

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

---

Энергетический институт  
Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электрических сетей и электротехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Реконструкция схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона</b> УДК 621.31.031.004.68(571.54/55)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Г	Гузенова Надежда Павловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Краснятов Ю.А.	доцент, к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	доцент, к.т.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н.		

**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>		
<b>Р 1</b>	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>
<b>Р 2</b>	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>
<b>Р 3</b>	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>
<b>Р 4</b>	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>
<b>Р 5</b>	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>
<b>Р 6</b>	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>		
<b>Р 7</b>	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>
<b>Р 8</b>	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>
<b>Р 9</b>	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>
<b>Р 10</b>	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>
<b>Р 11</b>	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>
<b>Р 12</b>	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 автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Энергетический институт  
Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ЭСиЭ  
А.В. Прохоров  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Г	Гузеновой Надежде Павловне

Тема работы:

**Реконструкция схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона**

Утверждена приказом директора

№ 627/с от 03.02.2017

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.).*

Схема электрических сетей Забайкальской энергосистемы; значения мощностей нагрузок; параметры элементов сети.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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></p>	<p>Поиск источников литературы с помощью баз данных, образовательных сайтов; составление плана проведения анализа и расчетов; постановка проблемы и задач работы; описание анализируемой части электрической сети; построение базовой расчетной модели; проведение электрических расчетов для возможных вариантов решения; анализ результатов расчета; проведение экономических расчетов; выбор оптимального решения; разработка проектов воздушных линий; заключение.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<p>Принципиальная схема электрических сетей Забайкальской энергосистемы, схемы нормальных и послеаварийных режимов.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старший преподаватель Потехина Н.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент Извеков В.Н.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b> нет</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>06.02.2017</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры электрических сетей и электротехники</p>	<p>Краснятов Ю.А.</p>	<p>Доцент, к.т.н</p>		<p>06.02.2016</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5А3Г</p>	<p>Гузенова Надежда Павловна</p>		<p>06.02.2016</p>

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

Энергетический институт  
 Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра Электрических сетей и электротехники  
 Уровень образования - Бакалавриат  
 Период выполнения Весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.02.2017	Поиск источников литературы по теме работы; составление плана работы; выбор части схемы Забайкальской ЭС для проведения анализа и расчетов	15
05.03.2017	Описание участка электрической сети; постановка проблемы и задач работы; построение базовой расчетной модели	15
15.04.2017	Расчет электрических режимов; анализ результатов	35
29.04.2017	Выбор оптимального варианта решения; разработка проекта для ВЛ	30
01.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
12.05.2017	Социальная ответственность	5
26.05.2017	Анализ результатов работы; заключение	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Краснятов Ю.А.	доцент, к.т.н.		06.02.2017

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		06.02.2017

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Г	Гузеновой Надежде Павловне

<b>Институт</b>	<b>Энергетический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭСиЭ</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавр</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Электроэнергетика и электротехника</b>

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

1. <i>Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады: – руководитель – 26300 руб. – проектировщик – 17300 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	норма амортизации 20 % коэффициент, учитывающий накладные расходы 16%; районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент, учитывающий отчисления во внебюджетные фонды 30 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ перспективности проектных работ с применением технологии Quad.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение трудоемкости выполнения работ, разработка плана и графика выполнения проекта. Формирование бюджета затрат на проектирование: материальные затраты, заработная плата (основная и дополнительная), отчисления на социальные цели, накладные расходы, амортизационные отчисления.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности проекта</i>	Расчет капитальных вложений в реконструкцию схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона.

**Графический материал:**

*Календарный план-график выполнения проектирования*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>06.02.2017</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ст. преподаватель	Потехина Н.В.	–		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А3Г	Гузенова Надежда Павловна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Г	Гузеновой Надежде Павловне

<b>Институт</b>	<b>ТПУ ИНЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭСиЭ</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетические системы и сети

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Теоретические исследования (моделирование, расчеты) характеристик приборов/ оборудования (без разработки опытного образца).	Разработка проекта реконструкции схемы электроснабжения Приаргунского энергорайона.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Профессиональная социальная безопасность.</b></p> <p>1.1. . Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> </ul> <p>1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul> <p>1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– микроклимат</li> <li>– напряженность труда;</li> <li>– освещенность;</li> <li>– электромагнитные излучения;</li> <li>– шум.</li> <li>– движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования;</li> <li>– электрический ток.</li> </ul> <p>Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите от их действия</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду</p> <p>2.2. Анализ «жизненного цикла» объекта исследования.</p> <p>2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия объекта ВКР и области его использования на окружающую среду;</li> <li>- разработка решений по обеспечению экологической безопасности</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <p>3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.</p> <p>3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут при проведении исследований.</p> <p>3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Выбор и описание возможных ЧС; Типичная ЧС – пожар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <p>4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.</p> <p>4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проектировщика.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	доцент, к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Г	Гузенова Надежда Павловна		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа, 77 стр., 3 приложения, 18 таблиц, 4 рисунка.

Ключевые слова: расчет и анализ режимов, реконструкция схемы, проектирование, технико-экономический расчет.

Объектом данной работы является участок электрической сети Забайкальской энергосистемы.

Цель работы – обеспечить надежное электроснабжение потребителей Приаргунского энергорайона и выполнить присоединение новых крупных потребителей.

В ходе работы осуществлялись расчеты нормальных и послеаварийных режимов в программном комплексе RastrWin3.

В результате расчетов электрических режимов, а также стоимостей строительства ВЛ, были выбраны варианты обеспечения надежного электроснабжения потребителей данного энергорайона для дальнейшего проектирования.

## **Обозначения и сокращения**

АТ – автотрансформатор;

БАМ – Байкало-Амурская магистраль;

ВЛ – воздушная линия;

ГОК – горно-обогатительный комбинат;

ГРЭС – государственная районная электростанция;

ЛЭП – линия электропередачи;

НИР – научно-исследовательская работа;

ПС – подстанция;

РПН – регулирование под нагрузкой;

РУ – распределительное устройство;

СРС – схемно-режимная ситуация;

ТЭЦ – тепловая электростанция;

УР – установившийся режим;

УСП – укрупненные стоимостные показатели;

ЭЭС – электроэнергетическая система.

## Содержание

Введение .....	14
<b>1 Общая характеристика рассматриваемой энергосистемы .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Природно-климатические условия .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Характеристика Забайкальской энергосистемы.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Характеристика рассматриваемого участка электрической сети .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Характеристика электрооборудования .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 Постановка проблемы .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 «Узкое место» в схеме электроснабжения потребителей Приаргунского района.....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Строительство горно-обогатительных комбинатов .....</b>	<b>20</b>
<b>2 Расчет и анализ электрических режимов .....</b>	<b>24</b>
<b>3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Планирование научно-исследовательских работ .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 Структура работ в рамках научного исследования .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Разработка плана и графика выполнения проекта .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Формирование бюджета затрат на проектирование.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1 Расчет материальных затрат .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.2 Основная заработная плата исполнителей .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.5 Амортизационные отчисления .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.6 Накладные расходы .....</b>	<b>38</b>
<b>4 Социальная ответственность.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.1 Механические опасности .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.2 Требования к помещениям для работы с ПЭВМ .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.3 Микроклимат .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.4 Освещение.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2.6 Электромагнитные излучения .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.7 Психофизиологические факторы.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.8 Электробезопасность .....</b>	<b>64</b>
<b>2. Экологическая безопасность .....</b>	<b>66</b>

2.1.	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .....	66
2.2.	Анализ «жизненного цикла» объекта исследования .....	67
2.3.	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды .....	67
3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	68
3.1.	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований .....	68
3.2.	Анализ причин, которые могут вызвать ЧС на производстве при внедрении объекта исследований.....	70
3.3.	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	71
4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения .....	73
	безопасности .....	73
4.1.	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	73
4.2.	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.	76
	Вывод.....	81
	Список литературы.....	82
	Приложение 1. Принципиальная схема участка электрической сети Южного энергорайона .....	83
	<b>Приложение 2. Параметры трансформаторов и ЛЭП.....</b>	<b>84</b>

## **Введение**

В ходе прodelываемой выпускной квалификационной работы рассматривается часть Забайкальской электрической сети, особенности ее режимов работы, возможные схемно-режимные ситуации и пути их решения. Исследование данного участка сети играет большую роль для развития Забайкальской энергосистемы в перспективе на несколько лет.

В соответствии с развитием промышленных сфер Забайкальского края появляются новые потребители, для которых целесообразно обеспечить надежность электроснабжения. Освоение полиметаллических месторождений юго-востока Забайкальского края в настоящее время представляет собой строительство Быстринского ГОКа, максимальной мощностью 81,6 МВт, и Бугдаинского ГОКа, максимальной мощностью 90,5 МВт, а также необходимой транспортной сети.

Кроме того, рассматривается «узкое место» на данном участке электрической сети, которым является ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ – Кличка, аварийное отключение которой приводит к сложным СРС.

На основании проведенных исследований предлагаются варианты реконструкции данного участка сети электроснабжения, для наиболее оптимального из которых осуществляется проектирование линии.

В процессе работы для расчетов электрических режимов используется программный комплекс RastrWin3.

## **1 Общая характеристика рассматриваемой энергосистемы**

Исследуемые электрические сети напряжением 110 кВ размещены на территории Забайкальского края и осуществляют функцию распределения электрической энергии по потребителям и электроснабжения промышленных предприятий, городского и сельского населения края.

### **1.1 Природно-климатические условия**

На состояние и работу объектов ЭЭС не малое влияние оказывает природно-климатический фактор.

Забайкальский край располагается в Восточной Сибири и граничит с Республикой Бурятия, Иркутской и Амурской областями и Республикой Саха (Якутия).

Край находится в зоне вечной мерзлоты и характеризуется резко континентальным климатом – достаточно низкими температурами зимой и высокими летом.

Скорость ветра в среднем по региону составляет 32 м/с, что соответствует III району по ветровому давлению согласно [1]. Нормативная толщина стенки гололеда составляет 15 мм.

### **1.2 Характеристика Забайкальской энергосистемы**

Забайкальская энергосистема входит в состав Объединенной энергосистемы Сибири, граничит с Бурятской и Амурской энергосистемами. Энергосистема является дефицитной по электроэнергии, поэтому покрытие обеспечивается выработкой действующих электростанций на территории края и получением электроэнергии от Бурятской и Амурской энергосистем.

В энергосистему Забайкальского края входят следующие энергорайоны:

- энергорайон БАМа;

- Читинский энергорайон;
- Западный энергорайон;
- Южный энергорайон;
- Юго-Восточный энергорайон;
- Приаргунский энергорайон;
- Краснокаменский энергорайон.

