

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Анализ и построение карты селективности защищаемого оборудования

УДК 621.316.9-192

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Сибирцев Владислав Константинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова С.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты обучения

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

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

(Подпись) _____ (Дата) **Сурков М.А.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Сибирцев Владислав Константинович

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.02.2017 г. № 719/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Схема электроснабжения исследуемого района 2. Тип и паспортные данные кабельных линий и трансформаторов 3. Данные о нагрузке трансформаторных подстанций 4. Тип и модель коммутационных аппаратов
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Анализ решаемой задачи на основе обзора опубликованных результатов исследований и ее актуальность. 2. Анализ исходных данных и построение математической модели необходимой для исследования. 3. Выполнение исследований 4. Анализ результатов исследований и обоснование их на основе рекомендаций по выбору защитных аппаратов
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Схема системы электроснабжения исследуемого участка сети
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова С.Н.
Социальная ответственность	Бородин Ю.В.
Раздел на иностранном языке	Матухин Д.Л.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Построение карты селективности классическим методом	
Исходные данные	
Построение карты селективности	
Работа электрооборудования и защит в электроустановках 0,4 кВ с высшими гармоническими составляющими	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Заключение	
Analysis and protective device coordination	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Сибирцев В.К.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 137 с., 41 рис., 31 табл., 47 источников, 7 прил.

Ключевые слова: карта селективности, коммутационные аппараты, городская распределительная сеть, время срабатывания, ложное срабатывание, гармонические составляющие, фильтрокомпенсирующие устройства.

Объектом исследования является участок городской электрической распределительной сети 0,4 кВ г. Томска.

Цель работы – сравнение информативности и корректности двух подходов построения карты селективности защищаемого оборудования: упрощенное представление карты селективности на основе данных метода коэффициента спроса и детальное представление карты селективности базирующееся на результатах расчета СЭС методом узловых потенциалов.

В процессе исследования использовались методы математического и компьютерного моделирования, гармонического анализа.

В результате исследования были предложены способы увеличения надежности распределительной сети 0,4 кВ.

Область применения: городские и сельские распределительные сети 10/0,4 кВ.

Экономическая эффективность: предлагаемые меры позволят увеличить надежность электрической сети, а так снизить затраты при разработке и внедрению новых электрических сетей.

Обозначения и сокращения

Электроэнергия – ЭЭ

Электроприемник – ЭП

Система электроснабжения – СЭС

Автоматический выключатель – АВ

Асинхронный электродвигатель – АД

Устройство защитного отключения – УЗО

Электронная вычислительная машина – ЭВМ

Короткое замыкание – КЗ

Электрический двигатель - ЭД

Оглавление

Введение.....	9
ГЛАВА 1. ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ СЕЛЕКТИВНОСТИ	13
1.1. Теоретические сведения	13
1.1.1 Порядок построения защитных характеристик на карте селективности ...	19
1.1.2 Порядок согласования защитных характеристик на карте селективности	24
ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	29
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	30
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	30
3.1.2 SWOT-анализ.....	30
3.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования.....	34
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	34
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	36
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	38
3.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования.....	41
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	41
3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	42
3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	47
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	47
3.3.5 Накладные расходы.....	48
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	49
3.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования .	50
3.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта	50
3.4.2 Оценка важности рисков	52
Выводы по главе 3.....	55

Введение

В электроэнергетике существует проблема выбора защитной аппаратуры начиная со стадии проектирования и заканчивая стадией эксплуатации. При проектировании невозможно учесть все факторы, такие как перегиб кабеля при прокладке, несоответствие реальной нагрузки с заданной в проекте, внешние факторы (погодные условия), поэтому при пуско-наладочных работах производятся замены защитных аппаратов с другими номинальными величинами. Позже, при эксплуатации производится еще одна регулировка или замена устройств. Чтобы избежать лишних затрат как человеческих, так и материальных, в настоящее время при проектировании начинают использовать программное обеспечение, в котором существует гибкая настройка всех параметров и характеристик электрических установок.

При прокладке электропроводки на производстве, в квартирах, в любых других помещениях создаются электрические схемы, в которых всегда учитываются вопросы безопасной эксплуатации электрооборудования. Электрический ток может причинить большой вред при неправильном создании схемы, неправильной эксплуатации, либо при аварийных режимах. Чтобы этого не произошло, устанавливают устройства защиты: предохранители, автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы и другие средства защиты электрической сети.

Все они обладают конкретными возможностями, но не могут быть универсальными. Поэтому при выборе приборов следует четко учитывать их индивидуальные характеристики.

Система электроснабжения (СЭС) — совокупность источников и систем преобразования, передачи и распределения электрической энергии. [2]

Одним из пунктов обеспечения надежности электроснабжения является селективная работа коммутационных аппаратов.

В электроснабжении под «селективностью» понимают совместную работу последовательно включенных аппаратов защиты электрических цепей в случае возникновения аварийной ситуации.

После изобретения в 1888 г. выдающимся русским электротехником Михаилом Осиповичем Доливо-Добровольским системы трехфазного тока появилась необходимость защиты токоведущих частей от токов перегрузки и токов короткого замыкания. Первоначально токовые защиты выполнялись с использованием плавких предохранителей. Но из-за недостатков (одноразовость и недостаточная точность определения предельного тока), предохранители перестали отвечать требуемым стандартам. Вместо них начали использоваться электромагнитные реле. С начала 20-го века начались разработки и внедрения релейной защиты в системы электроснабжения. Так одним из требований, предъявляемых к релейной защите является селективность. Селективность представляет собой способность релейной защиты выявлять место повреждения и отключать его ближайшими к нему выключателями. Так уже к 20-м годам двадцатого века появились первые публикации в СССР, в частности книга под редакцией немецкого электротехника Р.Рюденберга, перевод которой на русский язык был выпущен в 1930г [3]. К этому же периоду относится появление оригинальных обобщающих трудов советских авторов по вопросам защиты – «Реле и релейная защита» В.Л. Иванова [3, 5].

Автомат защиты линии был изобретен американским ученым Чарлзом Графтоном Пэйджем в 1836 году. Первую конструкцию автоматического выключателя описал Эдисон в 1879 году. Конструкция современных автоматических выключателей была запатентована швейцарской компанией *Brown, Boveri & Cie* в 1924 году.

Бурно развивающаяся экономика стран требовала больших мощностей, что способствовало росту мощности низковольтных сетей, также появилась необходимость уменьшения материалоемкости аппаратов (отказ от установки аппаратов релейной защиты и обеспечение селективной работы непосредственно самими автоматическими выключателями). Данные причины заставили по-новому решать проблему селективной защиты электрической сети – использованием только токоограничивающих выключателей. Автоматические

выключатели без релейной защиты обеспечивают «естественную» селективность.

Большой вклад в исследование вопросов обеспечения селективной работы оборудования защиты внесли Аветян А.Г. «Особенности применения нерегулируемых автоматических выключателей в осветительных и аналогичных сетях», Вальчук Е. Дзежбицки С. – «Токоограничивающие автоматические выключатели», Кобозев А.С., Кузнецов Р.С. - «Аппараты распределения электрической энергии на напряжение до 1000 В», Могилевский Г.В. «Бесконтактные устройства защиты для низковольтных электрических аппаратов», Морел Р., Райнин В.Е., «Совершенствование защитных характеристик автоматических выключателей низкого напряжения», Сосков А.Г. «Полупроводниковые аппараты: коммутация, управление, защита», Таев И.С. «Электрические аппараты автоматики и управления» [3, 5].

Так неотъемлемой частью систем электроснабжения являются автоматические выключатели (АВ), которые работают как в номинальных режимах, оперативных коммутаций, так и в аварийных режимах, при коротких замыканиях. С усложнением схем и увеличением чувствительности защищаемого электрооборудования к токовым перегрузкам к аппаратам защиты повышаются предъявленные требования высокого быстродействия с целью ограничения этих токов.

Вместе с этим расчет селективной работы обычными методами оказался невозможным из-за большого количества электроприемников и коммутационных аппаратов, характеристики которых даются заводом производителем с допусками и практически невозможно последовательно реализовать более двух защит из-за перекрытия характеристик. Для реализации расчетов стали использоваться ЭВМ, которые облегчили вычисления и подробно детализовали характеристики защищаемого оборудования.

