

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра «Электроэнергетические системы»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование режимов работы и разработка АЛАР для отдельных участков электропередачи Братск – Иркутск

УДК 621.315.17.027.004.63(571.53)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Р	Лобаненко Георгий Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Р.А. Вайнтейн	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. менеджмента	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н. доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
P2	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.
P3	Использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.
P4	Использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.
P7	Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.
P8	Проводить инновационные инженерные исследования в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.
P9	Проводить технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P10	Проводить монтажные, регулировочные, испытательные, наладочные работы электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	Осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	Разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра «Электроэнергетические системы»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4P	Лобаненко Георгию Игоревичу

Тема работы:

Исследование режимов работы и разработка АЛАР для отдельных участков
электропередачи Братск – Иркутск

Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2016 г. № 432/с
---	------------------------------

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>	Полная схема ОЭС Сибири и северной части ОЭС Казахстана в ПК "Mustang" Нормальная схема электрических присоединений объектов электроэнергетики, входящих в операционную зону Иркутского РДУ, данные по генерирующему и сетевому оборудованию
--	---

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 видов устройств АЛАР 2. Расширение базы данных в ПК «Mustang» исследуемого района до подробных коммутационных схем ряда станций и подстанций 3. Выбор возмущений и анализ переходных процессов с нарушением устойчивости 4. Построение годографов сопротивлений и настройка АЛАР для исследуемого участка
Перечень графического материала	1. Схема основных сетей исследуемого энергорайона 2. Схема основных сетей 500 кВ исследуемого энергорайона с пояснениями для возмущения 1
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Ю.В. Бородин, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Н.В. Потехина, старший преподаватель кафедры менеджмента
Раздел ВКР, выполняемый на иностранном языке	М.В.Андреев, к.т.н., доцент кафедры электроэнергетических систем
Раздел ВКР, выполняемый на иностранном языке	Е.С.Тарасова, к.п.н., доцент кафедры иностранных языков
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Out-of-step protection fundamental and advancements	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС	Вайнштейн Р.А.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4P	Лобаненко Георгий Игоревич		

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

Энергетический институт

Направление подготовки (специальность) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Уровень образования магистр

Кафедра «Электроэнергетические системы»

Период выполнения _____ (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерской диссертации

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2016 г.	Анализ литературы по заданной теме	3
3.04.2016 г.	Характеристика исследуемого объекта	3
24.03.2016 г.	Расчет переходных процессов при нарушении устойчивости и их анализ для целей выполнения устройств АЛАР	8
07.04.2016 г.	Выбор вида устройства АЛАР	7
11.04.2016 г.	Построение годографов сопротивлений с метками времени	6
24.04.2016 г.	Настройка АЛАР для ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тыреть на ПС 500 кВ Тулун	8
12.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
24.05.2016 г.	Социальная ответственность	5
28.05.2016 г.	Оформление работы	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Вайнштейн Р. А.	д.т.н		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4P	Лобаненко Георгий Игоревич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Магистр техники и технологии	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/ Управление режимами электроэнергетических систем

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

1. Стоимость ресурсов научно-исследовательской работы (НИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад работников: - Руководитель – 52600 руб.; - Эксперт – 28500 руб.; - Исполнитель 9000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИР	Определение потенциальных потребителей. SWOT- анализ проекта. Оценка готовности проекта к коммерциализации.
2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование научно-технического проекта. Инициализация проекта. Организационная структура проекта. Разработка графика проведения научного исследования. Расчет бюджета затрат на проектирование. Расчет капитальных затрат на оборудование.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	В ходе проектирования была проведена оценка ресурсной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Иерархическая структура работ
3. Календарный план-график проведения НИР

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры Менеджмента	Н. В. Потехина	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4P	Г.И. Лобаненко		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4P	Лобаненко Георгий Игоревич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Магистр техники и технологии	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/ Управление режимами электроэнергетических систем

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)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Описание рабочего места специалиста
Оперативно-диспетчерской службы
Иркутского РДУ:

- вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, электромагнитные поля).
- опасных проявлений факторов производственной среды (опасность поражения электрическим током, опасность возникновения пожаров.)

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Были рассмотрены различные нормативы, стандарты, строительные нормы и правила, связанные с работой персонала с персональными компьютерами
ПУЭ 85, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ, ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ, ГОСТ 17.4.3.04-85, НПБ 105-03, ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00, РД 2.2.2006-05, РД 34.03.604, РД 52.04.186, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.4.723-98

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимостью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, рабочего места диспетчера, было решено рассмотреть воздействие шума освещения, электромагнитного излучения, а также эргономические требования к рабочему месту, несоответствие параметров микроклимата

<i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	<i>В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды были выбраны механические факторы, электробезопасность, пожаробезопасность.</i>
<i>2. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	<i>Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями в здании могут быть:</i> 1) пожары в здании 2) террористические акты и диверсии
<i>3. Экологическая безопасность:</i> – 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.	<i>Влияние электростанций на окружающую среду. Уменьшения вредных выбросов за счет использования устройств компенсации.</i>
<i>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	<i>ПУЭ 85, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.006-84.ССБТ, ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ, ГОСТ 17.4.3.04-85, НПБ 105-03, ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00, Р2.2.2006-05, РД 34.03.604, РД 52.04.186, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.4.723-98</i>
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Ю.В. Бородин	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4P	Г.И. Лобаненко		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 107 с., 33 рис., 20 табл., 20 источников, 5 прил.

