

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Электроника и наноэлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Вспомогательный источник питания для радиоэлектронной аппаратуры	
УДК 621.311.6:621.396.004	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А22	Угачева Анна Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ПМЭ ИНК	Буркин Евгений Юрьевич	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заф. каф. менеджмента	Чистякова Наталья Олеговна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результ ата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делегированием ответственности и полномочий при решении комплексных

	инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки
 Электроника и нанoeлектроника
 Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. Кафедрой ПМЭ
 Ф.А. Губарев

 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
 В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1А22	Угачёвой Анне Юрьевне

Тема работы:

Вспомогательный источник питания для радиоэлектронной аппаратуры	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	1.Тема задания: Вспомогательный источник питания радиоэлектронной аппаратуры.
	2. Исходные данные
	2.1. Входное напряжение – 220 В
	2.2. Выходное напряжение – 48 В ± 0,5%
	2.3. Выходная мощность – 150 Вт

	2.4. Отклонение по напряжению - $\pm 10\%$ 2.5. Коэффициент пульсации – 1% 3. Задание: Собрать и исследовать схему вспомогательного источника питания радиоэлектронной аппаратуры.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	1) Обзор литературы; 2) Расчет принципиальной схемы; 3) Сборка макета устройства
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1) Принципиальная схема 2) Графический материал по результатам эксперимента.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Н.О.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая	Подпись	Дата
------------------	------------	---------------	----------------	-------------

		степень, звание		
Доцент	Буркин Е.Ю.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A22	Угачёва А.Ю.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1A22	Угачёвой Анне Юрьевне

Институт	неразрушающего контроля	Кафедра	промышленной и медицинской электроники
Уровень образования	бакалавриат	Направление	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	Работа с определением информацией в установке, аналитических материалах, расчетов бюллетенях, нормативно-правовых документах;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
• Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей результатов исследования; проведение анализа конкурентных технических решений; SWOT-анализ
• Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИИ, бюджет НИИ.
• Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф.менеджмента	Чистякова Н.О.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A22	Угачёва А.Ю.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 86 с., 30 рис.,
34 табл., 16 источников, 6 прил.

Ключевые слова: источник питания, радиоэлектронная аппаратура.

Объектом исследования: вспомогательный источник питания.

Цель работы: проектирование и монтаж макета схемы вспомогательного источника питания, а также изучение его работы.

В процессе исследования проводились обзор литературы; проектирование, расчет, моделирование, макетирование принципиальной схемы источника питания; расчет себестоимости, эффективности проекта.

В результате исследования был произведен выбор и расчет принципиальной схемы источника питания, произведен монтаж схемы, проведены исследования его работы и сделан вывод об эффективности.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Вспомогательные источники требуют стабилизации по напряжению. Построен на базе схемы полумостового инвертора напряжения.

Степень внедрения: низкая

Область применения: Импульсная энергетика, электроснабжение радиоэлектронной аппаратуры: в телевизорах, компьютерах, видеомагнитофонах и др.

Экономическая эффективность/значимость работы: проект обладает средней экономической эффективностью, и может конкурировать на рынке.

В будущем планируется модернизировать принципиальную схему, выход на расчетные мощности, создание автономного источника.