Целью работы является сравнение информативности и корректности двух подходов построения карты селективности защищаемого оборудования:

- *упрощенное представление карты селективности на основе данных метода коэффициента спроса,*
- *детальное представление карты селективности базирующееся на результатах расчета СЭС методом узловых потенциалов.*

Для достижения цели ставятся следующие задачи:

- Осуществить построение карты селективности на основе результатов расчета схемы электроснабжения графо-аналитическим методом коэффициента спроса и методом узловых потенциалов интегрированного в программную среду.
- Дать количественную оценку влияния гармонического спектра на селективность работы системы защиты.

ГЛАВА 1. ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ СЕЛЕКТИВНОСТИ

1.1. Теоретические сведения

Наиболее понятное и наглядное представление о согласовании уставок релейной защиты, выставляемых на различных элементах схем электрической сети, предоставляют **времятоковые характеристики данных защит**, представленные в графическом виде, и называемые **картами селективности** [5]. Также они позволяют сравнить между собой действия защит по такому параметру, как селективность.

Пример карты селективности на примере принципиальной схемы произвольного участка цепи (рисунок 1.1) изображен на рисунке 1.2.

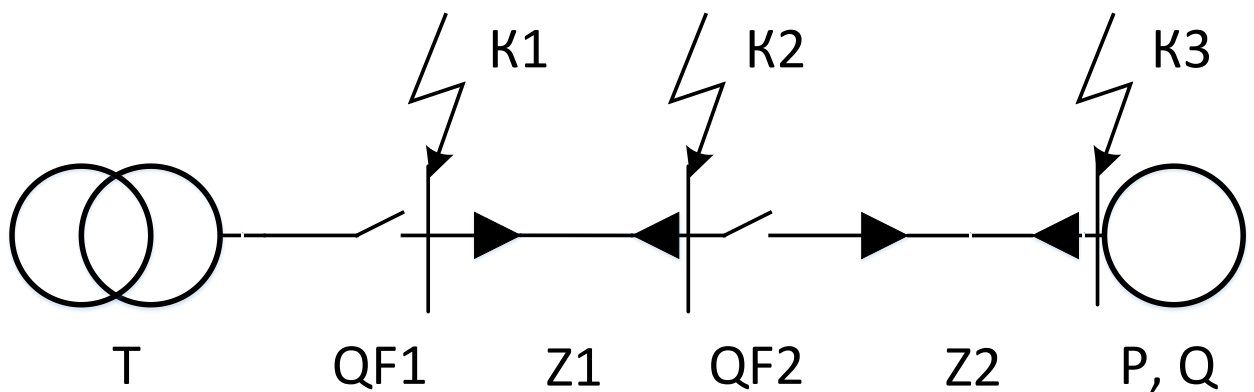


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема произвольного участка цепи

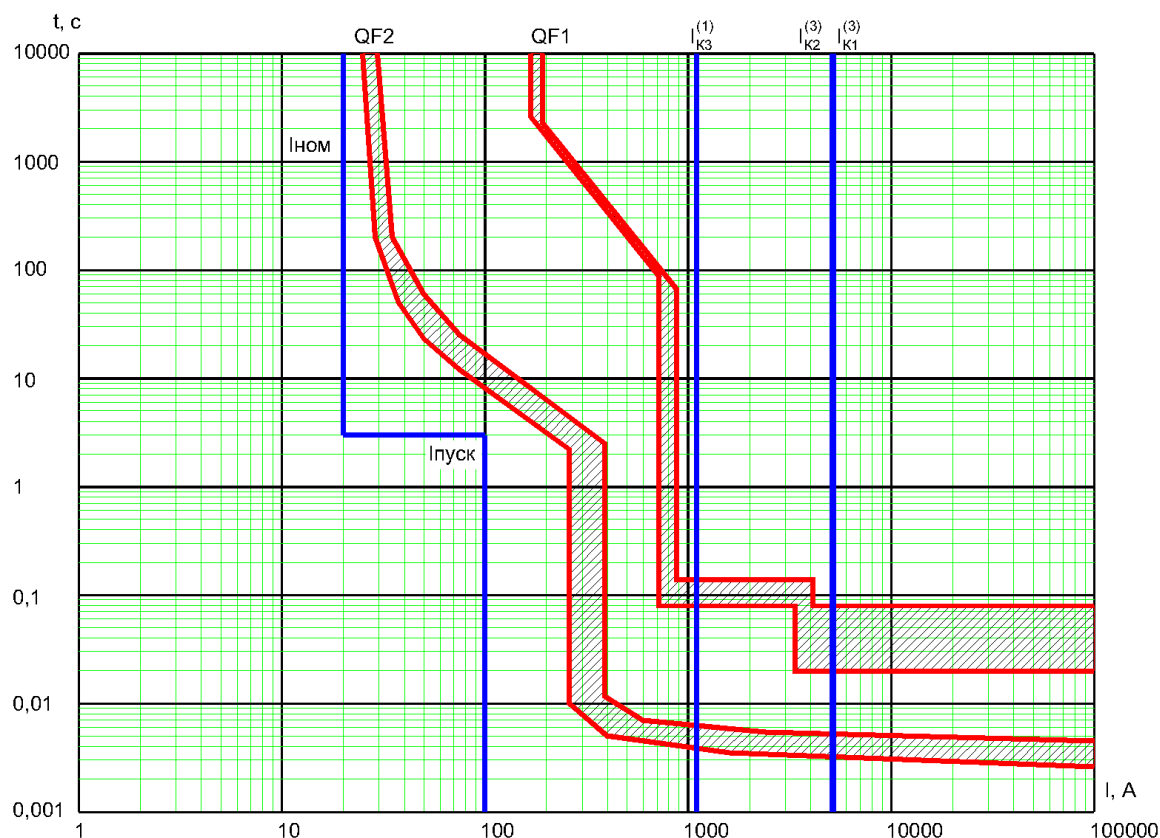


Рисунок 1.2 – Карта селективности

QF1 – характеристика автоматического выключателя 1, QF2 – характеристика автоматического выключателя 2, $I_{ном}$ – номинальный ток электроприемника, $I_{пуск}$ – пусковой ток электроприемника, $I_{к1}^{(3)}$ – ток трехфазного короткого замыкания в точке 1, $I_{к2}^{(3)}$ – ток трехфазного короткого замыкания в точке 2, $I_{к3}^{(1)}$ – ток однофазного короткого замыкания в точке 3

Времятоковая характеристика либо лишь одна ее ступень может быть нескольких видов:

- зависимая от величины тока;
- независимая от тока характеристика времени.

У времятоковых характеристик существует зона срабатывания, характеризующаяся погрешностью защит, точностью выставления их уставок и различными внешними факторами. На карте селективности обычно показываются 2-е линии, указывающие на эту зону.

Времятоковая характеристика автоматического выключателя, на примере ВА47-29, (рисунок 1.3) обусловлена несколькими областями в зависимости от вида расцепителя. Область срабатывания задается зоной, что говорит о погрешности срабатывания выключателя из-за инерционных масс приводов и ножей, отличными погодными условиями от нормальных, загрязненностью контактов [12].

