

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы				
Проектирование импульсного конденсатора внутренней установки напряжением 100 кВ с бумажно-плёночно-масляной изоляцией				

УДК 621.319.4.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2B	Белюга Дмитрий Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭЭС	Важов В.Ф.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры менеджмента	Потехина Н.В.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
ПК-1	способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области
ПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-3	готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-4	способностью и готовностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности
ПК-5	владением основными методами защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-6	способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ПК-7	способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой)

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____
(Дата) А.О. Сулайманов

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А2В	Белюге Дмитрию Васильевичу

Тема работы:

Проектирование импульсного конденсатора внутренней установки напряжением 100 кВ с бумажно-плёночно-масляной изоляцией	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.04.2016, №2817/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	$U_n = 100 \text{ кВ}$; $C = 0,1 \text{ нФ}$; Изоляция бумажно – плёночно- масляная; Масло минеральное; Импульс апериодический 1,2/50; Время жизни 10^4 имп.; Частота 0,5 имп/с; Корпус изоляционный.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	Выбор и расчет основной изоляции. Тепловой расчет. Расчет секции и всего конденсатора. Определение конструктивных и удельных характеристик.
Перечень графического материала	Сборочный чертеж конденсатора. Чертеж секции. Электрическая схема конденсатора. Спецификация.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
Расчетная часть	Важов В.Ф.; д.т.н., доцент
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Н.В.; ст. преподаватель
Социальная ответственность	Романцов И.И.; к.т.н., ст. преподаватель

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭЭС	Важов В.Ф.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2B	Белюга Дмитрий Васильевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2B	Белюге Дмитрию Васильевичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Оклады и стоимость оборудования выбраны по г.Томск.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы амортизации (33,3%);
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в социальные фонды (27,1%).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки НИИ: -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИИ: - материальные затраты; -заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расход; - амортизация.
3.Определение ресурсоэффективности проекта	Сравнительная характеристика проекта Интегральный показатель

Перечень графического материала:

1. Календарный план - график проведения проекта
2. Матрица SWOT-анализа
3. Бюджет затрат проекта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2B	Белюга Дмитрий Васильевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2B	Белюга Дмитрий Васильевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электроэнергетических систем (ЭЭС)
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)	Рабочее место представляет собой производственное помещение. В нем работает бригада инженеров. Неблагоприятные климатические условия оказывают непосредственное негативное влияние на организм рабочего. При работе с электроустановками высокого напряжения необходимо учитывать, что при повышении влажности, уменьшении давления, наличии загрязнения на поверхности оборудования и т.д. уменьшается электрическая прочность изоляции. Это приводит к увеличению опасности поражения персонала электрическим током. Выполнение различных производственных работ нередко сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	- СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - СТО 56947007-29.240.039-2010. Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при техническом обслуживании и ремонте.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	В случае превышения нормативов концентрации вредных веществ в воздухе следует указать методы и средства обеспечения безопасной концентрации вредных веществ — коллективные и индивидуальные средства защиты (герметизация оборудования и нейтрализация вредных веществ, дистанционное управление, вентиляция, и т.д.).
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	При снятии питающего напряжения конденсатор сохраняет накопленный электрический заряд. Этот заряд может

– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	оставаться в нем долгое время и при непосредственном прикосновении к выводным клеммам заряженного конденсатора может привести к поражению обслуживающего персонала электрическим током. Конденсаторные установки, размещенные в общем помещении, должны иметь сетчатые ограждения или защитные кожухи. Должны быть также выполнены устройства, предотвращающие растекание синтетической жидкости по кабельным каналам и полу помещения при нарушении герметичности корпусов конденсаторов и обеспечивающие удаление паров жидкости из помещения. Сетчатые ограждения и защитные кожухи выполняются для защиты персонала от случайного поражения электрическим током.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Принять необходимые меры для защиты окружающей среды от воздействия вредных факторов на окружающую среду. Диэлектрическая пропитка.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Для каждой конденсаторной установки разрабатывается конкретная инструкция о мерах пожарной безопасности, которая вывешивается на видном месте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	- Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.07.2013 г. № 328н. - Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание 7-е. - СТО 70238424.29.240.99.002-2011. Конденсаторные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2В	Белюга Дмитрий Васильевич		