Забайкальская ЭС состоит из системообразующих и распределительных электрических сетей. Две линии электропередачи на напряжении 220 кВ, выполненные в габаритах 500 кВ, связывают данную ЭС с Бурятской и Амурской энергосистемами. Электроснабжение потребителей осуществляется по 63 линиям электропередачи класса напряжения 220 кВ и 60 линиям напряжением 110 кВ.

В ЭС Забайкальского края расположены объекты производства электроэнергии суммарной установленной мощностью 1583,8 МВт. Наиболее крупными из них являются: Харанорская ГРЭС установленной мощностью 655 МВт, Читинская ТЭЦ-1 установленной мощностью 452,8 МВт и ТЭЦ ППГХО установленной мощностью 410 МВт.

Потребители электроэнергии и мощности энергосистемы Забайкальского края представлены нагрузкой промышленного, сельскохозяйственного, коммунального, транспортного секторов и др.

### **1.3 Характеристика рассматриваемого участка электрической сети**

Данный участок входит в состав Южного энергорайона и включает в себя следующие объекты:

- Приаргунская ТЭЦ;
- ТЭЦ ППГХО;
- электрические сети 110 кВ и подстанции 110 кВ Филиала ПАО «МРСК Сибири» - Читаэнерго;

- электрические сети 220 кВ и подстанции 220 кВ.

Связь Южного энергорайона с энергосистемой Забайкальского края осуществляется по:

- ВЛ 220 кВ Шерловогорская - ЦРП ППГХО (ВЛ-237);
- ВЛ 110 кВ Балей - Шелопугино с отпайкой на ПС Омчак (ВЛ-110-22);
- ВЛ 110 кВ Борзя Восточная - Харанор с отпайкой на ПС Борзя Западная (ВЛ-110-35).

Наиболее мощной электростанцией в Южном энергорайоне является ТЭЦ ППГХО, установленная мощность которой составляет 410 МВт, данная ТЭЦ предназначена в большей степени для питания промышленного предприятия ПАО «ППГХО».

Связь Приаргунской ТЭЦ с Забайкальской ЭС по одной ВЛ требует особого внимания, так как является «узким местом» в ЭС Забайкальского края. Отключение данной ВЛ приводит к сложной СРС, заключающейся в выделении Приаргунского энергорайона на изолированную работу с дефицитом мощности 8 МВт в зимний период и 10,4 МВт в летний период.

Принципиальная схема рассматриваемого участка электрической сети Южного энергорайона представлена в Приложении 1.

#### **1.4 Характеристика электрооборудования**

Состав линий электропередач электрической сети Южного энергорайона представлен в таблице 1.

Таблица 1.4.1 – Основные характеристики ВЛ

Наименование ЛЭП	Класс напряжения, кВ	Допустимая токовая нагрузка, А	Протяженность по трассе, км
ВЛ-110-23	110	330	38,8
ВЛ-110-23	110	330	82

ВЛ-110-24	110	390	85
ВЛ-110-25	110	265	108
ВЛ-110-28	110	330	70,2

Характеристика подстанций Южного энергорайона и данные зимнего контрольного замера представлены в таблице 1.4.2.

Таблица 1.4.2 Основные характеристики подстанций

Наименование ПС	Номинальное напряжение, кВ	Активная мощность нагрузки, МВт	Реактивная мощность нагрузки, Мвар
ПС Благодатка	110	2,3	0,6
ПС Михайловка	110	0,8	0,3
ПС Кадая	110	4,2	1,7
ПС Кличка	110	4,1	1,4
ПС Акатуй	110	1,2	0,4
ПС Вершина Шахтамы	110	0,8	0,1
ПС Ново-Широкая	110	11,2	3,8
ПС Быстринская	110	81,6	50,6
ПС Бугдаинская	110	90,5	56,1

Характеристика генерирующего оборудования приведена в таблице 3.

Таблица 1.4.3 Характеристика электростанций

Электростанция	Количество и марка генерирующего оборудования	Установленная мощность, МВт
Приаргунская ТЭЦ	2хТ-12-2ЭУЗ	2х12
Итого по электростанции		24
<b>Итого по энергорайону</b>		<b>24</b>

## 1.5 Постановка проблемы

При развитии электроэнергетических систем обеспечение надежного электроснабжения играет значительную роль. При наличии слабых мест в электрической сети и риска возникновения опасных ситуаций необходимо

исследовать режимы энергосистем, и на этом основании предлагать пути повышения уровня надежности. Под надежностью понимается способность электрооборудования или системы осуществлять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях.

Для участка электрической сети Забайкальской энергосистемы рассматриваются два основания, необходимых для изучения нормальной схемы данного участка и режима работы, а также для принятия решения по реконструкции электроснабжения данного энергорайона.

### **1.5.1 «Узкое место» в схеме электроснабжения потребителей Приаргунского района**

В схеме Забайкальской энергосистемы «узким местом» является связь Приаргунской ТЭЦ с Забайкальской энергосистемой по одной ВЛ (рис. 1), отключение которой приводит к сложной схемно-режимной ситуации, заключающейся в выделении Приаргунского энергорайона на изолированную работу с дефицитом мощности 8 МВт в зимний период и 10,4 МВт в летний период.

Схемно–режимными мероприятиями, направленными на включение нагрузки, отключённой действием ПА, являются:

- загрузка Приаргунской ТЭЦ до величины располагаемой мощности;
- перевод питания части нагрузки (3,5 МВт) на питание от ТЭЦ

ППГХО.

Мероприятиями, возможными для исключения СРС, характеризующихся повышенной вероятностью выхода параметров электроэнергетического режима из области допустимых значений, являются:

- строительство ВЛ 110 кВ Ново – Широкая – Благодатка протяженностью 70 км.;

- строительство второй ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ – Кличка протяженностью 85 км.

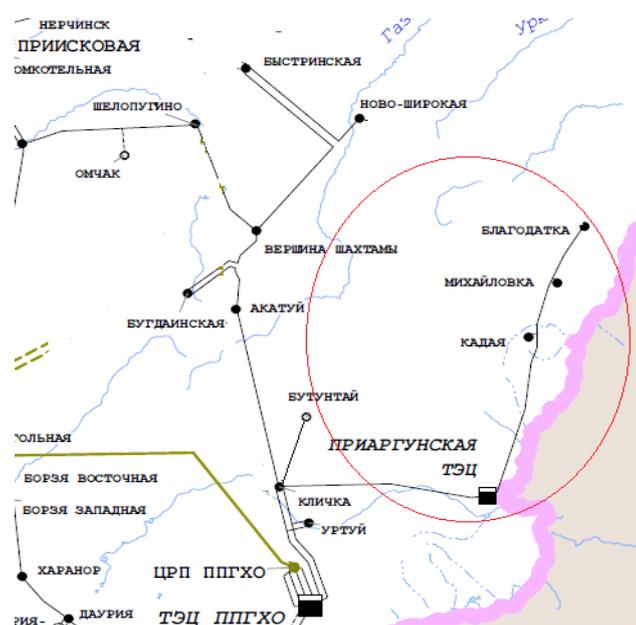


Рисунок 1 – Приаргунский энергорайон

### 1.5.2 Строительство горно-обогатительных комбинатов

Освоение полиметаллических месторождений приводит к необходимости в развитии электросетевого комплекса с целью технологического присоединения значимых объектов и обеспечения надежного электроснабжения.

Быстринский ГОК максимальной мощностью 81,6 МВт будет осуществлять добычу многокомпонентной руды, основным компонентом которой является медь, попутными – золото, магнетитовое железо и серебро. Срок ввода в эксплуатацию Быстринского ГОКа возлагается на конец 2017 года.

В связи с падением цен на молибден принято решение о переносе срока строительства и ввода в эксплуатацию Бугдаинского ГОКа, максимальной мощностью 90,5 МВт, минимум на 5 лет.

Таким образом, при анализе электрических режимов данного участка электрической сети необходимо учесть наличие слабого места в схеме снабжения потребителей Приаргунского района и строительство комбинатов,

которые являются потребителями II категории по надежности электроснабжения и выбрать оптимальный вариант развития данного электросетевого участка.

## **1.6 Надежность электроэнергетических систем**

На этапах планирования режимов работы и балансов мощности, проектирования и ввода в эксплуатацию электроэнергетического оборудования необходимо решать задачи определения и оптимизации показателей, что и представляет собой проблему надежности электроэнергетических систем. Согласно [6], надежностью называется свойство электрооборудования выполнять заданные функции в заданном объеме, соответствующем условиям эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов и др.

Анализ надежности заключается в изучении общих закономерностей, которые определяют долговечность работы оборудования электрических сетей, а также в предупреждении неисправности его работы на этапе проектирования, строительства и эксплуатации.

В ходе практической работы осуществляется выбор варианта электрической сети для создания проекта, реконструкция сетей и подстанций, расчет электрических режимов. На принятие решений оказывает влияние большое количество факторов, некоторые из которых могут быть исследованы с помощью математических расчетов, остальные не имеют количественного описания.

Основной функцией электроэнергетических систем является обеспечение снабжения потребителей электроэнергией в требуемых количествах. К нарушению данного процесса приводят такие причины, как аварийные ситуации в электрической сети, отказы коммутационных аппаратов, нерегулярная подача топлива, гидроресурсов и т.п. К

мероприятиям по повышению надежности электроэнергетических систем относятся:

- релейная защита;
- автоматическое повторное включение;
- автоматический ввод резерва;
- автоматическое регулирование возбуждения;
- автоматическое регулирование частоты и мощности и т.п.

Кроме того, разделение потребителей на категории по надежности электроснабжения обеспечивает структурную надежность энергосистем.

Схемными мероприятиями по повышению надежности являются увеличение пропускной способности линий, генерируемых единиц, резервирование мощности и др.

Необходимость анализа надежности энергосистем объясняется следующими причинами:

- сложность электроэнергетических систем, большое количество узлов и соединений;
- высокая скорость протекания процессов;
- увеличение требований, предъявляемых к работе энергосистем;
- сокращения непосредственного контроля человека за оборудованием в связи с широким применением автоматики и вычислительной техники;
- непрерывность во времени процессов производства, передачи и потребления электроэнергии;
- дефицит реактивной мощности, следовательно, понижение напряжения в электрической сети;
- чувствительность энергосистем к изменениям частоты и т.п.

На практике выделяют структурную и функциональную надежность. Первая представляет собой состав электрооборудования, наличие связей

между ними. В основе функциональной надежности лежит анализ режимов работы, их параметров и ограничений.

В обеспечении требуемого уровня надежности работы важную роль также играют схемы соединений энергосистем в зависимости от категории электроснабжения.

Для первой категории потребителей обеспечивается питание от двух независимых источников, а также перерыв в электроснабжении допускается лишь на время автоматического включения резерва.