Оглавление

Введение	11
1. Обзор литературы	13
2. Аналитический обзор	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Выбор и обоснование структурной и принципиальной схемы.	Ошибка! Закладка не определена.
2.1.1. Выбор структурной схемы	Ошибка! Закладка не определена.
2.1.2. Выбор принципиальной схемы	Ошибка! Закладка не определена.
3. Теоретические расчеты	Ошибка! Закладка не определена.
3.1. Выбор входного фильтра	Ошибка! Закладка не определена.
3.2. Выбор и расчет системы управления	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.1. Выбор ШИМ-контроллера	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.2. Расчет времязадающей цепи	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.3. Расчет импульсного трансформатора	Ошибка! Закладка не определена.
3.3. Выбор и расчет элементов силовой части	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.1. Расчет высокочастотного трансформатора	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.2. Выбор транзисторов инвертора	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.3. Расчет емкости конденсаторов делителя напряжения	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.4. Расчет RC-фильтра на вторичную обмотку	Ошибка! Закладка не определена.
3.3.5. Расчет дросселя LC-фильтра	Ошибка! Закладка не определена.
3.4. Расчет резистивного делителя	Ошибка! Закладка не определена.
4. Экспериментальная часть	Ошибка! Закладка не определена.
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	18
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	18
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	18
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений	19
5.1.3. SWOT-анализ	21
5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	24
5.3. Планирование научно-исследовательских работ	25
5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования	25
5.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	26
5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	27
5.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	31

5.3.4.1.	Расчет материальных затрат НТИ	31
5.3.4.2.	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	32
5.3.4.3.	Основная заработная плата исполнителей темы	33
5.3.4.4.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	35
5.3.4.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	36
5.3.4.6.	Накладные расходы	37
5.3.4.7.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	37
5.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	38
6.	Социальная ответственность	Ошибка! Закладка не определена.
Введение		Ошибка! Закладка не определена.
6.1.	Производственная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.1.	Отклонение показателей микроклимата.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.2.	Недостаточный уровень освещения на рабочем месте.	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.3.	Повышенный уровень шума на рабочем месте.	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.4.	Повышенный уровень электромагнитных излучений	Ошибка! Закладка не определена.
6.1.1.5.	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.2.1.	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Ошибка! Закладка не определена.
6.2.1.1.	Электробезопасность	Ошибка! Закладка не определена.
6.2.2.2.	Пожарная безопасность.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.2.2.3.	Эвакуация при пожаре	Ошибка! Закладка не определена.
6.3.	Экологическая безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
6.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.5.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ..	Ошибка! Закладка не определена.
7.	Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
8.	Список литературы	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение А		Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Б		Ошибка! Закладка не определена.
Приложение В		Ошибка! Закладка не определена.

Приложение Г.....	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Д.....	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Е	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Неотъемлемой частью любого радиоэлектронного устройства является источник питания.

Источники питания малой мощности, которые получают энергию от однофазной цепи переменного тока, применяют для питания постоянным током электронных управляющих, измерительных и вычислительных устройств.

Для питания постоянным током электронных управляющих, измерительных и вычислительных устройств применяют источники питания малой мощности, которые обычно получают энергию от однофазной цепи переменного тока. Такие источники питания в настоящее время строятся как по традиционной схеме с выпрямителем, подключенным к сети через трансформатор, так и по схеме с бестрансформаторным входом, работа которой основана на многократном преобразовании электрической энергии.

Сейчас выпускаемая аппаратура становится все сложнее, к ней предъявляются более строгие требования и при этом возрастает количество элементов. Следовательно, на первый план выходят вопросы, связанные с качеством питания этой аппаратуры. Кроме того, каждый прибор имеет свои требования к источнику питания.

Проблема, с которой сталкиваются при конструировании любых радиоэлектронных устройств, является проблема электропитания.

При выборе и разработке источника питания необходимо учесть ряд факторов, определяемых условиями эксплуатации, свойствами нагрузки, требованиями к безопасности и т.д.

В первую очередь, следует обратить внимание на соответствие электрических параметров ИП требованиям питаемого устройства, а именно: напряжение питания; потребляемый ток; требуемый уровень стабилизации напряжения питания; допустимый уровень пульсации напряжения питания.

Немаловажны и характеристики ИП, влияющие на его эксплуатационные качества: наличие систем защиты; массогабаритные размеры.