Ключевые слова: динамическая устойчивость, асинхронный режим, автоматика ликвидации асинхронного режима, годограф сопротивлений, противоаварийная автоматика.

Объектом исследования является участок электропередачи Братск – Иркутск, а именно, ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тыреть и ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тыреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская.

Цель работы – исследовать устойчивость параллельной работы по линиям 500 кВ операционной зоны Иркутского РДУ и разработать устройства автоматики ликвидации асинхронного режима для ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тыреть и ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тыреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская.

В процессе исследования проводилось моделирование переходных процессах с нарушением устойчивости по линиям 500 кВ операционной зоны при различных ремонтных схемах и возмущениях, проводился анализ этих переходных процессов для целей выполнения устройств автоматики ликвидации асинхронного режима.

В результате исследования было принято решение установить устройство автоматики ликвидации асинхронного режима только для одной из исследуемых линий, для которой был выбран вид устройства, выбрана аппаратура для реализации автоматики ликвидации асинхронного режима, а также выполнена настройка этой автоматики.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в области Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

2. ГОСТ 2.104 – 2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

3. ГОСТ 2.105 – 95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

4. ГОСТ 2.106 – 96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.

5. ГОСТ 2.702 – 2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.

6. ГОСТ 2.709 – 89 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.

7. ГОСТ 2.721 – 74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

8. ГОСТ 3.1102 – 2011 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки и виды документов.

9. ГОСТ 3.1105 – 2011 Единая система конструкторской документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ОАО "СО ЕЭС": ОАО "Системный оператор Единой энергетической системы России», включая филиалы ОАО "СО ЕЭС".

ОДУ Сибири: диспетчерский центр, Филиал ОАО "Системный оператор Единой энергетической системы России" Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Сибири.

Асинхронный режим энергосистемы: аварийный режим энергосистемы, характеризующийся несинхронным вращением части генераторов энергосистемы.

Динамическая устойчивость энергосистемы: способность энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму после значительных возмущений без перехода в асинхронный режим.

Ресинхронизация: процесс восстановления синхронной работы электрической станции или части энергосистемы после нарушения синхронизма, не связанный с делением энергосистемы.

Цикл асинхронного режима: Проворот относительного угла между электродвижущими силами несинхронно работающих генераторов на 360 градусов.

Используемые сокращения:

АЛАР – автоматика ликвидации асинхронного режима

АПНУ – автоматика предотвращения нарушений устойчивости

ВЛ – воздушная линия

ДС – деление энергосистемы

ДУ – динамическая устойчивость

КЗ – короткое замыкание

ЛЭП – линия электропередач

ПА – противоаварийная автоматика

ПС – подстанция

СШ – сборные шины

УР – установившийся режим

Оглавление

Введение	15
1. Обзор литературы.....	16
2. Объект и методы исследования	17
3. Краткая характеристика Иркутской энергосистемы	18
4. Автоматика ликвидации асинхронного режима.....	20
4.1. Характерные особенности изменения электрических величин при асинхронном режиме.....	20
4.2. Виды АЛАР.....	26
4.2.1. Быстродействующие устройства АЛАР, осуществляющие деление при углах менее 180°	28
4.2.2. Устройство АЛАР, действующее на первом цикле асинхронного режима.....	29
4.2.3. Устройства АЛАР, действующие после нескольких циклов асинхронного режима.....	33
4.3. Принципы размещения устройств АЛАР и выбор точки деления	34
5. Расчет переходных процессов при нарушении устойчивости и их анализ для целей выполнения устройств АЛАР	36
5.1. Описание расчетной модели	36
5.2. Переходные процессы с нарушением устойчивости при различных схемах и возмущениях	38
5.3. Выводы по разделу	47
6. Выбор и настройка АЛАР для ВЛ-563 на ПС 500 кВ Тулун	48
6.1. Выбор вида устройства АЛАР	48
6.2. Методика построения годографов сопротивлений с метками времени	48
6.3. Описание аппаратуры для реализации АЛАР	52
6.4. Настройка АЛАР для ВЛ-563 на ПС 500 кВ Тулун.....	57
6.5. Выводы по разделу	65

