрытием, поглощающим низкочастотное электромагнитное излучение. Также необходимо использовать очки для работы с ПЭВМ со специальным покрытием. Экран дисплея ежедневно очищать от пыли, в аудитории 105, 4 корпуса проводится ежедневная уборка помещения согласно установленным нормам. Согласно [23], уровень ЭМП в 105 лаборатория 4 корпуса ТПУ соответствует норме.

- Освещение

Во время работы с ПЭВМ, особенно большая физическую нагрузку выдерживают органы зрения, что может привести к нарушения функционального состояния зрения.

Согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 необходимо применять комбинированную освещенность, естественный свет преимущественно должен падать слева. В таких помещениях используется естественное боковое одностороннее освещение в дневное время, в вечернее время используется искусственное общее равномерное освещение. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего

равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Освещенность на поверхности стола должна лежать в пределах 300 – 500лк и не создавать бликов на поверхности экрана. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.» Норма коэффициента естественного освещения в исследуемом помещении равна 3%.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [11]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [11].

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно светодиодные светильники. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные [11].

Нормируемые показатели освещения приведены в таблице 20

Таблица 20 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискфорт М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	300	40	5

В рабочей зоне 105 аудитории, 4 корпуса ТПУ, освещенность соответствует норме [11]. Освещенность комбинированная, естественный свет падает слева. Освещенность помещения соответствует норме. Для соблюдения санитарных норм, нужно осуществлять очистку окон два раза в год и своевременно проводить замену перегоревших ламп, что обеспечивается технической службой ТПУ.

- Электрическая безопасность

Для предотвращения опасности поражения электрическим током, где размещаются рабочие места с ЭПК в аудитории 105 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть заземлено, занулено в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [22].

Не следует размещать рабочие места с ПК вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПК [11].

Согласно разделу 1.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) [21] по степени опасности поражения электрическим током аудитория 105 4 корпуса ТПУ относится к классу без повышенной опасности. В данную категорию входят помещения, характеризующиеся относительной влажностью воздуха (до 75%), температурой воздуха менее 35 градусов, отсутствием токопроводящих полов, токопроводящей пыли.

Для профилактики воздействия электрического тока, на организм человека, необходимо следить за состоянием ПЭВМ, изоляцией всех кабелей питания, использовать сетевые фильтры. В 105 аудитории, 4 корпуса, вся компьютерная техника подключена к питающей сети посредством сетевых фильтров. Во время работы с электрическими установками использовать средства индивидуальной защиты. Лаборатория оборудована устройством защитного отключения, знаками и пломбами безопасности.

Согласно [23], электрическая безопасность соответствует нормам.

Шум

В аудитории 105 4 корпуса ТПУ имеется оборудование (ПК, 3D принтер), которое создает шумы. Производственные шумы должны соответствовать нормам таблицы 21.

Таблица 21 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	

Согласно [23] уровень шума в аудитории 105 4 корпуса ТПУ не превышает допустимые нормы.

5.3 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.

5.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Разрабатываемые методы обеспечения надежности и спроектированная модель межмодульного соединителя не наносят ущерба окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние электронно-вычислительной аппаратуры при ее утилизации.

Утилизация компьютеров – это обязательная процедура для всех официально работающих предприятий и юридических лиц. И нарушение ее ведет к налоговой и административной ответственности. Списание компьютеров требуется для того, чтобы не платить налог на имущество. Их утилизация возможна только при помощи специализированных компаний.

В компьютерах имеется определенный процент драгоценных металлов, которые нужно провести по бухгалтерии строго определенным образом. В подобной технике есть немало вредных веществ (ртуть; кадмий; мышьяк; свинец; цинк; никель и др.), и выкидывать их на обычную свалку опасно как для окружающей среды, так и для здоровья человека. Подобные действия ведут к штрафным санкциям.

Вся ненужная техника, подвергающаяся процессу утилизации, проходит специальную процедуру:

- Утилизация плат непосредственный процесс переработки;

- Отправку некоторых частей оргтехники на аффинаж (это металлургический процесс изъятия высокочистых благородных металлов при отделении от них загрязняющих примесей, один из видов извлечение металлов).

Для утилизации и переработки отходов, которые образуются после окончания срока эксплуатации ПЭВМ, ЭВМ, металл отправляют в переплав на предприятия черной и цветной металлургии и предприятия по извлечению драгоценных металлов из узлов. Остальные отходы отправляются на полигоны для захоронения твердых отходов.

Переработку целесообразно проводить в местах образования отходов, что сокращает затраты на погрузочные работы, снижает безвозвратные потери при их транспортировке и высвобождает транспортные средства.

