

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

Институт __Дистанционного образования_____
Направление подготовки (специальность) __Релейная защита и автоматика энергосистем_____
Кафедра _____Электроэнергетических систем_____

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование автоматического регулятора турбины

УДК 621.3.078:621.165:004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9401	Мартьянов Денис Олегович		3.03.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Свечкарев Сергей Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Л.А.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность анализировать а так же осознавать экономические процессы и проблемы; готовность использовать основные методы гуманитарных, экономических и социальных наук в различных видах профессиональной деятельности.
P2	Демонстрировать и понимать значение и сущность информации в развитии общества. Владение основными методами, способами и средствами хранения, переработки и получения информации; применение современных информационных технологий и технических средств в области решения коммуникативных задач.
P3	Умение самостоятельно применять средства познания и методы обучения, самоконтроля; критически оценивать свои недостатки и достоинства; осознавать перспективность культурного, интеллектуального, физического, нравственного, и профессионального самосовершенствования и саморазвития; умение критически оценивать собственные достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать в качестве члена команды и индивидуально, демонстрируя навыки руководства группой исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; умение проявлять приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности, умение проявлять личную ответственность.
P5	Демонстрация знаний правовых, социальных, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание безопасности жизнедеятельности и труда на электротехнических и электроэнергетических производствах, знание вопросов охраны здоровья.
P6	Осуществлять коммуникации в обществе в целом и в профессиональной среде, в том числе на иностранном языке; Разрабатывать самостоятельно техническую документацию и анализировать существующую; защищать и четко излагать результаты профессиональной деятельности. Общепрофессиональные компетенции.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять методы математического анализа и моделирования, основные законы естественнонаучных дисциплин, экспериментального и теоретического исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования систем, элементов и объектов электротехники и электроэнергетики.
P8	Способность применять средства автоматизации проектирования и стандартные методы расчета; принимать участие в проектировании и выборе систем, элементов и объектов электротехники и электроэнергетики в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность современные методы разработки экологически чистых и энергосберегающих технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и защиту их от возможных последствий катастроф, стихийных бедствий и аварий; применять способы рационального использования энергетических и других видов ресурсов на электротехническом и электроэнергетическом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение трудовой и производственной дисциплины на электротехническом и электроэнергетическом производствах; обеспечивать соблюдение качества продукции и параметров технологического процесса.
P11	Способность проводить предварительное экономико-техническое обоснование проектных решений; выполнять планово-организационные расчеты по реорганизации или созданию производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; обеспечивать и определять эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с анализом и обработкой результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний объектов, электрооборудования и систем электротехники и электроэнергетики

Код результата	Результат обучения
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки базовые методы исследовательской деятельности.
P14	Способностью к регулировке, монтажу, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электроэнергетического оборудования.
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать научно-техническую и рабочую проектную документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническими условиями, стандартами и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по стандартизации, качеству и сертификации электротехнических и электроэнергетических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы, оперативную документацию.
<i>Специальные профессиональные компетенции</i> <i>Профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры срабатывания релейной защиты энергообъекта; оценивать защитную способность проектируемой релейной защиты.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение заданных параметров при производстве устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров. Готовностью к участию в исследовательских работах по автоматизации энергообъектов; к участию во внедрении результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов; использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств автоматики; способностью к участию в монтаже устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования релейной защиты и автоматики.
P15	Способностью к обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации релейной защиты и автоматики энергообъекта. Готовностью к участию в работах по модернизации устройств релейной защиты и автоматики энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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

Институт _____ Энергетический _____
Направление подготовки (специальность) __ Релейная защита и автоматика энергосистем
Кафедра _____ Электроэнергетических систем _____

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(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
3-9401	Мартьянову Денису Олеговичу

Тема работы:

Исследование автоматического регулятора турбины

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

- 1. Математическая модель автоматического регулятора турбины.**
- 2. Программа анализа переходных характеристик математических моделей автоматических регуляторов.**
- 3. ВЗсерезимный моделирующий комплекс реального времени ЭЭС для определения влияния коэффициентов по каналам регулятора турбины на режимы электрической сети.**

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 101 с., 28 рис., 12 табл., 13 источников.

Ключевые слова: Автоматический регулятор турбины, математическая модель, После аварийное управление, Аварийная импульсная разгрузка.

Объектом исследования является: автоматический регулятор турбины.

Цель работы – Исследование математической модели автоматического регулятора турбины, анализ математических моделей автоматических регуляторов, а также исследование во всережимном моделирующем комплексе ЭЭС для определения коэффициентов по каналам регулятора турбины на режимы электрической сети.

(анализ математических моделей, исследование конкретного регулятора СД)

В процессе исследования проводились опыты по изменению параметров АРВ, так же изменению параметров АИР и ПАУ синхронных генераторов в различных режимах работы и произведен анализ влияния этих параметров на режимы сети.

В результате исследования получены характеристики переходных процессов, протекающих в элементах АРВ, полученные результаты систем защиты генераторов с применением систем АИР и ПАУ.

