

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетические системы и сети
Кафедра Электрических сетей и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Строительство воздушной линии 10 кВ от подстанции Новокормиловка

Студенту

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5А13	Тажибаев Абдулазиз Абдухашимович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Козлова Людмила Евгеньевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	Кандидат технический наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бородин Юрий Викторович	Кандидат технический наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров Антон Викторович	Кандидат технический наук		

Томск – 2016 г.

Результаты обучения
профессиональные и общекультурные компетенции
по основной образовательной программе подготовки бакалавров
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
профиль «Электроэнергетические системы и сети»

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные</i>		
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетических систем и сетей, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические системы и электрические сети.	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетических систем.	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в области электрических сетей энергосистем.	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетических систем и сетей с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 140400 Электроэнергетические системы и сети

Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта/бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A13	Тажибаев Абдулазиз Абдухашимович

Тема работы:

Проект строительства воздушной линии 10кВ от подстанции Новокормиловка

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 12.02.2016г. № 1025/с

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.).

Проектирование ВЛ 10 кВ для повышения надежности электроснабжения ПС Восход.

В процессе работы выполнены электрические расчёты для выбора провода воздушной линии электропередачи.

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>	Расчет воздушной линии, выбор оборудования подстанций. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1) Презентация в программе Microsoft Power Point. 2) Чертежи опоры и грилянд
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.т.н. Коршунова Л.А.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н. Бородин Ю.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Козлова Л.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A13	Тажибаев Абдулазиз Абдухашимович		

Реферат

Дипломная работа 98 страницы, 11 рисунок, 23 таблицы,
18 источников.

Цель дипломной работы – проектирование ВЛ 10 кВ для
повышения надежности электроснабжения ПС Восход.

В процессе работы выполнены электрические расчёты для выбора
провода воздушной линии электропередачи. Выполнен расчет токов
короткого замыкания и на его основе произведен выбор отключающих
аппаратов установленных на опорах ВЛ в начале и в конце линии
электропередачи.

Выполнено проектирование воздушной линии электропередачи
10 кВ с расстановкой опор по трассе линии согласно проведенному
механическому расчету.

Дипломная работа выполнена с помощью пакета программ
Microsoft Office2010.

					ФЮРА. 140400.010.ПЗ.						
Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	Реферат			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Тажидиев А.А.									
Провер.									6	1	
Руковод.		Козлова Л.Е.						ТПУ ЭнЭО Группа 3-5А13			
Н. контр.											
Утв.											

Список принятых сокращений

ВЛЭП – воздушная линия электропередачи

ВЛ – воздушная линия

КЗ – короткое замыкание

ОРУ – открытое распределительное устройство

КРУ – комплектное распределительное устройство

ПС – подстанция

АВР – автоматика включения резерва

СВ – секционный выключатель

					ФЮРА. 140400.010.ПЗ.							
Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	Список принятых сокращений				Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Тажидиева А.А.									7	1
Провер.												
Руковод.		Козлова Л.Е.										
Н. контр.												
Утв.												
					ТПУ ЭнЭО Группа 3-5А13							

Оглавление

Список принятых сокращений.....	8
Реферат	9
Введение.....	10
1. Общие сведения о местности расположения объекта.....	15
2. Электрический расчет.....	17
2.1 Исходные данные	17
2.2 Выбор сечения проводов ВЛ по экономической плотности тока и количества цепей.....	17
2.3 Проверка выбранных сечений ВЛ.....	19
2.3.1 Проверка сечений ВЛ по нагреву длительно допустимым током.	19
Защита от перегрева проводов – важная задача, имеющая первостепенное значение для надежной работы сетей высокого напряжения.	
2.3.2 Проверка сечений ВЛ по условию механической прочности.	21
2.3.3 Проверка выбранного провода по потере напряжения.....	21
3 Расчет токов короткого замыкания	22
3.1 Расчет тока трехфазного короткого замыкания проектируемой ВЛ-10кВ. ...	23
3.2 Ударный ток.....	24
3.3 Мощность трехфазного КЗ.....	24
3.4 Расчёт теплового импульса	24
4 Выбор разъединителей	25
5 Механический расчет воздушной линии электропередачи 10кВ	27
5.1 Расчет удельных механических нагрузок от внешних воздействий на провода	28
5.1.1 Удельные механические нагрузки на провод.....	29
5.1.2 Определение стрелы провисания	31
5.2 Выбор климатических условий для расчета провода на прочность	35
5.3 Определение длины габаритного пролета.....	37
5.4. Выбор изоляторов	40
5.4.1 Выбор изоляторов для промежуточных опор	41