Эффективность использования лома и отходов металла зависит от их качества. Загрязнение и засорение металлоотходов приводят к большим потерям при переработке, поэтому сбор, хранение и сдача их регламентируется специальными стандартами.

Основные операции первичной обработки металлоотходов — сортировка, разделка, механическая обработка. Сортировка заключается в разделении лома и отходов по видам металлов. Разделка лома состоит в разделении металлических и неметаллических включений. Механическая обработка включает рубку, резку, пакетирование и брикетирование на прессах.

Переработку промышленных отходов производят на специальных полигонах, предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, которые образуются как при изготовлении новых приборов (в том числе и печатных плат), так и при утилизации вышедших из строя.

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Загрязнение воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не обнаружено.

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка межмодульного соединителя с помощью системы автоматизированного проектирования T-Flex 16. Таким образом, процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Техносферными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте могут быть пожары и взрывы, обрушение здания, затопления при разрушении плотин согласно.

Причинами возникновения пожаров являются: нарушение противопожарного режима, неосторожное обращение с огнем; нарушение мер пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий. К первичным средствам пожаротушения в соответствии с относятся: огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком, противопожарные щиты с набором инвентаря и др.

Для обеспечения безопасности при пожаре должна включаться предупредительная сигнализация. При автоматической пожарной сигнализации

используются датчики, реагирующие на появление открытого огня, дыма, повышение температуры согласно.

Профилактические мероприятия по пожаровзрывобезопасности при проектировании и строительстве зданий включают решение таких вопросов, как повышение огнестойкости зданий и сооружений, зонирование территории, применение противопожарных разрывов, применение противопожарных преград, обеспечение удаления из помещения дыма при возникновении пожара, обеспечение безопасной эвакуации людей при возникновении пожара.

В производственных помещениях должно быть не менее двух эвакуационных выходов.

К мероприятиям, повышающих устойчивость и механическую прочность зданий, сооружений, оборудования и их конструкций, относятся в соответствии с:

- проектирование сооружений с жестким каркасом (металлическим или железобетонным, со стеновым заполнением из облегченных материалов, с легкой и огнестойкой кровлей).
- применение для несущих конструкций высокопрочных и легких материалов (сталей повышенной прочности, алюминиевых сплавов)
- применение облегченных междуэтажных перекрытий и лестничные марши;
- дополнительное крепление воздушных линий связи, электропередач, наружных трубопроводов на высоких эстакадах в целях защиты от повреждения при ЧС;
- повышение устойчивости оборудования путем усиления его наиболее слабых элементов, а также созданием запасов этих элементов (прочное закрепление установок на фундаментах), размещение тяжелого оборудования на нижних этажах производственных зданий;

- устройство дополнительных конструкций для быстрой эвакуации людей при ЧС.

5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Помещения должны быть оснащены средствами пожаротушения, а именно огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5 (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Согласно ПУЭ аудитория 105 4 корпуса ТПУ, относится к типу П-Па – пожароопасные (таблица 22):

Таблица 22 - Категория помещения по пожароопасности

Категория помещения	Характеристика пожароопасной зоны
П-Па пожароопасные	Пространство в помещениях, в которых обращаются твердые или волокнистые, не переходящие во взвешенное состояние, горючие вещества, материалы.

Классы пожара характеризуют объект пожара в зависимости от вида горящих веществ (материалов) и сложности их тушения. Для данной аудитории имеют место пожары класса Е - горение электроустановок и электрооборудования, находящегося под напряжением.

В аудитории 105 4 корпуса ТПУ имеется 1 огнетушитель, пожарная автоматика и сигнализация. План эвакуации этажа представлен на рисунке 32.