Основные конструктивные, технико-эксплуатационные и технологические характеристики: точность воспроизведения процессов в моделируемом АРВ и другие характеристики определены на приемлемом уровне.

Степень внедрения: планируется внедрить для ВМК РВ ЭЭС ЭНИН.

Область применения: моделирование ЭЭС.

Экономическая эффективность определяется заранее проведенными испытаниями АРВ без реального ущерба и затрат на капитальный ремонт ЭЭС. Полученные в работе практические результаты позволяют их использовать в ВМК РВ ЭЭС ЭНИН для научных и исследовательских целей.

В будущем планируется провести более глубокий анализ влияния коэффициентов и их совместного действия по каналам АРВ.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки, применяемые в ВКР.

ЭЭС - электроэнергетическая система

ВМК РВ ЭЭС - всережимный моделирующий комплекс электроэнергетической системы реального времени

АИР – аварийная импульсная разгрузка

ВЛ - воздушная линия

ПС - подстанция.

АВР – автоматика включения резерва

АРАМ – автоматический регулятор активной мощности

АПНУ – автоматика предотвращения нарушения устойчивости

АРРМ – автоматический регулятор реактивной мощности

АСРЧВ – автоматическая система регулирования частоты вращения

АСРЧМ – автоматическая система регулирования частоты и мощности

АУРЗ – автоматические устройства релейной защиты

АЧР – автоматическая частотная разгрузка

БАРАМ – Быстродействующий автоматический регулятор активной мощности

ИПЧВ – измерительный преобразователь частоты вращения

ДП – диспетчерский пункт

ПАУ – после аварийное управление

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство

Оглавление

Введение.....	8
1. Обзор литературы	10
2. Объект и методы исследования	18
3. Автоматический регулятор турбины	19
3.1. Исследование переходных характеристик АРТ.....	21
3.2. Преобразование звена математической модели в систему дифференциальных уравнений.....	22
3.3 Программное обеспечение для моделирования переходных режимов.....	22
3.3.1. Текст функции АРТ на С#.....	24
3.3.2. Результаты моделирования переходных характеристик.....	26
3.4 описание ВМК РВ ЭЭС.....	34
3.4.1 Исследование АРТ по каналу АРЧ.....	38
3.4.2 Исследование противоаварийной разгрузки Энергоблока.....	42
4. ресурсоэффективность, Финансовый менеджмент и ресурсосбережение.....	56
4.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	56
4.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
4.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	59
4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	64
4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	65
4.4.2. Текущая заработная плата выполняющих работу.....	65
4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
4.4.4. Расчет затрат на оборудование для научных работ.....	67
4.4.5. Прочие расходы	69
4.4.6. Накладные расходы.....	69
4.4.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	70
5. Социальная ответственность.....	72
5.1 Анализ вредных и производственных факторов.....	73
5.2 Требования к производственным помещениям.....	74
5.2.1. Освещение.....	74
5.2.2. Расчет системы искусственного освещения.....	75
5.2.3 Параметры микроклимата.....	77
5.2.4 Тепловое излучение.....	80
5.2.5 Шум.....	82
5.2.6 Электромагнитное и ионизирующее излучения.....	83
5.3.1 Правовые и организационные мероприятия при работе за компьютером.....	86
5.3.2 Экологическая безопасность.....	92
5.3.3 Чрезвычайные ситуации.....	93
Список нормативно-технической документации.....	99
Заключение	100
Список литературы	101

Введение

-Актуальность

Частота вращения, как важнейший показатель качества вырабатываемой электрической энергии, гидравлической или тепловой турбины определяет частоту синусоидального напряжения синхронного генератора.

ГОСТ 13109-97 Требует: на нормы качества электроэнергии частота должна быть высоко стабильной: ее допустимые отклонения от номинальной промышленной частоты равной 50 Гц. должны быть в пределах ± 0.1 Гц.

Так как процесс производства и передачи электрической энергии постоянно подвижен и динамичен для возмущающих воздействий, а также быстродействия протекающий процессов, необходимость внедрения автоматического или автоматизированного управления ЭЭС весьма актуальна.

Правильная настройка АРЧВ и АРАМ является важным элементом в поддержании нормального режима ЭЭС, в противном случае система будет неустойчива к возмущениям сети что может привести к «выпадению» из синхронизма турбогенераторов или другим нежелательным последствиям.

Настройка параметров, изучение и исследование переходных процессов, протекающие в автоматических регуляторах синхронных машин, является актуальной задачей для электроэнергетики.

-Объект исследования и предмет

Исследование математической модели автоматического регулятора турбины. Получение переходных процессов автоматических регуляторов частоты синхронных машин их анализ и исследование.

-Предмет исследования

Объектом исследования является анализ, а также настройка параметров автоматического регулятора синхронных машин.

-Научная или практическая новизна

Создана и испытана программа моделирования FPR2 для ВМК РВ ЭЭС. Результаты исследования разработанной программы моделирования позволяют оценить высокую степень достоверности применяемой математической модели.

-Практическая значимость результатов ВКР

Полученные в работе практические результаты позволяют их использовать в ВМК РВ ЭЭС Энергетического института для научных и исследовательских целей.