5.4.2 Выбор изоляторов для анкерных опор.....	42
5.5 Построение расстановочного шаблона.	45
5.6 Расчет нагрузки на опоры.....	48
5.6.1 Определение нагрузок на промежуточные опоры типа П10-1.....	50
5.7 Расчет закрепления свободностоящих одностоечных одноствольных опор.....	53
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
6.1 Планирование научно-технического исследования.....	58
6.2 Расчет научно-технической эффективности	58
6.3 Расчет затрат на проектирование ВЛ.....	62
6.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ	62
6.3.2 Разработка график проведения научного исследования.....	63
6.4 Формирование проекта.....	66
6.4.1 Расчет материальных затрат.....	67
6.4.2 Заработная плата исполнителей темы.....	67
6.4.3 Отчисления во внебюджетные (страховые отчисления).....	68
6.4.4 Амортизация.....	69
6.4.5 Прочие расходы.....	70
6.4.6 Накладные расходы.....	70
6.5 Определение капитальных вложений в ВЛ-10кВ.....	72
6.6 Расчет эксплуатационных затрат в ВЛ-10кВ.....	73
7 «Социальная ответственность».....	75
7.1 Производственная безопасность.....	76
7.1.1 Вредные производственные факторы.....	76
7.2 Техника безопасности.....	76
7.2.1 Буровые работы.....	76
7.2.2 Установка опор.....	77
7.2.3. Монтаж провода	80
7.2.4. Натяжка провода	81
7.2.5 Защитное заземление	82
7.3 Производственная санитария.....	84

7.3.1 Микроклимат.....	85
7.4 Пожарная безопасность.....	86
7.5 Экологическая безопасность.....	88
7.6 Чрезвычайные ситуации.....	88
Заключение	91
Список использованных источников	92
Приложение А	94
Приложение В.....	95
Приложение Г	98

Введение

Омская энергосистема входит в Объединенную энергосистему Сибири, граничит с Новосибирской ЭС ОЭС Сибири, Тюменской ЭС ОЭС Урала и ЕЭС Казахстана и находится в зоне действия основных и распределительных сетей напряжением 110 – 500 кВ.

Функции передачи и распределения электроэнергии осуществляют предприятия МЭС Сибири ОАО «ФСК ЕЭС» и филиал ОАО «МРСК Сибири» - «Омскэнерго».

Предприятие «Магистральные электрические сети» осуществляет эксплуатацию и обслуживание межсистемных электрических сетей напряжением 500 – 220 кВ на территории Омской области.

Филиал ОАО «МРСК Сибири» - «Омскэнерго» осуществляет эксплуатацию и обслуживание электрических сетей 0,4-6-10-35-110 кВ на территории города Омска и Омской области, за исключением двух приграничных с ЕЭС Казахстана ПС 110 кВ Юбилейная и Полтавка, принадлежащих филиалу ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Сибири.

Территория Омской области вытянута с юга на север. Распределительная сеть области сформирована на напряжении 220-110 кВ радиальными и кольцевыми связями. Формирование питающей сети области определялось освоением территорий, необходимостью обеспечить электроснабжение коммунально-бытовых потребителей (как правило, радиально-кольцевые одноцепные связи), железнодорожных магистралей: Калачинского (Транссибирская железная дорога), Называевского и Исилькульского направлений – двухцепные протяженные связи.

					ФЮРА. 140400.010.ПЗ.				
Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	Введение	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Тажидиев А.А.							
Провер.									
Руковод.		Козлова Л.Е.					11	5	
Н. контр.						ТПУ ЭнЭО Группа 3-5А13			
Утв.									

Связь с соседними энергосистемами осуществляется на напряжении 110 кВ:

- с Новосибирской энергосистемой на напряжении 110 кВ:
 - по двухцепной ВЛ 110 кВ Валерино – Татарская.
- с Тюменской энергосистемой
 - по одноцепной ВЛ 110 кВ Усть-Ишим – Каргалы.
- с ЕЭС Казахстана:
 - на напряжении 110 кВ – по двухцепной ВЛ Иссылькульского тягового транзита Юбилейная – Булаево (Казахстан) и на юго-западе области – по ВЛ Полтавка – Кзыл-Ту (Казахстан).

Наиболее активный процесс формирования энергосистемы состоялся в пятидесятые-семидесятые годы прошлого века. Линии, питающие протяженные тяговые транзиты Называевского, Исиль-Кульского направлений и Транс-Сибирскую железную дорогу, были первыми электрическими сетями напряжением 110 кВ в области и построены в 1955-1957 гг.

За последние 15-20 лет резко сократились объемы строительства электрических сетей, как для присоединения новых потребителей, так и взамен пришедших в негодность. Растет доля сетей, срок службы которых приближается к нормативному сроку или превышает его. Объемы износа оборудования достигли размеров, угрожающих энергобезопасности области.

В связи с чем, филиалом ОАО «МРСК Сибири» - «Омскэнерго» на основании «Генерального плана развития г.Омска и Омской области», корректировки НТР «схема электроснабжения г.Омска и Омской области на период 2010-2018 гг. с учетом перспективы 2020 года», сформирована и утверждена правительством Омской области инвестиционная программа по развитию электросетевой инфраструктуры в Омской области на 2010-2018 годы. Мероприятия данной инвестиционной программы синхронизированы с техническими мероприятиями Инвестиционной программы ОАО «ФСК

ЕЭС» и направлены на развитие электросетевого комплекса 110-35-10 кВ, обеспечивающего присоединение новых потребителей, а также развитие промышленного сектора и социальной сферы в Омском регионе.

