

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

Институт Электронного обучения
Специальность 140205 Электроэнергетические системы и сети
Кафедра Электрических сетей и электротехники

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Проект реконструкции участка сети ТРК между подстанциями Чажемто и Колпашево в связи с развитием региона

УДК 621.311.1:621.311.4-048.35.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9201	Апевалин Денис Леонидович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Заповодников К.И.	к. т. н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Амелькович Ю. А.	к. т. н. доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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

Институт Электронного обучения
Специальность 140205 Электроэнергетические системы и сети
Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Прохоров А.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-9201	Апевалину Денису Леонидовичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения микрорайона Заовражный города Калачинск

Утверждена приказом директора (дата, номер)

12.05.2016 №3504/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материалов 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.).

Объект исследования и проектирования:

участок сети ТРК между подстанциями Чажемто и Колпашево. Исходными данными для выполнения данной работы являются параметры: электрических нагрузок, линий электропередачи, трансформаторов автотрансформаторов.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<p>–Описание объекта, цели и постановка задач исследования. –Выбор и проверка оборудования и аппаратуры. –Анализ результатов выполненной работы. –Моделирование нормального режима. – Оценка пропускной способности исследуемого участка электрических сетей. –Составление сметы затрат и расчет срока окупаемости проекта. –Социальная ответственность (производственная, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовая и организационные вопросы).</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Схема исследуемой части Томской энергосистемы.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, кандидат технических наук Коршунова Л.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент, кандидат технических наук Амелькович Ю. А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: нет</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.02.2016</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Хохлова Т. Е.	к. т. н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9201	Апевалин Денис Леонидович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-9201	Апевалину Денису Леонидовичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электроэнергетические системы и сети

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материалов и оборудования, стоимость электроэнергии, минимальная тарифная ставка оплаты труда</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы амортизации.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка отчислений в социальные фонды.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Расчёт годовых эксплуатационных затрат.</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Планирование работ по проектированию и определению трудоемкости</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчёт капиталовложений на оборудование и строительно-монтажные работы.</i>
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчет затрат на проектирование</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчёт срока окупаемости проекта.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. <i>Этапы и график разработки и внедрения ИР</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9201	Апевалин Денис Леонидович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3 - 9201	Апевалину Денису Леонидовичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электроэнергетические сети и системы

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Объект раздела: характеристика работ, операций, оборудования, условий выполнения рассматриваемого технологического процесса.</p> <p>Обеспечение безопасности для выявленных опасных факторов: нормативные требования, которым удовлетворяет принятое к использованию оборудование и инструмент. Технические устройства обеспечения этих требований, ссылки на НТД.</p>
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>Анализ законодательных и нормативных актов по теме.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства) 	<p>Перечень опасных и вредных факторов при выполнении работ, источником которых является выбранное оборудование и технологический процесс.</p> <p>Обеспечение санитарно-гигиенических условий на рабочих местах и обеспечение требований нормативных документов к выявленным вредным факторам.</p> <p>Технические устройства обеспечения этих требований.</p>
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); 	<p>Обеспечение безопасности при аварийной ситуации. Средства защиты.</p> <p>Организационные, технические мероприятия.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Анализ выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, твёрдых отходов от рассматриваемой технологии. Дать решения по обеспечению экологической безопасности окружающей среды, ссылки на НТД.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Поведение объекта в ЧС и меры, необходимые для повышения устойчивости при ЧС.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	Нормативные документы.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	План эвакуации.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 9201	Апевалин Д.Л.		

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

Институт – Электронного обучения
 Специальность – Электроэнергетические системы и сети
 Уровень образования – специалист
 Кафедра электрических сетей и электротехники
 Период выполнения – весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2016	<i>Введение. Исходные данные для проекта реконструкции участка сети ТРК между подстанциями Чажемто и Колпашево</i>	24
26.03.2016	<i>Техническое задание на разработку исследований нормального режима, и оценка пропускной способности исследуемого участка сети</i>	22
15.04.2016	<i>Проект строительства второй цепи ВЛ 110кВ, выбор силовых трансформаторов</i>	20
10.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15
20.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	11
23.05.2016	<i>Заключение. Список использованных источников</i>	8
24.05.2016	<i>Выполненный дипломный проект</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Хохлова Т. Е.	к.т.н. доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 115 страниц, 13 рисунков, 27 таблицы, 29 источника.

Ключевые слова: подстанция, реконструкция, режим, трансформатор, напряжение, допустимые значения.

Объектом исследования является участок сети ТРК между подстанциями Чажемто и Колпашево.

Цель работы – рассмотреть существующую электрическую сеть, оценить возможность роста нагрузок на ПС Колпашево, усилить электрическую связь в районе разработки нефтяного месторождения.

В процессе работы оценивалась пропускная способность исследуемой ВЛ 110кВ, предложен проект строительства второй цепи, и замена существующих трансформаторов на более мощные.

Достигнутые результаты показали что дальнейшая модернизация сети для строительства нефтеперерабатывающего предприятия нецелесообразна.

					ФЮРА.140205.001 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Апевалин Д.Л</i>			РЕФЕРАТ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Заподовников К.И</i>					8	115
<i>Реценз</i>						<i>ТПУ Ин'ЭО гр. 3-9201</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утвердил</i>								

Обозначения и сокращения

ПС – подстанция

ВЛ – воздушная линия электропередачи

ЭС – энергосистема

ЭЭС – электроэнергетическая система

РПН – регулирование под нагрузкой

УР – установившейся режим

ЛЭП – линия электропередачи

БСК – батареи статических конденсаторов

УШР – управляемый шунтирующий реактор

					ФЮРА.140205.001 ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ					
<i>Разраб.</i>	<i>Апевалин Д.Л</i>							<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Заподовников К.И</i>								9	115
<i>Реценз</i>								ТПУ ИнЭО гр. 3-9201		
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Утвердил</i>										