-Реализация и Апробация работы

В процессе выполнения работы, создана программа моделирования FPR2 для ВМК РВ ЭЭС и произведены исследования характеристик влияния настроечных коэффициентов на процессы в сети.

1.Обзор литературы

В начальном периоде становления энергосистем, регулирование частоты и поддержание на определенном уровне возлагалось на центробежные регуляторы частоты вращения (РЧВ), которыми оснащаются все тепло- и гидро- турбины. Эти регуляторы получили наименование первичных регуляторов.

Простейшая система регулирования.

На рисунке ниже изображена простейшая система регулирования турбины.

От вала турбины приводится во вращение валик регулятора (1), на котором расположена перемещающаяся муфта (4). Грузы регулятора при повороте под действием центробежной силы расходятся и двигают муфту влево, если частота вращения уменьшается, пружина (2) перемещает муфту вправо.

Положение муфты на валике будет зафиксировано, когда центробежная сила, развиваемая грузами, уравнивается усилием в пружине растяжения.

Совокупность грузов, муфты и пружины является **регулятором скорости.**

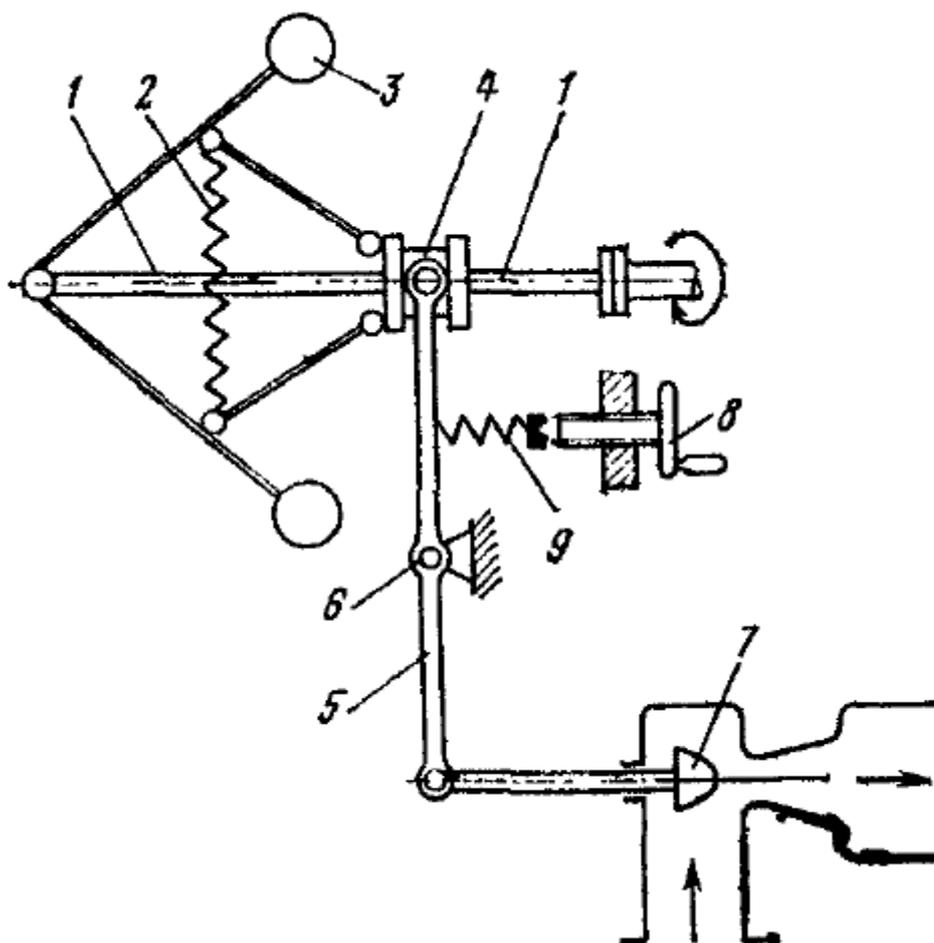


Рис.1 - центробежный регулятор частоты вращения

(1) – валик РЧВ; (2) – пружинки; (3) – грузы; (4) – муфта; (5) – рычаг; (6) – шарнир; (7) — регулировочный клапан; (8) – маховик; (9) – пружинака механизма управления.

К муфте шарнирно присоединен рычаг (5), вращающийся вокруг статичного шарнира (6) и перемещающий регулирующей клапан (7), впускающий пар в турбину.

Допустим, что положение регулятора скорости и клапана турбины обеспечивают некоторую частоту вращения и мощность турбины. При увеличении нагрузки на турбину ротор замедляет свое вращение, центробежная сила груза станет меньше, муфта передвинется вправо, клапан паровпуска (1,7) откроется для увеличения мощности турбины в соответствии с возросшей на нее нагрузкой.

Первичные РЧВ, а также вторичные РЧ сети (см. ниже) имеют характеристики регулирования 2-х типов: астатическую и статическую.

В течение суток электрическая нагрузка может изменяться более чем в 2 раза, поэтому изменения частоты сети могут быть значительными. Отсюда возникает проблема регулирования частоты в очень узких рамках при колебаниях нагрузки энергосистемы. Эта задача решается с помощью специального устройства управления турбиной, называемого синхронизатором, которым используют для более точной подгонки частоты оборотов (вращения) при синхронизации турбогенератора для включения в электрическую сеть.

