

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

Институт - Энергетический институт
Направление подготовки - Электроэнергетика и электротехника
Кафедра - Электроэнергетические системы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
АНАЛИЗ ОГРАНИЧЕНИЙ ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС В СЕТЬ 220 КВ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ИХ СНЯТИЯ

УДК 621.311.21 – 016 (571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Р	Андрienко А.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен уметь)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен уметь)
P9	Применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Проводить предварительное 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.
P12	Проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.
P13	Участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Осуществлять монтаж, регулировку, испытания, подготовить к сдаче в эксплуатацию, осуществлять наладку и опытную проверку электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P15	Осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; 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 - Энергетический институт
Направление подготовки - Электроэнергетика и электротехника
Кафедра - Электроэнергетические системы

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4Р	Андрienko Александр Владимирович

Тема работы:

Анализ ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ и разработка мероприятий для их снятия
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>В качестве объекта исследования принять Красноярскую гидравлическую электростанцию. В качестве исходных данных использовать расчетные модели Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ, выполненные в программно-вычислительных комплексах RastrWin и EUROSTAG, данные о параметрах оборудования, приведенные в Положении по управлению режимами работы энергосистемы Красноярского края и Республики Тыва в операционной зоне Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ.</i>
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки и техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Провести расчет предельных перетоков в сечении «Выдача мощности Красноярской ГЭС 1Г-6Г» по критериям: обеспечения статической устойчивости, динамической устойчивости и допустимой токовой нагрузки; - Определить и проанализировать возможные ограничения выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ; - Рассмотреть мероприятия для уменьшения и/или полного снятия определенных в работе ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ; - Сделать выводы о проделанной работе.
<p>Перечень графического материала</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Упрощенная схема электрических соединений Красноярской ГЭС; - Временные диаграммы работы РЗ при нормативных возмущениях; - Диаграммы изменений углов ротора и активной мощности гидрогенераторов Красноярской ГЭС в электромеханических переходных процессах.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель кафедры менеджмента Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности к.т.н. Бородин Юрий Викторович
Раздел ВКР на иностранном языке	Доцент кафедры иностранных языков ЭНИН к.п.н. Е.С. Тарасова

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

Fast method of assessing transient stability

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4P	Андриенко А.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4P	Андриенко Александр Владимирович

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. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость оборудования принимается ориентировочная согласно смете затрат собственников энергообъектов на создание ПА в Центральном узле энергосистемы операционной зоны Красноярского РДУ [3], а также [4] – Годовой отчет ПАО «Красноярская ГЭС» за 2014 г.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные страховые фонды, которые составляют 30 %.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>	<i>Предпроектный анализ. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Оценка готовности проекта к коммерциализации. SWOT- анализ проекта.</i>
2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Расчет рисков исследования, строительство календарного плана проекта, маркировка контрольных событий и строительство иерархии структуры работ</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>В ходе проектирования была проведена относительная и абсолютная оценка эффективности исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений*
2. *Матрица SWOT*

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	А.В. Андриенко		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4P	Андриенко Александр Владимирович

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»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i> 	<p>Описание рабочего места специалиста Отдела устойчивости и противоаварийной автоматики Службы электрических режимов Красноярского РДУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Переутомление кистей рук, длительные статические нагрузки, излучение монитора, психологическое влияние окружающей цветовой гаммы.</i> - <i>Возможность поражения электрическим током, возможность возникновения заболеваний при неправильном расположении монитора, клавиатуры, стула и стола</i>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p><i>Были рассмотрены различные нормативы, стандарты, строительные нормы и правила, связанные с работой персонала с персональными компьютерами</i> <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></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой</i> 	<p><i>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, рабочего места специалиста СЭР, было решено рассмотреть воздействие шума, освещения, электромагнитного излучения, а также эргономические требования к рабочему месту,</i></p>

<p><i>размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p><i>несоответствие параметров микроклимата</i></p>
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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) 	<p><i>В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды были выбраны механические факторы, электробезопасность, пожаробезопасность.</i></p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности на основании НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Утилизация ламп дневного света</i></p>
<p>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<p><i>Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией в здании является – пожар</i></p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p><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></p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию</p>	<p>-</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		18.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4P	Андриенко Александр Владимирович		18.04.2016

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»
 Уровень образования Магистратура
 Кафедра «Электроэнергетические системы»
 Период выполнения Весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.01.2016	Составление и утверждение задания	
17.03.2016	Подбор и изучение материалов по теме	
21.03.2016	Подготовка исходных данных	
25.03.2016	Расчет режимов работы ЭС	
01.04.2016	Расчет электромеханических переходных процессов	
08.05.2016	Оценка полученных результатов	
30.05.2016	Оформление пояснительной записки	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедры	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроэнергетических систем	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 112 с., 23 рис., 30 табл., 43 источника, 3 прил.

Ключевые слова: ограничение мощности, гидравлическая электростанция, статическая устойчивость, динамическая устойчивость, допустимая токовая нагрузка, противоаварийная автоматика, программно-вычислительные комплексы.

Объектом исследования является Красноярская ГЭС.

Цель работы – определение и анализ ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ, разработка мероприятий для их снятия.

В процессе исследования проводились расчеты нормальных режимов исследуемой энергосистемы, расчеты допустимой токовой нагрузки оборудования и воздушных линий электропередачи, расчеты электромеханических переходных процессов.

В результате исследования определены ограничения выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ, представлены мероприятия, позволяющие уменьшить или полностью снять ограничения выдачи мощности Красноярской ГЭС-220 кВ.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: расчетные модели Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ, выполненные в программно-вычислительных комплексах RastrWin и EUROSTAG.

Степень внедрения: результаты работы могут использоваться при проектировании системы противоаварийной автоматики Центрального узла энергосистемы Красноярского края в операционной зоне Филиала ОАО "СО ЕЭС" Красноярское РДУ.

Область применения: электрические станции, высоковольтные линии электропередачи, противоаварийная автоматика.

Экономическая эффективность/значимость работы: в рамках работы произведены расчеты, выполняемые на практике специалистами Службы электрических режимов. Результаты подобных расчетов используются для планирования режимов работы энергосистем и функционирования Открытого рынка электроэнергии и мощности.

В будущем планируется: провести расчеты с целью определения дополнительных мер по уменьшению/снятию ограничений выдачи мощности и сравнение их эффективности с предложенными в работе.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе применяются термины и определения, принятые согласно следующим стандартам и нормативным документам:

1. Стандарт ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.240.007-2008 Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем.
2. Методические указания по устойчивости энергосистем. Утв. приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 277.
3. Правила оперативно-диспетчерского управления. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 854
4. Стандарт «Электроэнергетика. Термины и определения» СТО 17330282.27.010.001-2008 от 17.06.2008.

Термины и определения:

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.

Диспетчерский центр – структурное подразделение организации - субъекта оперативно-диспетчерского управления, осуществляющее в пределах закрепленной за ним операционной зоны управление режимом энергосистемы;

Режим работы системы – совокупность процессов, характеризующих работу ЭС и ее состояние в любой момент времени.

Параметры режима – показатели, характеризующие режим энергосистемы: значения мощностей, напряжений, частоты. Связаны между собой параметрами системы.