Являясь неотъемлемой частью радиоэлектронной аппаратуры, средства вторичного электропитания должны жестко соответствовать определенным требованиям, которые определяются как требованиями к самой аппаратуре в целом, так и условиями предъявляемыми к источникам питания и их работе в составе данной аппаратуры. Любой из параметров ИП, выходящий за границы допустимых требований, вносит диссонанс в работу устройства. Поэтому, прежде чем начинать сборку ИП к предполагаемой конструкции, необходимо тщательно проанализировать все имеющиеся варианты и выбрать такой ИП, который будет максимально соответствовать всем требованиям и вашим возможностям.

Существует четыре основных типа сетевых источников питания:

- бестрансформаторные, с гасящим резистором или конденсатором;
- линейные, выполненные по классической схеме: понижающий трансформатор - выпрямитель - фильтр – стабилизатор;
- вторичные импульсные: понижающий трансформатор -фильтр - высокочастотный преобразователь 20-400 кГц;

- импульсный высоковольтный высокочастотный: фильтр - выпрямитель ~ 220 В - импульсный высокочастотный преобразователь 20-400кГц.

1. Обзор литературы

Рассмотрим каждый тип сетевых источников питания, в отдельности:

1. Линейные источники питания

Компоненты линейного источника питания можно разделить на три части (рис. 1). Переменное входное напряжение подается на трансформатор, который понижает его. Далее, выпрямитель преобразует пониженное переменное напряжение в пульсирующее постоянное напряжение. Фильтр преобразует пульсирующее постоянное напряжение в постоянное напряжение с меньшей амплитудой колебания.



Рис. 1.1. Блок-схема линейного источника питания [1]

Отличительной особенностью данного типа источника является то, что он производит напряжение исключительно ниже входного. Для него необходимо, чтобы входное напряжение было выше выходного на определенную величину. Это величина называется падение напряжения. Падение напряжения является определяющей величиной для расчёта производительности и рассеивания мощности.

Чтобы понизить входного напряжения до требуемой величины, используются относительно большие трансформаторы и фильтры. В результате чего, теряется большое количество электроэнергии. Это приводит к уменьшению коэффициента полезного действия (КПД) в пределах от 10%

до 50%. Низкий КПД приводит к различным трудностям. Но не смотря на это, у линейного источника питания имеются и преимущества среди других схем: проста и надежность, отсутствие высокочастотных помех, высокая степень стабилизации. Линейный ИП превосходит импульсный ИП так же в ослаблении пульсаций.

Основное применение данного источника питания в устройствах, потребляющих до 500мА, где необходимы достаточно малогабаритные ИП, такие как зарядные устройства для аккумуляторов, блоки питания радиоприемников, систем сигнализации и т.д. Нецелесообразно использовать данный тип ИП при токах потребления более 1А по ряду причин: колебания сетевого напряжения влияет на коэффициент стабилизации; большой потребляемый ток требует использования габаритных радиаторов, а это, в свою очередь, ухудшает тепловой режим и габаритные размеры устройства. Поэтому снижается эффективность и рациональность применения линейных ИП.

2. Импульсные источники питания

Импульсные ИП такие источники, в которых основной поток энергии формируется, управляется или стабилизируется при помощи переключающих устройств.

В отличие от линейных ИП, импульсные ИП используют другие методы для генерации стабилизированного напряжения. Они накапливают энергию в катушках индуктивности и преобразуют ее в постоянное напряжение, а так же возможна высокочастотная трансформация. В данном типе ИП используется прерыватель, который преобразует напряжение частотой 50-60кГц в высокочастотное напряжение от 20-500кГц.