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Кафедра Электроэнергетических систем (ЭЭС)

Период выполнения Весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.03.2016	Выбор основных изоляционных материалов и выбор рабочей и испытательной напряженностей	3
10.04.2016	Расчет секции конденсатора	2
18.04.2016	Расчет корпусной изоляции	5
21.04.2016	Расчет выводов конденсатора	3
25.04.2016	Тепловой расчет конденсатора	3
15.05.2016	Расчет удельных характеристик конденсатора	4
22.05.2016	Социальная ответственность	5
25.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
8.06.2016	Оформление работы	10
9.06.2016	Итог	40

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭЭС	Важов В.Ф.	Д.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 70 страниц, 7 рисунков, 16 таблиц, 13 использованных источников, 4 приложения.

Ключевые слова: импульсный конденсатор, грозовой импульс, комбинированная изоляция, характеристики конденсатора, испытательные установки.

Актуальность данной работы заключается в том, что импульсные конденсаторы широко применяются в установках для высоковольтных импульсных испытаний силовых трансформаторов, аппаратов. Импульсные конденсаторы используются для ряда технологических целей – бурение, дробления пород, получения и исследования высокотемпературной плазмы, создания сверхсильных импульсных токов.

Структура работы: В работе произведен электрический расчет импульсного конденсатора, выбран материал диэлектрика и схема соединения секций. Произведен тепловой расчет, так же в работе выполнено сравнение выбранной конструкции по удельным характеристикам с другими видами импульсных конденсаторов. Был выполнен расчет стоимости ресурсов научного исследования, норм и нормативов расходования ресурсов, ставки налогов, отчислений, а так же произведено описание рабочего места и использованных законодательных и нормативных документов по теме выпускной квалификационной работы по данной теме.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2016, также использовались программы MathCad 14, Компас 3D v14.

Обозначения и сокращения

ВКР – выпускная квалификационная работа;

БПИ – бумажно-плёночная изоляция;

ЧР – частичные разряды;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПОТЭУ – правила по охране труда при эксплуатации электроустановок;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

Оглавление

Введение.....	12
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	13
1.1. SWOT-анализ	
1.2. Формирование плана и графика разработки.....	16
1.3. Формирование бюджета затрат на проектирование.....	22
1.4. Ресурсоэффективность.....	28

Введение

Целью выполнения данной дипломной работы является проектирование высоковольтного импульсного конденсатора внутренней установки. В качестве исходных параметров заданы номинальные значения емкости, напряжения, требуемые виды жидких и твердых диэлектриков, частота импульса.

В связи с широким использованием импульсных конденсаторов в испытательных установках для получения импульсных токов и напряжений, в электротехнологических и электрофизических установках, в лазерной и локационной технике, в мощных источниках света их проектирование и производство становится все более актуальной.

К импульсным конденсаторам предъявляются высокие требования. Они должны обладать большим запасом энергии в единице объема, иметь малую внутреннюю индуктивность, хорошую добротность и высокую динамическую устойчивость. Кроме того они должны иметь большой срок службы. Расчет конденсатора заключается в том, чтобы по заданным параметрам определить наиболее оптимальные характеристики конденсатора.

1 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

1.1 SWOT-анализ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научного-исследовательского проекта.

SWOT – это акроним слов Strengths (силы), Weaknesses (слабости), Opportunities (благоприятные возможности) и Threats (угрозы). Внутренняя обстановка фирмы отражается в основном в S и W, а внешняя – в O и T.

Анализ проводится в несколько этапов.

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. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