Выполнение инвестиционных программ сетевых организаций без развития собственной генерации увеличит зависимость Омской энергосистемы от внешних связей с ОЭС Сибири. Уже в настоящее время дефицит мощности, не покрываемый собственной генерацией, составляет 550 МВт в зимний и 750 МВт в летний периоды, при этом собственный зимний максимум нагрузки Омской ЭС составляет 1746 МВт.

Дефицит мощности покрывается перетоком мощности с сетей ЕНЭС, максимально допустимое значение которого для Омской энергосистемы составляет 700 МВт и ограничивается пропускной способностью автотрансформаторов на ПС 500 кВ Таврическая, являющейся единственной связью Омской энергосистемы с системообразующей сетью 220-500 кВ.

С целью уменьшения зависимости Омского региона от сетей ЕНЭС и, соответственно, повышения энергобезопасности необходимо своевременно осуществлять ввод собственных генерирующих источников соразмерно постоянно увеличивающейся доле внешнего перетока (в зимний период 30% от сетей ЕНЭС, в летний период до 50%).

Так же необходимо учесть, что из-за снижения выработки мощности Омскими ТЭЦ переток электрической мощности, необходимый для электроснабжения интенсивно развивающейся Левобережной части г. Омска, осуществляется по системообразующим воздушным линиям 110кВ филиала «Омскэнерго», в связи с чем загрузка ВЛ-110 кВ «Московка – Октябрьская – ТЭЦ-3» достигла предельно допустимой, что не позволяет осуществлять присоединение новых потребителей к подстанциям 110/10кВ, питающимся от данных ВЛ-110 кВ, а в ремонтном и послеаварийном режимах приведет к ограничению в электроснабжении существующих потребителей. Вследствие чего 11 из 25 городских подстанций 110кВ филиала «Омскэнерго» в настоящее время закрыты для присоединения.

Учитывая, что ОАО «ФСК ЕЭС» считает нецелесообразным реализовывать проект строительства ВЛ-220 кВ «Иртышская – Московская», то для обеспечения развития Омского региона необходим ввод в работу ПС 500кВ «Восход» (2015 год) с заходами ВЛ-500 кВ «Таврическая – Барабинская» и ВЛ-220 кВ «Татарская – Омская ТЭЦ-4» и «Ульяновская – Московская». Строительство объекта обеспечит поставку дополнительных объемов электрической энергии в Омскую область из объединенной энергосистемы Сибири, что позволит кардинально решить вопрос по надежности энергоснабжения региона.

Электроснабжение собственных нужд ПС 500 кВ «Восход» с потребной мощностью 1800кВт должно осуществляться от собственных сетей ПС 500кВ и резервироваться от ПС 110/35/10кВ «Новокормиловская» филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Омскэнерго». Поскольку ПС «Новокормиловская» является ближайшей подстанцией с необходимым резервом мощности (существующая загруженность ПС согласно зимних максимумов нагрузки составляет 51%), и возможностью бесперебойного электроснабжения.

ОРУ ПС «Новокормиловская» выполнено по схеме 110-10 «Одна рабочая секционированная выключателем и обходная система шин с выключателями в цепях трансформаторов и обходным выключателем, с 5-ю смонтированными ячейками ВЛ-110кВ для захода ВЛ С-123 (Новокормиловская – Валерино), С-124 (Новокормиловская – Калачинская), С-14, С-13 (Густафьево – Новокормиловская), С-58 (Новокормиловская – Победитель). ОРУ 35 выполнено по схеме 35-12 «Две секционированные выключателем секции шин». КРУ-10 выполнено ячейками серии К-47, К-37 по схеме «Две секционированные выключателем секции шин».

Нормальный режим работы ПС предусматривает раздельную работу двух трехобмоточных трансформаторов типа ТДТН 16000/110 на напряжении 35 и 10 кВ, с изолированной нейтралью на стороне 110 кВ у силового трансформатора Т1 и глухозаземленной – у трансформатора Т2. В

случае отключения одного из трансформаторов автоматический ввод резерва (АВР) обеспечивает включение СМВ-35, СМВ-10, СВ-0,4кВ.

Подключение строящейся ВЛ-10кВ будет производиться к проходным изоляторам не задействованной ячейки 10кВ Нк-11.

Обзор литературы

Система и сети является важной частью в электроэнергетике, которая используется в современных энергосистемах. Рассмотрев существующие работы в данной области можно сделать вывод, что изучению системы и сети уделяется большое внимание. На сегодняшний день опубликовано большое количество изданий, в которых содержится информация для разработки систем электроустановок.

Применение специализированных компьютерных программ существенно облегчает расчёт параметров ЭСиС.

Раздел ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был выполнен на основании методики, приведенной в работе Коршуновой Л.А., Кузьминой Л.Г.[14].