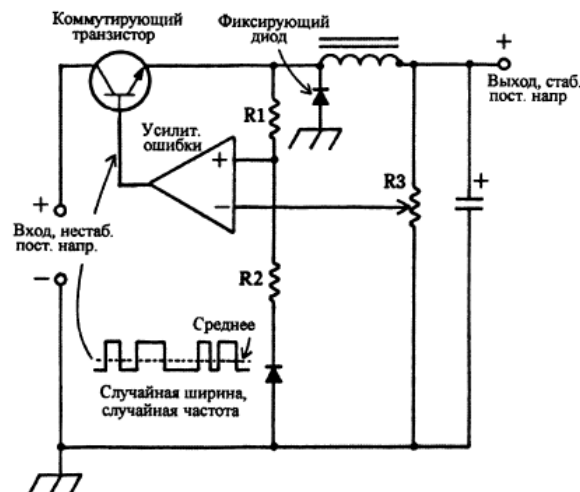


Рис.1.2. Упрощенная схема импульсного стабилизатора [2]

Существуют три типовые схемы построения импульсного ИП:

- повышающая (выходное напряжение выше входного),
- понижающая (выходное напряжение ниже входного),
- инвертирующая (выходное напряжение имеет противоположную по отношению к входному полярность).

Принцип работы данных ИП состоит в следующем:

Ключевым элементом обычно являются биполярные или МДП транзисторы, которые работают с частотой 20-100кГц, периодически на короткое время прикладывается к катушке индуктивности полное входное нестабилизированное напряжение. Импульсный ток, который протекает через катушку, накапливает запас энергии в ее магнитном поле $\frac{1}{2}LI^2$ на каждом импульсе. Из катушки, запасенная энергия передается в нагрузку через выпрямляющий диод или через вторичную обмотку с дальнейшим выпрямлением, на выходе, в выходном сглаживающем фильтре, конденсатор обеспечивает постоянное выходное напряжение и ток. Автоматическое регулирование ширины или частоты импульсов на ключевом элементе, обеспечивает стабилизацию выходного напряжения. Для наблюдения за выходным напряжением необходима обратная связь. При конструировании импульсного ИП, внимание, в основном, направлено на стабилизацию

напряжения, но иногда может понадобиться стабилизация тока. Для определенных случаев, размыкая обратную связь, можно лишить источник автоматической стабилизации (используется для ручного регулирования частоты).

Данная схема предоставляет значительно повысить КПД всего устройства. В данном случае, в схеме отсутствуют силовые элементы, которые, в свою очередь, рассеивают большую мощность. Ключевые транзисторы работают в режиме насыщенного ключа, т.е. падение напряжения на них мало и рассеивают мощность только в достаточно короткие интервалы времени, т.е. время подачи импульса. Повышая частоту преобразования можно существенно увеличить мощность и улучшить массогабаритные характеристики.

Преимущество импульсных ИП заключается в том, что не нужно использовать низкочастотный громоздкий трансформатор. Трансформаторы, работающие на частоте от 20кГц и выше, в несколько раз меньше по массе и габаритам. КПД может достигать 90%. А так же, импульсные ИП не только могут понижать выходное напряжение, но и повышать и инвертировать.

Недостатками данных ИП являются наличие дополнительных шумов и помех на выходе (для избежания этого используют специальные фильтры), достаточно сложный в изготовлении, довольно низкая надежность, применение дорогостоящих высоковольтных высокочастотных компонентов, которые легко выходят из строя.

Импульсные ИП получили широкое распространение почти всех сферах жизнедеятельности. Используется в телевизорах, компьютерах, видеомагнитофонах и др.

Обобщенное сравнение линейных и импульсных ИП приведено на рисунке 1.3.