Параметры системы – сопротивления, проводимости, коэффициенты трансформации, постоянные времени, а также электродвижущие силы (э.д.с.) источников и задающие токи (мощности) нагрузок. Определяются физическими свойствами элементов.

Операционная зона – территория, в границах которой расположены объекты электроэнергетики и энергопринимающие установки потребителей электрической энергии, управление взаимосвязанными технологическими режимами работы которых осуществляет соответствующий диспетчерский центр;

Нормальный режим – режим энергосистемы, при котором все потребители снабжаются электрической энергией в соответствии с договорами и диспетчерскими графиками, а значения технических параметров режима энергосистемы и оборудования находятся в пределах длительно допустимых значений, имеются нормативные оперативные резервы мощности и топлива на электростанциях.

Установившийся режим – режим работы энергосистемы, при котором параметры режима могут приниматься неизменными.

Вынужденный режим – характеризуется вынужденными перетоками мощности в сечениях (выше максимально допустимого, но не превышающий аварийно допустимого перетока мощности).

Аварийный режим – режим энергосистемы с параметрами, выходящими за пределы требований технических регламентов, возникновение и длительное существование которого представляет недопустимую угрозу жизни людей, повреждения оборудования и ведет к ограничению подачи электрической и тепловой энергии в значительном объеме.

Послеаварийный режим – наступает после ликвидации возмущения в ЭЭС. При этом параметры послеаварийного режима могут быть как близкими к параметрам исходного режима, так и значительно отличаться от них.

Установленная электрическая мощность – суммарное значение наибольшей активной электрической мощности (МВт), с которой электроустановки могут длительно работать без перегрузки в соответствии с техническими условиями или паспортом на оборудование.

Устойчивость энергосистемы – способность энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму работы после различного рода возмущений

Статическая устойчивость энергосистемы – способность энергосистемы возвращаться к исходному или близкому к нему установившемуся режиму после малых возмущений. Под малым возмущением режима энергосистемы понимается такое возмущение, при котором изменения параметров несоизмеримо малы по сравнению со значениями этих параметров.

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

Математическая модель – упрощенное описание режима в виде математических соотношений, устанавливающих количественные связи между основными величинами, его характеризующими.

Используемые сокращения:

АДП – Аварийно допустимый переток (активной мощности)

АДТН – Аварийно допустимая токовая нагрузка

АОПО – Автоматика ограничения перегрузки оборудования

АРЗКЗ – Автоматика разгрузки при затяжных коротких замыканиях

ВЛ – Воздушная линия

ГЭС – Гидроэлектростанция

ДДТН – Длительно допустимая токовая нагрузка

ЕЭС – Единая энергетическая система

КЗ – Короткое замыкание

ЛЭП – Линия электропередачи

МДП – Максимально допустимый переток (активной мощности)

ОГ – Отключение генераторов

ОДУ – Объединенное диспетчерское управление

ОРУ – Устройство распределительное открытое

ОЭС – Объединенная энергетическая система

ПА – Противоаварийная автоматика

ПВК – Программно-вычислительный комплекс

ПС – Электрическая подстанция

ПЭВМ – Персональная электронно-вычислительная машина

РДУ – Региональное диспетчерское управление

РЗиА – Релейная защита и автоматика

РМ – расчетная модель

РУ – Распределительное устройство

СКРМ – Средства компенсации реактивной мощности

СЭР – Служба электрических режимов

УРОВ – Устройство резервирования отключения выключателя

ФТКЗ – Фиксация тяжести короткого замыкания

ЭЭС – Электроэнергетическая система

FACTS – Flexible Alternative Current Transmission Systems

(гибкие системы передачи переменного тока)

Оглавление

Введение.....	17
1. Обзор литературы	19
2. Объект и методы исследования	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Характеристика Центрального энергорайона, входящего в состав операционной зоны Красноярского РДУ	Ошибка! Закладка не определена.
2.2. Описание Красноярской ГЭС	Ошибка! Закладка не определена.
2.3. Методы исследования	Ошибка! Закладка не определена.
3. Расчет допустимой выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ	Ошибка!
3.1. Расчет допустимой выдачи мощности Красноярской ГЭС-220 кВ по критерию обеспечения статической устойчивости и допустимой токовой нагрузки ВЛ и оборудования	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.1 Описание расчетной модели	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.2 Расчет допустимых перетоков активной мощности по критерию обеспечения статической устойчивости	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.3 Расчет допустимого перетока активной мощности в контролируемом сечении по критерию обеспечения допустимой токовой нагрузки линий электропередачи и электросетевого оборудования в нормальной (ремонтной) схеме и в послеаварийных режимах	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.4 Мероприятия для уменьшения и снятия ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ по критерию допустимой токовой нагрузки	Ошибка! Закладка не определена.
3.2. Исследование динамической устойчивости генерирующего оборудования Красноярской ГЭС-220 кВ	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.1 Описание расчетной модели	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.2 Параметры оборудования, учитываемые при расчете переходных процессов	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.3 Расчет допустимой выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ по критерию обеспечения динамической устойчивости	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.4 Графическая часть, описывающая изменение режимных параметров в переходном процессе	Ошибка! Закладка не определена.
3.2.5 Мероприятия для снятия ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ по критерию обеспечения динамической устойчивости генерирующего оборудования	Ошибка! З
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	22
Введение.....	22

4.1. Предпроектный анализ	22
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	23
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	24
4.1.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации	26
4.1.4. SWOT-анализ проекта	28
4.2. Инициализация проекта	29
4.2.1. Цели и результат проекта.....	29
4.2.2. Организационная структура проекта.....	31
4.3. Планирование управлением научно-техническим проектом.....	32
4.3.1. Иерархическая структура работ	32
4.3.2. Контрольные события проекта.....	33
4.3.3. План проекта	33
4.3.4. Бюджет научного исследования.....	36
4.3.5. Матрица ответственности.....	40
4.3.6. Реестр рисков проекта	41
4.4. Определение экономической эффективности исследования	42
Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	44
5. Социальная ответственность	Ошибка! Закладка не определена.
Введение.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1. Производственная безопасность .	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.2. Вредные производственные факторы и мероприятия для их устранения	Ошибка! Закладка не определена.
5.2. Экологическая безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
5.3. Защита в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Ошибка! Закладка не определена.
Выводы по разделу «Социальная ответственность»	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список публикаций автора.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А. Результирующие таблицы	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Б. Контрольные пункты по напряжению	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение В. Раздел ВКР на иностранном языке	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Основные критерии проектирования Единой национальной энергетической сети (ЕНЭС) подразумевают обеспечение всех субъектов оптового рынка условиями как для беспрепятственной поставки на рынок собственной продукции, так и для получения этой продукции с рынка в необходимом объеме, а также на минимизацию технических ограничений и снижение затрат на производство, транспорт и распределение электрической энергии за счет ввода электросетевых объектов [5]. В то же время строительство крупного энергетического объекта – проект долгосрочный, и под влиянием ряда факторов за время реализации могут возникать отступления от первичного проекта или не полная/не качественная реализация предусмотренных решений, что может послужить причиной возникновения дальнейших проблем эксплуатации энергосистемы. Одной из возможных проблем являются ограничения выдачи мощности электрических станций.