Содержание

Введение	12
1 ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ	14
1.1 Перспективы развития нефтедобывающей промышленности Томской области	15
1.2 Оценка необходимой мощности	16
2 ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИССЛЕДУЕМОЙ ВЛ	19
2.1 Характеристика электрических сетей и исходные данные	19
2.2 Моделирование нормального режима	32
2.3 Оценка пропускной способности	35
3 ПРОЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА ВТОРОЙ ЦЕПИ ВЛ110 Кв ПС ЧАЖЕМТО – ПС КОЛПАШЕВО	38
3.1 Географические и климатические условия	38
3.2 Необходимые данные для проектирования ВЛ	39
3.3 Расчет механических нагрузок на провода от внешних воздействий	40
3.4 Определение физико-механических характеристик провода	46
3.5 Расчет критической температуры	47
3.6 Расчет габаритного пролета	47
3.7 Выбор изоляторов	49
3.8 Выбор силовых трансформаторов	53
3.9 Оценка эффективности проекта реконструкции	56
Заключение	58
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	60
4.1 Планирование работ по проектированию и определения трудоемкости	60

					ФЮРА.140205.001 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	СОДЕРЖАНИЕ		
<i>Разраб.</i>	<i>Апевалин Д.П.</i>						
<i>Руковод.</i>	<i>Заповодников К.И.</i>						
<i>Реценз</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утвердил</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						10	115
					<i>ТПУ ИнЭО гр. 3-9201</i>		

4.2 Расчет затрат на проектирование	63
4.3 Расчет капиталовложений на оборудование и строительномонтажные работы	66
4.4 Расчет эксплуатационных затрат ЛЭП	72
4.5 Расчет срока окупаемости проекта	74
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	75
5.1 Анализ выявленных вредных производственных факторов	75
5.2 Анализ выявленных опасных производственных факторов	84
5.3 Электробезопасность	85
5.4 Опасные механические факторы	87
5.5 Экологическая безопасность	88
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
Список использованных источников	100
Приложение А	103

Введение

Проектирование объектов электроснабжения основывается на использовании данных о планируемых и фактических дебитах добывающих скважин. Нередко прогнозируемые технологические показатели не подтверждаются в ходе разработки месторождения и соответственно проектные решения по строительству объектов системы электроснабжения (линий электропередачи и источников питания) оказываются избыточными.

Таким образом, фактическое обустройство месторождения, в том числе решения по электроснабжению (схемы участков сети, число и мощность трансформаторных подстанций и т.д.), отличается, иногда существенно, от проектного. Это создает определенные проблемы как при строительстве и вводе новых объектов, так и при последующем проектировании, поскольку отступления от проектных решений требуют соответствующих расчетов новых схем электроснабжения (проверки пропускной способности ранее построенных участков сети и загрузки источников питания). Отступление в процессе строительства от проектных решений приводит к тому, что образуются две схемы электроснабжения объектов месторождения: фактическая и запроектированная.

Схемы фактически реализованной сети электроснабжения месторождения разрабатываются специализированной организацией, эксплуатирующей объекты электроснабжения месторождения. Из-за отсутствия необходимых программных продуктов и опыта работы в них разработанные планы электрических сетей не имеют геопространственной привязки и не позволяют сформировать целостное представление о системе электроснабжения промысла. Как правило, разработанные планы являются

					ФЮРА.140205.001 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Апевалин Д.П</i>				ВВЕДЕНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Заповодников К.И</i>						12	115
<i>Реценз</i>						<i>ТПУ ИнЭО гр. 3-9201</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утвердил</i>								

схемами участков подходов воздушных линий электропередачи к ПС.

Проектирование обустройства ведется поэтапно. Обычно, объектами проектирования являются расширяемые действующие и новые кусты скважин, расположенные на ранее обустроенной территории. Для обоснованного принятия решений по электроснабжению проектируемых технологических объектов необходимо исходить из существующей схемы электроснабжения месторождения, иметь представление о режиме ее работы, загрузке источников питания и линий электропередачи, а также учитывать предыдущие проектные решения. Отмеченное возможно лишь при оперативном обмене информацией с энергетической службой, обслуживающей месторождение. При этом получаемая информация должна быть достоверной и исчерпывающе полной, в частности, содержать фактические данные о технических параметрах электрических сетей (мощности подстанций, сечениях проводов, типах опор ВЛ и др.) и их географической привязке.

1 Обоснование реконструкции

Объектом исследования является участок сети между ПС Чажемто-ПС Колпашево расположенный в Томской области.

Формирование Томской энергосистемы состоялось в шестидесятые годы прошлого столетия в основном в городе Томске и прилегающем районе. Наиболее активный процесс формирования энергосистемы состоялся в семидесятые – восьмидесятые годы. В этот период выстроена железная дорога Асино – Белый Яр и выполнено электроснабжение потребителей, прилегающих к железной дороге, осуществлено электроснабжение сельскохозяйственных потребителей юго-восточных районов области и начато активное освоение северных нефтегазовых месторождений.

Томская область богата природными ресурсами, такими как нефть (82 месторождения), природный газ, чёрные и цветные металлы, бурый уголь, торф и подземные воды. В области находится Бакcharское железорудное месторождение, являющееся одним из крупнейших в мире, предположительно здесь сосредоточено до 57% всей железной руды России. Несмотря на то, что технология добычи руды из Бакcharского месторождения довольно сложная и разработка до настоящего времени не началась, нужно учитывать в перспективе энергоёмкое производство при проектировании и реконструкции электрических сетей.

Структура экономики области имеет ресурсную направленность с преобладанием добычи и первичной переработки углеводородного сырья.

На территории Томской области большинство месторождений углеводородного сырья комплексные. К главнейшим месторождениям нефти (с начальными извлекаемыми запасами нефти более 30 млн.т.) относятся Советское, Первомайское, Игольско-Таловое, Лугинецкое и Крапивинское,

					ФЮРА.140205.001 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Апезалин Д.Л				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
Руковод.		Заповодников К.И					<i>Листов</i>
Реценз							14 115
Н. Контр.					ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ		
Утвердил							

содержащие 38,81 % разведанных запасов области, годовая добыча нефти на них составляет 45,95 %.