Параметр	Импульсные стабилизаторы	Линейные стабилизаторы
к.п.д.	От 65 % до 85 % общий.	От 25 % до 50 % общий.
Повышение температуры	Легко достичь не выше от 20°C до 40°C	Часто достигает от 50°C до 100°C; сильно зависит от способа отвода тепла.
Пульсации	Обычно полный размах составляет от 20 до 50 мВ. Меньшие пульсации обычно трудно достичь.	Легко получить полный размах 5 мВ, дороже стоит получить более низкие значения пульсаций.
Суммарный коэффициент стабилизации	0.3 % — типичное значение. Получить стабилизацию лучше обычно трудно.	0.1 % типичное значение, а более точная стабилизация стоит дороже.
Плотность мощности	От 2.5 до 4 – 5 Вт на кубический дюйм для 20 до 50 кГц. При повышении частоты переключения может доходить до 75 Ватт на кубический дюйм.	От 0.3 до 1.0 Вт на кубический дюйм. Очень сильно зависит от уровня мощности, величины входного напряжения и способа отвода тепла.
Защита от импульсных переходных процессов в сети	Очень хорошая, часто выше 60 dB.	Обычно ниже, чем у импульсных стабилизаторов. Помехи в сети часто попадают в нагрузку.
Электромагнитные излучения	Могут быть значительны. Требуется экранировка, подавление и фильтрация.	Меньшая вероятность иметь неблагоприятные эффекты.
Трансформатор	Некоторые варианты могут обходиться совсем без громоздкого трансформатора рассчитанного на частоту 60 Гц	Большой и дорогой трансформатор для работы на частоте 60 Гц
Надежность	Большее число компонент, но последние разработки используют интегральные схемы. Надежность повышается при использовании принудительного охлаждения.	Более высокая рабочая температура часто ухудшает надежность.
Стоимость	Стоимость резко уменьшается с повышением частоты переключений. Существует общая тенденция снижения стоимости при использовании новых приборов. Стоимость по сравнению со стоимостью линейных стабилизаторов снижается и сейчас они примерно равны при мощности около 20 ватт	Маломощные линейные стабилизаторы имеют преимущество в стоимости. Однако с учетом всех факторов при рассмотрении системы в целом, более значимыми в смысле стоимости становятся другие факторы. 60-герцовые трансформаторы и система охлаждения могут повысить стоимость всей системы.

Рис.1.3. Обобщенное сравнение линейных и импульсных ИП [2]

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проектирования, оценивается, будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

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

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегмент рынка – группа потребителей, продуктов или предприятий, обладающих общими характеристиками.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Выполним сегментирование рынка для разрабатываемой системы синхронизации по следующим критериям: группы потребителей, ценовой диапазон. Построим карту сегментирования рынка, представленную на рисунке 5.1.

Ценовой диапазон	Группы потребителей	
	Обычные пользователи	Профессиональные пользователи
До 500р.		
От 500р. до 1000р.		
Более 1000р.		

Рисунок 5.1. Карта сегментирования рынка систем синхронизации

■ - фирма А; ■ - фирма Б.

Из карты сегментирования рынка видно, что в сфере источников питания существует высокая конкуренция между производителями. Из этого следует, что для получения конкурентоспособного продукта и занятие позиции на рынке поставщиков, необходимо ориентироваться на ценовую категорию ниже 700 рублей, а также обеспечить надежность устройства. Низкая стоимость не должна влиять на качество и параметры производимого оборудования.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице _ приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 5.1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	5	4	4	1,5	1,5	1,2
2. Энергоэкономичность	0,05	5	4	4	0,15	0,2	0,2
3. Надежность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Уровень шума	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	5	4	4	0,8	0,8	0,6
6. Простота эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,3	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
7. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
8. Уровень проникновения	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2

на рынок							
9. Цена	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Итого	1	40	31	31	4,35	3,9	3,75

Ф – импульсный ИП, К1 – регулируемый ИП, К2 – нерегулируемый ИП.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 5.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента, B_i – вес показателя (в долях единицы), B_i – балл i -го показателя.

Из таблицы – видно, что разрабатываемый продукт конкурентоспособен, по сравнению с конкурентной продукцией, за счет таких показателей, как простота эксплуатации, энергоэкономичность, функциональная мощность.