Процесс регулирования частоты сети, путем воздействия на механизмы управления турбогенератора, называется вторичным регулированием частоты. В тот момент когда частота сети изменяется при помощи механизма управления, частота вращения турбогенератора изменяется (в установленных рамках) очень мало (на столько уменьшена, на сколько больше мощность энергосистемы) а мощность турбины более значительно.

Вторичное регулирование частоты вращения турбины выполняется с помощью выделенной для этого электростанции, постоянно изменяющая свою нагрузку в соответствии с изменением потребления электроэнергии.

Имеющий астатическую характеристику регулятор, удерживает ЧВ и или частоту сети f неизменной при изменении нагрузки генератора от холостого хода(х-х) до номинальной (прямая 2 на рис.2), это считается положительным свойством регулирования по астатической характеристике. Невозможность работы нескольких параллельно работающих генераторов, будет являться существенным недостатком данного типа регулирования, так как будет присутствовать неопределенность (невозможности определения) распределения нагрузок между ними.

В следствии этого, при параллельной работе двух генераторов с астатическими регуляторами частоты (РЧВ) и при номинальной частоте оба будут иметь определенную загрузку, то в случае понижения частоты вращения, регуляторы установленные на каждом из генераторов будут их загружать, стараясь восстановить частоту вращения. В следствии чего они совершенно произвольно начнут загружаться, существует большая вероятность того что регулятор который при настройке был выставлен более чувствительным примет всю дополнительную нагрузку на себя, а второй в свою очередь начнет загружаться только тогда когда загруженность первого генератора станет предельной, до того момента пока частота не восстановилась.

Имеющий статическую характеристику регулятор, удерживает ЧВ (электрическую частоту) именно ту, которая по характеристикам регулятора будет соответствовать заданному значению загрузки генератора.

В отличие от астатического режима, регулятор частоты вращения (РЧВ) со статическими характеристиками, обеспечит нормальную работу нескольких генераторов в сети и равномерное распределение нагрузки между ними.

Так, если при частоте (рис.2) два турбогенератора работали параллельно и по своим характеристикам имели нагрузку, то при понижении частоты до границы каждый из генераторов загрузится до некой определенной величины и соответственно. Меняя наклон характеристик РЧВ, можно обеспечить необходимое участие каждого из генераторов в регулировании нагрузки ЭЭС.

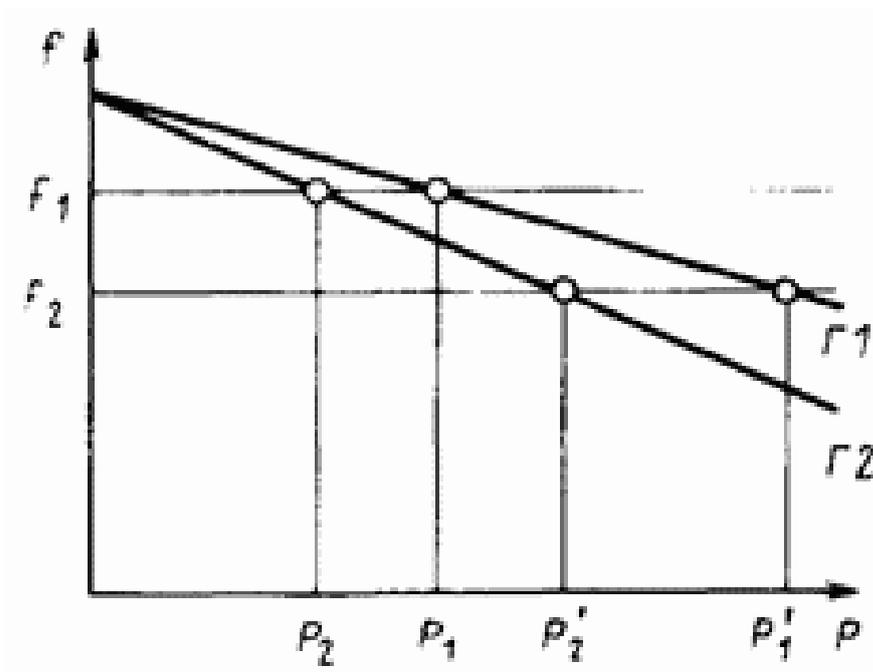


Рис.2

Рис. 1. Распределение нагрузки между параллельно работающими агрегатами, оснащенными РЧВ со статическими характеристиками

Рассмотренная особенность является положительным свойством регулирования по статическим характеристикам. Недостатком же работы по статическим характеристикам является невозможность поддержания неизменной частоты.