Основную добычу нефти производит ОАО «Томскнефть» ВНК – 7, 205 млн.т., что составляет 68,42 % от годовой добычи в Томской области.

Структура промышленного производства области носит многоотраслевой характер. Основные отрасли промышленности: топливная, электроэнергетика, цветная металлургия, химическая и нефтехимическая, машиностроение и металлообработка, лесная, деревообрабатывающая и пищевая промышленность.

Основными промышленными предприятиями, влияющими на изменение потребления электроэнергии, являются предприятия нефтегазодобывающей, нефтеперерабатывающей, химической промышленности и газопроводный, нефтеперекачивающий транспорт.

С ростом использования инновационных технологий в производстве, связанных с внедрением компьютерных автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее – АСУТП), растут требования к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.

Основанием реконструкции является строительство новых нефтедобывающих месторождений на правом берегу реки Оби, и как следствие, повышение нагрузки энергосистемы, а также внедрение в существующие производства АСУТП.

1.1 Перспективы развития нефтедобывающей промышленности Томской области

В связи с результатами поискового бурения предприятием "Томскбурнефтегаз" на правом берегу Оби в Томской области подтвердили наличие крупного месторождения нефти. Планируется, что у «Томскнефти» будет рост добычи. Есть реальная возможность дальнейшего увеличения объемов добываемого углеводородного сырья.

Из скважины Корчегская-23, пробуренной на территории Колпашевского района Томской области, в образце почвы с глубины 2467 метров были обнаружены признаки углеводородного сырья. Геофизическое изучение и бурение продолжается по сегодняшний день, подтверждая ранее сделанные выводы. При этом бурятся как новые скважины на территории правобережья Оби, так и углубляются ранее пробуренные.

Добыча нефти на территории Томской области уже 40 лет ведется только на левом берегу Оби. На правом, как считалось ранее, залежей нефти нет.

Специалисты Института геологии нефти и газа Сибирского отделения РАН оценивают потенциальные запасы нефти на правобережье Оби на территории Томской области от 600 млн. до 1 млрд. тонн, газа - 1-6 трлн. кубометров. Даже притом что после более тщательной разведки и оценке объем доказанных извлекаемых запасов может значительно снизиться, масштаб открытого месторождения впечатляет. Так, по оценке компании British Petroleum, доказанные запасы нефти в России оцениваются в 10,2 млрд тонн – это 6,2% мировых запасов.

1.2 Оценка необходимой мощности

Для оценки необходимой мощности, для покрытия нагрузок разработки данного месторождения необходимо привести состав оборудования используемый в данной отрасли промышленности:

- буровые насосы типа НБ, предназначены для нагнетания промывочной жидкости (воды, глинистого раствора) в скважину при геологоразведочном и структурно-поисковом бурении на нефть и газ.

- насосы типа НМ, предназначены для перекачивания нефтепродуктов по магистральным трубопроводам.

- электродвигатели постоянного тока YZ с последовательным возбуждением большой мощности, разработанные для электроприводных буровых установок.

– асинхронные электродвигатели с регулировкой частоты и скорости YJ , разработанные для буровых установок с приводом АС-DC-АС.

Суммарная установленная мощность электроприемников на современном нефтеперерабатывающем предприятии составляет 200 — 300 МВт. Потребляемая электрическая мощность предприятия, перерабатывающего от 6 до 12 млн. тонн нефти в год, достигает 100 — 230 МВт. Потребителями электроэнергии являются электроприемники технологических установок, блоков обратного водоснабжения и объектов общезаводского хозяйства (насосных, компрессорных, ремонтно-механических баз, лабораторий, административных блоков и т.д.). На отдельных установках и объектах предприятия электроэнергия потребляется в основном силовыми электроприемниками, применяется для освещения и расходуется на технологические нужды.

К силовым электроприемникам относятся электродвигатели привода насосов, компрессоров, вентиляторов, трубопроводной арматуры, грузоподъемных и прочих механизмов.

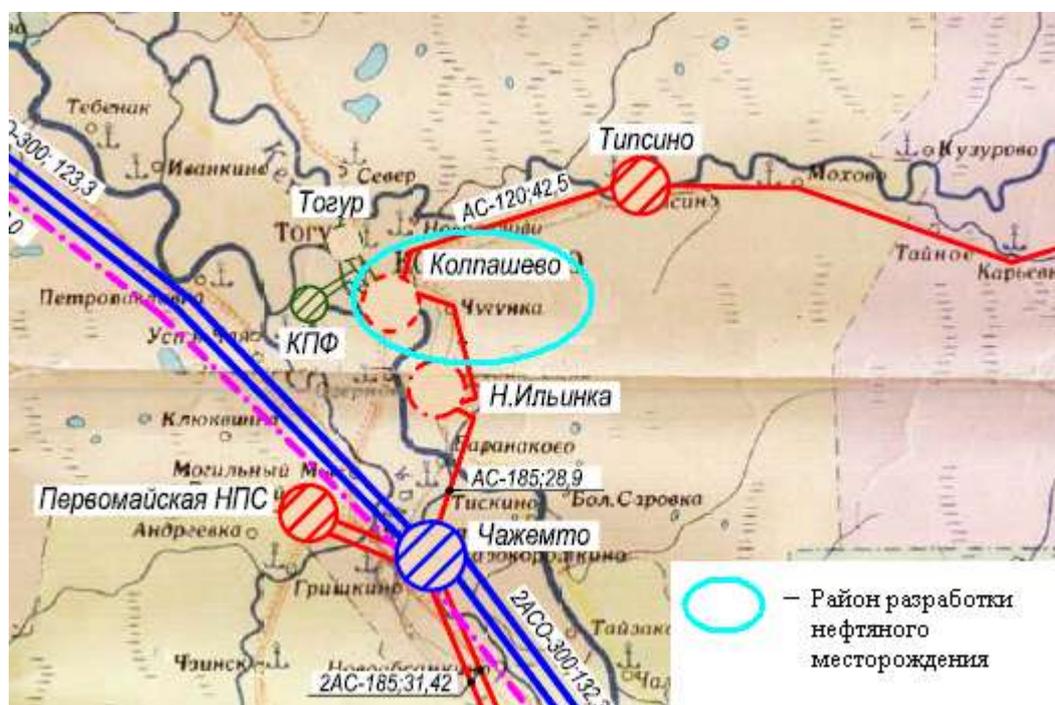


Рисунок 1 - Район разработки нефтяного месторождения

Приблизительная мощность совокупности энергопотребляющих устройств данного проекта, с учетом строительства зданий общежития и столовой для работников, составляет 105 МВт.