Ограничения мощности электрических станций могут быть связаны с техническим состоянием оборудования, вновь введенными или усиленными требованиями по охране окружающей среды, снижением располагаемого напора ниже расчетного (для ГЭС) и др.

Также ограничения мощности электростанций могут иметь системный характер и быть обусловлены недостаточной пропускной способностью сетей и невозможностью передачи мощности в смежные энергосистемы и Объединенные энергетические системы (ОЭС). Так, например, проблема «запертой» мощности электрических станций актуальна для ОЭС Северо-Запада, ОЭС Урала и ОЭС Сибири, и согласно утвержденной приказом Минэнерго России от «1» марта 2016 г. № 147 Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2016 – 2022 годы, величина невыдаваемой мощности в период с 2016 по 2022 годы составит 10 134 - 8 683 МВт [6].

Для рассмотрения данной проблемы в качестве объекта исследования выбрана Красноярская гидравлическая электростанция (Красноярская ГЭС), расположенная на территории Красноярской энергосистемы, а в качестве предмета исследования – ограничения выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ.

Выбор объекта и предмета исследования согласован со специалистами Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ. В качестве исходных данными Красноярского РДУ предоставлены реальные данные о балансовой ситуации в Красноярской энергосистеме, технических характеристиках и составе оборудования, расположенного в операционной зоне Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ. Все расчеты выполнены на действующих расчетных моделях, что определяет прикладной характер результатов работы.

Цели работы включают:

1. Определение и анализ ограничений выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ по критериям:
 - обеспечения нормативных запасов статической устойчивости;
 - допустимой токовой нагрузки оборудования в схеме выдачи мощности;
 - обеспечению динамической устойчивости генерирующего оборудования Красноярской ГЭС, выдающего мощность в сеть 220 кВ (Красноярская ГЭС-220 кВ).
2. Анализ возможных мероприятий для уменьшения или же полного снятия определенных в работе ограничений выдачи мощности.

1. Обзор литературы

Ограничения мощности электрической станции подразделяются на четыре вида:

1. Технические;
2. Сезонные;
3. Временные;
4. Системные.

К техническим ограничениям относится снижение установленной мощности станции из-за неудовлетворительного состояния установленных на ней агрегатов, не устранимого во время капитальных ремонтов, а также из-за наличия конструктивных дефектов или несоответствия производительности отдельного оборудования установленной мощности электростанции [4, 7].

Устранение технических ограничений мощности сопровождается значительными материальными затратами и длительным остановом оборудования. Нередко такие мероприятия экономически нецелесообразны, в таких случаях производится перемаркировка установленной мощности оборудования электростанций в соответствии с действующим в отрасли порядком.

При сезонных ограничениях имеет место снижение установленной мощности станций из-за действия внешних сезонно повторяющихся факторов. Для тепловых станций – это ухудшение вакуума в конденсаторах турбин вследствие повышения температуры охлаждающей воды в летний период, сезонные изменения тепловых нагрузок; для гидравлических электростанций – снижение располагаемого напора ниже расчетного из-за проектной сезонной сработки водохранилища, образование ледового подпора.

К временным ограничениям относят несколько типов ограничений:

- режимные ограничения, например, снижение установленной мощности агрегата из-за недостатка тепловых нагрузок (на турбинах типа P) [7];
- Ограничения из-за сжигания непроектного топлива или топлива ухудшенного качества;
- Ограничения связанные с периодом маловодья;
- Экологические ограничения - снижение установленной мощности из-за проведения природоохранных мероприятий.

Системные ограничения связаны с недостаточной пропускной способностью электрических связей, определяющих режим работы и уровень нагрузок оборудования электростанций. Причины возникновения системных ограничений мощности станций могут иметь различный характер: ошибки на стадии проектирования электрической станции, недостаточное развитие электрических сетей вследствие нереализованных или частично реализованных проектов. Избытки мощности при недостаточной пропускной способности внешних электрических связей приводят к наличию невыдаваемой или «запертой» мощности.

Проблема «запертой» мощности является комплексной инженерной задачей, решение которой сопряжено с техническими и географическими особенностями рассматриваемой электростанции и энергосистемы, в которой она расположена. В рамках этой задачи могут рассматриваться вопросы:

- совершенствования методов расчета и анализа устойчивости;
- обеспечения нормативных запасов статической аperiodической устойчивости;
- повышения уровня допустимых токовых нагрузок элементов сети;
- обеспечения динамической устойчивости генерирующего оборудования электрических станций.

При оценке устойчивости принимается ряд допущений, не позволяющих при определенных условиях добиться требуемой точности. Работы, посвященные выявлению недостатков существующих методов оценки устойчивости и их совершенствованию, такие как [8, 9], напрямую не относятся к проблеме «запертой» мощности, но их результаты могут быть применены при ее решении.

Более очевидную связь с ограничениями выдачи мощности имеют труды, в которых рассматриваются вопросы повышения статической и динамической устойчивости, повышения величины длительно допустимой токовой нагрузки линий электропередачи. Несмотря на то, что методы определения ограничений и сами ограничения достаточно стандартны [10, 11, 12], существуют различные способы снятия этих ограничений от применения устройств ПА и СКРМ до установки FACTS [13, 14]. При этом в работах может быть представлен как комплекс мероприятий по уменьшению ограничений выдачи мощности станций, так и конкретный вид управляющих воздействий. Так, например, в [15] рассматривается ускорение УРОВ, его влияние на динамическую устойчивость генерирующего оборудования Березовской ГРЭС.

Перед написанием данной работы проанализированы методы и ход аналогичных исследований [16, 17], предоставленных сотрудниками Службы электрических режимов Филиала ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В условиях рыночной экономики реализация каждого технического проекта рассматривается с точки зрения его экономической привлекательности. Именно лучшее соотношение цены и качества дают жизнь проекту.

Выбор технического решения из всех предложенных вариантов опирается на сравнении следующих показателей: объем необходимых капитальных вложений, сроки реализации и соответствие всем техническим нормам, выдвинутым к проекту.

В связи с этим целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

В данной работе представлены три основных этапа выполнения проекта:

1. Предпроектный анализ
2. Инициация проекта.
3. Планирование проекта.

2.1. Предпроектный анализ

На стадии предпроектного анализа определяются основные показатели заинтересованности инвесторов и участников проекта, что позволяет выполнить предварительный анализ рисков. Для осуществления предпроектного анализа используется упрощенная схема, в которой рассматриваются только потенциальные потребители результатов исследования, проанализировав конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также произведем оценку готовности проекта к коммерциализации.

2.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Сегмент рынка – электроэнергетика, критерии сегментирования:

- Отрасль (энергетика);
- Определенная услуга (проектирование противоаварийной автоматики линии электропередачи).

Таблица 1 – 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	X				
	Выбор местоположения, класса напряжения и основного оборудования подстанций	X	X	X		X
	Выбор схем системообразующей и распределительной сети			X		X
	Строительство и техническое обслуживание линий электропередач			X		X
	Управление режимами электрической сети, подготовка графиков ремонта оборудования				X	
	Непрерывная подготовка и повышения качества обслуживающего персонала	X	X	X	X	X
	Выбор противоаварийной автоматики					X

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.