5.1.3. SWOT-анализ

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

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Матрица SWOT.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: S1. Простота эксплуатации S2. Возможность работы на разное выходное напряжение S3. Экологичность технологии. S4. Работа с лабораторными установками S5. Высокая ресурсоэффективность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: W1. Функциональные ограничения W2. Высокочастотные помехи W3. Низкая универсальность применения
Возможности: O1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ O2. Появление дополнительного спроса на новый продукт O3. Повышение стоимости конкурентных разработок	1. Привлечение большего круга потребителей	2. Сокращение затрат на производство при помощи использования инновационных технологий 3. Занять пустующую нишу
Угрозы: T1. Отсутствие спроса на новые технологии T2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства T3. Увеличение конкуренции	1. Более дешёвое производство	1. Максимальное качество в заданном ценовом диапазоне

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, отображенную в таблице 5.3. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 5.3. Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		S1	S2	S3	S4	S5
	O1	+	+	+	+	+
	O2	+	+	+	-	+
	O3	-	-	-	-	+
Угрозы проекта	T1	-	-	-	-	+
	T2	-	-	-	0	-
	T3	-	-	-	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		W1	W2	W3		
	O1	+	+	+		
	O2	0	-	-		
	O3	-	+	-		
Угрозы проекта	T1	+	-	-		
	T2	0	0	-		
	T3	+	+	+		

Из интерактивной матрицы видно, что необходимо сделать упор на последнюю сильную сторону проекта, а именно: «Высокая конкурентоспособность продукта», так как она соответствует сразу всем возможностям. Что касается слабых сторон проекта, то необходимо приложить усилия, для увеличения функциональности системы и повышение

её универсальности. Ведь именно эти две слабости соответствуют большому числу угроз.

5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Результаты занесены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4. Морфологическая матрица для вспомогательного источника питания

	1	2	3
А. Схема понижения напряжения	Полумост	Понижающий преобразователь	Схема с понижающим трансформатором
Б. Источник питания	Сеть	Аккумулятор	Постоянный источник питания
В. Обратная связь по напряжению	Резистивный делитель	Эффект Холла	Операционный усилитель
Г. Элементная база	Комбинированная	Зарубежная	Отечественная
Д. Мобильность	Переносной	Стационарный	Ограниченная мобильность
Е. Корпус	Комбинированный	Металлический	Пластмассовый

В морфологической матрице указаны три вида исполнения программы по цифровой обработке сигналов.

Исполнение 1: A1B1B1Г1Д1Е1;

Исполнение 2: A2B2B2Г2Д2Е2;

Исполнение 3: A3B3B3Г3Д3Е3.

В данной научно - исследовательской работе представлено первое исполнение.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

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.

Порядок составления этапов и работ, а также исполнителей, представлен в таблице 5.5.

Таблица 5.5. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Постановка задачи	НР, И
Выбор направления исследований	2	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР
	3	Подбор и изучение материалов по тематике	И
	4	Разработка календарного плана	НР
	5	Выбор структурной схемы устройства	НР, И
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И
	7	Расчет принципиальной схемы устройства	И
	8	Экспериментальная проверка теоретических расчетов	И
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР
Проведение ОКР			

Изготовление и испытание макета (опытного образца)	10	Разработка макета устройства	НР, И
	11	Проведение экспериментальных исследований	НР, И
	12	Корректировка параметров принципиальной схемы устройства	НР, И
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	13	Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И
	14	Оформление графического материала	НР, И
	15	Оформление патента на ПО	НР, И
	16	Подведение итогов	НР, И

5.3.2. 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (5.2)$$

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: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

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

вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

где T_{pi} – 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.

5.3.3. 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5.4)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.5)$$

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

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

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году (ТПД = 12).

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Результаты расчетов представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Временные показатели проведения научного исследования в первом исполнении.