Для второй категории перерыв в электроснабжении разрешается на время включения резерва оперативным персоналом или выездной бригадой.

Для потребителей третьей категории допускается перерыв электроснабжения на время ремонта и замены оборудования.

В результате технико-экономических расчетов нескольких вариантов схем осуществляется выбор наиболее оптимальный по надежности, а также проверяется по следующим условиям:

- допустимый коэффициент запаса по статической аperiodической устойчивости в нормальных и послеаварийных режимах;
- динамическая устойчивость;
- допустимые значения токов КЗ;
- корректная работа устройств релейной защиты и автоматики и др.

Наиболее надежными являются замкнутые сети, в которых питание обеспечивается с двух сторон. Кроме того, в случае отключения одной из линий должно быть обеспечено напряжение во всех узлах нагрузки.

## 2 Расчет и анализ электрических режимов

Для моделирования режимов энергосистемы необходимо создание базовой расчетной модели, которая является совокупностью данных о:

- схеме замещения электрических связей, отражающей топологию электрической сети и параметры ее элементов;
- режимах потребления активной и реактивной мощности;
- режимах работы генерирующего оборудования и средств компенсации реактивной мощности;
- системных условиях;
- номера узлов, по которым происходит объединение расчетных электрических схем.

Под режимом подразумевается единый процесс производства, преобразования, передачи и потребления электрической энергии в энергосистеме, характеризующийся определенными значениями мощностей, токов, напряжений, частоты и др.

В целях анализа режимов работы электрической сети необходимо рассмотреть всевозможные схемно-режимные ситуации. К ним относятся:

- включение и отключение ВЛ;
- включение и отключение одной из цепей ВЛ;
- включение и отключение генераторов;
- вывод и ввод в работу трансформаторов;
- включение и отключение секции шин подстанций и др.

Схемно-режимные ситуации могут сочетаться друг с другом, при этом режим называется ненормальным, и для его описания учитывается критерий N-2. Данный критерий учитывает результат отключения двух элементов сети.

В результате проведенного расчета установившегося режима в ПК RastrWin3 была получена графика нормального режима без учета новых потребителей и с подключением их к сети (Приложение 3).

Кроме того, была учтена токовая загрузка ЛЭП и трансформаторов и проанализирована статическая апериодическая устойчивость данного участка электрической сети.

На основании проведенных расчетов подведены промежуточные итоги:

- для достижения необходимого уровня надежности следует обеспечить двустороннее питание потребителей Приаргунского энергорайона, а также новых потребителей II категории по надежности электроснабжения;
- необходимо увеличить располагаемую мощность электростанций для устранения дефицита активной мощности, вызванного подключением новых потребителей.

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В целях обеспечения надежного электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона и новых потребителей II категории по надежности необходимо разработать проект строительства ВЛ 110 и 220 кВ, а также выполнить технико-экономический расчет, в результате которого – выбрать наиболее экономичный вариант. Основными задачами данного раздела является планирование проектных работ, разработка календарного графика их проведения, расчет затрат на проектирование, а также расчет капиталовложений при реконструкции схемы.

#### **3.1 Планирование проектных работ**

##### **3.1.1 Структура работ в рамках проектных работ**

Разработкой данного проекта будут заниматься два человека – руководитель и проектировщик, далее Р и П соответственно. План работ необходим для выполнения проекта в необходимый срок, а также для определения начисляемой заработной платы за объем работ, выполненный руководителем и проектировщиком. Обязанности между руководителем и проектировщиком строго разделены.

Весь перечень этапов и работ в рамках разработки проекта, а также распределение исполнителей по видам работ, представлена в таблице 3.1.1.1.

Таблица 3.1.1.1 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Составление и утверждение технического задания	Р
2	Подбор и изучение материалов и нормативных документов	П
3	Календарное планирование работ	Р
4	Анализ существующей системы электроснабжения и постановка проблемы	П
5	Расчёт и анализ режимов электропотребления	П
6	Экономический расчет возможных вариантов реконструкции	П
7	Расчет капиталовложений, выбор наиболее оптимального варианта	П
8	Проектирование необходимых воздушных линий	П
9	Разработка принципиальной схемы электрических соединений реконструированной схемы электроснабжения в Microsoft Visio	П
10	Анализ и выбор средств защиты систем электроснабжения ПС	П
11	Обобщение и оценка результатов	Р
12	Социальная ответственность	П
13	Финансовый менеджмент	П
14	Составление ПЗ	П

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

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

$t_{maxi}$  – 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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

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

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

Пример расчета:

- Руководитель – составление и утверждение технического задания:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1}{5} = 0,7 \text{ чел.-дн.}$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{0,7}{1} = 0,7 \text{ дн.}$$

- Проектировщик – подбор, изучение материалов и нормативных документов:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 6}{5} = 4,8 \text{ чел.-дн.}$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{4,8}{1} = 4,8 \text{ дн.}$$

### 3.2 Разработка плана и графика выполнения проекта

Для разработки плана и графика выполнения проекта, применяется построение ленточного графика проведения данной работы в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – это популярный способ для иллюстрации плана выполнения проекта, показывающий, какие работы выполняются с течением времени.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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.

В соответствии с производственным календарем на 2017 год, суммарное количество выходных и праздничных дней в 2017 году составляет при работе по шестидневной рабочей неделе – 66 дней; при работе по пятидневной рабочей неделе – 118 дней.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждому виду работ  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа. Допускается, что руководитель работает по шестидневной рабочей неделе, а проектировщик – по пятидневной.

Пример расчета:

- Руководитель – составление и утверждение технического задания:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22;$$

$$T_{\kappa} = T_{\rho} \cdot k_{\text{кал}} = 3,2 \cdot 1,22 = 3,9 \approx 4 \text{ дн.}$$

- Проектировщик – подбор и изучение материалов и нормативных документов:

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

$$T_{\kappa} = T_{\rho} \cdot k_{\text{кал}} = 4,8 \cdot 1,48 = 7,1 \approx 7 \text{ дн.}$$

В приложении Д размещены полученные результаты, сведенные в таблицу 3.2.1, на основании которой построен календарный план-график  
таблица 3.2.2

Таблица 3.2.1– Временные показатели выполнения проекта

№ раб.	Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
		$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ож}$ , чел-дни					
		Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П
1	Составление и утверждение технического задания	0,5		1		0,7		0,7		1	
2	Подбор, изучение материалов и нормативных документов		4		6		4,8		4,8		7
3	Календарное планирование работ	0,5		1		0,7		0,7		1	
4	Анализ участка электрической сети		1		3		1,8		1,8		3
5	Рассмотрение вариантов реконструкции		5		7		5,8		5,8		9
6	Составление базовой расчетной модели										
7	Выбор трансформаторов и проводов ВЛ 220 кВ		5		14		8,6		8,6		13
8	Расчет электрических режимов для существующей схемы и для новых подключений		4		8		5,6		5,6		8

Продолжение таблицы 3.2.1

9	Экономические расчеты для возможных вариантов реконструкции		4		7		5,2		5,2		8
10	Разработка проекта для выбранного варианта реконструкции схемы		6		9		7,2		7,2		11
11	Разработка новой принципиальной схемы в программе Microsoft Visio		3		7		4,6		4,6		7
12	Обобщение и оценка результатов	2		3		2,4		2,4		3	
13	Социальная ответственность		2		4		2,8		2,8		4
14	Финансовый менеджмент		2		4		2,8		2,8		4
15	Составление пояснительной записки		6		9		7,2		7,2		11
ИТОГ	Общее количество дней, в течение которых работал проектировщик						календарных		117		
							рабочих		60		
	Общее количество дней, в течение которых работал руководитель						календарных		5		
							рабочих		4		
	Общее количество дней для выполнения ВКР						календарные		122		
							рабочие		64		

Календарная продолжительность выполнения проекта составит 122 дня. Руководитель при этом задействован в течение 5 календарных дней, инженер в течение 117 календарных дней. При этом общее количество рабочих дней руководителя составляет 4, инженера – 60. Начало работ запланировано на 10 февраля 2017 г, окончание работ запланировано на 28 мая 2017 г. Реальная продолжительность работ, учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, может быть как меньше (при благоприятном

стечении обстоятельств), так больше указанной продолжительности (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Проектировщик работает большее количество дней, чем руководитель. Это можно объяснить тем, что цель руководителя – ставить задачи для проектировщика. Также на руководителе лежит ответственность за выполнение проекта. В свою очередь проектировщик должен выполнять работу, не нарушая календарного плана.

Таблица 3.2.2 Календарный план-график выполнения проекта

№ раб	Наименование работ	Исполнители	$T_{ki}$ кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль			март			апрель			май			июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение технического задания	Р	4	■												
2	Подбор, изучение материалов и нормативных документов	П	7	■	■											
3	Календарное планирование работ	Р	3		■											
4	Анализ участка электрической сети	П	3		■											
5	Рассмотрение вариантов реконструкции	П	9		■	■	■									
6	Составление базовой расчетной модели	П	5			■	■	■								
7	Выбор трансформаторов и проводов ВЛ 220 кВ	П	13				■	■	■	■						
8	Расчет электрических режимов для существующей схемы и для новых подключений	П	8					■	■	■	■					
9	Экономические расчеты для возможных вариантов реконструкции	П	8						■	■	■	■				
10	Разработка проекта для выбранного варианта реконструкции схемы	П	11							■	■	■	■			
11	Разработка новой принципиальной схемы в программе Microsoft Visio	П	7								■	■	■	■		
12	Обобщение и оценка результатов	Р	6									■	■	■		
13	Социальная ответственность	П	4										■	■	■	
14	Финансовый менеджмент	П	4											■	■	■
15	Составление пояснительной записки	П	11												■	■

### 3.3 Формирование бюджета затрат на проектирование

В данном разделе будет производиться отражение всех видов расходов, связанных с проектированием. Основными пунктами определения бюджета являются затраты по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизационные отчисления;
- накладные расходы.

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты включается стоимость приобретаемого сырья и материалов, запасные части для ремонта оборудования и другие быстроизнашивающиеся предметы, необходимые для разработки проекта. Все материальные затраты сведены в таблицу 3.3.1.1.

Таблица 3.3.1.1 – Материальные затраты

№ п/п	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Карандаши	3	22	66
2	Ручки	6	46	276
3	Бумага для печати	2	238	476
	Картридж для принтера	1	750	750
Итого:				1568

#### 3.3.2 Основная заработная плата исполнителей

Величина основной зарплаты исполнителей определяется на основании трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов, тарифных ставок. Статья включает основную заработную плату работников,

непосредственно занятых выполнением проекта (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

(таблица 6);

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51285,00 \cdot 10,4}{248} = 2150,6 \text{ руб.},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 26300,00 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285,00 \text{ руб.},$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней –  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней (таблица 3.3.2.1). Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.3.2.2.