Основным сегментом данного рынка являются сетевые компании, осуществляющие передачу электрической энергии от электростанции до некоторых категорий потребителей. Передача электрической энергии сетевыми компаниями осуществляется с помощью высоких и сверхвысоких напряжений.

Сегментом, на который ориентирована цель магистерской диссертации, является дополнительная проработка вопроса по проектированию противоаварийной автоматики.

В будущем предполагается применение данных методик по проектированию во многих сетевых компаниях и их филиалах.

2.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Необходимость в защите от перегрузок электроэнергетического объекта является обязательной составляющей в обеспечении безопасной работы электрической сети, что привело к высокой конкуренции на рынке устройств ПА. Среди разработчиков различных типов противоаварийной автоматики можно выделить, как отечественных, так и зарубежных производителей. При анализе конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения были выбраны три различных программных комплекса, с помощью которых можно провести моделирование.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения направлен на проведение сравнительной эффективности научной разработки и определение направления для ее будущего повышения, таблица 12.

В таблице 12:

- под индексом «ф» приводится оценка расчетов установившихся режимов Центрального энергорайона операционной зоны Красноярского РДУ, с помощью программного комплекса «RastrWin3», расчет переходных процессов и выбор вариантов противоаварийной автоматики, эффективно действующей в данном районе, с помощью ПК «Eurostag»;
- под индексом «1» приводится оценка расчетов установившихся режимов Центрального энергорайона операционной зоны Красноярского РДУ, расчет переходных процессов и выбор вариантов противоаварийной автоматики, эффективно действующей в данном районе, с помощью ПК «Mustang»;
- под индексом «2» приводится оценка расчетов установившихся режимов Центрального энергорайона операционной зоны Красноярского РДУ, с помощью программного комплекса «RastrWin 3», расчет переходных процессов и выбор вариантов противоаварийной автоматики, эффективно действующей в данном районе, с помощью ПК «Rustab».

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки		Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
			Б _ф	Б ₁	Б ₂	К _ф	К ₁	К ₂
1		2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1	Точность моделирования	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
2	Возможность моделирования различных видов электрических машин	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
3	Время расчета	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
4	Вид исходных данных	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
5	Доступность программного продукта	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
6	Интегрированность с другими комплексами	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25

7	Возможность расчета переходных режимов	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
8	Возможность моделирования широкого спектра возмущений	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
9	Различные способы представления полученных результатов	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
10	Моделирование действий релейной защиты и противоаварийной автоматики	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
11	Возможность просмотра структурной схемы энергообъекта	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
12	Пользовательский интерфейс	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
13	Частота программного обновления	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
14	Системные требования компьютера для нормального процесса работы в программном комплексе	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
15	Возможность расчета сразу нескольких коротких замыканий	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
16	Знание программного комплекса специалистами в области электроэнергетики	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Экономические критерии оценки эффективности								
1	Конкурентоспособность технологии	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
2	Цена	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
3	Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
4	Финансирование научной разработки	0,05	5	1	5	0,25	0,05	0,25
Итого		1				4,7	4,1	4,4

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что целесообразнее использовать ПК «RastrWin 3» и ПК «Eurostag» с точки зрения технических критериев оценки ресурсоэффективности и экономических критериев оценки эффективности.

2.1.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения степени готовности научной разработки к коммерциализации каждый аспект проекта оценивается по пятибалльной шкале. Проект оценивается с точки зрения его проработанности и с точки зрения готовности разработчика к реализации. Полученные оценки

представлены в таблице 13. Оценки суммируются, на основании полученной суммы можно говорить о степени готовности проекта к коммерциализации.

Таблица 3 – 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	5	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
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	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	43	37

Значение $B_{\text{сум}} = 37$ 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.

2.1.4. 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 14). [22] 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

<p>Strengths (сильные стороны)</p> <ul style="list-style-type: none">• Возможность сохранения синхронной динамической устойчивости за счет применения дополнительных средств ПА• Повышение точности исследования данной части энергосистемы• Повышение возможности анализа возникающих аварийных ситуаций• Соответствие расчетных данных стандартам ОАО «СО ЕЭС»	<p>Weaknesses (слабые стороны)</p> <ul style="list-style-type: none">• Расчет видов ПА произведен из расчетных данных при КЗ на шинах высшего напряжения только одной линии контролируемого сечения. Дополнительные расходы по обслуживанию и настройке изученных видов противоаварийной автоматики• Неопределенность относительно сроков внедрения результатов исследования
<p>Opportunities (возможности)</p> <ul style="list-style-type: none">• Поощрение со стороны управляющих ЕЭС организаций (ПАО «Россети», ОАО «СО ЕЭС»)• Возможность внедрения результатов проведенного исследования	<p>Threats (угрозы)</p> <ul style="list-style-type: none">• Появление более полноценно реализованного расчетного проекта• Появление новых видов ПА, следовательно, снижение актуальности данного исследования

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.

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.

Внешняя среда предлагает ряд возможностей, повышающих привлекательность рассматриваемого решения. Также присутствуют угрозы, вероятность которых маловероятна, так как разработка принципиально новых комплексов ПА является достаточно редким, а проект сам по себе выполняется в рамках последних тенденций и включает в себя уточнение пределов динамической устойчивости рассматриваемой гидравлической электростанции.

2.2. Инициализация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, влияя на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта, в котором закреплены бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

2.2.1. 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.

Таблица 5 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
<p>Филиал ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет динамической устойчивости гидрогенераторов Красноярской ГЭС, расположенной в Центральном энергорайоне Красноярской энергосистемы; 2. Выбор основных видов противоаварийной автоматики для сохранения динамической устойчивости станции в данном энергорайоне и оценка их эффективности; 3. Расчёт уставок срабатывания автоматики, позволяющих увеличить максимально допустимую выдачу мощности ГЭС и сохранить динамическую устойчивость при нормативных возмущениях.

Таблица 6 – Цели и результат проекта

<p>Цели проекта:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет переходных процессов и динамической устойчивости гидрогенераторов Красноярской ГЭС, расположенной в Центральном энергорайоне Красноярской энергосистемы; 2. Анализ применения противоаварийной автоматики для сохранения динамической устойчивости генераторов Красноярской ГЭС Центрального энергорайона, а также оценка ее эффективности; 3. Расчет выдержки времени ПА;
<p>Ожидаемые результаты проекта:</p>	<p>Полученные в результате расчетов данные могут быть использованы для комплекса мер по предотвращению нарушения динамической устойчивости генерирующего оборудования рассматриваемого энергорайона. В дальнейшем планируется продолжить сотрудничество с ОАО «СО ЕЭС» в данном направлении.</p>
<p>Критерии приемки результата проекта:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полученные в результате проектирования уставки противоаварийной автоматики обязаны соответствовать требованиям селективности и быстродействия. 2. Выполнение проекта должно осуществляется в программном комплексе, находящимся в перечне программ, разрешенных для выполнения расчетов динамической устойчивости и утвержденным ОАО «СО ЕЭС». 3. Каналы передачи данных телеметрии и телемеханики должны быть зашифрованы по стандартам РФ для обеспечения нормальной работы центра управления данными терминалами.
<p>Требования к результату проекта:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полученные в результате проектирования выдержки времени противоаварийной автоматики обязаны соответствовать требованиям селективности и быстродействия. 2. Стоимость проекта должна быть сопоставима по сравнению с аналогами, а в лучшем случае быть меньшей. 3. Результаты проекта не должны быть в широком доступе для обеспечения энергетической безопасности Красноярской энергосистемы.