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	66
7.1. Общая характеристика исследования	66
7.2. Предпроектный анализ.....	66
7.2.1. Потенциальные потребители результатов исследования	66
7.2.2. SWOT- анализ проекта	69
7.2.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации	70
7.3. Инициация проекта	71
7.3.1. Цели и результат проекта.....	72
7.3.2. Организационная структура проекта.....	74
7.3.3. Ограничения и допущения	75
7.4. Структура работ в рамках научного исследования	76
7.4.1. Иерархическая структура работ.....	76
7.4.2. Контрольные события проекта	76
7.4.3. План проекта	77
7.5. Бюджет НИР	79
7.6. Расчет капитальных затрат на оборудование	83
7.7. Определение ресурсной эффективности проекта	84
7.8. Выводы по разделу	86
8. Социальная ответственность	87
8.1. Производственная безопасность	87
8.1.1. Анализ вредных и опасных производственных факторов	87
8.1.2. Вредные производственные факторы и мероприятия для их устранения.....	90
8.1.2.1. Шум и вибрация.....	91
8.1.2.2. Поражение электрическим током	92
8.1.2.3. Ионизирующее и электромагнитное излучение.....	92
8.2. Производственная санитария.....	93
8.2.1. Микроклимат	94
8.2.2. Освещение.....	95
8.2.3. Психофизические факторы	99

8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	99
8.4. Экологическая безопасность	101
8.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	102
8.6. Выводы по разделу	103
Заключение	104
Список публикаций студента	105
Список использованных источников	106
Приложение А	
Приложение Б Переходные процессы с нарушением устойчивости при различных схемах и возмущениях	
Приложение В Годографы сопротивлений для ВЛ-563 со стороны ПС 500 кВ Тулун с метками времени для возмущений, при которых ЭЦК располагается на данной ЛЭП	
Приложение Г	
Приложение Д	

Введение

Актуальность: Асинхронный режим, возникающий в результате нарушения устойчивости, может представлять серьезную опасность для энергосистемы, связанную с возможным развитием аварии и отключением большого числа потребителей, а также с повреждением элементов энергосистемы. На ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тиреть и на ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тиреть устройства АЛАР установлены только на УПК Тиреть. Согласно национальному стандарту по противоаварийной автоматике, на всех ЛЭП напряжением 500 кВ и выше устройства АЛАР должны устанавливаться с каждой стороны ЛЭП. Поэтому разработка АЛАР для ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тиреть ПС 500 кВ Тулун и для ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тиреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская является актуальной задачей.

Выбор АЛАР – сложная инженерная задача, при решении которой необходимо определить целесообразное место установки устройств АЛАР в энергосистеме; выбрать принцип действия данного устройства и выполнить его настройку. Для выбора настройки АЛАР и проверки ее эффективности выполняется большое число расчетов.

Объектом исследования является участок электропередачи Братск – Иркутск, а именно, ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тиреть и ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тиреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская.

Целью настоящей работы исследование устойчивости параллельной работы по линиям 500 кВ ОЗ Иркутского РДУ и разработка устройства автоматики ликвидации асинхронного режима для ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тиреть и ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тиреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская.

Реализация и апробация работы будет выполнена в будущем на основе полученных результатов расчетов.

Основные режимные исследования и расчеты выполнены в ПК "Mustang". Исходная расчетная модель содержит полную ОЭС Сибири и северной части ОЭС Казахстана.

1 Обзор литературы

Выбор АЛАР – сложная инженерная задача, при решении которой необходимо:

- во-первых, определить целесообразное место установки устройств АЛАР в энергосистеме;
- во-вторых, выбрать принцип действия данного устройства и выполнить его настройку.

Для выбора настройки АЛАР и проверки ее эффективности необходимо выполнить большое число расчетов.

Чем опасен асинхронный режим и его последствия для отдельных элементов энергосистемы описаны в [1,2].

Для правильного анализа переходных процессов и настройки АЛАР необходимо знать характер изменения электрических величин при протекании АР, что подробно изложено в [1,3].

Указания по месту размещения и количеству устройств АЛАР на объектах указаны в [5].

Рассмотрение характерных случаев от которых зависит выбор вида устройства АЛАР подробно описаны в [1,3,4].

В [2,6] описаны порядок выполнения настройки АЛАР.

2 Объект и методы исследования

Объектами исследования является участок электропередачи Братск – Иркутск, а именно, ВЛ 500 кВ Тулун – УПК Тиреть и ВЛ 500 кВ Ново-Зиминская – УПК Тиреть ПС 500 кВ Ново-Зиминская.

ЭП Братск-Иркутск связывает основные генерирующие мощности (Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС), расположенные на северо-западе области и с основными промышленными районами (важнейший промышленный центр (Иркутск)), расположенными на юге области.

Исследования проведены методом компьютерного моделирования в специализированном программном комплексе "Mustang" и в программе "Mathcad".

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Общая характеристика исследования

Целью проекта является обоснование экономической эффективности установки устройства АЛАР на ВЛ-563 со стороны ПС 500 кВ Тулун.

В данном разделе представлена оценка коммерческого потенциала, планирование проекта, расчет затрат на проектирование для проведения научно-исследовательской работы (НИР).

Организационное управление НИР формирует механизм, позволяющий достигнуть необходимых результатов. В функциональное управление входят наборы, методы и инструменты, которые позволяют успешно распределить имеющиеся возможности.