Сильные стороны – это, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны: С1. Минимальный вред окружающей среде С2. Оборудование высокого качества С3. Большой срок службы;	Слабые стороны: Сл1. Необходимость в большом помещении. Сл2. Большой срок поставок комплектующего Сл3. Требуется опыт работы и знания по эксплуатации ГИН;
Возможности: В1. Привлечение новых энергопредприятий, в связи с большим спектром услуг по испытанию оборудования. В2. Замена более дорогостоящего и устаревшего оборудования(комплектующего); В3. Повышение спроса	За счет установления стоимости испытания оборудования ниже стоимости испытания другой компании, привлечение большей части предприятий. Новое оборудование позволит увеличить спрос, т.к. новое оборудование более точное и надежное.	Выкуп помещения, либо долгосрочная аренда. Для сохранности энергооборудования потребуется время для обучения персонала пользования ГИН.
Угрозы: У1. Возможная, дополнительная государственная сертификация; У2. Экономическая ситуация в стране, способствующая замедлению замены высоковольтного оборудования; У3. Отсутствие финансирования.	Удовлетворение желаний потребителя может привести к дополнительной государственной сертификации, по которой шкаф может получить дополнительные средства на совершенствование старых технологий. Обладая долгим сроком службы, новым оборудованием и оптимальными ценами на испытания, установка конкурентоспособна.	Увеличение цены на оборудование возможно при нестабильной экономической обстановке в стране.

В результате проведения SWOT-анализа разработана маркетинговая стратегия, которая дает возможность для данного проекта более правильно спроектировать объект, уменьшить срок окупаемости и эффективно провести экономический расчет, чтобы учесть все непредвиденные расходы вследствие потенциальных внешних угроз.

1.2 Формирование плана и графика разработки

Для выполнения научных исследований сформирована рабочая группа, в состав которой входят руководитель и инженер. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ приведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Электрический расчет ГИН и конденсатора	Инженер
	7	Тепловой расчет конденсатора	Инженер
	8	Удельные характеристики конденсатора	Инженер
	9	Описание конструирования конденсатора	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель

Продолжение таблицы 2.

Обобщение и оценка результатов	11	Построение сборочного чертежа	Инженер
Разработка технической документации и проектирование	12	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

Трудовые затраты 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_{oji} используется следующая формула:

$$t_{oji} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где t_{oji} – 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 . Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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.

В качестве одного из методов планирования проекта, воспользуемся иллюстрацией плана, а именно Диаграммой Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа.

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 10}{5} = 7 \text{ чел-дней},$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{7}{2} = 3.5 \approx 4 \text{ дня}.$$

Для пятидневной рабочей недели коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1.48,$$

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 6 \cdot 1.48 = 8.88 \approx 9 \text{ дней}.$$

Для шестидневной рабочей недели коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 65} = 1.216 \approx 1.22$$

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 3 \cdot 1.22 = 3.66 \approx 4 \text{ дня}.$$

Все рассчитанные значения сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утвер- ждение технического задания	2		4		3		3		4	
Подбор и изучение материалов по теме		5		8		6		6		9
Выбор направления исследований		3		4		3		3		5

Продолжение таблицы 3

Календарное планирование работ по теме	10		15		12		6		8	
Проведение теоретических расчетов и обоснований		8		14		10		5		8
Электрический расчет		10		15		12		6		9
Тепловой расчет конденсатора		7		10		8		8		12
Удельные характеристики конденсатора		15		20		17		9		13
Оценка эффективности полученных результатов	6		13		9		5		7	
Построение сборочного чертежа		17		20		18		9		14
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)		5		8		6		3		5

По таблице можем наблюдать временные показатели проведения научного исследования. По данной таблице построим календарный план (Диаграмму Ганта).

Таблица 4 – Календарный план-график проведения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ									
				февраль				март			апрель		
				1-4	5-13	15-19	22-29	1-9	10-18	19-30	31-12	13-19	20-3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	9										
3	Выбор направления исследований	Инженер	5										
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	9										
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	8										
6	Электрический расчет	Инженер	9										
7	Тепловой расчет конденсатора	Инженер	12										
8	Удельные характеристики конденсатора	Инженер	13										
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	7										
10	Построение сборочного чертежа	Инженер	14										
11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	5										

– руководитель, – инженер.

Итого длительность работ в календарных днях руководителя составляет 19 дней, а инженера 75 дней.

1.3 Формирование бюджета затрат на проектирование

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверно отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 9.

Представим расчет материальных затрат в таблице 5.

Таблица 5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага	Пачка	1	300	300
Комплект картриджей для принтера (цветной + черный)	Шт	1	2500	2500
Набор настольный канцелярский	Шт	1	300	300
Итого				3100

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 13);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11.2$ месяца, 5-дневная неделя,

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10.4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p,$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0.3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

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

k_p – районный коэффициент, равный 1.3 (для Томска).