Раздел «Социальная ответственность» был разработан с помощью нормативных документов, посвящённых теме безопасности жизнедеятельности[1-24].

1. Общие сведения о местности расположения объекта

Рельеф территории преимущественно ровный. Район прохождения трассы ЛЭП 10 кВ относится ко II району по ветру и II району по гололеду повторяемостью 1 раз в 10 лет и характеризуется следующими данными:

- температура воздуха при гололеде -5 °С;
- максимальная температура +40 °С;
- минимальная температура -45 °С;
- расчетная зимняя температура (наружная температура наиболее холодной пяти дневки) -40 °С;
- среднегодовая температура +2,8 °С;
- скорость напора ветра на высоте 15 метров над уровнем земли 77 даН/м² (35 м/с);
- промерзание грунта для суглинков составляет 1,87 м;
- относительная влажность внутреннего воздуха 55%.

Площадка для строительства подстанции, согласно техническому отчету об инженерно-геологических изысканиях, характеризуется следующим литологическим составом инженерно-геологических элементов:

Слой 1 – почвенно-растительный слой с корнями деревьев, кустарника и травянистых растений. Распространен по все местно по поверхности. Мощность слоя 0,4-0,5 м.

Слой 2 – суглинок бурый и серовато-бурый, аллювиально - делювиальный от твердого до мягко пластичного, просадочный и не просадочный, ожелезненный, карбонатизированный. По физико-механическим свойствам слой разделен на:

					ФЮРА.140400.010.ПЗ.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дат	Общие сведения			
Разраб.	Тажидова А.А.							
Провер.								
Руковод.	Козлова Л.Е.							
Н.контр.								
Утв.					ТПУ ЭнЭО Группа 3-5А13			
					Лит.	Лист	Листов	
						17	2	

Слой 2.1 – суглинок аллювиально-делювиальный, твердый-полутвердый, просадочный. Мощность слоя 4,6 м.

Слой 2.2 – суглинок аллювиально-делювиальный, туго-мягко пластичный, непросадочный.

Грунты обладают высокой коррозионной активностью к углеродистой и низко легированной стали, неагрессивны к бетонным и железобетонным конструкциям.

В процессе эксплуатации сооружения уровень подземных вод может установиться на глубине $2,0 \div 3,0$ м.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование проектирования воздушной линии электропередачи 10 кВ, предназначенной для обеспечения покрытия растущих нагрузок и усиления электрических связей на напряжении 10кВ.

Для ТЭО проведения анализа произведем необходимые расчеты:

- 1.Планирование научно-технического исследования;
- 2.Расчёт научно-технической эффективности;
- 3.Расчет трудовых затрат на проектирование воздушной линии электропередачи 10 кВ ПС Новокормиловск – ПС Восход ;
- 4.Расчет затрат на оборудование и монтаж.

					ФЮРА. 140400.010.ПЗ.			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дат</i>	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Тажидов А.А.</i>						19	19
<i>Провер.</i>	<i>Кориунова Л.А</i>							
<i>Руковод.</i>	<i>Козлова Л.Е.</i>							
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утв.</i>						ТПУ ЭнЭО Группа 3-5А13		

6.1 Планирование научно-технического исследования

Таблица .6.1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	Электрический расчет	Инженер
	6	Расчет токов короткого замыкания	Инженер
	7	Выбор разъединителей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Оформление отчета по техническому проектированию	9	Составление пояснительной записки	Инженер
	10	Проверка проекта руководителем	Научный руководитель
Сдача проекта	11	Защита проекта	Научный руководитель Инженер

6.2 Расчёт научно-технической эффективности

В идеале, любое проектирование должно начинаться с выявления требований потенциальных потребителей. После такого анализа становится возможным вычислить единичный параметрический показатель

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p, \quad (6.1)$$

где q – параметрический показатель;

P – величина параметра реального;

P_{100} – величина параметра гипотетического (идеального) объекта, удовлетворяющего потребность на 100%;

p – вероятность достижения величины параметра; вводится для получения более точного результата с учетом элемента случайности, что позволяет снизить риск осуществления проекта, принимаем $p=0,9$

Каждому параметрическому показателю по отношению к объекту соответствует некий вес d , разный для каждого показателя. После вычисления всех единичных показателей становится реальным вычисление обобщенного (группового показателя), характеризующего соответствие объекта потребности в нем (полезный эффект или качество объекта):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (6.2)$$

где Q – групповой технический показатель (по техническим параметрам);

q_i – единичный параметрический показатель по i -му параметру;

d_i – вес i -го параметра;

n – число параметров, подлежащих рассмотрению.