7.2 Предпроектный анализ

7.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Предпроектный анализ определяет показатели, которые отражают соответствие проекта интересам инвесторов и участников, и которые отвечают за привлечение средств от инвесторов проекта.

Согласно законодательству, данный пункт не обязателен, однако его выполнение может помочь разработчику проанализировать риски, и также проанализировать прибыль от данного проекта.

В данной работе предпроектный анализ проводится по упрощенной схеме, при которой необходимо определить потребителей, дать оценку готовности проекта к коммерциализации.

Поэтому необходимо четко представлять, кто является конечным потребителем разработки, или кто может стать им в будущем, то есть определить свой целевой рынок.

Сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

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

В зависимости от категории потребителей необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования.

В данном проекте сегментом рынка является электроэнергетика.

Критерии сегментирования:

- отрасль (энергетика);
- определенная услуга (проектирование АЛАР для ЛЭП).

Карта сегментирования рынка приведена в таблице 3.

Как видно из карты сегментирования, сетевые энергетические компании, такие как ПАО "ФСК ЕЭС", выполняют почти весь цикл работ, связанных с обеспечением бесперебойного электроснабжения потребителя. Проекты по реализации противоаварийной автоматики, как вида системной автоматики, позволяющем защитить и предотвратить развитие аварии, имеют важную роль на данном рынке.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка

		Административно хозяйственное деление ЕЭС				
		Оптовые генерирующие компании (ОГК)	Территориальные генерирующие компании (ТГК)	Распределительные компании (РК)	Компании, занимающие оперативно-диспетчерским управлением	Сетевые компании (СК)
Условия бесперебойного энергоснабжения потребителя	Выбор местоположения, вида топлива, а также основного оборудования электростанций	х				
	Выбор местоположения, класса напряжения и основного оборудования подстанций	х	х	х		х
	Выбор схем системообразующей и распределительной сети			х		х
	Строительство и техническое обслуживание линий электропередач			х		х
	Управление режимами электрической сети, подготовка графиков ремонта оборудования				х	
	Непрерывная подготовка и повышения качества обслуживающего персонала	х	х	х	х	х
	Выбор противоаварийной автоматики					х

Выбор места установки и правильная настройка АЛАР способствует своевременному делению сети в необходимом месте, что может значительно

снизить экономический урон от протекания АР, что в свою очередь, положительно повлияет на все сектора энергетики.

7.2.2 SWOT- анализ проекта

Для проведения анализа внутренних и внешних факторов, влияющих на научное исследование, проводимое в рамках данной магистерской работы, воспользуемся таким инструментом, как матрица SWOT, представляющая разделение всех факторов на сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы (таблица 4). Сильные и слабые стороны – это внутренние черты научного исследования, следовательно, ему подконтрольные. Возможности и угрозы связаны с характеристиками рыночной/внешней среды и должны быть учтены при обосновании развития данного исследования.

Таблица 4 – Матрица SWOT

Strengths (сильные стороны) С1. Возможность своевременно выполнить деление сети в необходимом месте с целью уменьшения экономического ущерба от протекания долгого АР С2. Повышение точности исследования данной части энергосистемы С3. Повышение возможности анализа возникающих аварийных ситуаций	Weaknesses (слабые стороны) Сл1. Расчет производился только для одного режима Сл2. Неопределенность относительно сроков внедрения результатов исследования Сл3. Расчёт выполнен на ПО не используемым заказчиком
Opportunities (возможности) В1. Поощрение со стороны управляющих ЕЭС организаций (АО «Россети», АО «СО ЕЭС») В2. Возможность внедрения результатов проведенного исследования	Threats (угрозы) У1. Появление более полноценно реализованного расчетного проекта У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования У3. Появление более качественной (совершенной) ПА У4. Развитая конкуренция технологий производства

По итогам рассмотрения матрицы можно сказать, что данное научное исследование в частности, расчетный проект, реализуемый в рамках исследования, имеет значительное количество сильных сторон. Однако

существует принципиальная слабая сторона, связанная с особенностями проведения расчетов и исходных данных к ним.

Внешняя среда предлагает ряд возможностей, повышающих привлекательность рассматриваемого решения. Также присутствуют угрозы, среди которых особого внимания требует появление в самое ближайшее время наиболее точного расчета аварийных ситуаций данного района, что связано с последними тенденциями уточнения пределов динамической устойчивости электрических станций единой энергосистемы России.

7.2.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим готовность проекта к коммерциализации, заполнив соответствующий бланк (таблица 5).

Таблица 5 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	3

Продолжение таблицы 5

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	42	47

Значение $B_{\text{сум}} = 47$ позволяет говорить о средней готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Тем не менее, произведенная оценка готовности научной разработки требует дальнейшего совершенствования заготовки проекта, а, возможно, и более глубоких исследований в области маркетинга.

7.3 Инициация проекта

Инициация проекта ставит своей целью провести анализ осуществимости проекта и, в случае утвердительного ответа, авторизовать проект для исполнения в компании.