На следующем этапе оценим пропускную способность ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Новоильинская и ВЛ 110кВ ПС Новоильинская - ПС Колпашево в связи со строительством нового нефтеперерабатывающего предприятия и увеличением нагрузки на ПС Колпашево необходимо определить предел передаваемой мощности и рассчитать коэффициент запаса статической устойчивости.

2. Оценка пропускной способности исследуемой ВЛ

2.1 Характеристика электрических сетей и исходные данные

В рассматриваемой схеме электрической сети (рисунок 6) электроснабжение потребителей осуществляется от трех подстанций напряжением 220 кВ: Володино, Чажемто и Мельниково. На данных подстанциях установлены автотрансформаторы, с помощью которых напряжение преобразуется до 110 кВ и с помощью ВЛЭП мощность передается на подстанции 110/10 кВ и 110/35/10 кВ.

Основными системообразующими линиями исследуемой части Томской энергосистемы являются две двучепные ВЛ 220кВ: ПС Володино – ПС Мельниково-220 и ПС Володино – ПС Чажемто. Связь подстанций 110/35/10 кВ и 110/10 кВ выполнена, в основном, воздушными линиями электропередачи в одноцепном исполнении, но для обеспечения надежности внутрисистемного электроснабжения группы подстанций объединены в кольцевую структуру. К основным кольцевым структурам рассматриваемой схемы можно отнести следующие связи:

1) ПС Володино – ПС Чажемто – ПС Коломенские Гривы – ПС Молчаново – ПС Кривошеино – ПС Володино (С) – ПС Володино; (рисунок 2)

					ФЮРА.140205.001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Апевалин Д.Л				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Заповодников К.И					19	115
Реценз					ТПУ ИнЭО гр. 3-9201		
Н. Контр.							
Утвердил							
ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИССЛЕДУЕМОЙ ВЛ							

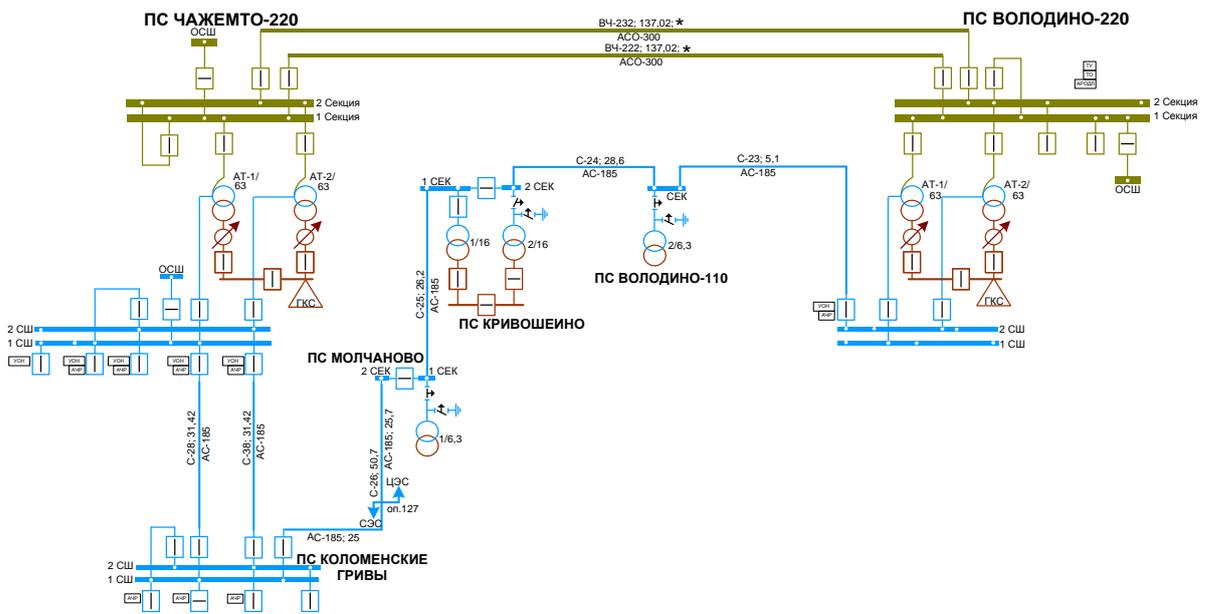


Рисунок 2 – Связь подстанций

2) PS Володино – PS Чажемто – PS Коломенские Гривы – PS Тунгусово – Молчановская НПС – PS Володино; (рисунок 3)