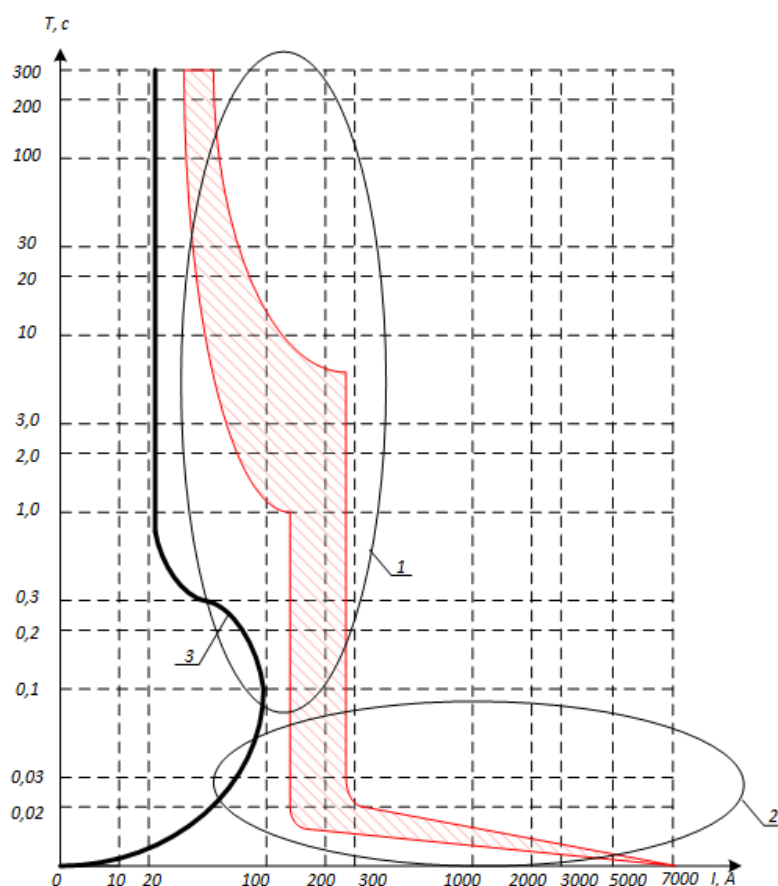


Рисунок 1.3 – Пример времятоковой характеристики ВА 47-29 с пусковым и рабочим токами нагрузки

Данная времятоковая характеристика показывает, что автоматический выключатель (АВ) имеет несколько расцепителей: тепловой расцепитель (зона срабатывания – область 1) и электромагнитный расцепитель (зона срабатывания – область 2), и показывает реакцию автоматического выключателя на разные значения тока – с какой скоростью отключится автомат при протекании через него определенного тока.

Кривая 3 отображает время-токовую характеристику работы защищаемого электроприемника, которая делится на зону переходного процесса и зону работы устройства в номинальном режиме. На пусковой ток в первый момент времени после коммутации и рабочий ток в установившемся режиме. Для защиты сети и приемников в каждый момент времени используются определенные типы расцепителей.

Два вида расцепителей решают разные задачи:

- Тепловой расцепитель предназначен для защиты сети от продолжительного, но небольшого превышения допустимого тока (чрезмерная нагрузка)
- Электромагнитный расцепитель защищает сеть от токов короткого замыкания (также определяет границу окончания переходного процесса)

Область срабатывания представлена двумя линиями, которые определяют разброс времени срабатывания расцепителей, так нижняя линия обусловлена горячим состоянием автомата, а верхняя – холодным состоянием.

Времятоковая характеристика предохранителей также обусловлена двумя линиями, а прерывания (срабатывание предохранителя) цепи выполняется перегоранием плавкой вставки (рисунок 1.4).

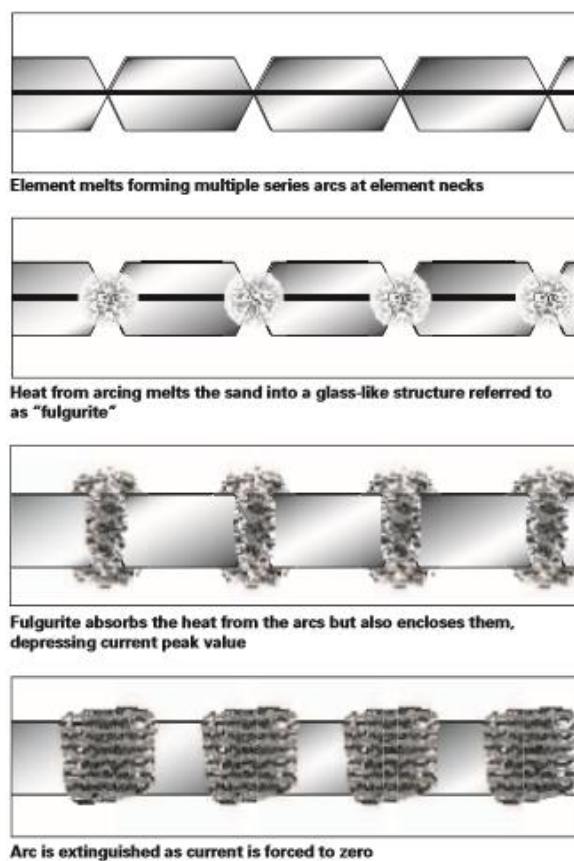


Рисунок 1.4 – процесс перегорания плавкой вставки [13].

1 – Перегорание с образованием маленьких по размеру дуг, 2 – Тепло от электрической дуги плавит участки плавкой вставки, 3 – Фульгурит поглощает тепло от электрической дуги, тем самым гася их и уменьшая пиковые значения тока, 4 – Окончательное гашение дуги

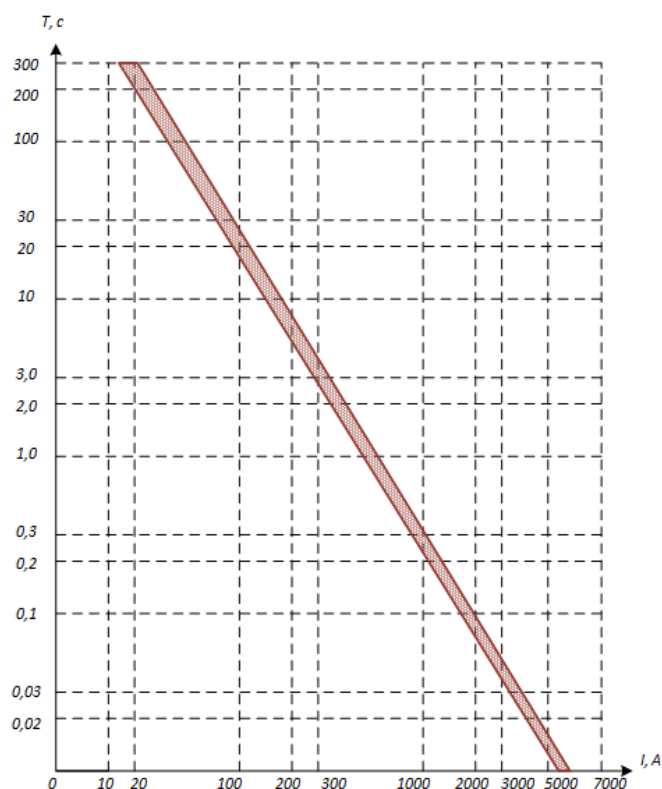


Рисунок 1.5 – Времятоковая характеристика предохранителя Eaton

Нижняя линия – минимальная кривая плавления – минимальное время плавления в секундах плавкого элемента при определенных значениях симметричных токов, при определенных температурных условиях и без предварительной загрузки. Верхняя линия – кривая полного расплава – это максимальное время для окончательного прерывания электрической цепи при определенных значениях тока. Диапазон между двумя кривыми включает в себя производственные погрешности, отличные температурные условия от номинальных, неидеальное качество электроэнергии.

Для построения карт селективности во времятоковых осях строятся характеристики защит, которые имеют любой тип токовых защит (токовые реле, реле, предохранители, автоматические выключатели и т.п.). Уставки защит считаются селективными, если их времятоковые характеристики не накладываются друг на друга или не пересекаются. [1]

Селективное действие последовательно установленных защит обеспечивается при выполнении определенных условий (селективность по току, селективность по времени). В сложных системах электроснабжения обычно для

этих целей строят карту селективности [3]. На ее оси абсцисс откладываются токи, приведенные к одной ступени напряжения $U_{осн}$; по оси ординат - время срабатывания защиты. В ряде случаев возникает необходимость карту селективности выполнять в логарифмическом масштабе. Для приведения тока I_n , проходящего по элементу n с напряжением U_n к основной ступени напряжения $U_{осн}$, используют выражение:

$$I_{осн} = I_n \cdot (U_n / U_{осн}) .$$

На этой карте в совмещенном виде изображены защитные характеристики всех элементов, защиты которых согласуются между собой. Для выполнения защит могут быть использованы предохранители, расцепители автоматических выключателей, токовые защиты с зависимой или независимой выдержкой времени.