Пример расчета заработной платы для руководителя (шестидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = \\ = 27484 \cdot (1 + 0.3 + 0.5) \cdot 1.3 = 64312 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{64312 \cdot 10.4}{252} = 2654 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2654 \cdot 14 = 37156 \text{ руб.}$$

Пример расчета заработной платы для инженера (пятидневная):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = \\ = 14584 \cdot (1 + 0.3 + 0.2) \cdot 1.3 = 28440 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{28440 \cdot 11.2}{223} = 1428 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1428 \cdot 49 = 69972 \text{ руб.}$$

Итоги расчета основной заработной платы сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{доп} , руб.	З _{осн} , руб.
Руководитель	27484	0.3	0.5	1.3	64312	2654	14	4458	37156
Инженер	14584	0.3	0.2	1.3	28440	1428	49	8396	69972
Итого									107128

Основная заработная плата в итоге получилась 107128 руб., что занимает основную часть бюджета затрат проекта.

Кроме основной заработной платы необходимо выплачивать дополнительную. Дополнительной заработной платой называют плату, начисленную рабочим не за фактически выполненные работы или проработанное время, а в соответствии с действующим законодательством, в том числе оплата очередных отпусков рабочих и служащих, льготных часов,

времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей, и др.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0.12 – 0.15).

Дополнительная заработная плата для руководителя:

$$З_{\text{доп}} = 0.12 \cdot 37156 = 4458 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата для инженера:

$$З_{\text{доп}} = 0.12 \cdot 69972 = 8396 \text{ руб.}$$

При оплате труда, организация (работодатель) сталкивается с платежами во внебюджетные фонды. С вознаграждений работникам в образовательных учреждениях по трудовым договорам уплачиваются взносы в Пенсионный фонд (ПФР), Фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС).

Общие тарифы в 2016 году составляют в ПФР — 22% (с выплат свыше 711 000 руб. – 10%), в ФФОМС — 5.1%. Общий платёж составляет 27.1%.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 7).

Таблица 7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	37156	4458
Инженер	69972	8396
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Руководитель	11277	
Инженер	21237	

Отчисления во внебюджетные формы составили для руководителя 11277 руб., а для инженера – 21237 руб.

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:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Рассчитаем амортизацию отчислений. Амортизация рассчитывается только на оборудование выше 40000 руб.

Расчет амортизационных отчислений, на полное восстановление основных средств, производится по нормативам амортизации утвержденном в установленном действующим законодательством порядке, и определенным в зависимости от балансовой стоимости оборудования. Для проектирования

необходим (учитывается оборудование более 40 тысяч рублей) компьютер, стоимость которого составляет 48000 рублей:

$$C_{\text{обор.}} = 48000 \text{ руб.}$$

Определим сумму амортизационных отчислений:

$$I_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.}}}{T_{\text{Г}}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}} \cdot C_{\text{обор.}} = \frac{3}{12} \cdot \frac{1}{3} \cdot 48000 = 4000 \text{ руб.,}$$

где $T_{\text{исп.}}$ – время использования оборудования = 3 месяца;

$T_{\text{Г}}$ – количество использования в год = 12 месяцев;

$C_{\text{обор.}}$ – стоимость оборудования;

$T_{\text{сл.}}$ – срок службы оборудования = 3 года.

Годовая норма амортизации составляет 33.3%.

На основе полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости проекта, приведенная в таблице 8.

Таблица 8 – Бюджет затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	%
1. Материальные затраты проекта	3100	1.7
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	107128	57.9
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12854	6.9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32514	17.6
5. Амортизация	4000	2.2
6. Накладные расходы	25535	13.7
7. Бюджет затрат проекта	185131	100

Бюджет затрат проекта составляет 185131 руб. Основной процент бюджета составляет основная заработная плата, равная 107 128 руб.

1.4 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность автоматизированной системы узла учета тепловой энергии определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i ,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,30	4
2. Надежность	0,30	5
3. Удобство в эксплуатации	0,15	3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,15	4
5. Энергоэкономичность	0,10	3
Итого:	1,00	19

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,30 \cdot 4 + 0,30 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,05 .$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает результат 4,05 из 5, что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.