Таблица 6.2 - Оценка технического уровня новшества

Характеристики	Вес показателей	Новшество Ж/Б опоры с проводом марки СИП		Конкурент Деревянные опоры проводом марки АС		Идеальное опоры с проводом	
		P_i	q_i	P_i	q_i	P_{100}	q_{100}
1. Полезный эффект новшества (интегральный показатель качества), Q		Q_n		Q_k		$Q_{100}=1$	
1. Высокая технологичность оборудования, (%)	0,3	60	0,54	30	0,27	100	0,9
1.2 Показатели экономичности (расход энергии, затраты на ремонт), (%)	0,2	70	0,63	40	0,36	100	0,9
1.3 Помехоустойчивость, (%)	0,2	80	0,72	50	0,45	100	0,9
1.4 Долговечность и ремонтпригодность оборудования, (%)	0,2	50	0,45	20	0,18	100	0,9
1.5 . Надежность схемы электрического соединения, (%)	0,1	80	0,72	50	0,45	100	0,9

$$Q_n = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,594 \quad (6.3)$$

$$Q_k = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,452 \quad (6.4)$$

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к базовому объекту будет равен

$$K_{\text{ту}} = \frac{Q_n}{Q_k} = \frac{0,594}{0,452} = 1,3 \quad (6.5)$$

где $K_{\text{ту}}$ – показатель конкурентоспособности нового объекта по отношению к конкурирующему по техническим параметрам (показатель технического уровня); Q_n , Q_k – соответствующие групповые технические показатели нового и базового объекта.

Таблица 6.3 – Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество Ж/Б опоры с проводом марки СИП	Конкурент ЧЭАЗ Деревянные опоры проводом марки АС
Высокая технологичность оборудования.	Высокая стойкость оборудования.	Средняя стойкость оборудования.
Показатели экономичности (потери в линии, затраты на ремонт).	Низкие потери в линии. После ввода в эксплуатацию низкие затраты на ремонт.	Высокие потери в линии. После ввода в эксплуатацию высокие затраты на ремонт.
Климатические условия.	Низкое влияние климатических условий	Высокое влияние климатических условий
Долговечность и ремонтпригодность оборудования.	Через 10 лет с момента ввода в эксплуатацию, после выявленных дефектов ВЛ.	Через 6 лет с момента ввода в эксплуатацию, после выявленных дефектов ВЛ.
Надежность схемы электрического соединения.	Соединения производятся изолированными зажимами. Контактные соединения изолированы от влажности.	Соединения производятся плашечными зажимами.

Превосходства над оппонентами обеспечивается за счет того, что продукция данного производителя широко распространена на отечественном рынке и пользуется заслуженной популярностью. Этого удалось достичь, в первую очередь, за счет надежности и качества.

1. Высокая надежность в обеспечении электрической энергией.
2. Применение провода СИП обеспечивает большое снижение (до 80%) затрат на эксплуатацию.
3. Для прокладки воздушных линий с использованием кабеля СИП нет необходимости прокладывать широкие просеки в лесных массивах. Следовательно, исключаются и затраты времени и финансовых средств на последующую расчистку просек. Кроме того, кабель СИП отличается большой надежностью и обеспечивает бесперебойное электроснабжение.
4. Проводам СИП не страшен гололед и мокрый снег. В отличие от традиционных проводов, материал из которого они изготовлены, не образует ни электрических, ни химических связей с контактирующими с ним веществом в отличие, например, от ПВХ. Поэтому мокрый снег не задерживается на поверхности провода. Что касается традиционных проводов марки А и АС, то мокрый снег удерживается в канавках между проволоками. Именно это является первопричиной обрастания проводов.
5. Простота монтажа. При монтаже проводов СИП требуется прокладка только узкой просеки, можно проводить монтаж по фасадам зданий, в городских условиях. Немаловажно, что используются более короткие опоры, нет необходимости в изоляторах и дорогостоящих траверсах.
6. Изолированные самонесущие провода позволяют значительно снизить потери электроэнергии на воздушных линиях за счет уменьшения более чем в три раза реактивного сопротивления.
7. Сокращение сроков монтажа и ремонта. Можно подключать новых абонентов под напряжением, без отключения остальных.

8. При использовании проводов СИП на воздушных линиях существенно снижается число незаконных подключений, а также случаев воровства. Значительное снижение несанкционированных подключений к линии и случаев вандализма и воровства.
9. Эстетические преимущества и безопасность. Применение самонесущего изолированного провода значительно снижает статистику поражений электрическим током при монтаже, ремонте и эксплуатации линии.
10. Прокладка по фасадам зданий, а также возможность прокладки СИП по фасадам зданий, а также совместной прокладки подвески с проводами низкого, высокого напряжения, линиями связи. Это дает существенную экономию.

Таблица 6.4. - Оценка научного уровня разработки

Показатели	Значимость показателя	Доступный уровень	Значение i-го фактора
	d_i	$K_{дy_i}$	$K_{дy_i} \cdot d_i$
1.Новизна полученных или предполагаемых результатов	0,1	0,3	0,03
2.Перспективность использования результатов	0,4	0,1	0,04
3.Завершенность полученных результатов	0,3	0,1	0,03
4.Масштаб возможной реализации полученных результатов	0,2	0,1	0,02
Результативность	$K_{HY} = \sum (K_{дy} \cdot d_i) = 0,14$		

6.3 Расчёт затрат на проектирование ВЛ.