1.1.1 Порядок построения защитных характеристик на карте селективности

Защитная характеристика плавкой вставки предохранителя.

Характеристика (рисунок 1.6, а) представляет собой зависимость $t = f(I)$. Если предохранитель установлен на элементе n , то его типовая защитная характеристика построена в зависимости от тока I_n , отнесенного к напряжению U_n этого элемента. Для построения защитной характеристики на карте селективности необходимо вместо тока I_n использовать ток $I_n \cdot (U_n / U_{осн})$ [5].

Например, предохранитель ПН-2 с номинальным током плавкой вставки $I_{вс.ном} = 80$ А установлен в сети 0,4 кВ (U_n). Из типовой защитной характеристики (рисунок 1.7) следует, что при токе 500 А плавкая вставка перегорает за время 0,2 с. Если при построении карты селективности за основное принято напряжение 10 кВ ($U_{осн}$), то времени $t = 0,2$ с будет соответствовать ток, равный 20 А, $(500 \cdot (0,4/10))$.

Так переносятся и другие точки характеристики на карту селективности.

Защитная характеристика реле РТ-80. С помощью этого реле выполняется двухступенчатая токовая защита: максимальная токовая с зависимой выдержкой времени и токовая отсечка без выдержки времени. Защитная характеристика (рисунок 1.6, б) представляет собой зависимость времени срабатывания реле от отношения тока в обмотке реле I_p к току срабатывания реле $I_{c.p}$ (от кратности тока $k = I_p / I_{c.p}$) или, что то же самое, отношение тока в защите I_3 к току срабатывания защиты $I_{c.з}$ ($k = I_3 / I_{c.з}$). Для переноса ее на карту селективности необходимо от кратности тока k перейти к току в защите $I_3 = k \cdot I_{c.з}$ (рисунок 1.6, в). Здесь ток срабатывания защиты $I_{c.з}$ нужно отнести к выбранной ступени напряжения $U_{осн}$. Например, из типовой защитной характеристики реле следует, что оно срабатывает за время $t = 6$ с при кратности $k = 2$. На карте селективности этому времени срабатывания будет соответствовать ток $I_3 = 2 \cdot I_{c.з}$. Аналогичным образом переносятся и другие точки защитной характеристики [5].

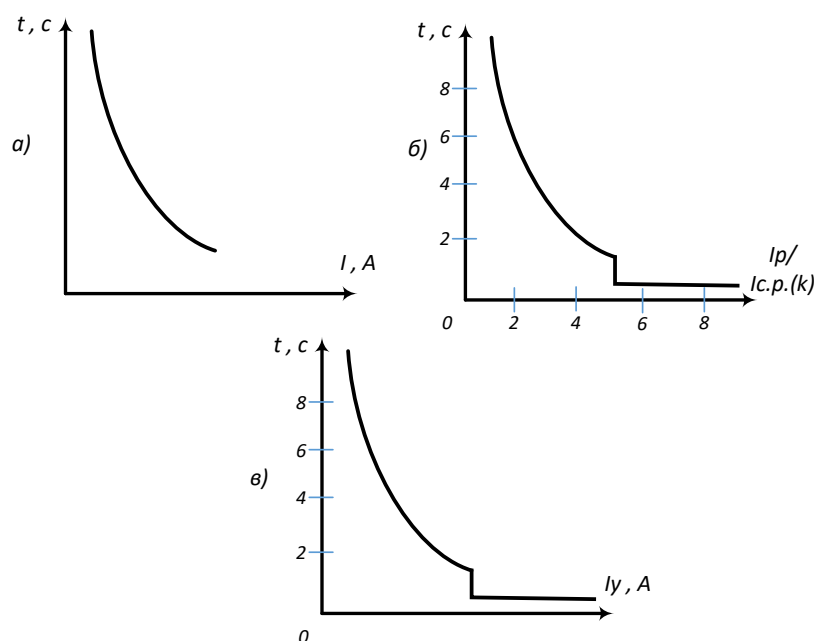


Рисунок 1.6 – Защитные характеристики предохранителя и реле РТ-80

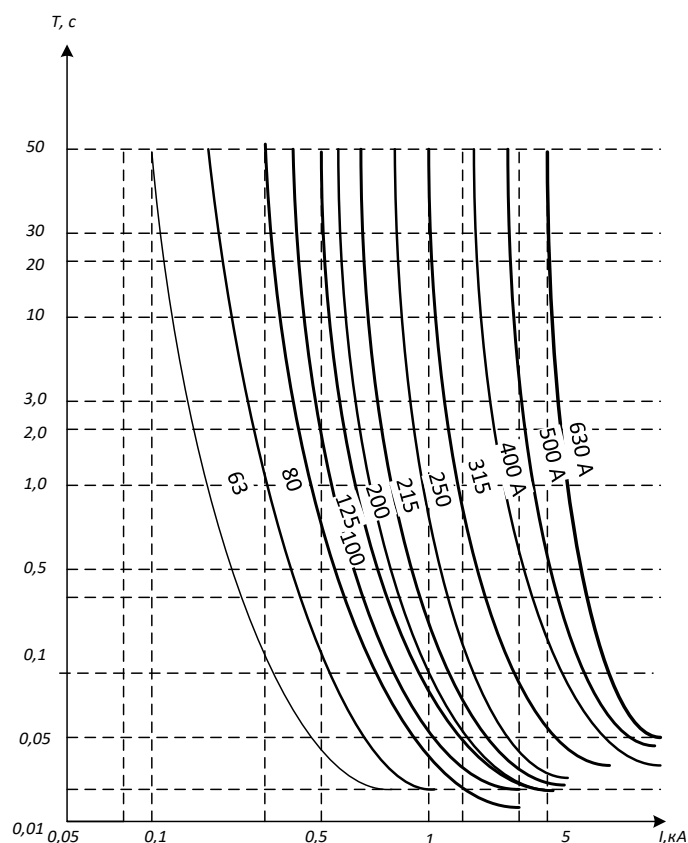


Рисунок 1.7 – Защитные характеристики предохранителя ПН2

Защитные характеристики расцепителей автоматических выключателей.

У автоматических выключателей с комбинированными расцепителями защитные характеристики, как и у предохранителей, представляют собой зависимость времени срабатывания расцепителя t от тока в нем $[t = f(I)]$ (рисунок 1.8). Поэтому выбранная характеристика расцепителя переносится на карту селективности, как и характеристика плавкой вставки предохранителя. У автоматических выключателей с полупроводниковыми расцепителями защитные характеристики, как и у реле РТ-80 строятся в зависимости от кратности тока в расцепителе (рисунок 1.9). Поэтому на карту селективности выбранная характеристика переносится, как и характеристика реле РТ-80. Например, следует построить на карте селективности характеристику с выдержкой времени 4 с при $6I_{рц.ном.}$. У нее при кратности $k = I_{рц}/I_{рц.ном.} = 3$ выдержка времени равна 40 с (рисунок 1.10). На карте селективности этому

времени будет соответствовать ток $I_{рц} = 3 I_{рц.ном}$. Здесь $I_{рц.ном}$ следует отнести к основной ступени.