2.2.2. Организационная структура проекта

Таблица 7 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Римарчук Галина Васильевна Красноярское РДУ Начальник СЭР Красноярского РДУ	Руководитель проекта	1. Консультации по особенностям режимов работы генерирующего оборудования и средств ПА, установленных в Красноярской энергосистеме.	230
2	Прохоров Антон Викторович НИ ТПУ к.т.н Заведующий кафедрой ЭСчЭ НИ ТПУ	Эксперт	1. Анализ расчета установившихся и переходных процессов в Красноярской энергосистеме, а также эффективности различных видов противоаварийной автоматики.	460
3	Андриенко Александр Владимирович Красноярское РДУ Специалист-стажер 1 категории	Исполнитель по проекту	1. Расчет установившихся режимов и переходных процессов в Красноярской энергосистеме, оценка эффективности различных вариантов ПА, позволяющих повысить значение максимально допустимой выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ; 2. Расчет выдержек времени ПА с помощью ПК "Eurostag".	880
ИТОГО:				1570

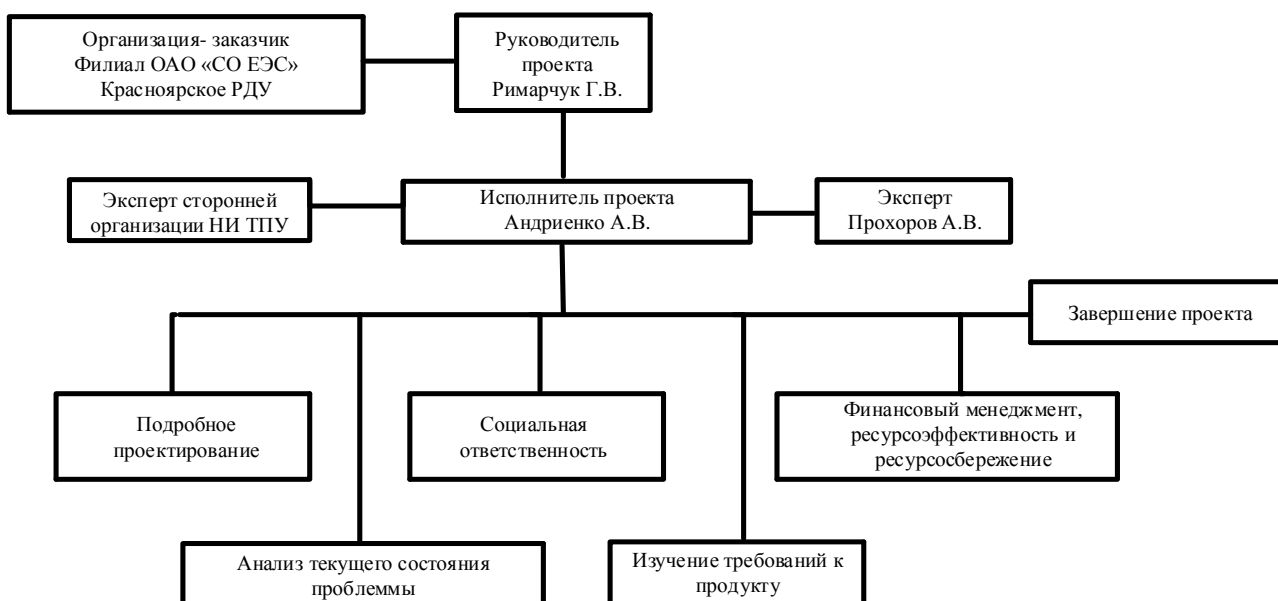


Рисунок 1 - Проектная структура исполнения работ

2.3. Планирование управлением научно-техническим проектом

2.3.1. Иерархическая структура работ

Содержание всего проекта работ определено и структурировано в виде иерархии, показанной на рисунке 23.



Рисунок 2 – Иерархическая структура работ

4.3.2. Контрольные события проекта

Таблица 8 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Контроль собранной информации	02.02.2016	Произведен обзор литературы, публикаций и научных исследований по теме магистерской диссертации. Обозначены наиболее часто возникающие проблемы и сложности при проектировании ПА электростанций. 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 Центрального энергорайона Красноярской энергосистемы	15.03.2016	Моделирование данной схемы в программном комплексе “RastrWin3”. Расчет режима и его регулирование. Анализ последующего режима. Регулировка напряжений на шинах станций и подстанций с помощью средств регулирования (РПН трансформаторов, ШР и БСК), определение МДП по линиям, утяжеление режимов.
3	Оценка динамической устойчивости генерирующего оборудования Центрального энергорайона Красноярской энергосистемы	03.04.2016	Проведение специальных работ, направленных на выявление слабых сторон расчетной части работы. Проверка надежной ликвидации аномального режима при различных видах возмущений
4	Готовность подпроектов и приложений ВКР	12.06.2016	Определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования

4.3.3. План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 19, календарный план-график для наглядной иллюстрации работы над проектом представлен в таблице 20.

Таблица 9 – Календарный план проекта

Код	Название	Дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Анализ текущего состояния проблемы				
1.1	Оценка сложившейся ситуации в Центральном энергорайоне Красноярской энергосистемы	12	02.02.2016	15.02.2016	1. Исполнитель 2. Эксперт 3. Руководитель
1.2	Анализ прогнозируемых уровней энергопотребления и балансов мощностей в рассматриваемом энергорайоне Красноярской энергосистемы.	9	16.02.2016	25.02.2016	1. Эксперт 2. Исполнитель
1.3	Обзор литературы и публикаций, связанных с вопросами применения и эффективности работы различных видов противоаварийной автоматики	16	26.04.2016	14.03.2016	1. Исполнитель 2. Эксперт
2	Требования к продукту				
2.1	Изучение требований к продукту со стороны государственных органов и фирмы-изготовителя	6	15.03.2016	21.03.2016	1. Исполнитель
2.2	Изучение программных комплексов, с помощью которых можно произвести данное моделирование	12	22.03.2016	03.04.2016	1. Эксперт 2. Исполнитель
3	Проектные работы				
3.1	Расчет установившегося режима, рассматриваемого энергорайона Красноярской энергосистемы	12	04.04.2016	16.04.2016	1. Исполнитель 2. Руководитель
3.2	Расчет переходных режимов	8	17.04.2016	25.04.2016	1. Исполнитель
3.3	Выбор основных видов ПА и проверка эффективности их работы	15	26.04.2016	10.05.2016	1. Исполнитель
3.4	Проверка чувствительности уставок ПА, согласно нормативным документам	5	11.05.2016	16.05.2016	1. Эксперт 2. Руководитель
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение				
4.1	Предпроектный анализ	2	17.05.2016	19.05.2016	1. Исполнитель
4.2	Инициация проекта	2	20.05.2016	22.05.2016	1. Исполнитель
4.3	Планирование управления научно-техническим проектом	3	23.05.2016	26.05.2016	1. Исполнитель
4.4	Эффективность исследования	3	27.05.2016	30.05.2016	1. Исполнитель
5	Социальная ответственность				
5.1	Безопасность в ЧС	4	31.05.2016	04.06.2016	1. Исполнитель
5.2	Региональная безопасность	4	05.06.2016	09.06.2016	1. Исполнитель
5.3	Техногенная безопасность	2	10.06.2016	12.06.2016	1. Исполнитель
Итого		115			

4.3.4. Бюджет научного исследования

Бюджет научного исследования предложенного к рассмотрению научного проекта не предусматривает финансовых затрат:

1. Сырье, материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты;
2. Заработную плату (основной составляющей, дополнительной, отчислений на социальные нужды, оплаты работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями, а также накладных расходов);
3. Научные и производственные командировки.