Отклонение частоты ЭЭС от начального значения будет зависеть от коэффициента статизма регулятора, который определяется как отношение изменения частоты ЭЭС к изменению нагрузки, Гц/МВт:

$$k_c = \frac{f_2 - f_1}{P_1 - P_2},$$

где f_1 - начальная частота ЭЭС; f_2 - конечная частота ЭЭС; P_1 — номинальная нагрузка турбогенератора; P_2 — конечная нагрузка турбогенератора. Обозначая f_0 и P_0 получаем

$$k_c = \frac{\Delta f}{\Delta P},$$

или, выразив коэффициент статизма в О.Е. (относительно начальной частоты ЭЭС и номинальной мощности турбогенератора),

$$k_c = \frac{\frac{\Delta f}{f_0}}{\frac{\Delta P}{P_0}} = \frac{\Delta f}{f_0} \frac{P_0}{\Delta P},$$

или в процентах

$$k_c \% = \frac{\Delta f}{f_0} \frac{P_0}{\Delta P} 100.$$

Коэффициент статизма часто характеризуют обратной величиной, МВт/Гц:

$$k_{\text{ч}} = \frac{1}{k_c} = \frac{\Delta P}{\Delta f},$$

или

$$k_{\text{ч}} = \frac{P_0}{k_c \%} \frac{100}{f_0},$$

или окончательно

$$k_{\text{ч}} = \frac{2 P_0}{k_c \%},$$

так как. Величину называют крутизной частотной характеристики.

Практически это производится автоматически регулятором частоты, нагружающим или разгружающим турбины при изменении частоты сети.

В данной работе мы Рассмотрим АРТ (Автоматический регулятор турбины).

Первый автоматический регулятор турбины (АРТ) был создан на электронных лампах в конце 50-х годов. В нем применялся пропорциональный закон регулирования напряжения и в качестве параметров стабилизации использовались первая и вторая производные тока линии или среднего тока параллельно работающих генераторов. В последующих разработках, предпочтение было отдано стабилизации по изменению первой производной напряжения генератора, что сделало его независимым от коммутаций в первичной схеме станции. Для повышения надежности быстродействующие магнитные усилители заменили усилители на электронных лампах. Поскольку накопленный опыт был недостаточен, для каждой новой электростанции разрабатывался новый, более совершенный тип регулятора. [1]

Вторая стадия развития АРТ обозначилась созданием унифицированного регулятора АРТ для всех типов синхронных машин (СМ) в составе различных типов систем возбуждения. По количеству функций и алгоритмическому обеспечению разработка превосходила все зарубежные аналоги. [1]

В связи с развитием микроэлектронной техники производилась постоянная модернизация АРВ СД. Поэтому в 1977 г. был создан унифицированный регулятор возбуждения типа АРВ СДП на базе полупроводниковых элементов и интегральных микросхем. [1]

АРВ СДП 1 стал последним полупроводниковым регулятором аналогового типа. Им оборудуются все синхронные генераторы мощностью свыше 63 МВт с 1982г. По своим характеристикам, регулятор намного превосходит предыдущие разработки. Он выполняет большее количество функций, отличается повышенным качеством поддержания напряжения, увеличенной устойчивостью регулирования и симметричностью настройки к изменению режима работы генератора и сети.

Автоматическое управление мощностью гидро- и турбоагрегатов

Основная задача управления – обеспечить передачу и выработку электроэнергии при минимальном расходе топлива.

Наилучший режим работы ЭЭС достигается при равенстве относительных увеличения расхода поределенного топлива электрической станции с учитывая при этом потери на передачу электроэнергии и равенстве относительных приростов расхода определенного топлива и энергоагрегатов станции.

Регулирование АМ объединено с регулированием ЧВ энергоагрегатов, при этом одно из них является ведущим, другое – подчиненным.

Турбоагрегаты не участвуют в РЧ промышленного тока (в основном) и принимают автоматическое управление по мощности, прикрывая базовую прогнозируемую часть графика нагрузки ЭЭС.

Гидрогенераторы работают над случайно изменяющейся частью графика нагрузки под действием астатических ПИ-регуляторов ЧВ.

АРМ в данном случае сводится практически к равному распределению нагрузки среди однотипных гидрогенераторов.