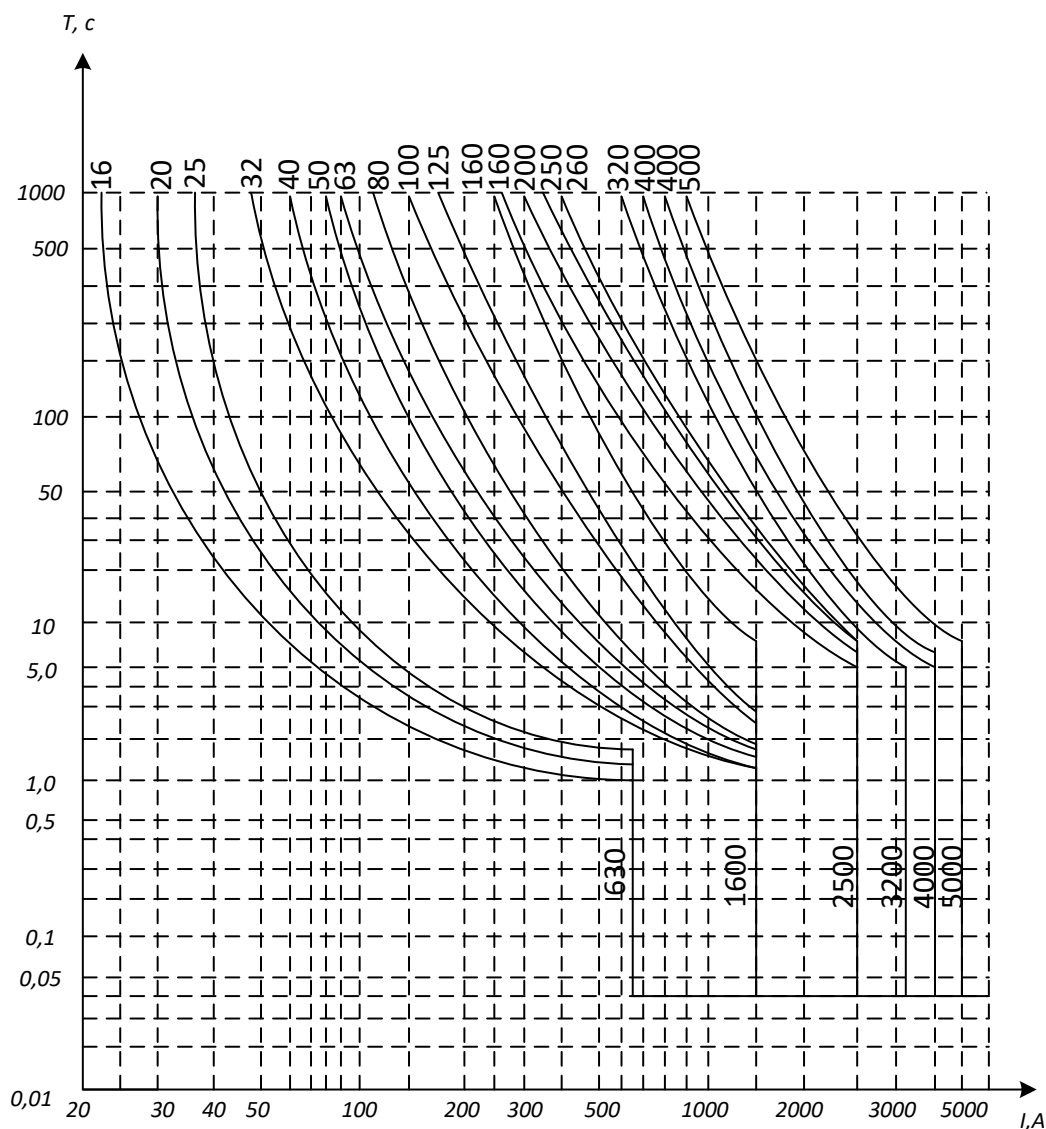


Рисунок 1.8 – Защитные характеристики комбинированного расцепителя автоматического выключателя АЗ700

В ряде случаев при построении карты селективности приходится учитывать влияние токов нагрузки. Так, например, если требуется учесть влияние токов нагрузки $\sum I_{раб.мах}$ при согласовании между собой характеристик защит А1 и А2 (рисунок 1.11, а), то построенная указанным выше способом защитная характеристика защиты А1 (характеристика 1 на рисунке 1.11, б) должна быть смещена вправо на величину суммарного тока нагрузки $\sum I_{раб.мах}$ (характеристика 2 на рисунке 1.11, б).

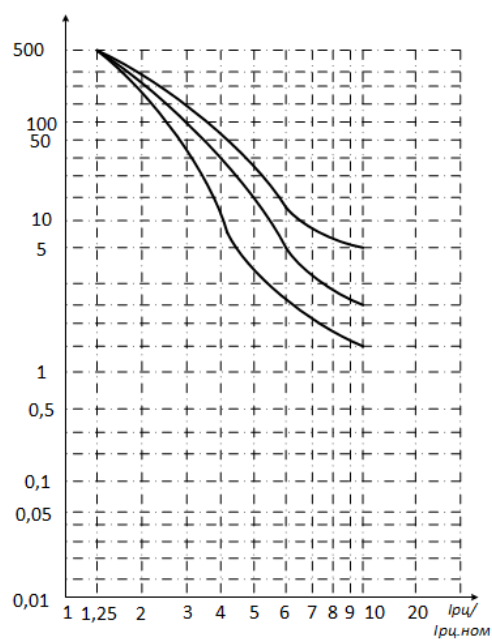


Рисунок 1.9 – Защитные характеристики п/п расцепителя РП
автоматического выключателя АЗ700

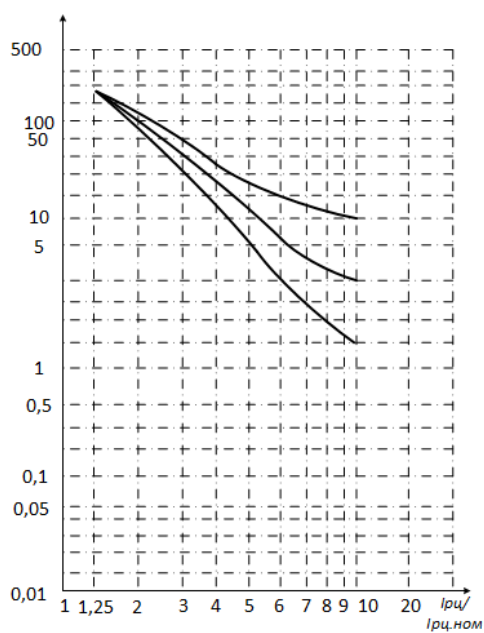


Рисунок 1.10 – Защитные характеристики п/п расцепителя РМТ
автоматического выключателя «Электрон»

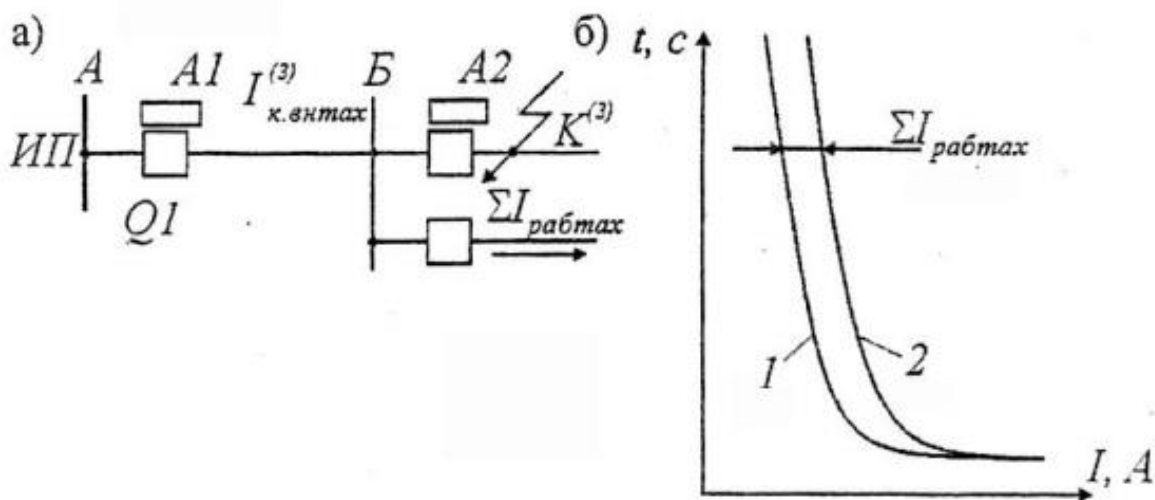


Рисунок 1.11 – Учет тока нагрузки при построении защитной характеристики. ИП – источник питания, Q1 – выключатель 1, A1 и A2 – защитные аппараты

1.1.2 Порядок согласования защитных характеристик на карте селективности

Порядок согласования представлен на примере защит A1 и A2 (рисунок 1.11,а). Защиты A1 и A2 имеют независимую от тока характеристику. Выдержки времени согласуются по ступенчатому признаку, т.е. время срабатывания t_1 защиты A1 должно быть на ступень селективности Δt больше времени срабатывания t_2 защиты A2 (рисунок 1.12, а). Ступень селективности принимается равной 0,3...0,5 с. [5]. Здесь и далее: 1 – защитная характеристика защиты A1; 2 - защитная характеристика защиты A2.