Специальное оборудование для проведения проектных работ

Таблица 11 – Расчет затрат по выделенной статье

№ п.п.	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборуд-я	Цена ед. оборуд-я, тыс. руб.	Общая стоимость оборуд-я, тыс. руб.
1	ПО Медиа Windows Vista Business Rus	1	7,790	7,790
2	ПО Медиа Office 2013 на 1 ПК, DVD-диск	1	3,590	3,590
Затраты по приобретению оборудования:				11,380

Затраты на ПО составляют:

$$\sum M_{з.м.} = 11380 \text{ руб.}$$

Для расчетов установившихся режимов и переходных процессов необходимо специальное расчетное ПО: RastrWin3 и Eurostag. Согласно [23, 24] его стоимость на 2016 год составляет:

- ПК RastrWin3 (лицензия на 2 компьютера) – 900,000 тыс. руб.
- ПК Eurostag (лицензия на 2 компьютера) – 1 800,000 тыс. руб.

Данное ПО уже имеется в составе ПО АО Филиал «СО ЕЭС» Красноярского РДУ, поэтому учитываем только затраты на амортизацию.

Средний срок полезного использования ПО составляет не менее 6 лет.

На расчетные работы приходится 40 дней.

$$A = \frac{(900000 + 1800000)}{6 \cdot 12 \cdot 30} \cdot 40 = 50000 \text{ руб.}$$

Амортизацию остального необходимого оборудования учтем в накладных расходах.

Основная заработная плата

Для расчета заработной платы будем исходить из того, что в составе рабочей группы у нас находятся 3 человека: исполнитель (студент) в качестве лаборанта ТПУ, руководитель (научный руководитель по месту прохождения практики) и эксперт (научный руководитель в ТПУ). Из календарного план графика найдем занятость каждого из участников.

В таблице 22 приведен расчет заработной платы по данному проекту, учитывая различные коэффициенты и базовый оклад каждого из работников.

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_б$, руб.	$k_{пр}$	$k_д$	k_p	$Z_м$, руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	72324,4	1,2	1,2	1,5	151881,2	6328,4	27	170866,3
Эксперт	33264,9	1,2	1,2	1,3	60542,0	2522,6	54	136219,6
Исполнитель	10740,0	1,2	1,2	1,3	19546,8	814,5	110	89589,5

Где $k_{пр}$ - коэффициент премий;

$k_д$ – коэффициент доплат и надбавок;

k_p - районный коэффициент; $Z_б$ -заработная плата базисная;

$Z_м$ - зарплата месячная;

$Z_{дн}$ - дневная заработная плата;

T_p количество рабочих дней;

$Z_{осн}$ - основная заработная плата.

В данном проектировании дополнительная заработная плата не предусматривается. Итого по данной статье предусматривается финансирование в размере $\Phi ЗП = 396675,4$ руб

Отчисления на социальные нужды –30%:

$$ОСН_{п} = 0,3 \cdot 396675,4 = 119002,6 \text{ руб.}$$

Прочие непредвиденные расходы (Пр. 10% от И.)

$$\sum I_{п} = \sum M_{з.м.} + \Phi ЗП + ОСН = 61380 + 396675,4 + 119002,6 = 577058 \text{ руб}$$

$$Пр_{п} = 57706 \text{ руб.}$$

Накладные расходы (40 % от $\sum I_{п}$)

$$Нр_{п} = 0,4 \cdot \sum I_{п} = 0,4 \cdot 577058 = 230823,2 \text{ руб.}$$

Итого полная себестоимость проекта

$$C_{\text{п}} = \sum M_{\text{з.м.}} + \Phi ЗП_{\text{п}} + ОСН_{\text{п}} + Пр_{\text{п}} + Нр_{\text{п}} = 865587,2 \text{ руб.}$$

Принимаем, что норма прибыли данного предприятия составляет 30%.

Значит, капиталовложения заказчика в проектирование составит:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{п}} \cdot 1,3 = 865587,2 \cdot 1,3 = 1125263,36 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты на оборудование

Для реализации данного проекта необходима установка нового и реконструкция имеющегося оборудования ПА. Объекты размещения системы ПА принадлежат разным собственникам. Объемы работ и сводка затрат по объектам представлены в таблице 23. В данный объем включены необходимые затраты на проектно-изыскательские работы, приобретение оборудования, строительно-монтажные работы, связанные с установкой данного оборудования. Приблизительные стоимости работ приведены на основании [25].

Таблица 13 – Объемы работ и сводка затрат

№ п/п	Объект	Объем работ по реконструкции	Стоимость, тыс. руб.
ПАО «Красноярская ГЭС»			
1	Красноярская ГЭС	Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД)	2500
2		Комплект ПА с функциями ФОЛ, АОПО и АЛАР (4 шт.)	8000
3		Устройство ФТКЗ (2 шт.)	4000
4		Устройство ФОВ (8 шт.)	8000
5		Модернизация ПТК ГРАМ	1000
6		Устройство передачи аварийных сигналов и команд (12 шт.)	10800
7		Цифровой мультиплексор SDN организации технологических каналов ПА (1 шт.)	4000
8		Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД) по созданию ВОЛС «Красноярская ГЭС – ПС 220 кВ Дивногорская»	400
9		Прокладка кабеля в грунт/кабельную канализацию на участке «Красноярская ГЭС – ПС 220 кВ Дивногорская» (ориентировочная протяженность 8 км)	2600

10		Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД) по созданию ВОЛС «Красноярская ГЭС – ПС 220 кВ Левобережная»	600
11		Прокладка кабеля в грунт/кабельную канализацию на участке «Красноярская ГЭС – ПС 220 кВ Левобережная» (ориентировочная протяженность 12 км)	4000
12	Всего по ПАО «Красноярская ГЭС»		45 900
ПАО «ФСК ЕЭС»			
1	ПС 500 кВ Енисей	Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД)	1500
2		Комплект ПА с функциями АОПО и АЛАР (2 шт.)	4000
3		Устройство АОПО (3шт.)	6000
4		Устройство передачи аварийных сигналов и команд (5 шт.)	4500
5		Всего по объекту	16 000
6	ПС 220 кВ ЦРП-220	Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД)	4000
7		Комплект ПА с функциями ФОЛ и АОПО (2 шт.)	4000
8		Устройство передачи аварийных сигналов и команд (4 шт.)	3600
9		Всего по объекту	11 600
10	ПС 220 кВ Левобережная	Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД)	2000
11		Комплект ПА с функциями АОПО и АЛАР (8 шт.)	16000
12		Устройство ФОЛ (2 шт.)	4000
13		Устройство передачи аварийных сигналов и команд (2 шт.)	1800
14		Всего по объекту	23 800
15	ПС 220 кВ Дивногорская	Выполнение проектно-изыскательских работ (стадия ПД и РД)	1500
16		Комплект ПА с функциями АОПО (4 шт.)	8000
17		Устройство ФОЛ (2 шт.)	4000
18		Устройство передачи аварийных сигналов и команд (6 шт.)	5400
19		Всего по объекту	18 900
20	Всего по ПАО «ФСК ЕЭС»		69 700
ВСЕГО			115 600

Затрату на заработную плату персонала, который будет производить монтаж учтем в накладных расходах.