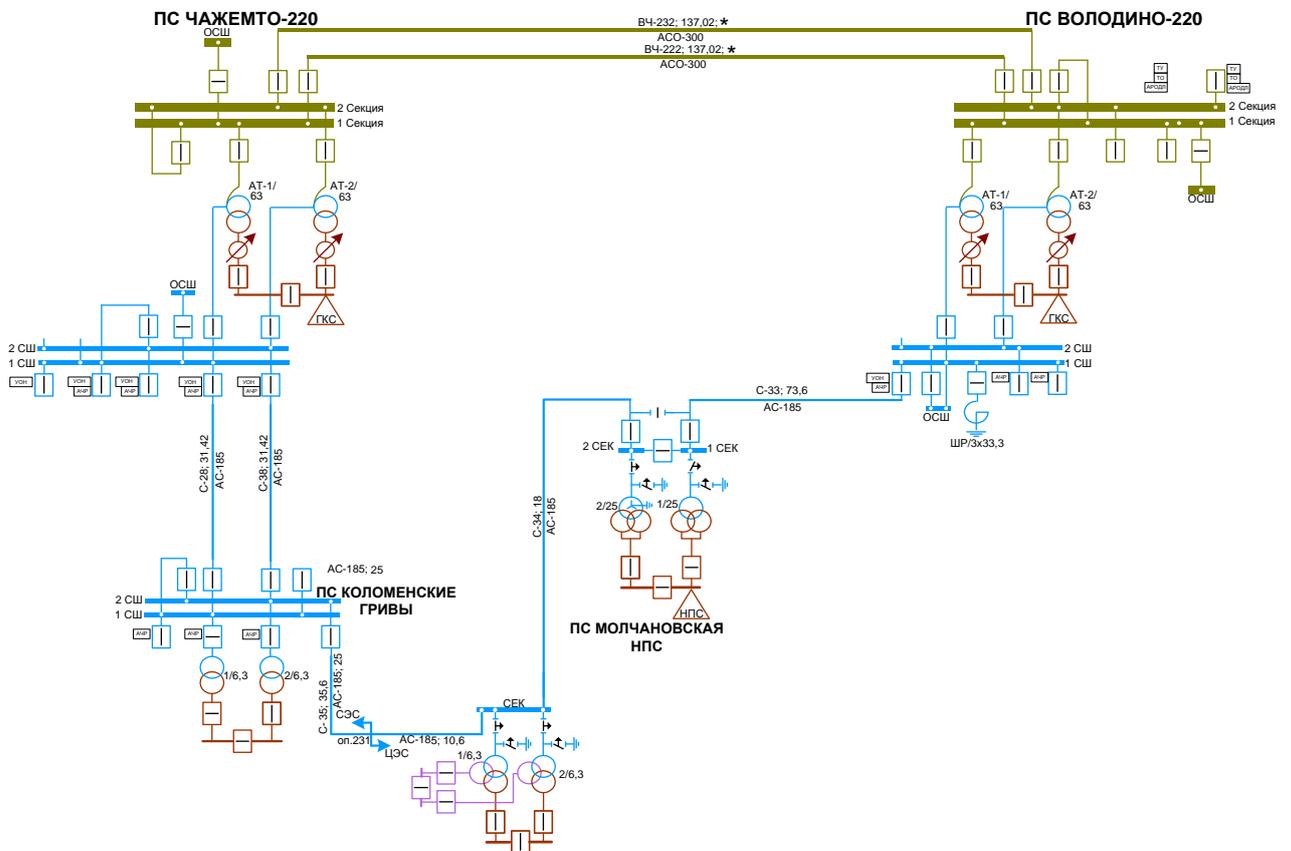


Рисунок 3 – Связь подстанций

3) ПС Володино – ПС Чажемто – ПС Коломенские Гривы – ПС Подгорная – ПС Усть-Бакчар – ПС Высокий Яр – ПС Бакчар – ПС Поротниково – ПС Плотниково – ПС Маркелово – ПС Мельниково – ПС Мельниково-220 – ПС Володино; (рисунок 4).

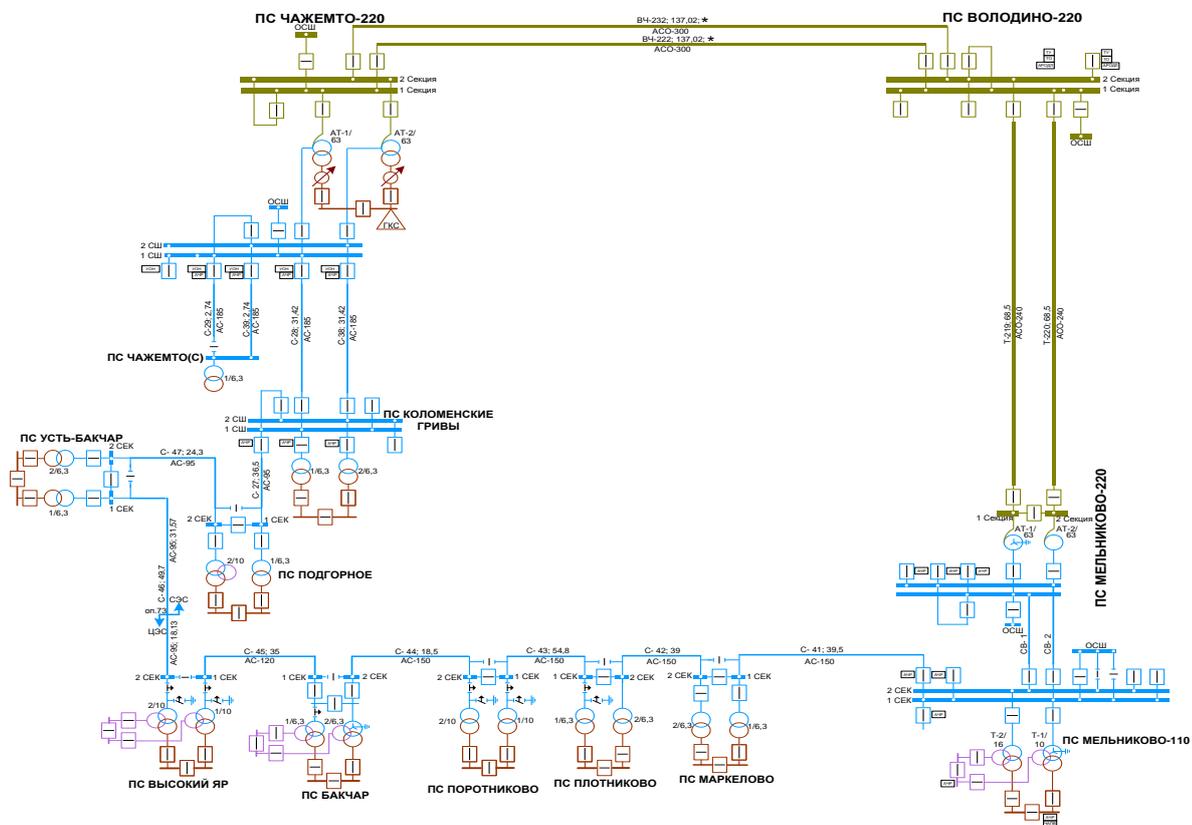


Рисунок 4 – Связь подстанций

4) ПС Мельниково-220 – ПС Песочно-Дубровка – ПС Мельниково – ПС Мельниково-220(рисунок5)