Таблица 3.3.2.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Проектировщик
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: выходные дни и праздничные дни	66	118
Потери рабочего времени: отпуск и невыходы по болезни	51	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	219

Таблица 3.3.2.2 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{мс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	26300,0	0,3	0,2	1,3	51285,0	2150,66	4	8602,64
Проектировщик	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1695,34	60	101720,4
Итого:								110323,04

### 3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей рассчитываются, чтобы учесть величину доплат, предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда; 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.).

Произведем расчет дополнительной заработной платы:

- Для руководителя

$$Z_{доп\ рук} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 8602,64 = 1290,4 \text{ руб.}$$

- Для проектировщика

$$Z_{\text{доп пр}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 101720,4 = 15258,06 \text{ руб.},$$

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

Дополнительная заработная плата всех исполнителей:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{доп рук}} + Z_{\text{доп пр}} = 1290,4 + 15258,06 = 16548,46 \text{ руб.}$$

### 3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражены обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) согласно установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Величина отчислений во внебюджетные фонды:

- Для руководителя

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (8602,64 + 1290,4) = 2967,9 \text{ руб.}$$

- Для проектировщика

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (101720,4 + 15258,06) = 35093,5 \text{ руб.},$$

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

Размер страховых взносов составляет 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 3.3.4.1.

Таблица 3.3.4.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	8602,64	1290,4
Проектировщик	101720,4	15258,06
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Отчисления во внебюджетные фонды		

Руководитель	2967,9
Проектировщик	35093,5
Итого	38061,4

### 3.3.5 Амортизационные отчисления

Данные отчисления производятся для возмещения износа оборудования, приобретенного университетом для пользования студентами. В данную статью включаются все затраты, не связанные с приобретением специального оборудования необходимого для проведения работ по конкретной теме, причем учитывается только оборудование или программное обеспечение стоимостью от 40 тысяч рублей. Так как стоимость используемого программного обеспечения Microsoft Office менее 40 тыс.руб., то его стоимость не учитываем.

Стоимость учитываемого в данной статье оборудования приведена в таблице 3.3.5.1.

Таблица 3.3.5.1 – Стоимость оборудования

Наименование	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
Компьютер	1	42199	42199
Итого:			42199

В связи с длительностью использования, учитывается данная стоимость с помощью амортизации:

$$A = \frac{C \cdot N_{\text{дн.исп.}}}{\Gamma_{\text{ср.служ.}} \cdot 365} = \frac{42199 \cdot 117}{5 \cdot 365} = 2705 \text{ руб.}$$

### 3.3.6 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:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} = (Z_{мат} + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб} + Z_{амор}) \cdot 0,16 = \\ = (1568 + 110323,04 + 16548,46 + 38061,4 + 2705) \cdot 0,16 = 27072,9 \text{ руб.},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно принять в размере 16%.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат на проектирование

Рассчитанная величина затрат на проектирование является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается проектной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проекта.

Определение бюджета затрат на проектирование по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.3.7.1.

Таблица 3.3.7.1 – Бюджет затрат на проектирование

Наименование статьи	Сумма, руб.		Процент от общей суммы затрат, %
	Р	П	
1. Материальные затраты	1568		0,8
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей	8602,64	101720,4	56,2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	1290,4	15258,06	8,43
4. Отчисления во внебюджетные фонды	2967,9	35093,5	19,4
5. Амортизационные отчисления	2705		1,38
6. Накладные расходы	27072,9		13,79
<b>Бюджет затрат</b>	<b>196278,8</b>		<b>100</b>

### **3.4 Капитальные вложения на проведение реконструкции**

В целях оценки объемов капиталовложений при планировании нового строительства и технико-экономических расчетов возможных вариантов решений необходимо учитывать укрупненные стоимостные показатели.

Капитальные вложения – инвестиции в основной капитал, в том числе затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно – изыскательские работы и другие затраты.

Капитальные вложения К включают затраты на основные фонды и оборотные средства. Так как оборотные средства в системе электроснабжения невелики (1 - 2%), то ими можно пренебречь.

Основные фонды включают стоимость оборудования, затраты на установку, монтаж, наладку и пробный пуск оборудования и аппаратуры, затраты на транспортировку.

В сборнике укрупненных стоимостных показателей линий электропередачи и подстанций напряжением 35-750 кВ включены УСП для ВЛ 35-500 кВ на стальных и железобетонных опорах, 750 кВ – на типовых стальных, также учтена подвеска кабеля связи для ВЛ 220-750 кВ.

Базисные показатели стоимости ВЛ 110 и 220 кВ сведены в таблице 3.4.1.

Так как отсутствует подробная информация об условиях прохождения ВЛ, базисные показатели используются без применения поправочных коэффициентов.

К базисным показателям также относятся затраты на постоянный отвод земли и, если требуется, затраты на вырубку просеки и устройство дорог.

Таблица 3.4.1 – Расчёт капиталовложений на оборудование

Напряжение ВЛ, кВ	Тип опор	Сечение сталеалюминие вых проводов, шт.х мм <sup>2</sup>	Количество цепи на опоре, шт.	Базисные показатели стоимости ВЛ, тыс. руб./км	
				стальные	железобетонные
110	Свободно стоящие	До 150	1	987	799
			2	1495	1081
220	Свободно стоящие	300	1	1231	1053
			2	2063	-

В целях определения полной стоимости ВЛ необходимо также учесть затраты, сопутствующие строительству, доля которых составляет:

3,3% - временные здания и сооружения;

5-6% - прочие работы и затраты;

2,6-3,18% - содержание службы застройщика;

7,5-8,5% - затраты на проведение экспертизы и надзор.

В нормальных условиях площадь постоянного отвода земли определяется по таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 – Площадь постоянного отвода земли для типовых свobodностоящих опор ВЛ

Напряже ние ВЛ, кВ	Характеристика промежуточной опоры	Размер постоянного отвода земли на 1 км ВЛ, м <sup>2</sup>	
		стальные	железобетонные
35-110	Одностоечная	65-70	35-40
220-330	Свободностоящая	80-115	35-90

Стоимость подвески второй цепи при строительстве двухцепной ВЛ определяется как стоимость строительства двухцепной ВЛ за вычетом затрат из таблицы 3.4.3.

Таблица 3.4.3 – Снижение строительства двухцепной ВЛ при подвеске второй цепи

Напряжение ВЛ, кВ	35-110		220	
	До 150	185-240	300	400
Сечение проводов, мм <sup>2</sup>				
Снижение стоимости, тыс. руб./км	207	310	353	437

Стоимость постоянного отвода земли определяется на основании заключенных договоров. Так как точных сведений нет, то не учитываем данные капиталовложения в расчете.

При расширении РУ для присоединения новых ВЛ, необходимо учитывать стоимости реконструкции ПС по таблицам 3.4.4, 3.4.5.

Таблица 3.4.4 – Стоимость ячейки одного комплекта выключателя в РУ 10-220 кВ

Напряжение, кВ	Стоимость ячейки одного комплекта выключателя, тыс. руб.				
	Воздушный	Масляный	Вакуумный	Элегазовый	
				ОРУ	КРУЭ
110	3901	3243	-	6580	10340
220	8272	9071	-	11750	22560

**Примечание:** стоимость ячейки включает стоимость выключателя, разъединителя, трансформаторов тока и напряжения, разрядники.

Стоимость строительства ячейки автотрансформаторов включают стоимость АТ, кабели, панель управления, защиты и автоматики.

Таблица 3.4.5 – Стоимость ячейки автотрансформатора, тыс. руб.

Мощность, МВА	Автотрансформатор 220/110
110	29892

Суммируя все затраты, получаем необходимый объем капиталовложений на строительство ВЛ.

### 3.4.1 Расчет капиталовложений для строительства ВЛ 110 кВ Ново-Широкая Благодатка

ВЛ 110 кВ Ново-Широкая – Благодатка предназначена для обеспечения более надежного электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона.

Исходные данные:

Длина ВЛ – 70 км;

Рельеф местности – равнинный;

Число цепей – одна;

Тип опор – свободностоящие;

Материал – металл;

Марка проводов – АС 120/19;

Нормативное давление ветра – 600 Па;

Необходимо учесть установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ.

Результаты расчета сведены в таблицу 3.4.6.

Таблица 3.4.6 – Результаты расчетов капиталовложений ВЛ 110 кВ Ново-Широкая – Благодатка

№ п/п	Составляющие затрат	Расчет затрат	Величина затрат, тыс. руб.
1	Стоимость ВЛ 110 кВ по базисным показателям	987 тыс. руб.*70 км	69090
2	Установка выключателей	6580 тыс. руб.	6580
3	Итого		75670
4	Стоимость строительства ВЛ с учетом сопутствующих затрат 20, 61%	75670*1,2061	91265,6

### 3.4.2 Расчет капиталовложений для строительства II цепи ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ - Кличка

II цепь ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ – Кличка рассматривается как второй вариант реконструкции схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона.

Исходные данные:

Длина ВЛ – 85 км;

Рельеф местности – равнинный;

Число цепей – вторая цепь двухцепной ВЛ;

Тип опор – свободностоящие;

Материал – металл;

Марка проводов – АС 120/19;

Нормативное давление ветра – 600 Па;

Необходимо учесть установку по одному комплекту масляных выключателей с каждой стороны ВЛ, а также подвеску второй цепи на уже существующие опоры.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.4.7.

Таблица 3.4.7 – Результаты расчетов капиталовложений ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ - ППГХО

№ п/п	Составляющие затрат	Расчет затрат	Величина затрат, тыс. руб.
1	Стоимость двухцепной ВЛ 110 кВ	1495 тыс.	12075
	по базисным показателям	руб*85 км	
2	Снижение стоимости ВЛ	-207 тыс.	-17595
		руб.*85 км	
3	Установка выключателей	3243	3243
4	Итого		112723
5	Стоимость строительства ВЛ с учетом сопутствующих затрат	112723*1,2061	135955,2

### 3.4.3 Расчет капиталовложений для строительства ВЛ 220 кВ ЦРП ППГХО – Быстринская с отпайкой на ПС Бугдаинская

Данная ВЛ выполняется двухцепной с отпайкой на ПС Бугдаинскую, на ПС ЦРП ППГХО осуществляется расширение схемы РУ, на ПС Бугдаинская и Быстринская устанавливаются по 2 АТ.

Исходные данные:

Длина ВЛ – 157,5 км;

Длина ВЛ на ПС Бугдаинская – 5 км;

Рельеф местности – равнинный;

Число цепей – две;

Тип опор – свободностоящие;

Материал – металл;

Марка проводов – АС 300/39;

Нормативное давление ветра – 600 Па;

Необходимо учесть установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ, а также установку автотрансформаторов и расширение РУ подстанций.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.4.7.