Прочие непредвиденные расходы (составляют около 1% от $\sum I_{II}$):

$$\sum I_{II} = \sum M_{3.M.} = 115600 \text{ тыс. руб.}$$

$$Pr_M = 0,01 \cdot \sum I_{II} = 1156 \text{ тыс. руб.}$$

Накладные расходы (30 % от $\sum I_{II}$)

$$Hr_M = 0,3 \cdot \sum I_{II} = 34680 \text{ тыс. руб.}$$

Общая себестоимость установки системы ПА:

$$C_M = \sum I_{II} + Pr_M + Hr_M = 115600 + 1156 + 34680 = 151436 \text{ тыс. руб.}$$

Принимаем, что 20 % суммарных капиталовложений на установку ПА составляет прибыль, тогда:

$$K_M = 1,2 \cdot C_M = 1,2 \cdot 151436 = 181723,2 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные капиталовложения

$$\sum K = K_{пр} + K_M = 1125,26 + 181723,2 = 182\,848,46 \text{ тыс. руб.}$$

4.3.5. Матрица ответственности

Участие на определенном этапе проекта каждого человека из состава рабочей группы можно отследить по таблице 24.

Таблица 14 – Матрица ответственности

Код	Руководитель проекта Г.В. Рymarчук Начальник СЭР Красноярского РДУ	Эксперт проекта А.В. Прохоров Заведующий кафедрой ЭСчЭ, к.т.н.	Исполнитель работ по проекту А.В. Андриенко Специалист-стажер I категории службы кадрового резерва	Эксперт НИ ТПУ ИСГТ Н.В. Потехина Ст. преподаватель каф. Менеджмента	Эксперт НИ ТПУ ИНК Ю.В. Бородин Доцент каф. ЭБЖ
1					
1.1	О		И		
1.2	О	С	И		
1.3			И		
2					
2.1	О		И		
2.2	О		И		

3					
3.1	О		И		
3.2					
3.1	О	С	И		
3.2	О	С	И		
4					
4.1			И	С	
4.2			И	С	
4.3			И	С	
4.4			И	С	
5					
5.1			И		С
5.2			И		С
5.3			И		С

4.3.6. Реестр рисков проекта

Возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать влекущие за собой нежелательные последствия, сведены в таблицу 25.

Таблица 15 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вер-ть	Вл-иян	Уро-вень	Способы смягчения	Условия наступления
1	Неблагоприятная политика руководства организации ОАО «СО ЕЭС»	Отказ от выполнения работ по рассматриваемому проекту	1	1	Низ.	Обоснование необходимости проведения расчетного проекта по моделированию релейной защиты	При появлении более эффективных мероприятий
2	Разработка подобных проектов другими проектными институтами	Невозможность внедрения данного проекта, связанная с его неактуальностью по предложенной проблеме	4	4	Выс.	Разработка наиболее эффективной, простого и дешевого варианта по выполнению ПА	В случае необходимости
3	Изменение направления в использовании иностранного оборудования	Смещение приоритета по использованию иностранного оборудования в пользу отечественных аналогов	4	4	Выс.	Обоснование необходимости внедрения именного иностранного оборудования из-за его широкого распространения, большей точности измерений и надежности	По определенному стечению обстоятельств

Представленные риски относятся либо к маловероятным, либо к тяжело прогнозируемым по причине их высоко политизированной природы. В целом перспективы проекта на реализацию оцениваются как положительные.

4.4. Определение экономической эффективности исследования

При текущей ситуации в Центральном энергорайоне Красноярской энергосистемы максимальная возможная загрузка станций Красноярской ГЭС из условия сохранения динамической устойчивости при нормативных возмущениях составляет 1980 МВт.

Реализация системы ПА позволит снять ограничения выдачи мощности станций, тем самым повысить допустимую нагрузку до установленных 3000 МВт.

Число часов использования установленной мощности гидравлических электростанций в целом по ЕЭС России в 2015 году составило 3354 часа [26]. Принимаем 3300 ч.

Тогда годовая выработка электроэнергии станций до и после внедрения системы ПА составит:

$$\mathcal{E}_{выр}^{до} = N_y^{до} \cdot T_{час} = 1980 \cdot 3300 \cdot 10^{-3} = 6\,534 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч/год};$$

$$\mathcal{E}_{выр}^{после} = N_y^{после} \cdot T_{час} = 3000 \cdot 3300 \cdot 10^{-3} = 9\,900 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч/год}.$$

Расход энергии на собственные нужды ГЭС составляет порядка 0,5 %, поэтому отпущенная станциями электроэнергия составит:

$$\mathcal{E}_{отп}^{до} = \mathcal{E}_{выр}^{до} \cdot 0,995 = 6534 \cdot 0,995 = 6\,501,33 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч/год};$$

$$\mathcal{E}_{отп}^{после} = \mathcal{E}_{выр}^{после} \cdot 0,995 = 9900 \cdot 0,995 = 9\,850,5 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч/год}.$$

Таким образом, введение системы ПА позволит увеличить количество отпущенной электроэнергии на:

$$\Delta \mathcal{E}_{отп} = \mathcal{E}_{отп}^{после} - \mathcal{E}_{отп}^{до} = 9850,5 - 6501,33 = 3\,349,17 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч/год}.$$

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии на оптовом рынке для Красноярского края составляет порядка 1 руб. Таким образом дополнительная выручка составит:

$$\Delta B = \Delta \mathcal{E}_{отп} \cdot C_{\text{э}} = 3349,17 \cdot 1 \cdot 10^3 = 3\,349\,170 \text{ тыс. руб./год}.$$

Составляющая чистой прибыли в выручке Красноярской ГЭС согласно данным годовых отчетов ПАО Красноярская ГЭС [27] составляет порядка 30%.

$$Pr_q = 0,3 \cdot \Delta B = 0,3 \cdot 3\,349\,170 = 1\,004\,751 \text{ тыс. руб./год.}$$

Так же в доход предприятия включаются денежные средства, необходимые на амортизацию устанавливаемого оборудования. Установленный срок службы оборудования составляет 20 лет.

$$A = \frac{1}{20} \sum M_{3.м.} = \frac{1}{20} 115600 = 5780 \text{ тыс.руб./год.}$$

$$D = Pr_q + A = 1\,004\,751 + 5780 = 1\,010\,531 \text{ тыс.руб./год.}$$

Согласно предыдущему расчету, суммарные капитальные вложения составили 182 848,46 тыс. руб.