Название работы	Трудоёмкость работ									Испол нител и		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	tmin, чел-дни			tmax, чел-дни			$t_{ож\bar{i}}$, чел-дни										
	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3	НР	И	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп. 2	Исп. 3
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	1	1	3,2	3,2	3,2	3,88	3,88	3,88
Составление и утверждение ТЗ	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	1	0	3,8	3,8	3,8	4,61	4,61	4,61
Подбор и изучение материалов по тематике	10	10	10	17	17	17	12	12	12	0	1	12	12	12	14,55	14,55	14,55
Разработка календарного плана	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	1	0	1,8	1,8	1,8	2,18	2,18	2,18
Выбор структурной схемы устройства	2	3	3,5	6	7,6	8	3,8	4,5	5	0	1	3,8	4,5	5	4,61	5,46	6,06
Выбор принципиальной схемы устройства	4	6	6	10	11	13	7,8	8,5	9	0	1	7,8	8,5	9	9,46	10,31	10,91
Расчет принципиальной схемы устройства	7	7	7	12	12	12	9	9	9	0	1	9	9	9	10,91	10,91	10,91
Разработка макета устройства	4	6	5	10	11	14	7,8	8,5	8,8	0	1	7,8	8,5	8,8	9,46	10,31	10,67
Написание программ	3	6	0	12	12	0	10,2	9	0	1	0	10,2	9	0	12,37	10,91	0,00
Проведение экспериментальных исследований	2	4	6	8	9	10	4	5	6	1	1	4	5	6	4,85	6,06	7,28

Оформление расчетно- пояснительной записки	1	1	1	2	2	2	3,2	3,2	3,2	1	1	3,2	3, 2	3,2	3,8 8	3,8 8	3,8 8
Оформление материала	5	5	5	2 0	20	2 0	8,6	8,6	8,6	1	1	8,6	8, 6	8,6	10, 43	10, 43	10, 43
Подведение итогов	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	1	1	1,8	1, 8	1,8	2,1 8	2,1 8	2,1 8
Итого	45	45	45	113	113	113	77	77	77	9	11	56,3	56,3	56,3	93,37	95,67	87,55

Таблица 5.7. Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

Название работы	Исполнитель	Т _{к_i}	Продолжительность выполнения работ																	
			февраль			март			апрель			май			июнь			июль		
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	3,88																		
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	4,61																		
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	14,55																		
Разработка календарного плана	НР, И	2,18																		
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	4,61																		
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	9,46																		
Расчет принципиальной схемы устройства	И	10,91																		
Разработка макета устройства	И	9,46																		
Написание программ	И	12,37																		
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	4,85																		
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	3,88																		
Оформление материала	И	10,43																		
Подведение итогов	НР, И	2,18																		

5.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

5.3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (5.6)$$

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

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Результаты расчетов представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8. Материальные затраты.

Наименование	Единиц а измере н-ия	Количество			Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (с учетом транспортных расходов), (З _м), руб.		
		Исп .1	Исп .2	Исп .3		Исп.1	Исп. 2	Исп. 3
Шим-контроллер	шт	1	0	0	20	20	0	0
Транзистор полевой	шт	4	2	1	80	320	160	80
Транзистор биполярный	шт	2	5	4	90	180	450	360
Постоянные резисторы	шт	16	16	18	3	48	48	54
Переменные резисторы	шт	1	2	3	15	15	30	45
Конденсаторы	шт	10	12	12	5	50	60	60
Штыревые разъемы	шт	3	5	5	12	36	60	60
Трансформатор	шт	3	0	2	120	360	0	240
Операционный усилитель	шт	0	1	0	130	0	130	0
Стабилизатор	шт	0	0	0	30	0	0	0
Аккумулятор	шт	0	1	0	150	0	150	
Источник питания	шт	0	0	1	2000	0	0	2000
Итого						1029	1088	2899

5.3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) 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 НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Результаты расчетов представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9. Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования(с учетом затрат на доставку и монтаж), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Источник питания	1	0	1	5000	7500	0	7500
2.	Осциллограф	1	1	1	15000	22500	22500	22500
3.	Аккумулятор	0	1	0	2500	0	3000	0
4.	Паяльная станция	1	1	1	12000	12000	12000	12000
Итого:						42000	37500	42000

5.3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

Здоп – дополнительная заработная плата (12-20 % от Зосн).