Авторизация проекта – получение официального разрешения на использование ресурсов компании (человеческих, денежных, организационных и т.п.) в проекте. Авторизация производится путем подписания руководством компании устава проекта.

Руководитель проекта должен быть назначен на этапе инициации. До формального назначения руководителя проекта основную работу на этапе инициации выполняет спонсор проекта, который выпускает Устав проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

На этапах инициации и планирования исполняющая организация задействует, как правило, свои лучшие ресурсы, которые необходимы в других проектах. Поскольку выходом процесса инициации может быть также (и чаще всего бывает) отказ организации от вхождения в проект, организация заинтересована в скорейшем ответе "да или нет" и минимизации задействования своих ресурсов на этапе инициации.

7.3.1 Цели и результат проекта

Реализация любого проекта преследует какую-либо определенную цель. Неправильно определенные цели и задачи, или цели без задач, приводят к тому, что в процессе реализации проекта возникают перерасход средств, конфликты между членами проектной команды, несоблюдение контрольных промежуточных пунктов и, как следствие, недовольство доноров проекта. Цель в большей степени представляет собой декларацию о намерениях, из которой должно быть ясно, в чем состоит важность проекта для общества.

Результат проекта. Под результатом проекта понимают продукцию, полезный эффект проекта. В качестве результата в зависимости от цели проекта, могут выступать: научная разработка; новый технологический процесс; программное средство строительный объект; реализованная учебная программа реструктурированная компания; сертифицированная система качества и т.д. по тому, насколько результат соответствует по своим затратным/доходным, инновационным, качественным, временным, социальным, экологическим и другим характеристикам запланированному уровню.

Таблица 6 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Филиал АО «СО ЕЭС» Иркутское РДУ	1. Выбор возмущений при которых нарушается синхронная динамическая устойчивость по ЭП 500 кВ ОЗ Иркутского РДУ, расчёт переходных процессов и определение ЭЦК при данных возмущениях; 2. Выбор вида устройства АЛАР; 3. Расчёт уставок срабатывания АЛАР, позволяющих произвести селективное деление энергосистемы.

Таблица 7 – Цели и результат проекта

Цели проекта	1. Расчет переходных процессов и определение ЭЦК. 2. Разработка вариантов деления сети при данных возмущениях; 3. Расчет уставок для АЛАР.
Ожидаемые результаты проекта	Выбор места установки АЛАР и правильной ее настройки. В дальнейшем планируется продолжить сотрудничество с АО «СО ЕЭС» в данном направлении.
Критерии приемки результата проекта	1. Полученные в результате проектирования уставки противоаварийной автоматики обязаны соответствовать требованиям селективности и быстродействия. 2. Полученные в ходе моделирования результаты обязаны соответствовать требованиям обеспечения допустимых параметров электроэнергетического режима. 3. Каналы передачи данных телеметрии и телемеханики должны быть зашифрованы по стандартам РФ для обеспечения нормальной работы центра управления данными терминалами.
Требования к результату проекта	Полученные в результате проектирования уставки противоаварийной автоматики обязаны соответствовать требованиям селективности и быстродействия.
	Стоимость проекта должна быть сопоставима по сравнению с аналогами, а в лучшем случае быть меньшей.
	Результаты проекта не должны быть в широком доступе для обеспечения энергетической безопасности Иркутской энергосистемы.

На данном этапе были определены заинтересованные стороны проекта, были определены цели и ожидаемые результаты проекта, а также критерии приемки результатов проекта заинтересованной стороной. В дальнейшем это позволит не допустить перерасход средств и избежать конфликтов между участниками проекта.

7.3.2 Организационная структура проекта

Организационная структура проекта – соответствующая проекту временная организационная структура, включающая всех его участников и создаваемая для успешного управления и достижения целей проекта.

Необходимость разработки организационной структуры объясняется тем, что для выполнения проекта создается команда проекта – новый временный рабочий коллектив, состоящий из специалистов различных структурных подразделений компаний со стороны Исполнителя и со стороны Заказчика. Как и для любого нового коллектива, для членов команды проекта необходимо определить проектные роли (временные должности), функции, обязанности, ответственность, полномочия и правила взаимодействия, а также организационную схему, отражающую отношения подчиненности.

Таблица 8 – Исполнители и их функции в создании проекта

п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Гусевский Эдуард Геннадьевич Иркутское РДУ <i>Начальник ОДС Иркутского РДУ</i>	Руководитель проекта	1. Консультации по особенностям ЭП 500 кВ ОЗ Иркутского РДУ и мест установки АЛАР в Иркутской энергосистеме.	232
2	Вайнштейн Роберт Александрович НИ ТПУ <i>Профессор Кафедра ЭЭС НИ ТПУ</i>	Эксперт	Анализ расчета установившихся и переходных процессов в Иркутской энергосистеме, подбор возмущений для расчёта переходных процессов.	392
3	Лобаненко Георгий Игоревич Иркутское РДУ <i>Специалист-стажер 1 категории</i>	Исполнитель по проекту	1. Расчет установившихся режимов и переходных процессов в Иркутской энергосистеме и их анализ; выбор вида АЛАР; 2. Расчет уставок АЛАР.	1320
ИТОГО:				1944

Проектную структуру представим в графическом виде на рисунке 33.