Защиты A1 и A2 имеют зависимую от тока характеристику (рисунок 1.12, б). Эти защиты могут быть выполнены в виде реле тока с зависимой выдержкой времени, расцепителями автоматических выключателей или плавкими предохранителями. При любом сочетании этих защитных устройств согласование защитных характеристик защиты A1 и защиты A2 производится при токе $I_{к.вн.мах}$ трехфазного КЗ в точке $K^{(3)}$ у места установки защиты A2 (на шинах подстанции Б). Ток $I_{к.вн.мах}$ определяется для максимального режима работы. При этом токе время срабатывания t_1 защиты A1 должно быть на ступень

селективности Δt больше времени срабатывания t_2 защиты А2. Если защиты выполнены с использованием реле РТ-80 или РТВ, а кратность тока КЗ ($I_{к.вн.мах}/I_{с.з.}$) велика и реле работают в независимой части своих характеристик, то их выдержки времени должны согласовываться, как и для защит с независимыми характеристиками.

Защита А1 имеет зависимую характеристику, а защита А2 – независимую (рисунок 1.12, в). Согласование, как и в предыдущем случае, производится при токе $I_{к.вн.мах}$.

Защита А1 имеет независимую характеристику, а защита А2 – зависимую (рисунок 1.12, г). В этом случае согласование производится при токе срабатывания $I_{с.з.1}^{III}$ защиты А1. При этом токе выдержка времени t_1 защиты А1 должна быть на ступень селективности Δt больше выдержки времени t_2 защиты А2.[5]

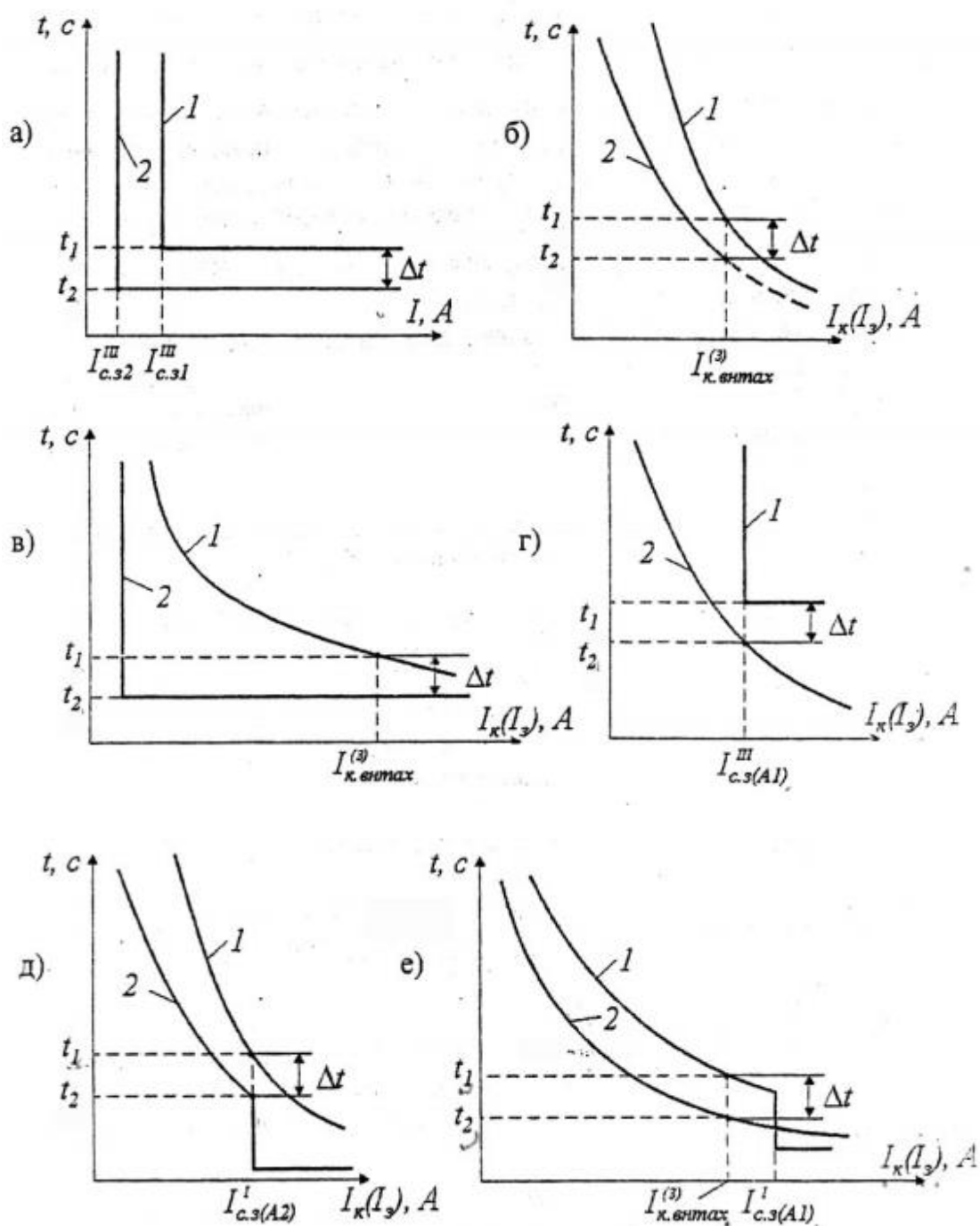


Рисунок 1.12 – Порядок согласования защитных характеристик

Защита A1 имеет зависимую характеристику, а защита A2 – комбинированную (кроме максимальной токовой защиты имеется и токовая отсечка) (рисунок 1.12, д). В этом случае согласование будет проводится при токе срабатывания токовой отсечки $I_{с.з.2}^I$ защиты A2. При этом токе выдержка времени t_1 защиты A1 должна быть на ступень селективности Δt больше

выдержки времени t_2 максимальной токовой защиты А2. Если защита А1 выполнена предохранителем, то после выбора плавкой вставки, обеспечивающей указанные требования, необходимо проверить, сохраняется ли селективность между токовой отсечкой и предохранителем при токе $I_{к.вн.мах}$. Если не сохраняется, то следует выбрать плавкую вставку с большим номинальным током [5].

Защита А1 имеет комбинированную характеристику, а защита А2 – зависимую (рисунок 1.12, е). Токовая отсечка защиты А1 не действует при внешних КЗ, но может срабатывать третья ступень токовой защиты А1 с зависимой выдержкой времени. Ее и следует согласовывать с защитой А2 при токе $I_{к.вн.мах}$.

Неправомерно считать защитную характеристику защитных аппаратов в виде линии, указанной в документации завода изготовителя к коммутационным аппаратам, так как она представляет работу аппаратов при 20 С, так как практически никто не реализует контроль параметров сети при данной температуре. Так как необходимо учитывать режим работы выключателя, в который входит условия окружающей среды (погодные, загрязненность), состояние аппарата (износ контактов, износ подвижных деталей), то следует рассматривать защитную характеристику в виде полосы (области срабатывания), учитывающая эти условия. Всё это ведет к дополнительной настройке аппаратов защиты во время пуско-наладочных работ, либо их замене на подходящие. Так на замену классическому методу приходят автоматизированные методы, использующие программное обеспечение, которое позволяет учитывать большее количество параметров электрической сети и характеристик аппаратов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студент:

Группа	ФИО
5AM5E	Сибирцев Владислав Константинович

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	При проведении исследования используется база лабораторий ЭНИН ТПУ; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	НР 34-70-32-83, РД 34.10.301, РД 34.10.102-91, ГОСТ Р 51397-99, МУ 34-00-094-85, ГОСТ Р 53905-2010
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные фонды – 30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциального потребителя, SWOT анализ
2. Планирование этапов и выполнения работ по НИР (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности и трудоемкости работы)	Планирование научно-исследовательских работ, определение действующих лиц, длительности и трудоемкости работ.
3. Расчет бюджета для научно-технического исследования	Определение материальных затрат НТИ, затрат на специальное оборудование, расчет основной заработной платы и накладных расходов
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка целесообразности и эффективности научного исследования. Анализ и оценка научно-технического уровня исследования. Оценка рисков

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Диаграмма Гранта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова С.Н.	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Сибирцев В.К.		

ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Темой научно-технического исследования является исследование реальной схемы электроснабжения, анализ и построение карты селективности защищаемого оборудования и оценку эффективности работы коммутационной аппаратуры. Проведение исследования предполагает использование специализированных программно-технических комплексов и основано на математическом моделировании рассматриваемого участка электрической сети и отдельных его элементов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации [65].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В последние 20 лет резко обострилась проблема качества ЭЭ и в городских зданиях в связи с появлением в них большого количества нелинейных однофазных потребителей электроэнергии. Наблюдается перегрев и разрушение нулевых рабочих проводников кабельных линий, ускоренное старение изоляции, возрастание потерь мощности и электроэнергии, ложное срабатывание защитных аппаратов, выход из строя компьютерного оборудования и ряд других негативных явлений. Немаловажную роль среди проводимых исследований играет изучение возможности уменьшения потерь ЭЭ и повышения надежности схемы электроснабжения связанных с гармоническими составляющими в сети. В рамках настоящего научного исследования оценивается работа коммутационной аппаратура и необходимость ее замены на правильную, а также влияние гармонических составляющих в сети на коммутационные аппаратуру и способы уменьшения влияния гармоник в городской распределительной сети на примере участка электрической сети города Томска. Основным потребителем подобных исследования являются ООО «Горсети» город Томск, но также разработанные способы оптимизации распределительных сетей могут применяться для аналогичных сетей.

3.1.2 SWOT-анализ

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

несколько этапов: 1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 3.1 - Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 1. Применение современных программно-технических комплексов 2. Практическая применимость 3. Наличие опытного научного руководителя 4. Актуальность проводимого исследования 5. Обширная сфера применения	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: 1. Ограниченность исходных данных 2. Невозможность экспериментального исследования полученных результатов на реальных объектах 3. Незаинтересованность сетевых компаний в модернизациях сети с целью повышения качества ЭЭ у потребителей 4. Малая нормативная база 5. Многостадийность методики
Возможности: 1. Возможность создания партнерских отношений с сетевыми компаниями 2. Большой потенциал применения метода математического моделирования 3. Относительная дешевизна и быстрая окупаемость предлагаемых технических решений 4. Возможность выхода на внешний рынок 5. Рост потребности коммунально-бытовых потребителей ЭЭ в повышении надежности работы схемы электроснабжения	Угрозы: 1. Малый рынок сбыта 2. Большое количество рекомендации по оптимизации электрических сетей 3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования 4. Невозможность выхода на международный рынок 5. Малые скорости внедрения разрабатываемых мер по оптимизации сети

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 3.2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5

Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 3.3 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	0	0
	B2	0	0	+	-	-
	B3	-	0	0	-	-
	B4	-	0	-	-	-
	B5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1, B2Сл3.

Таблица 3.4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	0	0	-	-
	У2	0	+	0	0	+
	У3	0	0	0	0	0
	У4	-	0	-	-	-
	У5	0	-	-	-	0

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

Вывод: заявленные способы анализа и оптимизации городской электрической сети имеют большой потенциал и быструю окупаемость, но небольшой круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внутренний рынок.

3.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание исследовательской части работ	Содержание технической части работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Получение технического задания от предприятия-заказчика и его согласование	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Сбор необходимых данных, технических параметров оборудования, изучения технологического процесса	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Выбор способа проведения технической стороны исследования и его обоснование; составление математических моделей	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Составление графика выполнения работ на всех этапах	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение теоретических расчетов, а затем необходимых экспериментов для их подтверждения	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Анализ результатов проведенного научно-технического исследования, выдача рекомендаций относительно решаемой задачи	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	7	Составление пояснительной записки	Составление отчета о проделанной работе, с указанием проблематики проводимого исследования, результатов и принятых технических решений	Инженер
	8	Публикация полученных результатов	Передача результатов исследования заказчику и их внедрение в процесс производства	Научный руководитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.1)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (3.2)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.дн.

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

В таблице 3.7 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 3.7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работ в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min}		t_{max}		t_{oji}							
	Науч. Рук.	Инженер	Науч. Рук.	Инженер	Науч. Рук.	Инженер	Науч. Рук.	Инженер	Науч. Рук.	Инженер	Науч. Рук.	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	14	-	21	-	16,8	-	1	-	16,8	-	25
Выбор направления исследований	2	4	3	5	2,4	4,4	1	1	2,4	4,4	4	7
Календарное планирование работ по теме	3	-	7	-	4,6	-	1	-	4,6	-	7	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	21	-	28	-	23,8	-	1	-	23,8	-	35
Оценка эффективности полученных результатов	3	7	5	14	3,8	9,8	1	1	3,8	9,8	6	15
Составление пояснительной записки	-	5	-	10	-	5	-	1	-	5	-	7
Публикация полученных результатов	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3.3)$$

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{299} = 1,48, \quad (3.4)$$

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

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году (пятидневная рабочая неделя);

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

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

Все рассчитанные значения сведены в таблице 3.7.

Итого длительность работ – 114 календарных дней.

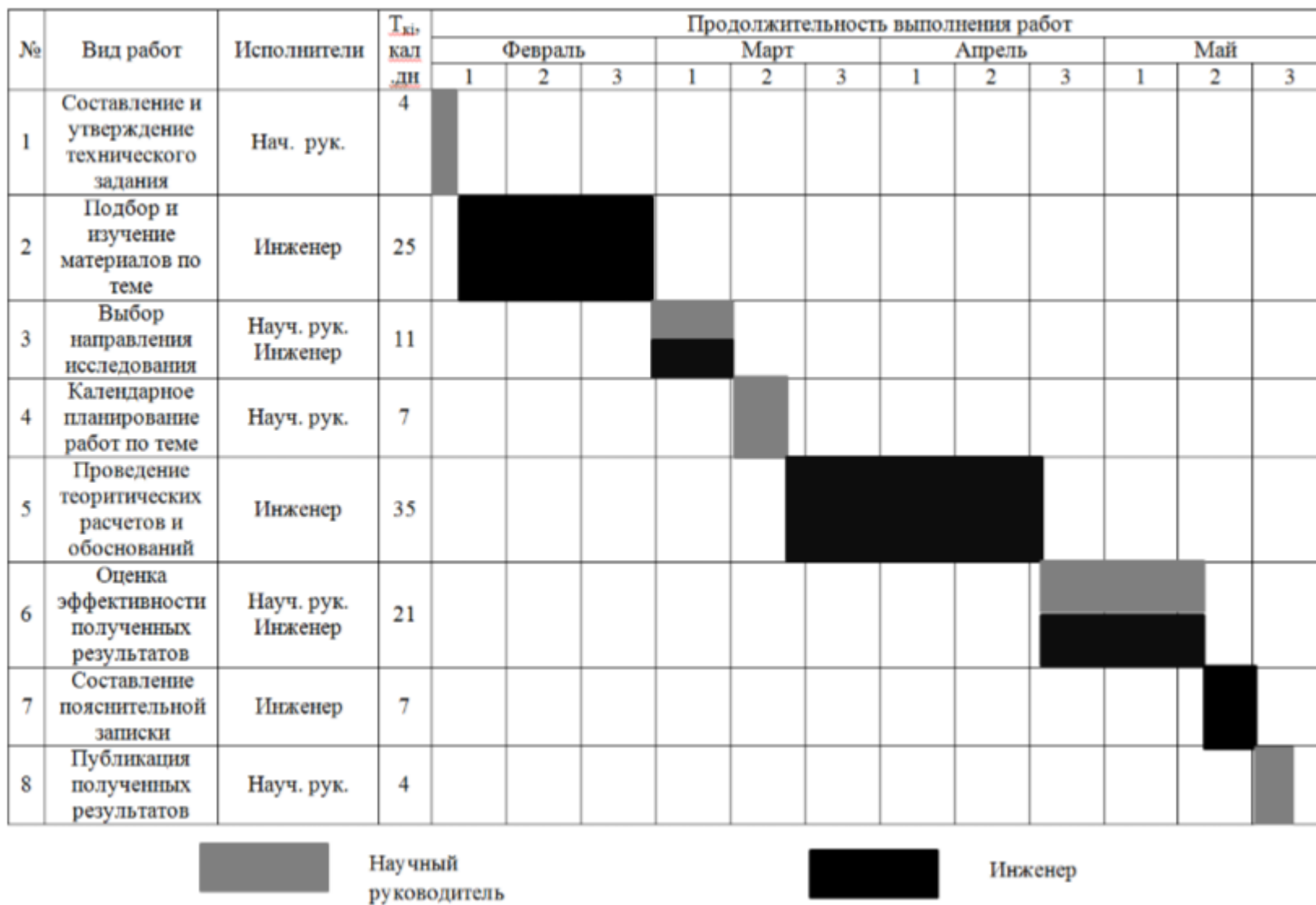
На основе таблицы 3.7 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике следует выделить

различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 3.8:

Вывод: общее число работ составило 8. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

Таблица 3.8 - Календарный план-график проведения НИР (Диаграмма Ганта)



3.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (3.5)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), руб	
		Науч. Рук.	Инж.	Науч. Рук.	Инж.	Науч. Рук.	Инж.
Компьютер	Штука	1	1	20000	25000	23000	28750
Принтер	Штука	1	1	6000	6000	6900	6900
Matlab	Штука	1	1	7000	7000	8050	8050
Microsoft Word	Штука	1	1	2000	2000	2300	2300
Специализированное ПО	Штука	3	3	8000	8000	9200	9200
Канцелярские принадлежности	-	-	-	-	-	2000	4000
Итого						51450	57200

3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям		Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	Составление и утверждение технического задания	Науч. рук.	-	2,8	-	3060	-	8568	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	Инж.	-	16,8	-	1515	-	25452
3	Выбор направления исследований	Науч. рук.	Инж.	2,4	4,4	3060	1515	7344	6666
4	Календарное планирование работ по теме	Науч. рук.	-	4,6	-	3060	-	14076	-
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	Инж.	-	23,8	-	1515	-	36057
6	Оценка эффективности полученных результатов	Науч. рук.	Инж.	3,8	9,8	3060	1515	11628	14847
7	Составление пояснительной записки	-	Инж.	-	5	-	1515	-	7575
8	Публикация полученных результатов	Науч. рук.	-	2,8	-	3060	-	8568	-
Итого								50184	90597

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (3.6)$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3.7)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 3.11

Таблица 3.11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходные по болезни	16	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	207	189

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (3.8)$$

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

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

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

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.12:

Таблица 3.12 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Научный руководитель	30000	0,3	0,15	1,3	56550	3059,71	207	633360
Инженер	15000	0,3	0,5	1,3	35100	1514,689	189	286276
Итого								19636

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (3.9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Расчёт дополнительной заработной платы приведен в таблице 3.13.

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (3.10)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58

закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 3.13

Таблица 3.13 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	633360	95004
Инженер	286276	42941
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления, руб		
Научный руководитель	197386,6	
Инженер	89218	

3.3.5 Накладные расходы

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

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (3.11)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Накладные расходы

	З _{накл} , руб.
Научный руководитель	156352
Инженер	76102

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 3.15

Таблица 3.15 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Научный руководитель	Инженер	
1. Материальные затраты НТИ	51450	57200	Пункт 3.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	633360	286276	Пункт 3.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	95004	42941	Пункт 3.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	197386	89218	Пункт 3.3.4
5. Накладные расходы	156352	76102	16% от суммы ст.1-4
Бюджет затрат НТИ	1133552	551737	Сумма ст. 1-5

3.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования

3.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности исследования необходимо: рассчитать коэффициент науднотехнического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме балов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot \Pi_i \quad (3.12)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 3.16 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,4
Теоретический уровень	0,2
Возможность и масштабы реализации	0,4

Таблица 3.17 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
<u>5-7</u>	<u>Средний НТУ</u>
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 3.18 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
<u>Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами</u>	<u>8</u>
Разработка алгоритма	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0,5

Таблица 3.19 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
<u>В течение первых лет</u>	<u>10</u>
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
<u>Отрасль</u>	<u>4</u>
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.4, \quad \Pi_1 = 10,$$

$$k_2 = 0.2, \quad \Pi_2 = 8,$$

$$k_3 = 0.2, \quad \Pi_3 = 10,$$

$$k_4 = 0.2, \quad \Pi_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.4 \cdot 10 + 0.2 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 + 0.4 \cdot 4 = 8.4$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей

3.4.2 Оценка важности рисков

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблице 3.20.

Таблица 3.20 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	1	0,019	1,960
2	Экономический кризис	25	2	0,039	0,980
3	Недобросовестность поставщиков	25	6	0,117	2,941
4	Непредвиденные расходы в плане работ	50	7	0,137	6,862
5	Снижение уровня спроса на продукцию	50	10	0,196	9,803
6	Сложность выхода на мировой рынок вследствие монополизированности рынка	75	7	0,137	10,294
7	Колебания рыночной конъюнктуры	25	6	0,117	2,941
8	Отсутствие в числе сотрудников экономистов	25	2	0,039	0,980
9	Низкие объемы сбыта	50	10	0,196	9,803
	Сумма		51	1	46,568

Таблица 3.21 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	7	0,25	6,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	9	0,3214	8,0357
3	Неправильная сборка оборудования	25	8	0,2857	7,1428
4	Опасность для работающего персонала и аппаратуры	75	4	0,1428	10,714
	Сумма		28	1	32,142

Таблица 3.22 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Развитие конкурентных технологий	75	7	0,145	10,937
2	Создание новых методов моделирования	75	7	0,145	10,937
3	Риск невозможности усовершенствования технологии	50	8	0,166	8,333
4	Отсутствие результата в установленные сроки	50	7	0,145	7,2916
5	Получение отриц. Результата при внедрении в производство	25	10	0,208	5,208
6	Несвоевременное патентование	25	9	0,187	4,687
	Сумма		48	1	47,395

Далее производится расчет общих рисков:

Таблица 3.23 – Общая оценка риска проекта

Виды рисков в группе	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
Экономические	46,57	10	0,25	11,64
Технологические	32,14	9	0,5	16,07
Научно-технические	47,4	6	0,25	11,85
Итого		25	1	39,56

Итоговая оценка риска проекта составила порядка 40%, т.е. проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен препятствий.

Для того чтобы избежать риски или минимизировать их воздействие на проект необходимо проводить мероприятия по борьбе с рисками.

Таким образом, анализируя результаты данного раздела, можно заключить, что проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, а также приемлемый уровень рисков. Это подтверждает целесообразность проводимого научного исследования.

Выводы по главе 3:

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики, а также возможность быстрого выхода на внутренний рынок обеспечены актуальностью данного исследования.

2. Определен полный перечень работ, проводимых при исследовании влияния автоматического включения резерва на возможность самозапуска мощных синхронных двигателей. Общее число работ составило 8. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

3. Суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей. Расчет бюджета осуществлялся на основе следующих пунктов:

- расчет материальных затрат НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем анализа и оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.

Список публикаций студента

1. Sibirtsev V.K., Kirilenko A.V., Chesnokova I.A. *Impact-exited generator*. Сборник научных трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции «Язык и мировая культура: взгляд молодых исследователей». 24-28.04.2013.
2. Сибирцев В.К.. Прогнозно-оптимизационное управление пневматических объектов с использованием микропроцессорных систем. «Кубок Mitsubishi Electric – 2016».: с.46. Всего 55 с.
3. Сибирцев В.К.. Прогнозно-оптимизационное управление пневматических объектов с использованием микропроцессорных систем. Материалы IV Международного молодёжного форума «Интеллектуальные энергосистемы». 2016.