6.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используем следующую формулу:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{5} = 4,2 \text{ чел} - \text{дни} \quad (6.6)$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i} = \frac{4,2}{1} = 4,2 \text{ дней} \quad (6.7)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни.

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

6.3.2 Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22, \quad (6.8)$$

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.

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал.}} = 4,2 \cdot 1,22 = 5 \text{ дней} \quad (6.9)$$

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

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

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

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

Все рассчитанные значения сводим в таблицу.

Таблица 6.5 - Временные показатели проведения научного исследования

№ п/ п	Название Работы	Трудоёмкость работ						Длительнос ть	работ в рабочих	ть	работ в календарны х
		t_{min} , человек о-дни		t_{max} , человек о-дни		$t_{ож\acute{u}}$, человек о-дни					
		Научн ый	Инжен ер	Научн ый	Инжен ер	Научн ый	Инжен ер				
1	Составление и утверждение ТЗ	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
2	Подбор и изучение литературы по теме	-	3	-	6	-	4,2	-	4,2	-	5
3	Выбор направления исследований	1	3	2	8	1,4	5	0,7	2,5	1	3
4	Календарное планирование работ по теме	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
5	Электрический расчет	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8	-	13
6	Расчет токов короткого замыкания	-	13	-	29	-	19,4	-	19,4	-	23
7	Выбор разъединителей	-	13	-	29	-	19,4	-	19,4	-	23
8	Оценка эффективности полученных результатов	1	2	3	4	1,8	1,4	2	3	1	2
9	Составление пояснительной записки	-	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	10
10	Проверка проекта руководителем	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
11	Сдача проекта	1	2	2	4	1,4	2,8	0,7	1,4	1	2

Таблица 6.6 – Календарный план проведения научного исследования по теме
(с нарастающим итогом)

№ работ	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель	2
2	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер	5
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель Инженер	4
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	2
5	Электрический расчет	Инженер	13
6	Расчет токов короткого замыкания	Инженер	23
7	Выбор разъединителей	Инженер	23
8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель Инженер	3
9	Составление пояснительной записки	Инженер	10
10	Проверка проекта руководителем	Научный руководитель	2
11	Сдача проекта	Научный руководитель Инженер	3
12	Итого :		90