Основная заработная плата (Зосн) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (5.8)$$

где Зосн – основная заработная плата одного работника;

Тр – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6);

Здн – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_{\phi}}, \quad (5.9)$$

где З_м – месячный должностной оклад работника, руб.;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года (М=10,4 месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 раб.дня);

F_φ – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн (таблица 5.10).

Таблица 5.10. Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней – выходные дни - праздничные дни	64	64
Потери рабочего времени- отпуск невыходы по болезням	30	30
Действительный годовой фонд рабочего времени	272	272

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} (1 + k_{пр} + k_d) k_p, \quad (5.10)$$

где З_{тс} - заработная плата по тарифной ставке, руб;

k_{пр} - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от З_{тс});

k_d - коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{тс}$);

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.11 и 5.12.

Таблица 5.11. Расчет основной заработной платы.

Исполнители	Разряд	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , Раб.д н	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	Доцент, к. ф-м. н.	23264,86	0,3	0,2	0	34897,29	1339,23	138,3	185215,509
Инженер	1	6976,22	0,3	0	1,3	11161,952	428,36	138,3	59242,188
ИТОГО, руб									244457,688

Таблица 5.12. Расчет основной заработной платы.

Исполнители по категориям			T_{ki} , чел.-дн.			$Z_{дн}$, руб			$Z_{осн}$,руб.		
Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
НР	НР	НР	93,37	95,67	87,55	1339,23	1339,23	1339,23	125043,9	128124,1	117249,6
И	И	И	93,37	95,67	87,55	428,36	428,36	428,36	39995,97	40981,2	37502,92
ИТОГО, руб									165039,9	169105,3	154752,5

5.3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (5.11)$$

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

5.3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.12)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 5.13).

Таблица 5.13. Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	125043,9	128124,1	117249,6	22225,86108	13129,8	13322,7
Студент - дипломник	39995,97	40981,2	37502,92	7109,0625	4199,64	4261,3
<i>k_{внеб}</i>	0,271					
Итого						
Исполнение 1	52675,57					
Исполнение 2	50523,81					
Исполнение 3	46703,2					

5.3.4.6. Накладные расходы

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

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.3.4.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.14.

Таблица 5.14. Расчет бюджета затрат НТИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	1053	1088	2899	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	42000	37500	42000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	165039,9	169105,3	154752,5	Пункт 3.4.3
4. Затраты по	29334,92	17329,44	17584	Пункт 3.4.4

дополнительной заработной плате исполнителей темы				
5. Отчисления во внебюджетные фонды	52675,57	50523,81	46703,2	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	46505,5	44535,61	41122,19	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	337164,89	322883,16	298135,89	Сумма ст. 1- 6

5.4. 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 получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.14)$$

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.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки (таблица 5.15) отражает соответствующее численное увеличение

бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 5.15. Расчет Интегрального финансового показателя.

№ исполнения	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость исполнения	Интегральный финансовый показатель
1	337164,89	337164,89	1
2	322883,16		0,92
3	298135,89		0,88

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.15)$$

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, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 5.17).

Таблица 5.16. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	3

3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,25	5	3	5
5. Надежность	0,15	4	5	4
6. Материалоемкость	0,20	4	5	3
ИТОГО	1	4,5	4	3,9

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \quad \text{и т.д.} \quad (5.16)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. таблица 5.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (5.17)$$

Таблица 5.17. Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,92	0,88
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,34	4,43
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	-	1,037	-

Сравнив эффективности всех исполнений можно сделать вывод, что самым экономически выгодным исполнением является исполнение номер один. Экономическая выгода данного исполнения достигается за счет того, что отсутствует необходимость во вспомогательном источнике питания или

аккумуляторе. Данный вариант является наиболее эффективным и менее трудозатратным, что позволит использовать минимальное количество временных и производственных ресурсов.