Рентабельность данных вложений составит:

$$P_q^n = \frac{D}{K} \cdot 100 = \frac{1\,010,53}{182,85} \cdot 100 = 553 \text{ \%}.$$

Проект окупается в течение двух месяцев:

$$Bp = \frac{K}{D} \cdot 12 = \frac{182,85}{1\,923,94} \cdot 12 = 2,17 \Rightarrow 3$$

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данной главе представлен коммерческий потенциал проекта, произведен анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Приведен процесс организации научного исследования и бюджет его реализации. Определены рентабельность и сроки окупаемости проекта.

Необходимость с точки зрения улучшения надежности энергосистемы, соответствие всем техническим требованиям и современным стандартам, а также высокая рентабельность проекта делают его экономически привлекательным.

Таким образом подтверждается ценность данного исследования и реальный интерес для энергетического сообщества, в частности, для сотрудников ОАО «СО ЕЭС» и НИ ТПУ, с точки зрения дальнейшей реализации и развития.

Список публикаций автора

2015 г.	<p>«Исследование возможности применения вейвлет-анализа для диагностики электрооборудования», сборник научных трудов Международной молодежной конференции «Энергетика глазами молодежи», 2015 год, Том 1, с. 375-378.</p> <p>В соавторстве с Н.Е. Палухиным</p>
2015 г.	<p>«Обзор реформы электроэнергетики скандинавских стран», сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции "Экономические науки и прикладные исследования",</p> <p>г. Томск, 17-21 ноября 2015 г.: Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 2. — [С. 297-303].</p>
2014 г.	<p>«Разработка тестовой схемы для исследования адаптивной дистанционной защиты», сборник научных трудов Международной молодежной конференции «Энергетика глазами молодежи», 2014 год, Том 1, с. 599-603.</p>
2014 г.	<p>«The basic voltage and reactive power control devices», сборник научных трудов XIV Всероссийской научно-практической конференции</p> <p>«Язык и мировая культура: взгляд молодых исследователей», 2014г., Часть II, с. 5-7.</p>

Список используемых источников

1. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.240.007-2008 Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем.
2. Методические указания по устойчивости энергосистем. Утв. приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 277.
3. Правила оперативно-диспетчерского управления. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2004 № 854
4. Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС РОССИИ» СТО 17330282.27.010.001–2008. Электроэнергетика. Термины и определения. – 2008 г. – 902 с.
5. СО 153-34.20.118–2003 Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. М., – 2003 г., 57 с.
6. Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2016–2022 годы. Утв. Приказом Минэнерго России от «1» марта 2016 г. № 147.
7. Приложение №4 к Техническим требованиям к генерирующему оборудованию участников ОРЭ. Методические указания по определению и согласованию ограничений установленной электрической мощности тепловых и атомных электростанций, – 98 с.
8. Zhang Wenchao, Li Yue, Gu Xueping «A New Fast Method of Assessing Transient Stability», Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA), 2010 International Conference on Vol.:2. – P. 827-832.
9. IEEE Committee Report, “Transient stability test systems for direct stability methods”, IEEE Transactions, 1992, PWRS-7, 1992, - P. 37-44.
10. Веников В.А. Электрические системы: Управление переходными режимами электроэнергетических систем. Учебник / Веников В.А., Зуев Я.Н., Портной М.Г. и др.; - М.: Высш. Школа, 1982 г. – 247 с.

11. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / - М., Энергия, 1979 г. – 456 с.
12. Гуревич Ю.Е., Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах / Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. – М.: Энергоатомиздат, - 1990 г.
13. Асташев М. Г. Применение фазоповоротных устройств в активно-адаптивных электрических сетях. / Асташев М. Г., Новиков М. А., Панфилов Д. И. // Энергия единой сети. – 2013. – №5. – С.70-77.
14. Палухин Н.Е. Исследование фазового управления для обеспечения синхронной динамической устойчивости. / Палухин Н.Е., Лобаненко Г.И., Вайнштейн Р.А. // Электроэнергетика глазами молодежи. – 2015. – Т2. – С. 151 – 156.
15. Вагапов Н. Р. Управляющее воздействие «Ускорение УРОВ» и динамическая устойчивость Березовской ГРЭС // Релейная защита и автоматизация. – 2014. – №1(14). – С. 26-29.
16. Технико-экономическое обоснование создания системы противоаварийной автоматики Центрального узла энергосистемы Красноярского края в операционной зоне Филиала ОАО "СО ЕЭС" Красноярское РДУ. Раздел 2. Расчеты электрических режимов и устойчивости с учетом действия ПА в Центральном узле энергосистемы Красноярского края на перспективу развития до 2015 и 2020 годов. Новосибирск, 2012 г.
17. Пяк Е.В., Бутрин Е.В. Ограничения выдачи мощности Красноярской ГЭС в сеть 220 кВ и пути их снятия / Филиал ОАО «СО ЕЭС» Красноярское РДУ, г. Красноярск.
18. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. Пособие. – М.: Изд-во «Омега-Л», 2013 г., 384 с.
19. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.27.010.001-2013 Правила определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях

диспетчерского центра ОАО «СО ЕЭС», утвержден приказом ОАО «СО ЕЭС» от 18.01.2013 № 10.

20. Разработка схемы и программы перспективного развития электроэнергетики Красноярского края на период 2016-2020 годов. Том 3. Основные направления развития электроэнергетики Красноярского края. П-16/2015-ДРЭС.03 - Книга 1.
21. Сенигов П.Н. Электромеханические переходные процессы // Челябинск, - 1996 г., 26 с.
22. Методика проведения SWOT-анализа [Электронный ресурс] Волкова Л.М. / URL: http://m-arket.narod.ru/S_StrAn/SWOT.html, свободный. – Загл. С экрана. – Язык рус. Дата обращения: 28.04.2016
23. Открытый запрос предложений на право заключения Договора на оказание услуг по сервисному обслуживанию программного комплекса «EUROSTAG» [Электронный ресурс] / URL: <http://www.b2b-energo.ru/market/view.html?id=292811>, свободный. – Загл. С экрана. – Язык рус., англ. Дата обращения: 28.04.2016
24. Поставка программного комплекса «RastrWin» и его сопровождение / URL: <http://www.my-tender.ru/#!/tenders223/31400922605>, свободный. – Загл. С экрана. – Язык рус., англ. Дата обращения: 28.04.2016
25. Технико-экономическое обоснование создания системы противоаварийной автоматики Центрального узла энергосистемы Красноярского края в операционной зоне Филиала ОАО "СО ЕЭС" Красноярское РДУ. Раздел 4. Смета затрат собственников энергообъектов на создание ПА в Центральном узле энергосистемы операционной зоны Красноярского РДУ на перспективу 2015 и до 2020 годов. Новосибирск, 2012 г.
26. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2015 году. – 40 с.
27. Годовой отчет ПАО «Красноярская ГЭС» за 2014 г.
28. ГОСТ 12.0.003–74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

29. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Министерство энергетики Российской Федерации. Утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
30. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008. № 123-ФЗ.
31. ГОСТ 12.0.002 -80 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
32. ГОСТ 12.1.006–84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01. 01. 96).
33. ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» (утв. постановлением Госстандарта СССР от 5 декабря 1984 г. N 4103)
34. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
36. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
37. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001.
38. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
39. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-

вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

40. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
41. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
42. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности СНиП П-12-77. Защита от шума.
43. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.