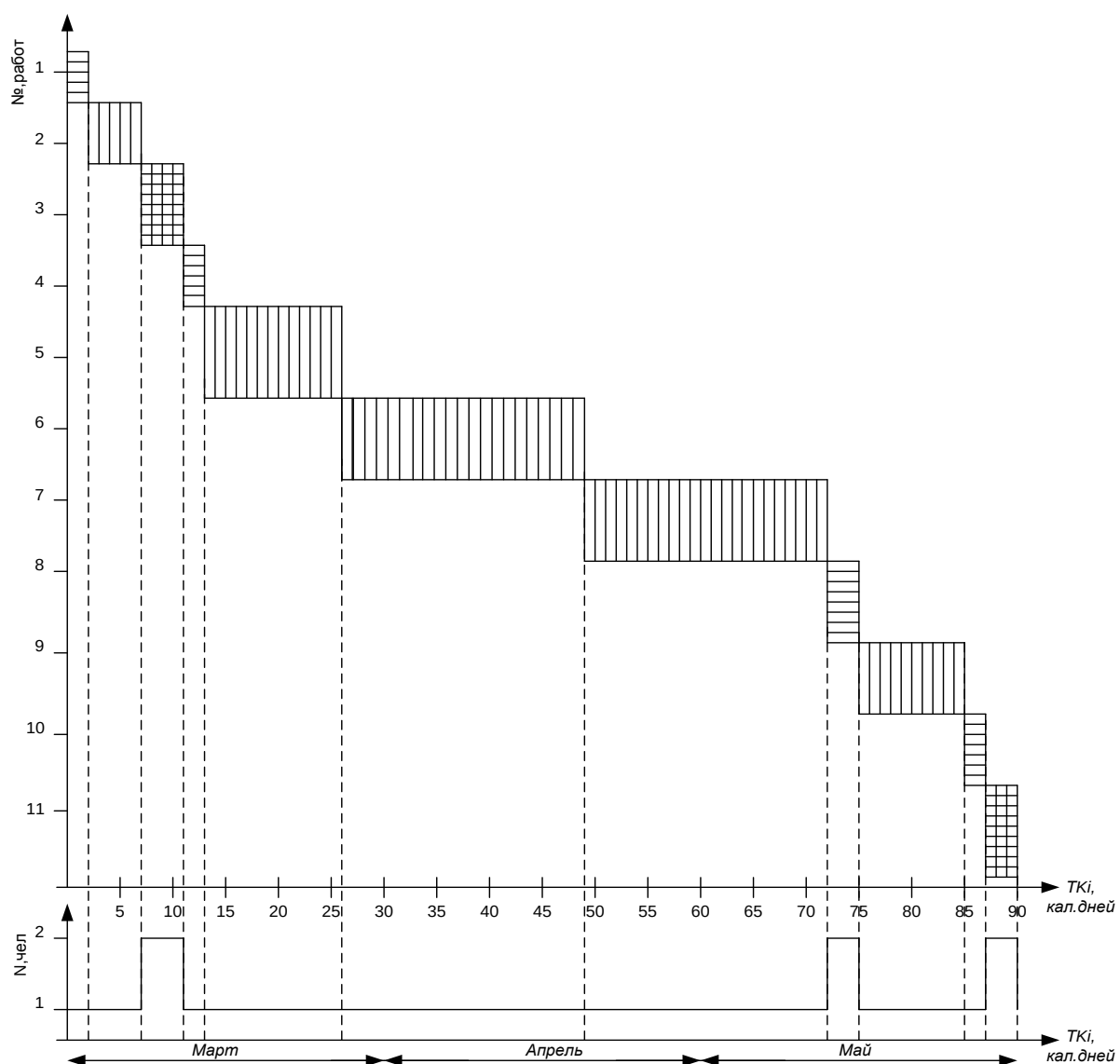


Рисунок 4.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения научного исследования по теме

Где



– научный руководитель;



– инженер;



– научный руководитель и инженер.

6.4 Формирование проекта

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

- материальные затраты научного исследования;
- оплата труда;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизация
- прочие расходы
- накладные расходы.

6.4.1 Расчет материальных затрат

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

Таблица 6.7 – Расходы на канцелярские товары

Наименование	Цена, (руб.)	Кол- во (шт.)	Общая стоимость, (руб.)
1. Бумага А4 «Снежинка»	550	1	550
2. Карандаш	20	2	40
3. Ластик	30	1	30
4. Ручка	50	2	100
5. Картридж «Самсунг»	5500	1	5500
6. Линейка	50	3	150
7. Калькулятор	259	1	259
Итого:			6629

6.4.2 Заработная плата исполнителей темы

В данную тему включается 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 и тарифных ставок. Расчет заработной платы приведен ниже.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot k_D \cdot k_P \quad (6.10)$$

Где

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

$k_D = 1,16$ – коэффициент дополнительной заработной платы руководителя;

$k_D = 1,08$ – коэффициент дополнительной заработной платы инженера;

$k_P = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_M = 16751 + 2000 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 19559$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{19559}{30} = 652$$

Заработная плата инженера за три месяца, руб.:

$$Z = 652 \cdot 90 = 58680$$

Месячный должностной оклад научного руководителя, руб.:

$$Z_M = 19559 + 2200 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 26582,5$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{26582}{30} = 886,1$$

Заработная плата руководителя за три месяца , руб.:

$$З = 886,1 \cdot 17 = 15063,7$$

Итого по зарплате: $З_{з.пл} = 58680 + 15063,7 = 73743,7$ рублей.

6.4.3 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 по следующей формуле:

$$З_{внеб.} = k_{внеб.} \cdot З_{з.пл} \quad (6.11)$$

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

На 2016 г вводится пониженная ставка – 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды, руб.:

$$З_{внеб.} = k_{внеб.} \cdot З_{з.пл} = 30 \cdot 73743,7 = 2212311 \text{ руб.}$$

6.4.4 Амортизация

Затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье занесён в таблицу 6.8.

Таблица 6.8. Расчет бюджета затрат на приобретение основных средств

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Visio Standart	1	28500	28500
2	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	3 500	3 500
3	Оргтехника, комплект (компьютер, принтер, сетевой фильтр)	2	55600	111200
5	Мебель, комплект (стол, кресло).	2	21305	42610
Итого:				185810

В связи с длительностью использования, стоимость основных средств учитывается с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{дней использования}}}{\text{срок службы} \cdot 365} \quad (6.12)$$

Амортизация оргтехники, программного обеспечения:

$$A_{\text{комп.}} = \frac{143200 \cdot 90}{5 \cdot 365} = 7062 \text{ руб.}$$

$$\text{Амортизация мебели:} \quad A_{\text{меб.}} = \frac{42610 \cdot 90}{10 \cdot 365} = 1051 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ам}} = A_{\text{комп.}} + A_{\text{меб.}} = 7062 + 1051 = 8113 \text{ руб.}$$

6.4.5 Прочие расходы

К прочим затратам относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ, затраты на командировки, плата за аренду, затраты на ремонт и т.п.

$$З_{\text{проч}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з.пл}} + З_{\text{внеб}} + З_{\text{ам}}) \cdot 0,1 = 232075,02 \text{руб.}, (6.13)$$

6.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, почтовые и телеграфные расходы, копирование документов и т.д. и составляют 400% от заработной платы исполнителей. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = З \cdot 4 \quad (6.14)$$

Накладные расходы, руб.:

$$З_{\text{накл.}} = З_{\text{з.пл}} \cdot 4 = 294974,8 \text{руб.}$$

Определение формирования в проекта приведено в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – бюджета затрат на проекта.