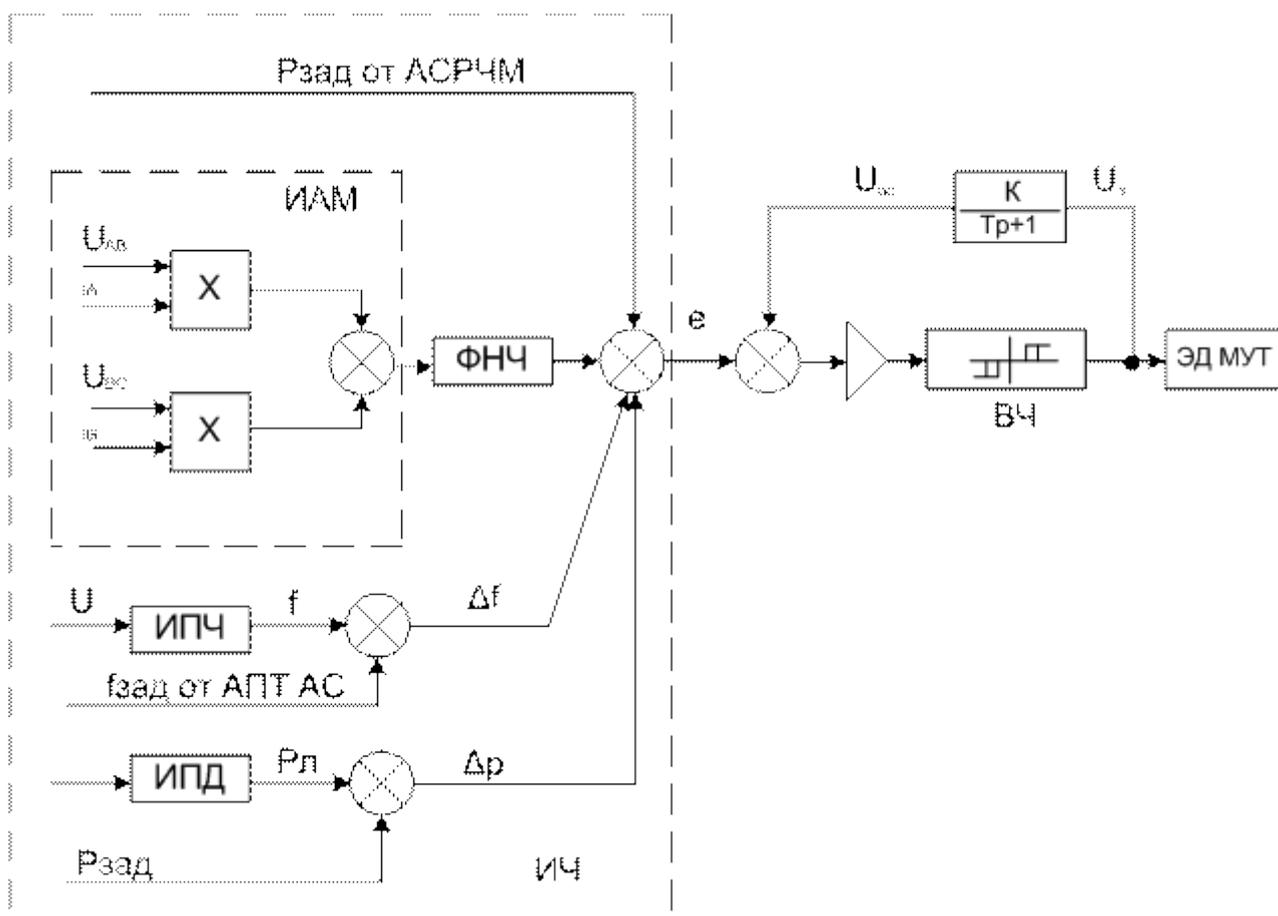


Рис3. Автоматический регулятор мощности генератора: ИЧ – измерительная часть турбогенератора; ВЧ – вычислительная часть турбогенератора

АРМ турбогенераторов является электрическим следящим, работающим по И-алгоритму регуляторами, влияющими на АРЧВ через МУТ.

Помимо основного регулятора, турбогенератор снабжается также быстродействующим АРМ (БАРМ) для импульсного (кратковременного) понижения мощности в аварийных режимах для остановки возможного нарушения динамической установки параллельной работы ЭЭС с энергосистемой БАРМ и воздействует на АРЧВ через ЭГП по линии РУ.

Измерительная часть (ИЧ) включает: ИПМ – измерительный преобразователь мощности собран по схеме двух ваттметров, включает ФНЧ для выделения постоянной составляющей сигнала пропорциональной активной мощности СГ. Сигнал задания по мощности поступает от общестанционной системы регулирования частоты и активной мощности.

ИПЧ – измерительный преобразователь частоты. Задание по частоте вырабатывается АПТ (автоматом пуска турбины) в пусковом режиме или АС (автоматическим синхронизатором) при подготовке генератора к синхронизации.

ИПД – измерительный преобразователь давления. Сигнал задания по давлению поступает от главного регулятора

Воздействие на АРМ по отклонению давления позволяет синхронизировать работу АРМ с регуляторами парогенераторов, в частности, снижать нагрузку при падении давления.

ВЧ (вычислительная часть) регулятора представляет собой позиционный импульсный регулятор с формированием И-алгоритма при помощи функциональной ОС в виде апериодического звена.

ЭДМУТ – электродвигатель МУТ.

(БАРМ) *Быстродействующий автоматический регулятор мощности* назначен для безынерционного и воздействия на турбину при появлении опасности нарушить динамическую (аварийном режиме) или статическую (послеаварийном режиме) установки синхронной работы генераторов. Первый случай, например для КЗ на одной из ЛЭП проходит интенсивное кратковременное понижение мощности турбины (импульсная нагрузка). Для второго случая БАРМ производит более длительное уменьшение генерируемой мощности.

БАРМ действует на ЭГП (см. выше) или на электромагниты закрытия регулирующих и стопорных клапанов турбины.

ИЧ БАРМ имеет преобразователи мощности, ЧВМ (частоты вращающего момента), давления и др. ВЧ БАРМ исполняет функцию ПД-регулятора. Работа БАРМ сильно увеличивает динамические свойства турбогенератора.

Целью работы является: исследование математической модели автоматического регулятора турбины, анализ математических моделей автоматических регуляторов, а также исследование во всережимном моделирующем комплексе ЭЭС.