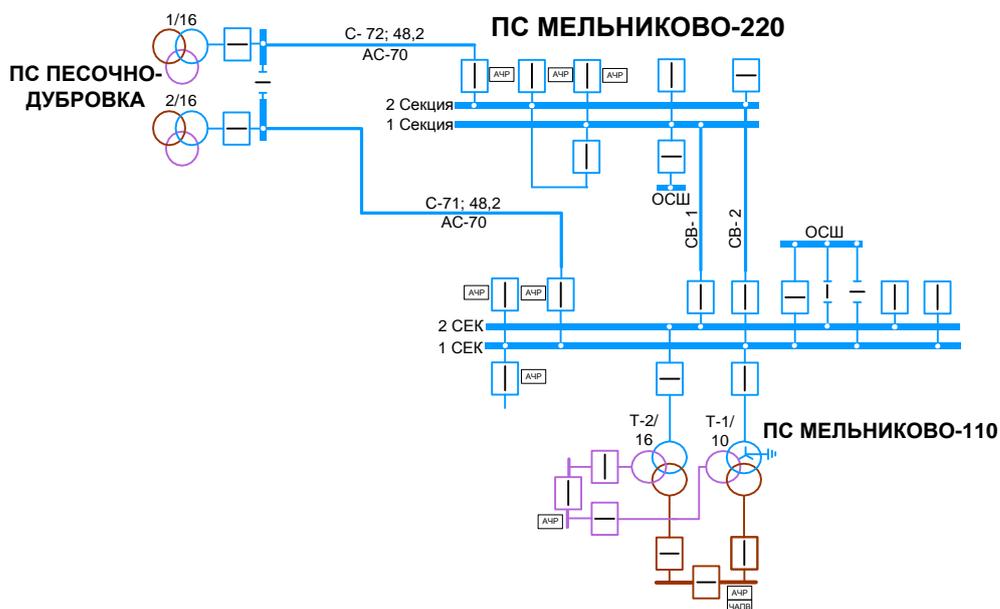


Рисунок 5 – Связь подстанций

Связь подстанций сети 110 кВ Гусево, Каргала и Чажемто (С), являющихся частью радиальной сети, выполнена воздушными линиями в двухцепном исполнении, обеспечивая надежность электропередачи.

Основное оборудование (трансформаторы, линии) входящее в состав исследуемой энергосистемы представлено в таблицах 1 - 6.

Таблица 1 – Установленные трансформаторы на ПС

<i>Наименование подстанции</i>	<i>Тип</i>	<i>Количество</i>	<i>Напряжение, кВ</i>
ПС Володино	АТДЦТН-63000/220/110	2	230/121/11
ПС Чажемто	АТДЦТН-63000/220/110	2	230/121/11
ПС Мельниково-220	АТДЦТН-63000/220/110	2	230/121/11
ПС Володино (С)	ТМН-6300/110	1	115/11
ПС Кривошеино	ТМН-6300/110	2	115/11
Первомайская НПС	ТРДН-25000/110	2	115/10,5-10,5
ПС Колпашево	ТДТН-40000/110	2	115/38,5/11
ПС Типсино	ТМТН-6300/110	2	115/38,5/11
ПС Ново-Ильинка	ТМТН-6300/110	1	115/38,5/11
ПС Чажемто (С)	ТМН-6300/110	1	115/11

<i>Наименование подстанции</i>	<i>Тип</i>	<i>Количество</i>	<i>Напряжение, кВ</i>
ПС Молчаново	ТМН-6300/110	1	115/11
Молчановская НПС	ТРДН-25000/110	2	115/10,5-10,5
ПС Гусево	ТМТН-6300/110	2	115/38,5/11
ПС Усть-Бакчар	ТМН-6300/110	2	115/11
ПС Подгорное	ТДТН-10000/110	1	115/38,5/11
	ТМН-6300/110	1	115/11
ПС Коломенские Гривы	ТМН-6300/110	2	115/11
ПС Тунгусово	ТМТН-6300/110	2	115/38,5/11
ПС Каргала	ТДТН-10000/110	2	115/38,5/11
ПС Высокий Яр	ТДТН-10000/110	2	115/38,5/11
ПС Бакчар	ТМТН-6300/110	2	115/38,5/11
ПС Поротниково	ТДН-10000/110	2	115/11
ПС Плотниково	ТМН-6300/110	1	115/11
	ТМН-2500/110	1	110/11
ПС Маркелово	ТМН-6300/110	2	115/11
ПС Песочно-Дубровка	ТДТН-16000/110	2	115/38,5/11
ПС Мельниково	ТДТН-16000/110	1	115/38,5/11
	ТДТН-10000/110	1	115/38,5/11
ПС Чилино	ТДТН-10000/110	2	115/38,5/11
ПС Вороново	ТМН-6300/110	1	115/11
	ТДТН-10000/110	1	115/38,5/11
ПС Уртам	ТМН-6300/110	2	115/11
ПС Кожевниково	ТДТН-10000/110	2	115/38,5/11

Таблица 2 – Нагрузки ПС

<i>Название подстанций и номер шины</i>	<i>P, кВт</i>	<i>Q, кВАр</i>
ПС Молчановская НПС 10кВ – СШ1	13590,00	5790,00
ПС Молчановская НПС 10кВ – СШ2	13590,00	5790,00
ПС Бакчар 10кВ – СШ1	513,00	219,00
ПС Бакчар 10кВ – СШ2	513,00	219,00
ПС Бакчар 35кВ – СШ1	2907,00	1241,00
ПС Бакчар 35кВ – СШ2	2907,00	1241,00
ПС Володино 10кВ – СШ1	34240,00	14580,00
ПС Володино 10кВ – СШ2	34240,00	14580,00
ПС Володино© 10кВ – СШ	3420,00	1460,00
ПС Вороново 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00