Результаты расчетов для ВЛ 220 кВ сведены в таблицу 3.4.8.

Таблица 3.4.8 – Результаты расчетов капиталовложений ВЛ 220 кВ ЦРП ППГХО – Быстринская с отпайкой на ПС Бугдаинская

№ п/п	Составляющие затрат	Расчет затрат	Величина затрат, тыс. руб.
1	Стоимость двухцепной ВЛ 220 кВ по базисным показателям	2063 тыс. руб*157,5 км	324922,5
2	Стоимость ВЛ 220 кВ на ПС Бугдаинская	2063 тыс. руб*7 км	14441

3	Стоимость установки АТ	4*29892 тыс. руб.	119568
4	Установка выключателей 220 кВ	2*11750 тыс.руб.	23500
5	Установка выключателей 110 кВ	4*6580 тыс.руб.	26320
6	Итого		508751,5
7	Стоимость строительства ВЛ с учетом сопутствующих затрат	508751,5*1,2061	613605,2

На основании проведенных расчетов затрат на строительство ВЛ предварительно можно сделать вывод, что на строительство ВЛ 110 кВ Ново-Широкая – Благодатка потребуются меньше средств, чем для ВЛ 110 кВ Приаргунская ТЭЦ – Кличка. Следовательно, необходимо выполнить проектирование данной линии.

### 3.5 Технология *QuaD*

Технология *QuaD* является гибким инструментом измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в проектные работы [9]. При использовании такой технологии каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная.

Оценка качества и перспективности определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (50)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенных проектных работах. Если значение показателя  $P_{cp}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая [9].

Результаты проведенных расчетов приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Оценочная карта *QuaD* анализа для проектируемых ВЛ

Критерии оценки	Вес	Баллы	Отн. значение	Ср. взвешенное значение
1. Энергоэффективность	0,05	70	0,7	3,5
2. Надежность	0,25	90	0,9	22,5
3. Актуальность	0,15	65	0,65	9,75
4. Унифицированность	0,05	60	0,6	3
5. Простота эксплуатации	0,1	65	0,65	6,5
6. Ремонтпригодность	0,05	80	0,8	4
7. Экономичность	0,15	55	0,55	8,25
8. Цена	0,1	50	0,5	5
9. Срок выхода на рынок	0,05	40	0,4	2,00
10. Перспективность	0,05	75	0,75	3,75
Итого	1,00	650	6,5	68,25

Исходя из результатов анализа, можно сделать вывод, что проектирование ВЛ 110 и 220 кВ обладает перспективностью выше среднего.

На данном этапе работы проектировка данных ВЛ может показаться неэффективной из-за высоких материальных затрат и недостаточный показателей перспективности. Однако, учитывая возможность дальнейшего развития электрических сетей Забайкальского края, более точные расчеты и

адаптированная схема позволят обеспечить надежное электроснабжение потребителей Приаргунского энергорайона и новых потребителей.

В данном разделе было выполнено планирование затрат на реализацию проекта двумя исполнителями – руководителем и проектировщиком. Суммарная продолжительность работ составила 122 календарных дня, из которых 5 дней выполнял работу руководитель, 117 дней - проектировщик. При этом общее количество рабочих дней руководителя составляет 4 дня, проектировщика – 60. Общий бюджет, необходимый для реализации проекта, составил 196278,8. Наибольшие затраты характеризуются оплатой труда исполнителей.

Также в ходе работы произведён расчёт капиталовложений на строительство выбранных ВЛ, которые составляют 91265,6 тыс.рублей для ВЛ 110 кВ Ново-широкая – Благодатка, 613605,2 тыс. рублей – для ВЛ 220 кВ ЦРП ППГХО – Быстринская с отпайкой на ПС Бугдаинская. В настоящее время проведенный проект обладает перспективностью выше среднего, в дальнейшем данный показатель увеличится.

Благодаря проведению реконструкции обеспечивается необходимый уровень надежности электроснабжения потребителей, увеличивается экономия электроэнергии, снижается вероятность аварийных ситуаций, повышается производственная безопасность, снижаются годовые затраты на ремонт оборудования в дальнейшем, также увеличивается пропускная способность ТЭЦ ППГХО за счет подключения новой ВЛ 220 кВ.

#### **4 Социальная ответственность**

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Объект исследования - проект реконструкции схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона.

Целью данного раздела является анализ вредных и опасных факторов влияющих на работу электротехнического персонала, обслуживающего подстанции и занимающегося строительством объектов электрической сети, и разработка мер защиты от них, экологическая безопасность и разработка решений по обеспечению экологической безопасности. В разделе также рассматриваются вопросы безопасности в чрезвычайных ситуациях и мер по ликвидации её последствий, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Необходимо отметить, что важным вопросом при рассмотрении социальной ответственности является соблюдение правил, норм, инструкций и других документов, утвержденных в установленном порядке.

Социальная ответственность предприятия является одним из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экологических мероприятий, направленных на обеспечение условий труда.

Под социальной ответственностью понимается система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, реабилитационные и иные мероприятия.

Приведенное общее понятие социальной ответственности позволяет судить о ней как о многоуровневой системе мероприятий по созданию безопасных условий трудовой деятельности, осуществляемых государственными органами, органами местного самоуправления, работодателями и самими работниками.

#### **4.1 Производственная безопасность**

##### **4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования.**

Согласно номенклатуре, опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 делятся на следующие группы:

- физические;
- химические;
- психофизиологические;
- биологические.

Перечень опасных и вредных факторов, влияющих на персонал в заданных условиях деятельности, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1.1 - Перечень опасных и вредных факторов технологии производства

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа электромонтера внутри производственных помещений и на открытом воздухе;</li> <li>• Профилактические и наладочные работы в электрической сети электромонтером;</li> <li>• возникновение шагового напряжения на поверхности земли.</li> <li>• появление напряжения на отключенных частях, на которых производится какая-либо работа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышенная температура;</li> <li>• Повышенная скорости движения интенсивности теплового излучения;</li> <li>• Повышенная напряженность труда в течение смены;</li> <li>• Электромагнитные излучения;</li> <li>• Повышенный уровень шума.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поражение электрическим током;</li> <li>• Падение с высоты.</li> <li>• Механические травмы, полученные в результате наличия острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности оборудования и инструмента.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4-548-96;</li> <li>• Нормы естественного и искусственного освещения предприятий, СНиП 23-05-95;</li> <li>• Допустимые уровни шумов в производственных помещениях. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ;</li> <li>• Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;</li> <li>• Защитное заземление, зануление, ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ.</li> </ul>

Эти факторы могут влиять на состояние здоровья, привести к травмоопасной или аварийной ситуации, поэтому следует установить эффективный контроль за соблюдением норм и требований, предъявленных к их параметрам.

#### **4.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

В условиях современного интенсивного использования ЭВМ важное значение имеет изучение психофизиологических особенностей и возможностей человека с целью создания вычислительной техники, обеспечивающей максимальную производительность труда и сохранение здоровья людей. Игнорирование эргономики может привести к довольно серьезным последствиям.

При внедрении усовершенствованной системы управления технологическим процессом важную роль играет планировка рабочего места. Она должна соответствовать правилам охраны труда и удовлетворять требованиям удобства выполнения работы, экономии энергии и времени оператора.

Основным документом, определяющим условия труда на персональных ЭВМ, являются «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Санитарные нормы и правила СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, которые были введены 30 июня 2003 года.

В Правилах указаны основные требования к помещениям, микроклимату, шуму и вибрации, освещению помещений и рабочих мест, организации и оборудованию рабочих мест.

Основным опасным фактором является опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, пост управления №8 по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности (согласно ПУЭ).

Основным опасным производственным фактором на рабочем месте оператора поста управления является высокое напряжение в сети, от которой запитана система управления.

#### **4.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов**

##### **4.1.3.1 Механические опасности**

В процессе производства работ в электрической сети электротехнический персонал подвержен опасности получить механическую травму, из-за наличия острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности оборудования и инструмента. Так, в процессе профилактических и наладочных работ гибкой ошиновки ОРУ, проводов воздушных линий и т.д. существует опасность получения механической травмы, из-за наличия на проводах заусенцев, острых кромок на траверсах опор открытых распределительных устройств. Кроме того, существует опасность падения с высоты при проведении работ на опорах.

К опасностям, механически воздействующим на организм человека, относятся разрушающиеся конструкции; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности оборудования и инструмента и др. В зависимости от возможности предохранения человека в условиях взаимодействия его с потенциально опасными техническими объектами согласно ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» применяются два основных метода защиты персонала от механических опасностей: обеспечение недоступности к опасным действующим частям оборудования и применения приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора.

Первый метод состоит в пространственном или временном разделении рабочей зоны и опасной зоны. Кроме того, к данному методу относится все,

что связано с конструктивными особенностями как самого оборудования, так и устройств, ограждающих и блокирующих опасные зоны (ГОСТ 12.2.003-91). Недоступность может быть обеспечена размещением опасных объектов на недосягаемой высоте, а также под прикрытием или в трубах.

Ко второму методу относятся приспособления, с помощью которых обеспечивается безопасность взаимодействия с опасными частями оборудования, в том числе и дистанционное управление, а также устройства автоматически прекращающие работу агрегата или подачу энергии в систему и т.д. К средствам достижения безопасности относятся средства коллективной (ГОСТ 12.1029-80) и индивидуальной (ГОСТ 12.4051-87) защиты.

#### **4.1.3.2 Требования к помещениям для работы с ПЭВМ**

В соответствии с основными требованиями к помещениям для эксплуатации ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) эти помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup> и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) 4,5 м<sup>2</sup>.

Для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ должны использоваться диффузионно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка – 0.7 - 0.8; для стен – 0.5 - 0.6; для пола – 0.3 - 0.5.

#### **4.1.3.3 Микроклимат**

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны (температура, влажность и скорость движения воздуха).

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха влияют на теплообмен и необходимо учитывать их комплексное воздействие. Нарушение теплообмена вызывает тепловую гипертермию, или перегрев.

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха производственных помещений для работ, производимых сидя и не требующих систематического физического напряжения (категория Ia), приведены в таблице 4.1.2, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 4.1.2 – Оптимальные нормы

<b>Период года</b>	<b>Категория работы</b>	<b>Температура, С</b>	<b>Относительная влаж. воздуха, %</b>	<b>Скорость движения воздуха, не более м/с</b>
Холодный	средней тяжести-Пб	22-24	40-60	0,1
Теплый	средней тяжести-Пб	23-25	40-60	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.3 - Допустимые величины показателей микроклимата

<b>Период года</b>	<b>Категория работы</b>	<b>Температура воздуха, °С</b>	<b>Относительная влаж. воздуха, %</b>	<b>Скорость движения воздуха, не более м/с</b>
Холодный	средней тяжести-Пб	20-25	15-75	0,1
Теплый	средней тяжести-Пб	21-28	15-75	0,1-0,2

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в

помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели.

Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95 °С, чтобы исключить пригорание пыли.

#### **4.1.3.4 Освещение**

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Освещению следует уделять особое внимание, так как при работе наибольшее напряжение получают глаза.

Освещение делится на естественное, искусственное и совмещенное. Совмещенное сочетает оба вида освещения.

О важности вопросов производственного освещения говорит тот факт, что условия деятельности электромонтера в системе «человек-машина» связаны явным преобладанием зрительной информации - до 90% общего объема. Выполняемая работа относится к классу «точных». Для искусственного освещения СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест – 300 Лк, рекомендуемая – 400 Лк.

Основные требования к рабочему освещению:

- освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительных работ;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение

яркости на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства;

- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная бликоность - повышенная яркость светящихся поверхностей;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- следует выбирать оптимальную направленность светового потока;
- все элементы осветительных установок должны быть достаточно долговечны, электробезопасны, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва;
- установка должна быть удобной и простой в эксплуатации, отвечать требованиям эстетики.

Для обеспечения нормативной освещенности необходимо использовать совмещенное освещение, при котором естественное дополняется искусственным. Естественное освещение является боковым, а искусственное – общим. В условиях недостаточной освещенности в утреннее и вечернее время используется искусственное освещение.

Согласно СНИП 23-05-95 нормы на освещение для оператора поста управления берутся для производственных помещений. Эти нормы представлены в таблице 4.1.4.

Таблица 4.1.4 - Нормы на рабочем месте электромонтера

Характер зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение КЕО $e_n$ , % при боковом
			Освещенность при системе общего освещения, лк	Коэффициент пульсации, $K_n$ , %	
Объекты высокой точности	Б	1	300	15	1,0

#### Расчет системы искусственного освещения на рабочем месте

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды. Учитывая размеры

помещения и коэффициенты отражения, выбираем светодиодные лампы ЛД 27- 19W-1200 (длина 1212 мм, ширина 26 мм, потребляемая мощность 19 Вт).

Вычисления будут, производится по методу светового потока, предназначенного для расчета освещенности общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей. Согласно отраслевым нормам освещенности уровень рабочей поверхности над полом составляет 0,8 (м) и установлена минимальная норма освещенности  $E = 300$  (Лк).

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \cdot 100 / (n \cdot \eta), \quad (5.1)$$

где:  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, (Лк);

$S$  – площадь освещаемого помещения, ( $m^2$ );

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным  $Z = 1,1$ ;

$n$  – число светильников;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока, (%);

$\Phi$ – световой поток, излучаемый светильником.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен ( $\rho_{ст}$ ) и потолка ( $\rho_{п}$ ).

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \quad (5.2)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Произведем расчет:

$$h = H - 0,8 = 2,5 - 0,8 = 1,7 \text{ (м)}, \quad (5.3)$$

где  $h$  – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Экономичность осветительной установки зависит от отношения, представленного в формуле:

$$l = \frac{L}{h}, \quad (5.4)$$

где  $L$  – расстояние между рядами светильников, м.

Рекомендуется размещать люминесцентные лампы параллельными рядами, принимая  $l = 1,4$ , отсюда расстояние между рядами светильников:

$$L = l \cdot h = 1,4 \cdot 1,7 = 2,38 \text{ (м)}$$

Оптимальное расстояние между стеной и светильником:

$$L/3 = 2,38/3 = 0,79 \text{ м.} \quad (5.5)$$

Размещаем светильники в один ряд. В ряду установить 11 светодиодных ламп типа ЛД 27-19W-1200 (с длиной 1,21 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 1,159 м, расстояние до стены составит 0,79 м, расстояние от ряда до стен по обеим сторонам 0,33 м. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников, рисунок 5.1.

Определим индекс помещения вычисляя по формуле (5.2) получаем:

$$i = \frac{29}{(5,8 + 5) \cdot 1,7} = 1,6$$

Найдем коэффициенты отражения поверхностей стен, пола и потолка.

Так как поверхность стен окрашена в серый цвет, свежепобеленные с окнами без штор, то коэффициент отражения поверхности стен  $P_{ст} = 50\%$ . Так как поверхность потолка светлый окрашенный, то коэффициент отражения поверхности потолка  $P_{п} = 30\%$ .

Учитывая коэффициенты отражения поверхностей стен, потолка и индекс помещения  $i$ , определяем значение коэффициента  $\eta = 36\%$ .

Подставив все значения в формулу (5.1), по которой рассчитывается световой поток одного источника света, получаем:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 23,84 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{11 \cdot 0,52} = 2063 \text{ (Лм)}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу–ЛД 27-19W-1200 с потоком 2000 Лм.

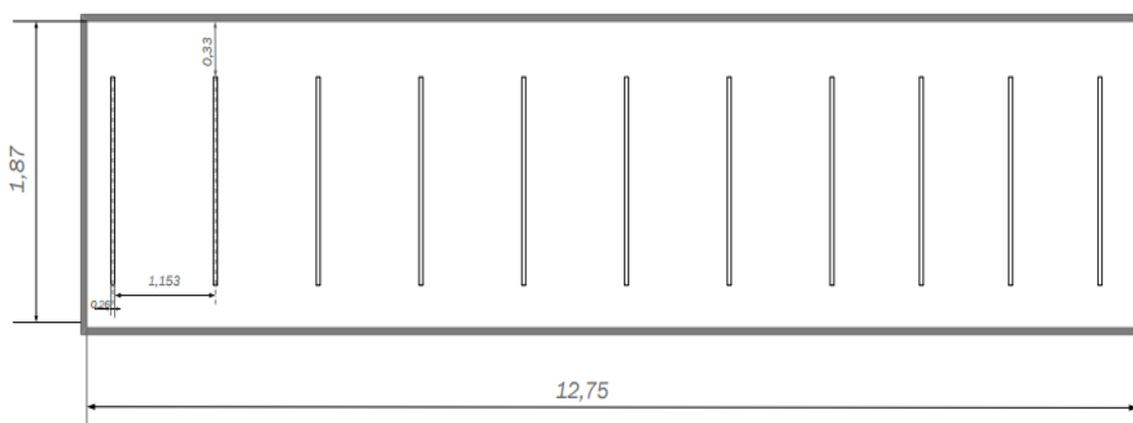


Рисунок 4.1.1 – План размещения светильников.

#### 4.1.4 Шум

С физиологической точки зрения шум рассматривают как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека.

Шумы в рассматриваемом помещении возникают как от внутренних источников, так и от внешних раздражителей. К внутренним источникам мы относим двигатели, вычислительная техника, находящуюся в данном помещении. Для персонала, осуществляющего эксплуатацию распределительных устройств эквивалентный уровень шума не должен превышать 50 дБА. Согласно с СН 2.2.4/2.1.8.562-96, ГОСТ 12.1.003-83«ССБТ.

Шум. Общие требования безопасности», в рабочем помещении электромонтера эта норма соблюдается.

Для измерения шума применяют шумомеры. Все измерения производят в соответствии с ГОСТ 12.1050-86 и ГОСТ 23941-79.

Наиболее перспективным способом снижения шума является использование малошумного оборудования, при этом вводится техническое нормирование шума машин. В паспорте машины указывается шумовая характеристика. В соответствии с ГОСТом 12.1003-83 защита от шума, создаваемого на рабочих местах внутренними и внешними источниками, осуществляется уменьшением шума в источнике, применением средств коллективной (ГОСТ 12.1029-80) и индивидуальной (ГОСТ 12.4.011-89) защиты.

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице 4.1.4 (для постоянных шумов).

Таблица 4.1.4 – Значения ПДУ

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	66	112	225	550	1100	2200	4400	8800	
	3	5	0	0	0	0	0	0	
ПУ	98	97	86	86	86	77	75	75	65
	3								

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия по защите от действия шума (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

#### 4.1.5 Электромагнитные излучения

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека, по сравнению с другими вредными производственными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы).

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 4.1.5 и таблице 4.1.7, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 4.1.5 - Временные допустимые ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Таблица 4.1.7 - Временные допустимые ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15

Для оценки соблюдения уровней необходим производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

#### 4.1.6 Психофизиологические факторы

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве – это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня;
- соблюдать эстетичность производства.

Для уменьшения физических нагрузок организма во время работы рекомендуется использовать специальную мебель с возможностью регулировки под конкретные антропометрические данные, например, эргономичное кресло.

#### 4.1.7 Электробезопасность

В процессе профилактических и наладочных работ в электрической сети электромонтер подвергается опасности поражения электрическим током, результатом которого могут стать электротравма, ожог или смерть.

Среди основных причин, приводящих к поражению электрическим током, следует выделить следующие:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на механических конструктивных частях электрооборудования (корпусе, кожухе и т.п.) в результате повреждения изоляции, коротких замыканий и других причин;
- появление напряжения на отключенных частях, на которых производится какая-либо работа (наладка, ремонт и т.д.) из-за ошибочного включения установки;
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания на землю.

Согласно ПУЭ (см.п.1.1.13) в отношении опасности поражения людей электрическим током территория подстанции приравнивается к особо опасным помещениям.

Всю совокупность мер и способов защиты от поражения электрическим током можно разделить на организационные и технические.

К организационным мерам защиты от поражения электрическим током относят:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;
- обучение персонала правилам производства работ и эксплуатации электротехнического оборудования;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;

- проведение инструктажей перед началом работ с электроустановками;
- организация надзора за проведением работ;
- установление рациональных режимов труда и отдыха;
- применение средств индивидуальной защиты, предупреждающих плакатов и знаков безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026- 76;
- изолирование и ограждение токоведущих частей электрооборудования (ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00).

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004 — 90, целью проведения инструктажа является сообщение работникам знаний, необходимых для правильного и безопасного выполнения ими своих профессиональных обязанностей, а также формирование у работников убеждения в объективной и абсолютной необходимости выполнения правил и норм безопасной жизнедеятельности в производственной среде.

Различают следующие виды инструктажа:

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж;
- периодический (повторный).

Одним из важнейших организационных мер защиты от поражения электрическим током является применение средств индивидуальной защиты. Они предназначены для защиты тела, органов дыхания, зрения, слуха, головы, лица и рук от травм и воздействия неблагоприятных производственных факторов. Индивидуальные основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей находящихся под напряжением до 1000 В - это диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, указатели напряжения.