Рисунок 33 – Проектная структура исполнения работ

На данном этапе были определены исполнители и их функции в составе проекта, а также разработана структура исполнения работ. Правильно сформированная организационная структура проекта обеспечит его эффективное управление, планирование, исполнение в запланированные сроки, на определенном качественном уровне.

7.3.3 Ограничения и допущения

Ограничения и допущения сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
1. Бюджет проекта	9728,74 тыс. руб.
1.1 Источник финансирования	Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири, ПАО "ФСК ЕЭС"
2. Сроки проекта:	01 сентября 2015 г. – 30 мая 2016 г.
2.1 Дата утверждения плана управления проектом	31 августа 2015 г.
2.2 Дата завершения проекта	31 мая 2016 г.
3.3. Прочие ограничения и допущения*	-

В результате проведения инициализации проекта сформулированы цели и предполагаемые результаты, определены заинтересованные стороны проекта и финансовые рамки, что очень важно для успешного завершения и его реализации.

7.4 Структура работ в рамках научного исследования

7.4.1 Иерархическая структура работ

Иерархическая структура работ – это иерархическое разбиение всей работы, которую необходимо выполнить для достижения целей проекта, на более мелкие операции и действия до такого уровня, на котором способы выполнения этих действий вполне ясны и соответствующие работы могут быть оценены и спланированы. Она включает также определение промежуточных результатов всех составляющих эту структуру работ.

Иерархическая структура работ имеет следующие характеристики:

- описывает с необходимой точностью содержание работ по проекту;
- определяет весь объем работ по проекту;
- формируется в виде иерархической структуры;
- представляет объем работ по пакету как перечень работ, имеющих измеримый или сравнимый результат;
- имеет объективный или измеримый результат, который рассматривается как результат работы по пакету или совокупность результатов работ.

Содержание всего проекта работ определено и структурировано в виде иерархии, показанной в Приложении Г, на рисунке Г.1.

7.4.2 Контрольные события проекта

Список контрольных событий – список важных моментов или событий проекта. Список контрольных событий определяет все контрольные события. Контрольные события проекта представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Контрольные события проекта

п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Контроль собранной информации	26.10.2015	Произведен обзор литературы, публикаций и научных исследований по теме магистерской диссертации. Обозначены наиболее часто возникающие проблемы и сложности при проектировании АЛАР. Выявлены основные программные комплексы, удовлетворяющие требованиям по выполнению расчетов в диссертации. Проанализирован энергорайон, в котором будет производиться расчет противоаварийной автоматики. <i>(см. разделы ВКР реферат, введение, обзор литературы, объект и методы исследования, глава 1)</i>
2	Расчет установившегося режима Иркутской энергосистемы;	04.03.2016	Моделирование данной схемы в программном комплексе “Mustang”. Расчет режима и его регулирование. Анализ последующего режима.
3	Расчет переходных режимов в Иркутской энергосистеме;	20.04.2016	Моделирование данной схемы в программном комплексе “Mustang”. Выбор возмущений; расчёт переходных процессов и определение места ЭЦК при выбранных возмущениях
4	Выбор вида АЛАР; расчет уставок срабатывания АЛАР	15.05.2016	Проведение специальных работ, направленных на выявление слабых сторон расчетной части работы. Проверка надежной ликвидации аномального режима при различных видах возмущений
5	Готовность подпроектов и приложений ВКР	30.05.2016	Определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования

В рамках данного раздела были определены ключевые события проекта, их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты.

7.4.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Календарный план проекта

Код	Название	Длит-ть, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Анализ текущего состояния проблемы				
1.1	Оценка сложившейся ситуации в энергорайоне Иркутской энергосистемы	12	01.09.2015	16.09.2015	Исполнитель Эксперт Руководитель
1.2	Анализ прогнозируемых уровней энергопотребления и балансов мощностей в рассматриваемом энергорайоне Иркутской энергосистемы.	4	17.02.2015	22.09.2015	Эксперт Исполнитель
1.3	Обзор литературы и публикаций, связанных с вопросами применения и эффективности работы различных видов АЛАР	24	23.09.2015	26.10.2015	Исполнитель
2	Требования к проекту				
2.1	Изучение требований к проекту со стороны государственных органов и фирмы-изготовителя	12	27.10.2015	12.11.2016	Исполнитель
2.2	Изучение программных комплексов, с помощью которых можно произвести данное моделирование	16	13.11.2015	06.12.2015	Эксперт Исполнитель
3	Проведение основных расчетов				
3.1	Расчет установившегося режима рассматриваемого энергорайона Иркутской энергосистемы	20	07.12.2015	11.01.2016	Исполнитель
3.2	Расчет переходных режимов	20	12.01.2016	08.02.2016	Исполнитель
3.3	Выбор вида АЛАР; расчёт уставок срабатывания	19	09.02.2016	09.03.2016	Исполнитель
3.4	Проверка чувствительности уставок АЛАР, согласно нормативным документам	17	10.03.2016	04.04.2016	Эксперт Руководитель
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение				
4.1	Предпроектный анализ	4	05.04.2016	10.04.2016	Исполнитель
4.2	Инициация проекта	4	11.04.2016	14.04.2016	Исполнитель
4.3	Планирование управления научно-техническим проектом	6	15.05.2016	22.04.2016	Исполнитель
4.4	Эффективность исследования	9	23.04.2016	10.05.2016	Исполнитель
5	Социальная ответственность				
5.1	Безопасность в ЧС	8	11.05.2016	20.05.2016	Исполнитель
5.2	Региональная безопасность	4	21.05.2016	26.05.2016	Исполнитель
5.3	Техногенная безопасность	3	27.05.2016	31.05.2016	Исполнитель
Итого		182			