<i>Название подстанций и номер шины</i>	<i>P, кВт</i>	<i>Q, кВАр</i>
ПС Высокий Яр 10кВ – СШ1	814,00	346,00
ПС Высокий Яр 10кВ – СШ2	814,00	346,00
ПС Высокий Яр 35кВ – СШ1	4616,00	1954,00
ПС Высокий Яр 35кВ – СШ2	4616,00	1954,00
ПС Гусево 10кВ – СШ1	513,00	219,00
ПС Гусево 10кВ – СШ2	513,00	219,00
ПС Гусево 35кВ – СШ1	2907,00	1241,00
ПС Гусево 35кВ – СШ2	2907,00	1241,00
ПС Каргала 10кВ – СШ1	5430,00	2310,00
ПС Каргала 10кВ – СШ2	5430,00	2310,00
ПС Каргала 35кВ – СШ1	4616,00	1954,00
ПС Каргала 35кВ – СШ2	4616,00	1954,00
ПС Кожевниково 10кВ – СШ2	814,00	346,00
ПС Кожевниково 35кВ – СШ2	4616,00	1954,00
ПС КоломенскиеГривы 10кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС КоломенскиеГривы 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Колпашево 10кВ – СШ1	3261,00	1389,00
ПС Колпашево 10кВ – СШ2	3261,00	1389,00
ПС Колпашево 35кВ – СШ1	18479,00	7871,00
ПС Колпашево 35кВ – СШ2	18480,00	7860,00
ПС Кривошеино 10кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС Кривошеино 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Маркелово 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Маркелово 11кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС Мельниково 10кВ – СШ1	1303,00	555,00
ПС Мельниково 10кВ – СШ2	814,00	346,00
ПС Мельниково 35кВ – СШ1	4616,00	1954,00
ПС Мельниково 35кВ – СШ2	7387,00	3145,00
ПС Молчаново 10кВ – СШ	3420,00	1460,00
ПС Ново-Ильинка 10кВ – СШ	814,00	346,00
ПС Ново-Ильинка 35кВ – СШ	4616,00	1954,00
ПС Песочно-Дубровка 10кВ – СШ1	1303,00	555,00
ПС Песочно-Дубровка 10кВ – СШ2	1303,00	555,00
ПС Песочно-Дубровка 35кВ – СШ1	7387,00	3145,00
ПС Песочно-Дубровка 35кВ – СШ2	7386,00	3144,00
ПС Плотниково 10кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС Плотниково 10кВ – СШ2	1360,00	580,00
ПС Подгорное 10кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС Подгорное 10кВ – СШ2	814,00	346,00
ПС Подгорное 35кВ – СШ	4616,00	1954,00
ПС Поротниково 10кВ – СШ1	5430,00	2310,00
ПС Поротниково 10кВ – СШ2	5430,00	2310,00
ПС Типсино 10кВ – СШ1	513,00	219,00
ПС Типсино 10кВ – СШ2	513,00	219,00

<i>Название подстанций и номер шины</i>	<i>P, кВт</i>	<i>Q, кВАр</i>
ПС Типсино 35кВ – СШ2	2907,00	1241,00
ПС Тунгусово 10кВ – СШ1	513,00	219,00
ПС Тунгусово 10кВ – СШ2	513,00	219,00
ПС Тунгусово 35кВ – СШ1	2907,00	1241,00
ПС Тунгусово 35кВ – СШ2	2907,00	1241,00
ПС Уртам 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Уртам 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Усть-Бакчар 10кВ – СШ1	3420,00	1460,00
ПС Усть-Бакчар 10кВ – СШ2	3420,00	1460,00
ПС Чажемто 10кВ – СШ1	5136,00	2187,00
ПС Чажемто 10кВ – СШ2	5136,00	2187,00
ПС Чажемто 220кВ – СШ2	34240,00	14580,00
ПС Чажемто(С) 10кВ – СШ	3420,00	1460,00
ПС Чилино 10кВ – СШ1	814,00	346,00
ПС Чилино 10кВ – СШ2	814,00	346,00
ПС Чилино 35кВ – СШ1	4616,00	1954,00
ПС Чилино 35кВ – СШ2	4616,00	1954,00
ПС Асино 35кВ-СШ1	20540,00	8740,00
ПС Асино 35кВ-СШ2	20540,00	8740,00
ПС Ново-николаевская 10кВ-СШ1	3420,00	1460,00
ПС Ново-николаевская 10кВ-СШ2	3420,00	1460,00

Таблица 3 – Параметры автотрансформаторов 220 кВ [3]

Тип	Каталожные данные													Расчетные данные						ΔQ_{Σ} квар
	$S_{ном}$, МВА	Пределы регулиру- рования	$U_{ном}$ обмоток, кВ			u_{Σ} %			ΔP_{Σ} кВт			ΔP_{Σ} кВт	I_{Σ} %	R_m , Ом			X_m , Ом			
			ВН	СН	НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН			ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	
АТДЦТН- 63000/220/110	63	$\pm 6 \times 2$ %	230	121	6,6; 11; 27,5; 38,5	11	35,7	21,9	215	-	-	45	0,5	1,4	1,4	2,8	104	0	195,6	315
АТДЦТН- 125000/220/110	125	$\pm 6 \times 2$ %	230	121	6,6; 11; 38,5	11	31	19	290	-	-	85	0,5	0,5	0,5	1	48,6	0	82,5	625

Таблица 4 – Параметры трехфазных трехобмоточных трансформаторов 110 кВ [3]