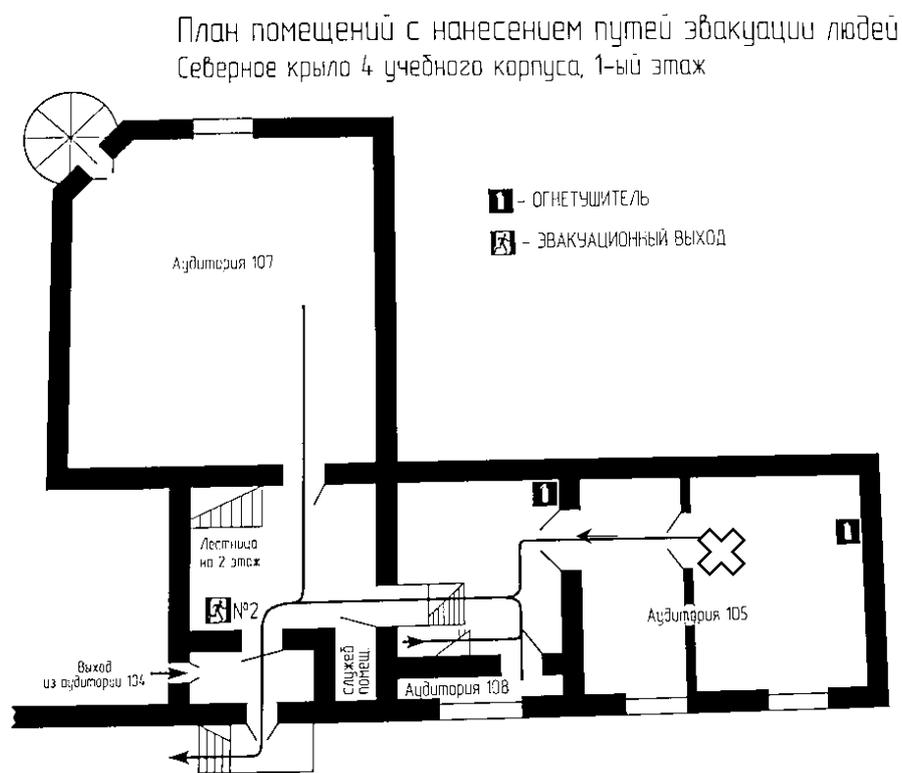


Рисунок 32 - План эвакуации

При обнаружении пожароопасных ситуациях необходимо:

1. при любых случаях сбоя в работе оборудования или программного обеспечения вызвать представителя инженерно-технической службы;
2. при возгорании оборудования, отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии руководителю работ.
3. при возгорании оборудования, которое не получилось затушить самостоятельно, срочно произвести эвакуацию работников, согласно схеме

эвакуации, и вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии руководителю работ.

4. при эвакуации в первую очередь вывести женщин и помочь пожилым людям, оказать помощь пострадавшим. Зону пожара покинуть как можно быстрее, заранее прикинув безопасный маршрут. При необходимости использовать запасные пожарные выходы и лестницы. Брать с собой нужно только документы и деньги, ценные вещи, которые можно унести за один раз. Обязательно использовать простейшие средства защиты органов дыхания от угарного газа: смоченные водой платки, простыни, ватно-марлевые повязки. При сильном задымлении передвигайтесь ползком к выходу, так как внизу около пола дыма меньше и ниже вероятность потерять сознание. Уходя, не закрывать входную дверь в помещение возгорания на ключ. При невозможности покинуть помещение, стараться обратить на себя внимание: выбить окно, кричать и размахивать яркой тканью.

Заключение

В результате выполнения данной ВКР был разработан более технологичный конструктив межмодульного соединителя с подпружиненным контактом с учетом проанализированных параметров надежности, позволяющий использовать при сборке блока персонал с более низкой квалификацией, и увеличивающий количество контактов между двумя платами в составе одного модуля в 2 раза.

Была проведена оценка коммерческого потенциала, в ходе которой был произведен анализ рынка и выбрана ниша, с наиболее низким уровнем конкуренции. SWOT-анализ позволил наглядно рассмотреть сильные и слабые стороны, возможности и угрозы научно-исследовательской работы. Исходя из полученных данных видно способы улучшения разработки.

Также был разработан план работ и составлен график их проведения.

В ходе работы были выявлены вредные факторы, которые могут оказывать воздействие на исследователя во время проведения расчетно-проектировочных работ, рассмотрены факторы, оказывающие воздействие на природу в ходе разработки.

Список использованных источников

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры / Шахнов В.А. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2002. – 54 - 82 с.
2. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. - 3-е изд., испр. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 114с.
3. Основы теории надежности / Половко А.М. ,Гуров С.В. – БХВ - Петербург, 2006. –302 с.
4. Подпружиненные контакты и особенности их применения для создания сигнальных, силовых, коаксиальных и дифференциальных соединений [Электронный ресурс] – URL: <https://ptelectronics.ru/stati/podpruzhinennye-kontakty-smiths/>, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – Дата обращения: 25.05.2019.
5. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003

9. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
11. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
12. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.
14. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.
15. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984.
16. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. Англ. Дата обращения: 23.05.2019.
17. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019, свободный. – Загл. С экрана. – Яз. Англ. Дата обращения: 21.05.2019.
18. Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009. – 100 с.
19. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003.
20. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
21. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017.

22. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002. – 222 с.
23. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
24. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с.