Календарный план-график для наглядной иллюстрации работы над проектом представлен в Приложении Д, таблица Д.1.

7.5 Бюджет НИР

При подсчете бюджета НИР должно быть обеспечено полное отражение всех видов расходов, которые связаны с выполнением работы.

Рассчитанные затраты будут отражать минимальную величину бюджета НИР.

В процессе формирования бюджета НИР используется следующая группировка затрат по статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- стоимость оборудования.

1) Расчет стоимости оборудования.

В данной работе расчет установившихся режимов и переходных процессов было использовано специальное ПО: "Mustang". Данное ПО находится в свободном доступе, следовательно, не требует затрат на приобретение лицензии.

Затраты на оборудование сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Стоимость оборудования

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество, шт	Затраты, руб.
Офисная техника			
Компьютер	39080	1	39080
Клавиатура	460	1	460
Мышь	460	1	460
ПО Медиа Windows Vista Business Rus	7790	1	7790
ПО Медиа Office 2013 на 1 ПК, DVD-диск	3590	1	3590
ИТОГО			51380

Расходы на оборудование составили $Z_m = 51380$ руб.

Амортизация оборудования составит (длительность проекта составляет 225 дней)

$$A = \frac{51380}{3 \cdot 365} \cdot 225 = 10557,53 \text{ руб.}$$

2) Основная заработная плата исполнителей темы.

Для расчета заработной платы будем исходить из того, что в составе рабочей группы у нас находятся 3 человека: исполнитель (студент) в качестве специалиста-стажера по месту прохождения практики, руководитель (научный руководитель по месту прохождения практики) и эксперт (научный руководитель в ТПУ). Из календарного план графика найдем занятость каждого из участников. Для исполнителя занятость в НИР составляет 165 дней; для руководителя – 29 дней; для эксперта – 49 дня.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИР и определяется по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (принимается 20% от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{мес} \cdot t_{мес},$$

где $t_{мес}$ – затраченное время на работу сотрудником в месяцах (отношение всех отработанных дней к 24 рабочим дням в месяце);

$Z_{мес}$ – заработная плата работника за один месяц, руб.

Зарплата за один месяц рассчитывается по формуле:

$$Z_{мес} = C_{ОКЛАД} \cdot K_{РН},$$

где $C_{ОКЛАД}$ – месячный должностной оклад работника, руб.

$K_{РН}$ – районный коэффициент (для Томска 1,3; для Иркутска 1,6).

В таблице 13 приведен расчет заработной платы по данному проекту, учитывая различные коэффициенты и базовый оклад каждого из работников.

Таблица 13 – Расчет заработной платы за время проведения НИР

Исполнитель	$C_{ОКЛАД}$, руб.	$Z_{мес}$, руб	$Z_{доп}$, руб	T_p , дн.	$\Sigma Z_{осн}$, руб	$\Sigma Z_{доп}$, руб	$\Sigma Z_{зн}$, руб
Руководитель	52600	84160	3506,7	29	257778,0	51555,6	309333,6
Эксперт	28500	37050	1543,8	49			
Исполнитель	9000	11700	487,5	165			

Итого по данной статье предусматривается финансирование в размере $\Phi ЗП = 309333,6$ руб.

3) Отчисления на социальные нужды.

Данные расходы включают обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Затраты на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot \sum Z_{зн},$$

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

Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 30%.

$$Z_{внеб} = 0,3 \cdot 309333,6 = 92800,08 \text{ руб.}$$

4) Накладные расходы.

Данная статья расходов учитывает прочие затраты в процессе научно-исследовательской работы: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Затраты на накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$Z_{накл} = k_{нр} \cdot \sum Z_{осн},$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, $k_{нр} = 16\%$.

$$Z_{накл} = 0,16 \cdot 257778 = 41244,48 \text{ руб.}$$

5) Расчет капиталовложений заказчика

Полученные затраты на проведение НИР сведены таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Амортизация оборудования	10557,53
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	257778,00
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	51555,60
4. Отчисления на социальные нужды	92800,08
5. Накладные расходы	41244,48
6. Полная себестоимость НИР	453935,69

Затраты на НИР ($K_{НИР}$) составили 453935,69 руб. Затраты на НИР данного исследования получились меньше, чем по сравнению со средними затратами на НИР в схожих проектах.