2.Объект и методы исследования

Объектом исследования является разработанная в НИЛ «МЭЭС» ЭНИН математическая модель. Целью является изучение описания ее элементов посредством ранее разработанной программы на языке C# при помощи программы-компилятора Microsoft Visual Studio и получение переходных характеристик каждого из элемента в виде осциллограмм при помощи программного обеспечения ВМК РВ ЭЭС. В процессе исследования необходимо оценить влияние каждого коэффициента на процессы в генераторах и моделируемой схемы ЭЭС в целом.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-9401	Мартьянов Денис Олегович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление	РЗИАЭС

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 материальных ресурсов Стоимость оборудования</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы амортизации Размер оплаты труда</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления в социальные фонды</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определить состав работ и их трудоемкость Планирование выполнения проекта</i>
2. <i>Формирование бюджета затрат на научное исследование</i>	<i>Формирование бюджета затрат на научное исследование</i>
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию</i>	<i>Бюджет затрат на научное исследование</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9401	Мартьянов Денис Олегович		

4 Ресурсоэффективность, финансовый менеджмент и ресурсосбережение

4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Для успешного выполнения научного исследования, формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель (доцент) и инженер. Для оптимального распределения нагрузки по каждому виду работ, устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В таблице 2 представлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также установлена соответствующая должность исполнителей.

Таблица 2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	3	Подбор материалов и литературы по теме	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретическое исследование	5	Изучение материалов и литературы	Инженер
	6	Выбор программного обеспечения	Руководитель темы
	7	Изучение программного обеспечения	Инженер
Экспериментальное исследование	8	Создание опытного образца	Руководитель, инженер
	9	Исследование опытного образца	Инженер
Оформление отчета по НИР	10	Оценка итогов полученных результатов	Инженер
	11	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одной из частей суммарной стоимости разработки являются трудовые затраты, для ее подсчета необходимо для каждого участника научного исследования определить трудоемкость работ.

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

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

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – мин. возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – макс. возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Продолжительной каждой работы в рабочих днях T_{pi} учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, определяется исходя из ожидаемой трудоемкости работ. Такие вычисления необходимы для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

В качестве примера рассчитаем ожидаемую продолжительность и трудоемкость работы №4:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8;$$

$$T_{\text{p}i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} = \frac{1,8}{2} = 0,9.$$

4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения ленточного графика проведения научных работ, воспользуемся формой диаграммы Ганта.

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{ri} \cdot k_{\text{кал}} = 0,9 \cdot 1,48 = 1,3 \approx 2,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{ri} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48,$$

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

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

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

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

Для примера расчета, рассчитаем продолжительность выполнения работы в календарных днях работы №4:

$$T_{ki} = T_{ri} \cdot k_{\text{кал}} = 0,9 \cdot 1,48 = 1,3 \approx 2$$

Календарный план-график

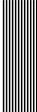
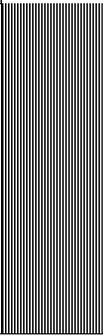
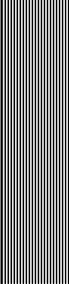
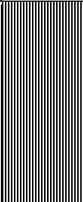
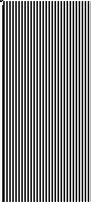
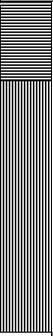
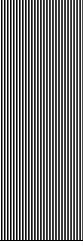
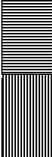
Таблица 3 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Руково л.	Инжен ер	Руково л.	Инжен ер	Руково л.	Инжен ер	Руково л.	Инжен ер
Составление и утверждение технического задания	2		4		2,8		3	
Утверждение и уяснения сути задачи		5		6		5,4		5
Подготовка рабочего места, закупка необходимых материалов и программных комплексов		10		12		10,8		11
Выбор направления исследований	2	2	5	5	3,2	3,2	3	3
Календарное планирование работ по теме	2		2		2		2	
Выбор среды программирования		2		3		2,4		2
Моделирование схемы в ПК Microsoft Visual Studio		12		14		12,8		13
проверка измерения в программной среде «Mathcad»		8		10		8,8		9
Получение результатов		9		11		9,8		10

Анализ полученных данных		8		12		9,6		10
Исследование влияния параметров АРВ на процессы в сети	2	2	4	4	2,8	2,8	3	3
Оценка полученных результатов		10		11		10,4		10
Составление пояснительной записки	4	8	6	10	5	10	5	10
Проверка пояснительной записки руководителем	6		8		6,8		7	
Сдача работы заказчику		8		10		8,8		9
Суммарное количество рабочих дней	Руководитель проекта				23			
	Инженер				95			

Табл. 3 - Временные показатели проведения научного исследования

На основе таблицы 3 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках

программирования	
Моделирование схемы в ПК Microsoft Visual Studio	
проверка измерения в программной среде «Mathcad»	
Получение результатов	
Анализ полученных данных	
Исследование влияния параметров в АРВ на процессы в сети	
Оценка полученных результатов	
Составление пояснительной	

записки			
Проверка пояснител ьной записки руководит елем			
Сдача работы заказчику			

Инженер -  Руководитель - 

Рис. 25 – Календарный план-график проведения НТИ

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы, доплата за интенсивность работы
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- прочие расходы.
- накладные расходы

4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, а именно канцелярские затраты.