Индивидуальные дополнительные электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и не могут самостоятельно

защитить человека от поражения током. Их назначение - усилить защитное действие основных изолирующих средств, с которыми они должны применяться. Это диэлектрические галоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности. Применение предупреждающих плакатов и знаков безопасности. При работах в электроустановках существует опасность потери ориентировки работающими; для предотвращения этого следует предварительно обозначить специальными знаками (предупредительными плакатами) места, где могут производиться работы, и соседних участков установки, прикосновение и приближение к которым опасно.

К техническим мерам защиты от поражения электрическим током относят:

- электрическое разделение сети (ГОСТ Р 12.1.009-2009) ;
- компенсация токов замыкания на землю, описание находится в типовой инструкции по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ (РД 34.20.179);
- выравнивание потенциала(ГОСТ Р 50571.21-2000 (МЭК 60364-5-548-96). Раздел 548);
- применение защитного заземления, зануления; контроль и профилактика изоляции(ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54-80), ГОСТ 12.1.030-81,;
- защитное отключение (ГОСТ 50571.18-2000 (МЭК 60364-4-442-93) Ч.4).

## **4.2 Экологическая безопасность**

### **4.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

В результате выполнения ВКР был разработан проект реконструкции схемы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона.

Электроэнергетика оказывает заметное воздействие на окружающую природную среду, загрязняя атмосферу, землю, воду вредными выбросами дымовых газов и сточными водами электростанций, сброса большого количества теплоты, расходуя значительное количество водных и земельных ресурсов, подвергая биосферу неблагоприятному воздействию радиации, связанной с эксплуатацией атомных станций, электромагнитных полей линий электропередачи.

Проектируемые линии проходят через небольшие населенные пункты, а также леса и водоемы. С участка, изымаемого в постоянное пользование для строительства подстанции, предусматривается снятие плодородного слоя почвы с последующим использованием для озеленения площадей, а излишки плодородного слоя почвы складироваться вблизи площадок подстанций или вывозятся в места, определяемые землепользователем и в дальнейшем используются для улучшения и восстановления земельных угодий.

#### **4.2.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования**

В связи с тем, что проект реконструкции схемы электроснабжения Приаргунского энергорайона выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами, воздействие и влияние сооружаемых объектов на окружающую среду незначительно.

Электромагнитное поле распределительных устройств высоковольтных линий 110 и 220 кВ не оказывает вредного воздействия на здоровье ремонтного персонала, населения и не наносит ущерба окружающей среде.

#### **4.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

Снижение загрязнения возможно за счет совершенствования оборудования, производящего электроэнергию, применения более экономичных и результативных технологий, использования новых методов

получения электроэнергии и внедрения современных методов и способов очистки и обезвреживания отходов производства. Кроме того, эта проблема должна решаться и за счет эффективного и экономного использования электроэнергии самими потребителями, а это использование более экономичного оборудования, а также эффективного режима загрузки этого оборудования.

Мероприятия по экологической безопасности регламентируются ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений»[23], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»[27] ГН 2.2.5.2308-07. «Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»[13]. Также для поддержания экологического равновесия в природе, проводятся мероприятия по озеленению территорий, через которые проходят проектируемые воздушные линии.

Увеличение производства находится в прямой зависимости от состояния энергетики. Развитие энергетики оказывает существенное влияние на природную среду, являясь источником различных видов загрязнений воздуха, воды, земной поверхности и ее недр, а также основным потребителем топливных ресурсов, определяющим уровень его добычи.

### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

#### **4.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

В общем, перечень возможных ЧС на объекте исследования может быть достаточно широк. Ограничиваясь местоположением объекта и условиями его эксплуатации, его можно представить следующим (ориентировочным) вариантом:

- наводнение;
- удар молнии;
- пожар на объекте;
- взрыв.

Характерной ЧС при эксплуатации электрооборудования является пожар. Причинами пожара могут быть аварийные режимы работы электрических изделий, сопровождаемые нагреванием проводов и аппаратов, искрением и образованием электрической дуги: короткое замыкание, перегрузка проводов и аппаратов, большое переходное сопротивление.

Если электроустановка не находится под напряжением, то при наличии специального разрешения допустимо для тушения пожара применять огнетушители водного либо пенного типа (серии ОВП, ОХП, ОВ). Это разрешение дает диспетчер участка электросети, на котором произошла авария. Причина, по которой диспетчер должен дать разрешение – видимый обрыв линии, которая питает воспламенившееся электрооборудование. В остальных случаях нельзя использовать водные и пенные огнетушители для того, чтобы потушить электроприбор, особенно под напряжением. Если воспламенение произошло на участке электросети с напряжением до 1000 В, то можно тушить проводку порошковым огнетушителем. Такие средства быстро сбивают пламя, т.к. слой инертного порошка предотвращает попадание кислорода к очагу воспламенения электрооборудования. Особенно эффективны огнетушители серии ОП при тушении горячей изоляции в электроустановке. Следует также отметить, что порошковый тип изделий допускается использовать даже под напряжением, если оно не выше 1 кВ. Самыми эффективными для тушения электрооборудования и электроприборов считаются углекислотные огнетушители серии ОУ. Ликвидация пламени происходит за счет низкой температуры огне тушащего вещества, которое позволяет не только сбить огонь, но и остудить тлеющие участки изоляции. Из недостатков углекислоты можно отметить только вредоносное испарение

этого вещества. Именно поэтому запрещается тушить электроустановки в закрытых помещениях.

#### **4.3.2 Анализ причин, которые могут вызвать ЧС на производстве при внедрении объекта исследований**

Пожар на территории проходящих ВЛ может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера.

К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- перегрузка проводов;
- большое переходное сопротивление;
- искрение;
- статическое электричество.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенившейся изоляции.

Причины возникновения короткого замыкания:

- ошибки при проектировании.
- старение изоляции.
- увлажнение изоляции.
- механические перегрузки.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.

Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, переключателях и др.).

#### **4.3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Пожарная защита должна обеспечиваться применением средств пожаротушения, а также применением автоматических установок пожарной сигнализации.

Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- обеспечение эффективного удаления дыма,
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- соблюдение всех противопожарных требований к электрооборудованию.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем.

План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и

последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002.

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.

План эвакуации людей при пожаре из помещения, где расположен диспетчерский пункт (пост управления), представлен на рис. 4.3.1

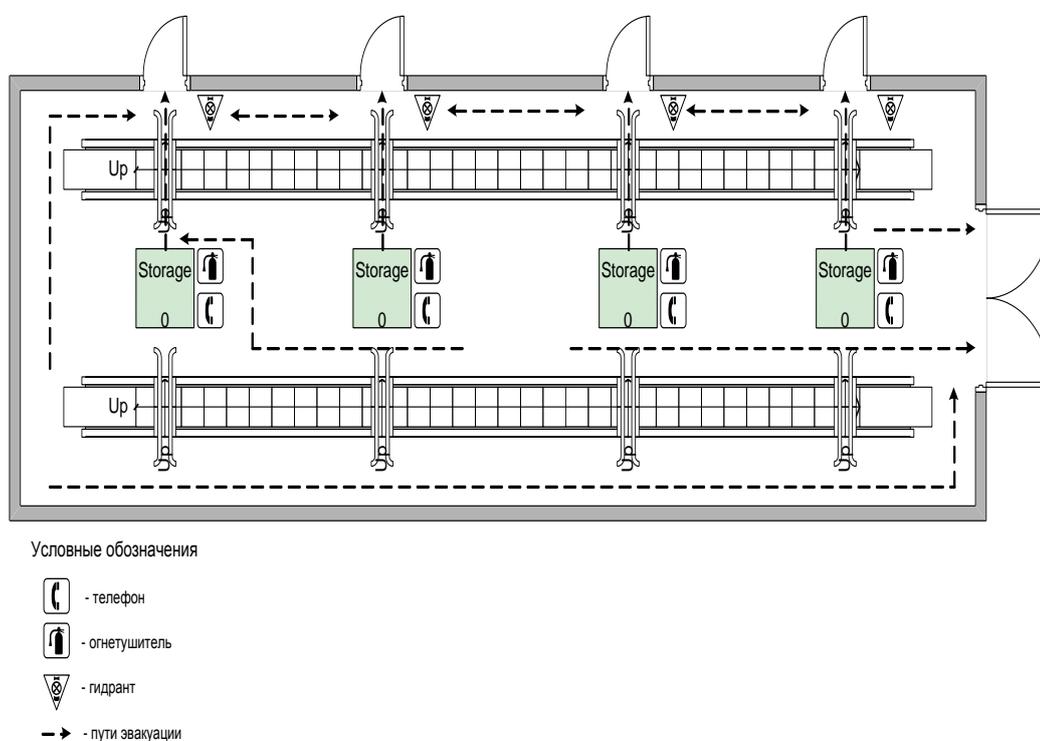


Рисунок 4.3.1 – План эвакуации при пожаре

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

## **4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **4.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Нормы трудового права регулируют любые отношения, связанные с использованием личного труда.

Формы их реализации разнообразны:

- собственно, трудовые отношения;
- организация труда и управление им;
- трудоустройство работников;
- социальное партнерство, коллективные отношения;
- содействие занятости безработных лиц;
- организация профессиональной подготовки и повышения квалификации;
- обеспечение мер по охране труда граждан;
- осуществление контроля и надзора за соблюдением законодательства;
- социальная и правовая защита работников, решение трудовых споров;
- деятельность профессиональных союзов;
- отношения взаимной материальной ответственности работника и работодателя;
- защита прав и интересов работодателей.

Под вредными условиями труда следует понимать присутствие на производстве таких факторов, которые наносят ущерб здоровью работников. То

есть на рабочих местах не соблюдены определенные гигиенические требования, что может оказывать отрицательное воздействие на дееспособность служащих, а также на здоровье их возможных детей.

Электромонтерам приходится часто выполнять различные операции, сопряженные с прямым риском здоровью (вредные условия труда).

Такие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства РФ от 29.03.2002 г. №188 «Об утверждении списков производств, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право гражданам, занятым на работах с химическим оружием, на меры социальной поддержки», Федеральный закон РФ от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «Об специальной оценке условий труда»

Люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются льготами и компенсациями, Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Грамотная социальная политика - ключ к успеху предприятия, ведь эффективность работы напрямую зависит от эмоционального комфорта и позитивного настроения коллектива.

Максимальная безопасность производства и забота о благосостоянии сотрудников были и остаются основными составляющими социальных программ. Ежегодно на социальные программы ПАО "МРСК Сибири" выделяет значительные средства. Сюда входит:

- организация санаторно-курортного лечения, оздоровление работников и их детей;
- оказание медицинских услуг;
- развитие корпоративного спорта и культурно-массовой деятельности;

- материальное поощрение работников к юбилеям и знаменательным датам;
- материальная помощь работникам, нуждающимся в дополнительной социальной поддержке;
- единовременные компенсационные выплаты увольняющимся работникам в связи с выходом на пенсию;
- пенсионные социальные программы, предусматривающие досрочное оформление пенсии работникам;
- выплаты ежеквартальной материальной помощи для частичного покрытия расходов по квартплате, коммунальным услугам, приобретению угля на зимний период, а также единовременной материальной помощи на оплату медикаментов и т.д.