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	6629
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	73743,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	2212311
4. Амортизация	8113
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)*0,1)	230079,67
6. Накладные расходы	294974,8
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	525054,47
8. Прибыль (п. 7*0,2)	105010,89
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	630065,364

6.5 Определение капитальных вложений в ВЛ-10кВ.

Затраты на оборудование:

Капитальные вложения в проект воздушной линии электропередачи 10 кВ ПС Новокормиловск – ПС Восход; складываются из стоимости проектирования ВЛ-10кВ, из затрат на монтаж и отладку оборудования из стоимости самого оборудования по выражению:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монтаж}} \quad (6.15)$$

$K_{\text{проект}}$ – затраты на выполнение проекта

$K_{\text{оборуд}}$ – стоимость оборудования и материалов

$K_{\text{монтаж}}$ – затраты на монтаж и наладку ВЛ.

Таблица 6.9- Стоимость установки и наладки комплектов ВЛ.

Наименование оборудования и материалов	Тип, марка	Единица измерения	Количество	Цена за единицу	Стоимость, руб.
Стойка ж/б L=10,5м	СВ105-5	шт.	14	10 305,62	144278,68
Изолятор штыревой	ШС-70	шт.	36	387,98	13967,28
Изолятор натяжной	ПС-70Е	шт.	6	472,50	2835
Узел крепления укоса ж/б опоры	У-1	шт.	2	717,89	1435,78
Колпачок	К-8	шт.	36	8,22	295,92
Разъединитель	РЛНД 1-10/200 УХЛ1 ПРНЗ-10	шт.	2	9 638,79	19277,58
Траверса	ТС-3	шт.	12	1 439,14	17269,68
Самонесущий изолированный провод	СИП 3*70	км.	68	660	44880
Болт	M12x40	шт.	50	31,43	1571,5
Гайка	M12	шт.	50	190,41	9520,5
Шайба	12 мм	шт.	50	48	2400
Зажим для крепления СИП	Спир.	шт.	36	350	12600
Итого:					270331,92

$K_{\text{проект}} = 630065,364 \text{ руб.}$

$K_{\text{об}} = 270331,92 \text{ руб.}$

Монтаж оборудования составляет 20% от стоимости оборудования

Поэтому, стоимость монтажа $K_{\text{мон}} = 270331,92 \cdot 0,2 = 54066,4 \text{ руб.}$

Суммарные капитальные вложения в проект ВЛ 10кВ равны:

$K = 630065,364 + 270331,92 + 54066,4 = 954463,674 \text{ тыс. руб.}$

6.6 Расчет эксплуатационных затрат в ВЛ - 10кВ

Эксплуатационные затраты определяются из следующей формулы:

$$I = I_{\text{ам}} + I_{\text{обсл}} + I_{\text{пот}} \quad (6.16)$$

где $I_{\text{ам}}$ - ежегодные амортизационные отчисления, 3,6% от капитальных затрат = 26512,87руб./год;

$I_{\text{обсл}}$ - годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, 2% от капитальных затрат = 34867.95руб./год;

$I_{\text{пот}}$ - стоимость годовых потерь электроэнергии, руб./год;

Отчисления на амортизацию включают издержки на капитальный ремонт и на накопление средств, необходимых для замены (реновации) изношенного и морально устаревшего оборудования. Отчисления на амортизацию тем выше, чем меньше срок службы оборудования. Отчисления на обслуживание предназначены для поддержания оборудования в рабочем состоянии. Для предотвращения повреждений все элементы сети подвергаются периодическим осмотрам и профилактическим испытаниям. Эти мероприятия финансируются из отчислений на текущий ремонт.

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии:

$$I_3 = \Delta P \cdot \tau \quad (\text{кВт} \cdot \text{руб./час} \cdot 8760 \text{ час.}) \quad (6.17)$$

где ΔP - среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$\tau = 1,5 \text{ руб.}$ — стоимость 1кВт · ч электроэнергии.

Среднее потребление электроэнергии в час и местными жителями
4,1 кВт·ч

В среднем потребление электроэнергии за год :

$$\Xi = P_{\text{потр}} = 4,1 \cdot 8760 \text{ ч} = 35916 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Так, как нам известно, среднее число фактического потребления электроэнергии потребителями за 1 год, которое составляет 35916 кВт*ч, а также технические потери в электрических сетях составляют 7% от потребленной электроэнергии. Тогда потери электроэнергии после строительства мы рассчитаем согласно формуле:

$$\Delta P = P \cdot 0,07 = 35916 \cdot 0,07 = 2514,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Цена потерь энергии рассчитывается по формуле:

$$И_3 = \Delta P \cdot \tau = 2514,12 \cdot 1,5 = 3771,18 \text{ руб.}$$

$$И = И_{ам} + И_{обсл} + И_{ном} = 26512,87 + 34867,95 + 35916 = 97296,82 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов эксплуатационных затрат сводим в таблицу 6.10

Таблица 6.10

$И_{ам}$	$И_{обсл}$	$И_{ном}$	$И$
26512,87	34867.95	35916	97296,82