7.6 Расчет капитальных затрат на оборудование

Для реализации данного проекта необходима установка нового оборудования ПА.

Оборудование, необходимое для реализации проекта и его стоимость представлены в таблице 15. Затраты на монтаж оборудования принимаются в размере 20% от общей стоимости оборудования.

Прочие непредвиденные расходы принимаются в размере 1% от общей стоимости приобретения оборудования и затрат на его монтаж.

Накладные расходы принимаются в размере 30% от общей стоимости приобретения оборудования и затрат на его монтаж.

Расчет капитальных затрат на оборудование представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт капитальных затрат

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена за единицу, тыс.руб.	Стоимость, тыс.руб.
Шкаф КПА-М с функциями АЛАР	1	2000,0	2000,0
Устройство передачи аварийных сигналов и команд	1	900,0	900,0
Цифровой мультиплетор организации технологических каналов ПА	1	3000,0	3000,0
Общая стоимость оборудования			5900,0
Затраты на монтаж оборудования			1180,0
Затраты на оборудование и монтаж			7080,0
Прочие непредвиденные расходы			70,8
Накладные расходы			2124,0
ИТОГО			9274,8

Общая себестоимость установки устройства АЛАР составила $K_M = 9274800$ руб.

Суммарные капитальные вложения

Суммарные капитальные затраты на проведение НИР, которые составили $K_{НИР} = 453935,69$ руб., а также капитальные затраты на оборудование, которые составили $K_M = 9274800$ руб.

Суммарные капитальные вложения

$$\Sigma K = K_{НИР} + K_M = 453935,69 + 9274800 = 9728735,69 \text{ руб.}$$

Суммарные капитальные вложения составили 9728735,69 руб.

На ВЛ 500 кВ данном участке электропередачи уже установлен АЛАР со стороны УПК Тыреть. При отказе данного устройства АЛАР асинхронный режим может продолжаться длительное время, что может привести к массовому отключению потребителей, нарушению технологических процессов и браку продукции на производстве.

Данный проект – установка АЛАР на ВЛ 500 кВ Тулун-УПК Тыреть со стороны ПС 500 кВ Тулун повысит вероятность успешного и своевременного деления сети при возникновении АР.

7.7 Определение ресурсной эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Так как определение финансовой эффективности не представляется возможным в данном случае, произведем оценку ресурсоэффективности научной разработки.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения НИР можно определить следующим образом:

$$I_p = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i,$$

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

a_i – весовой i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,
устанавливается экспертным путем по выбранной шкале
оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в
форме таблицы (таблица 16).

Таблица 16 – Оценка ресурсоэффективности проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исходная модель (эквивалентированная)	Подробная модель (подробное моделирование РУ)
Простота подготовки модели	0,091	4	3
Выполнение оперативных переключений	0,152	2	5
Наглядность	0,082	3	5
Точность результатов	0,209	3	4
Получение подробных результатов для узких мест	0,322	2	5
Пригодность для использования в данном проекте	0,144	3	4
ИТОГО	1	2,617	4,465

В данном разделе была определена ресурсоэффективность проекта по интегральному показателю эффективности НИР. Создание подробной модели исследуемого энергорайона (подробное моделирование РУ) позволило повысить точность проекта, путем точного моделирования оперативных переключений в данной НИР.

7.8 Выводы по разделу

В данной главе был определен коммерческий потенциал проекта, приведен процесс организации научного исследования и бюджет его реализации, а также ресурсоэффективность проекта.

Бюджет НИР составил 505315,69 руб.

Время, затраченное для производства работ:

- для исполнителя – 165 дней;
- для руководителя – 29 день;
- для эксперта – 49 дня.

Суммарные капиталовложения на установку ПА составили 9728735,69 руб.

В данном разделе также было сделано экономическое обоснование установки устройства АЛАР со стороны ПС 500 кВ Тулун с точки зрения ресурсоэффективности, что являлось основной целью этого раздела.

Данный проект – установка АЛАР на ВЛ 500 кВ Тулун-УПК Тыреть со стороны ПС 500 кВ Тулун повысит вероятность успешного и своевременного деления сети при возникновении АР.

Список публикаций студента

Год публикации	Наименование	Название издания
2015	Исследование фазового управления для обеспечения синхронной динамической устойчивости	Труды VI международной научно-технической конференции "Электроэнергетика глазами молодежи" 9-13 ноября 2015г.
2015	Исследование фазового управления для обеспечения синхронной динамической устойчивости	Труды XXI международной научной конференции «Современные техника и технологии»
2014	HVDC transmission system	Труды XIV Российской научно-практической конференции "Мировая культура и язык: взгляд молодых исследователей"