В организационные вопросы обеспечения безопасности труда входит разработка инструкций по работе и обслуживанию электрических аппаратов и оборудования. Проведение обучения работы с оборудованием и проверка знаний.

К самостоятельной работе допускаются лица прошедшие медицинское освидетельствование, курсовое обучения по теоретическим знаниям и практическим навыкам в работе в объёме программы, аттестацию квалификационной комиссии и инструктаж по охране труда на рабочем месте. Первичный инструктаж рабочий получает на рабочем месте до начала производственной деятельности.

Первичный инструктаж производит дежурный инженер. Повторный инструктаж электромонтер получает - ежеквартально. После первичного инструктажа в течение первых двух – пяти смен должен выполнять работу под наблюдением электромастера, либо наставника, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе, который фиксируется датой и подписью инструктирующего и инструктируемого в журнале инструктажа.

#### **4.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.**

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Организация рабочего места проектировщика или оператора регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и рядом других.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста или оператора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

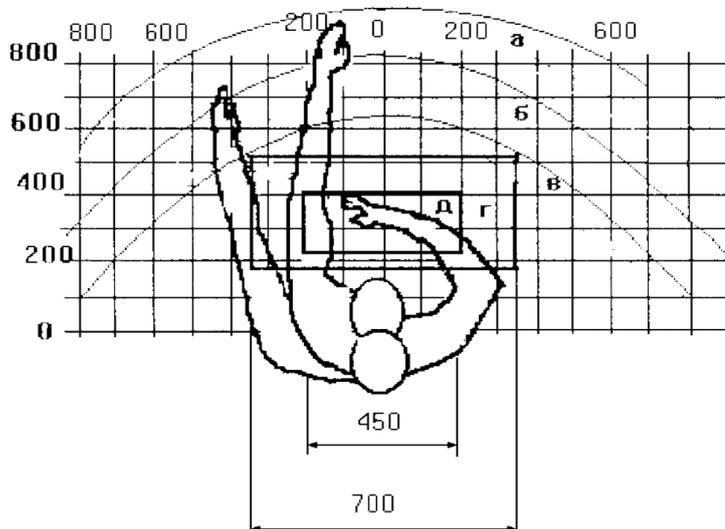


Рисунок 4.4.1 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне "а" (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне "г"/"д";
- манипулятор "мышь" - в зоне "в" справа;
- документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – "в", а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).

- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего стула (кресла).

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также регулируемым по расстоянию спинки от переднего края сиденья. Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до  $15^\circ$  и назад до  $5^\circ$ ;
- высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $0 \pm 30^\circ$ ;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;

– регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнения.

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком).

Работающий за ПЭВМ должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до 5-7°). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например, заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300 - 450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

– расстоянием считывания (0,6...0,7 м);

- углом считывания, направлением взгляда на  $20^\circ$  ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от  $-10^\circ$  до  $+20^\circ$  относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на  $20^\circ$ ;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом  $80^\circ \dots 100^\circ$ ;
- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- нет хорошей подставки для документов;
- клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- некуда положить руки и кисти;
- недостаточно пространство для ног.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

## **Вывод**

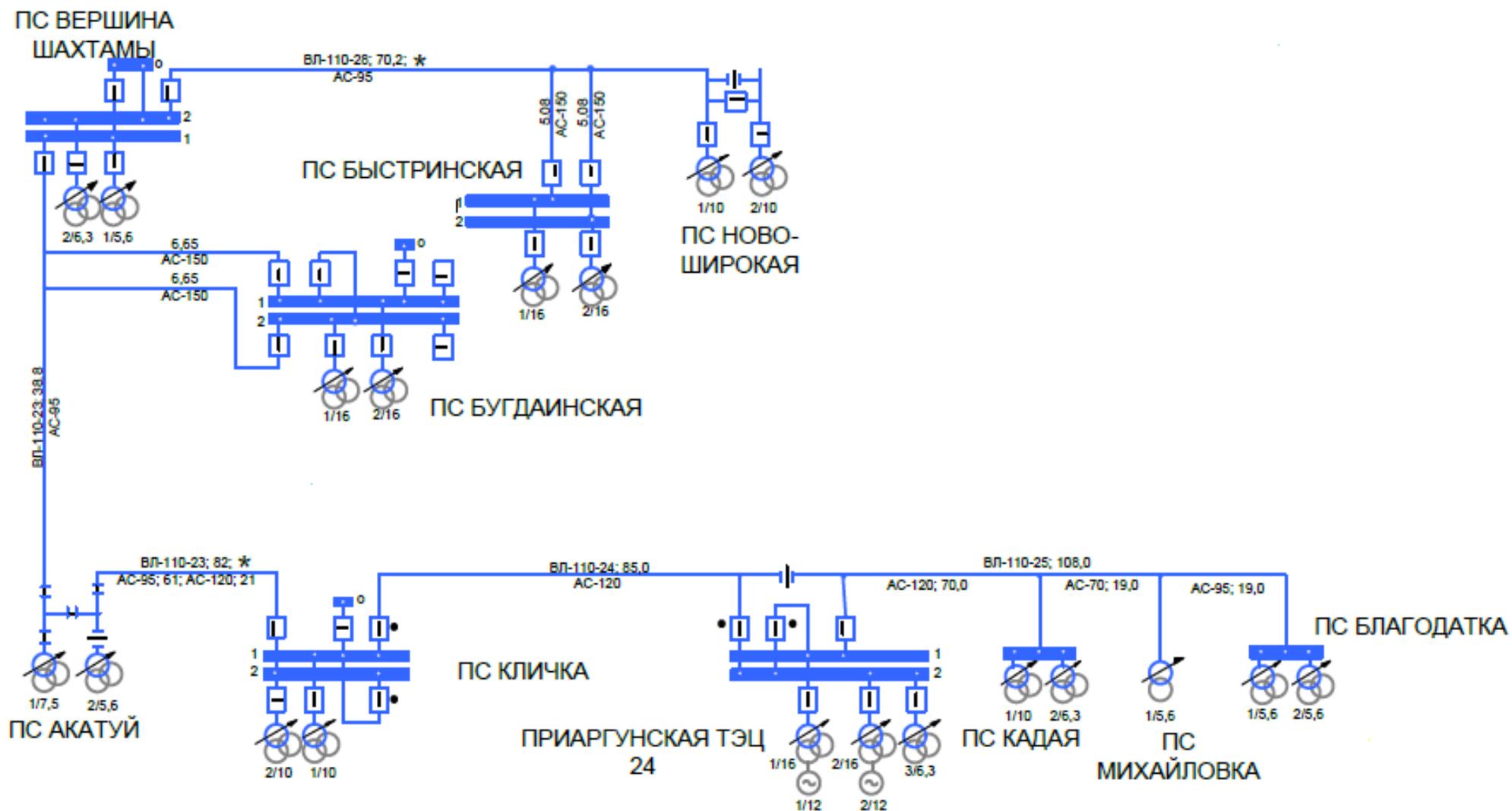
В ходе работы был рассмотрен участок электрической сети Забайкальской ЭС с целью дальнейшей реконструкции системы электроснабжения потребителей Приаргунского энергорайона и присоединения к электрической сети новых потребителей – горно-обогатительных комбинатов, которым соответствует II категория по электроснабжению.

Для выбора наиболее оптимального варианта решения данной проблемы потребовалось осуществить расчеты электрических режимов работы участка Забайкальской сети и проанализировать статическую устойчивость, а также был проведен расчет стоимости строительства ВЛ 110 кВ Ново-Широкая – Благодатка и II цепи ВЛ 110 кВ Кличка – Приаргунская ТЭЦ. В результате был выбран первый вариант для дальнейшего проектирования.

## Список литературы

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. «НЦ ЭНАС», М., 2005 (621.3, П-683);
2. Схема и программа развития электроэнергетики Забайкальского края на период 2017-2021 гг. Чита, 2016;
3. Системный оператор единой энергетической системы России [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://so-ups.ru/>, свободный;
4. Справочник по проектированию электрических сетей/под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:ЭНАС, 2012. – 376 с.
5. RastrWin3 [Электронный ресурс];
6. ГОСТ 27.002-83 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения
7. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2016 г. – М.: КНОРУС, 2016– 488 с.

# Приложение 1. Принципиальная схема участка электрической сети Южного энергорайона



## Приложение 2. Параметры трансформаторов и ЛЭП

Таблица 1 – Параметры проводов ВЛ

Наименование ЛЭП	Напряжение, кВ	Марка провода	Допустимый ток, А	Длина ВЛ, км	R	X	B
ВЛ-110-23	110	АС-95	330	38,8	11,68	16,84	-101,3
ВЛ-110-23	110	АС-95; АС-120	330	82	23,48	35,44	-215,1
ВЛ-110-24	110	АС-120	390	85	20,74	36,3	-225,9
ВЛ-110-25	110	АС-120; АС-95; АС-70	265	108	30,82	46,58	-284,1
ВЛ-110-28	110	АС-95	330	70,2	21,13	30,47	-183,3

Таблица 2 – Параметры трансформаторов

Тип	$S_{ном},$ МВА	Регулирова ние напряжен ия	Каталожные данные									Расчетные данные						
			$U_{ном},$ кВ			$u_k, \%$			$P_k,$ кВт	$P_x,$ кВт	$I_x,$ %	$R_T, \text{ Ом}$			$X_T, \text{ Ом}$			$Q_x,$ квар
			ВН	СН	НН	В-С	В-Н	С-Н				ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	
ТДТН- 10000/110	10	$\pm 9 \times 1,78\%$	115	38,5	6,6	10,5	17	6	76	17	1,1	5	5	5	142, 2	0	82, 7	110
ТДТН- 16000/110	16	$\pm 9 \times 1,78\%$	115	38,5	6,6	10,5	17	6	100	23	1	2,6	2,6	2,6	88,9	0	52	160
ТДТН- 25000/110	25	$\pm 9 \times 1,78\%$	115	38,5	6,6	10,5	17,5	6,5	140	31	0,7	1,5	1,5	1,5	56,9	0	35, 7	175
ТДЦ- 80000/110	80	$\pm 2 \times 2,5\%$	121	-	6,3	10,5			310	70	0,6	0,71			19,2			480
ТДЦ- 125000/110	125	$\pm 2 \times 2,5\%$	121	-	10,5	10,5			400	120	0,55	0,37			12,3			687,5