Все расходы на канцелярию представлены в таблице 4.

Табл. 4 - Канцелярские расходы

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, руб.	Общая стоимость изделия, руб.
1	бумага для принтера	2	200	400
2	ручка шариковая	2	30	60
3	тетрадь для записей	2	50	100
Итого:				560 руб.

4.4.2. Текущая заработная плата выполняющих работу

В данную статью включены основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов. Расчет основной заработной платы выполняющих работу представлен в таблице №.5

Таблица 5 - Расчет заработной платы выполняющих работу.

Исполнители	З _м , руб	Доп. за интенсивность	З _{дн} , руб.	Т _{р. раб. дн.}	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб
Инженер	16000	2000	571,4	68	38855,2	4857,1
Руководитель(доцент)	23000	2200	821,4	19	15606,6	1492,8
Итого З _{зп}						60811,7 руб.

Статья расходов включает основную заработную плату работников, выполняющих НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{доп}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \cdot 1,3 \cdot \hat{\alpha} ,$$

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

$$Z_{\text{П руководителя}} = (23000 + 2200) \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 33217,6$$

$$Z_{\text{П инженера}} = (16000 + 2000) \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 18808$$

1,3 – коэффициент для г. Томска.

Основная заработная плата работников ТПУ рассчитывается на основании оклада в соответствии с занимаемой должностью.

4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016г. Составляет 30%

Размер отчислений во внебюджетные формы представлен в таблице 7.

Таблица 6 - Отчисление во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Доплата за интенсивность работы, руб.
Руководитель проекта	38855,2	4857,1
Инженер	15606,6	1492,8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого	18243,51 руб	

Табл.6 - Отчисление во внебюджетные фонды

4.4.4. Расчет затрат на оборудование для научных работ

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производилось по действующим прейскурантам, а также по договорной цене. Расчет затрат по данной статье представлен в таблице 5.

Расчет амортизации проводился следующим образом:

$$U_{\text{ам}} = \frac{H_A \cdot \hat{O}}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 693,408}{12} \cdot 3 = 34,670 \text{ тыс. руб.},$$

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2,$$

где H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количествах лет;

где I – итоговая сумма в тыс.руб.;

m – время использования в месяцах;

Таблица 7 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена за единицу оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость всего оборудования, тыс. руб.
1	ВМК РВ ЭЭС	1	560	560
2	Компьютер <u>Lenovo IdeaCentre</u> <u>H50-50</u> <u>90B70028RS</u>	1	36,711	36,711
3	Стол письменный	2	3,620	7,240
4	Стул компьютерный	2	1,520	3,040
5	Компьютер Dell OptiPlex 9020 Micro 9020-7610	1	55,542	55,542
6	Microsoft Visual Studio Professional 2013	1	22,124	22,124
7	Принтер cannon x7010	1	8,751	8,751
Итого:				693,408 тыс. руб.
Амортизация				34,670 тыс. руб.

Табл.7 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

4.4.5 Прочие расходы

Прочие расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов и рассчитываются по формуле

$$З_{\text{пр}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{а}} + З_{\text{зп}} + З_{\text{внеб}}) * k_{\text{нр}},$$

где

$З_{\text{м}}$ – материальные затраты;

$З_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию;

$З_{\text{зп}}$ – заработная плата работников;

$З_{\text{внеб}}$ – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы. Величина коэффициента неучтенных расходов берется в размере 10%.

Получаем

$$З_{\text{пр}} = (560 + 34670 + 60811,7 + 18243,51) * 0,1 = 11428 \text{ руб.}$$

4.4.6 Накладные расходы

Затраты на накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{накл}} = \sum З_{\text{осн}} * k_{\text{нр}}$$

где

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (200-400% от заработной платы).

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 300%.

$$З_{\text{накл}} = 18243 * 3 = 54729 \text{ руб.}$$

4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 8.

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты НТИ	560	0,06
2. Затраты на оборудование для научных (экспериментальных) работ	693408	80,41
3. амортизация специального оборудования	34670	4,02
4. Затраты по заработной плате исполнителей темы	60811,7	7,05
5. Отчисления во внебюджетные фонды	18243,51	2,11
6. Накладные расходы	54729	6,34
7. Бюджет затрат НТИ	862241	

Табл.8 - Расчет бюджета затрат НТИ

Выводы по разделу

В процессе планирования научного исследования было выявлено ряд работ по достижению поставленной цели и произведен их анализ, с точки зрения трудоемкости выполнения каждой работы. Были рассчитаны затраты на материальные и нематериальные активы.

Результатом данной работы является моделирование схемы арТВ программе Microsoft Visual Studio, проверка моделирования в программной среде «Mathcad». Исследованы влияния параметров АРТ на процессы в сети с помощью Учебнонаучного комплекса ВМК РВ ЭЭС. Результаты данной работы могут быть использованы как для проведения дальнейших научно-исследовательских работ, с целью более подробного описания влияния отдельных параметров, так и использования данной электронной модели с целью осуществления прогнозирования.