Тип	Каталожные данные										Расчетные данные						ΔQ_{Σ} квар	
	$S_{ном}$, МВ·А	Пределы регу- лирования	$U_{ном}$ обмоток, кВ			u_{Σ} %			ΔP_{Σ} кВт	ΔP_{Σ} кВт	I_{Σ} %	R_m , Ом			X_m , Ом			
			ВН	СН	НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН				ВН	СН	НН	ВН	СН		НН
ТДТН-40000/110	40	$\pm 9 \times 1,78$ % в нейтрали ВН	115	11; 22,0; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17	6	200	43	0,6	0,8	0,8	0,8	35,5	0	22,3	240
ТДТН-16000/110	16	$\pm 9 \times 1,78$ % в нейтрали ВН	115	22,0; 34,5; 38,5	6,6; 11	10,5	17	6	100	23	1,0	2,6	2,6	2,6	88,9	0	52	160
ТДТН-10000/110	10	$\pm 9 \times 1,78$ % В нейтрали ВН	115	11,5; 22,0; 34,5; 38,5;	6,6; 11	10,5	17	6	76	17	1,1	5	5	5	142,2	0	82,7	110
ТМТН-6300/110	6,3	$\pm 9 \times 1,78$ % В нейтрали ВН	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	58	14	1,2	9,7	9,7	9,7	225,7	0	131,2	75,6

Таблица 5 – Параметры трехфазных двухобмоточных трансформаторов 110 кВ [3]

Тип	Каталожные данные								Расчетные данные		ΔQ_x квар
	$S_{ном}$, МВ·А	Пределы регулирования	$U_{ном}$ обмоток, кВ		u_k , %	ΔP_k , кВт	ΔP_x , кВт	I_x , %	R_m , Ом	X_m , Ом	
			ВН	НН							
ТРДН-25000/110	25	$\pm 9 \times 1,78$ %	115	6,3-6,3; 6,3-10,5; 10,5-10,5	10,5	120	27	0,7	2,54	55,9	175
ТДН-10000/110	10	$\pm 9 \times 1,78$ %	115	6,6; 11	10,5	60	14	0,7	7,95	139	70
ТМН-6300/110	6,3	$\pm 9 \times 1,78$ %	115	6,6; 11	10,5	44	11,5	0,8	14,7	220,4	50,4
ТМН-2500/110	2,5	+10×1,5% -8×1,5%	110	6,6; 11	10,5	22	5,5	1,5	42,6	508,2	37,5

Таблица.6 – Параметры линий электропередач [3]

<i>Участок линии</i>	<i>Диспетч. название</i>	<i>Марка провода</i>	$N_{\text{ц}}$	$L, \text{ км}$	$r_0, \text{ Ом/км}$	$x_0, \text{ Ом/км}$	$b_0, \text{ мкСм/км}$	$I_{\text{доп}}, \text{ А}$
ПС Володино 220 – ПС Чажемто 220	ВЧ-222/232	АСО 300/39	2	137,02	0,096	0,429	2,645	690
ПС Володино 220 – ПС Мельниково 220	Т-219/220	АСО 240/32	2	68,5	0,118	0,435	2,604	610
ПС Володино 110 – отп. на ПС Гусево 110	С-22	АС 185/29	1	22,8	0,159	0,413	2,747	510
ПС Володино 110 – отп. на ПС Гусево 110	С-32	АС 185/29	1	29	0,159	0,413	2,747	510
отп. на ПС Гусево 110 – отп. на ПС Каргала 110	С-22	АС 185/29	1	33	0,159	0,413	2,747	510
отп. на ПС Гусево 110 – отп. на ПС Каргала 110	С-32	АС 185/29	1	24,6	0,159	0,413	2,747	510
отп. на ПС Каргала 110 – ПС Мельниково 110	С-22	АС 185/29	1	12,5	0,159	0,413	2,747	510
отп. на ПС Каргала 110 – ПС Мельниково 110	С-32	АС 185/29	1	11,6	0,159	0,413	2,747	510
отп. на ПС Гусево 110 – ПС Гусево	С-22	АС 70/11	1	3,63	0,422	0,444	2,547	265
отп. на ПС Гусево 110 – ПС Гусево	С-32	АС 70/11	1	0,6	0,422	0,444	2,547	265
отп. на ПС Каргала 110 – ПС Каргала 110	С-22	АС 95/16	1	0,6	0,301	0,434	2,611	330
отп. на ПС Каргала 110 – ПС Каргала 110	С-32	АС 95/16	1	0,1	0,301	0,434	2,611	330
ПС Володино 110 – ПС Володино (С)	С-23	АС 185/29	1	5,1	0,159	0,413	2,747	510
ПС Володино (С) – ПС Кривошеино 110	С-24	АС 185/29	1	28,6	0,159	0,413	2,747	510
ПС Кривошеино 110 – ПС Молчаново 110	С-25	АС 185/29	1	26,2	0,159	0,413	2,747	510
ПС Молчаново 110 – ПС Колом. Гривы 110 (Отр1)	С-26	АС 185/24	1	25,7	0,154	0,413	2,747	510
ПС Молчаново 110 – ПС Колом. Гривы 110 (Отр2)	С-26	АС 185/24	1	25	0,154	0,413	2,747	510
ПС Тунгусово 110 – ПС Колом. Гривы 110 (Отр1)	С-35	АС 185/29	1	10,6	0,159	0,413	2,747	510
ПС Тунгусово 110 – ПС Колом. Гривы 110 (Отр2)	С-35	АС 185/29	1	25	0,159	0,413	2,747	510
Молчановская НПС 110 – ПС Тунгусово 110	С-34	АС 185/29	1	18	0,159	0,413	2,747	510
ПС Володино 110 – Молчановская НПС 110	С-33	АС 185/29	1	73,6	0,159	0,413	2,747	510
ПС Чажемто 110 – ПС Колом. Гривы 110	С-28/38	АС 185/29	2	31,42	0,159	0,413	2,747	510

<i>Участок линии</i>	<i>Диспетч. название</i>	<i>Марка провода</i>	$N_{\text{ц}}$	$L, \text{ км}$	$r_0, \text{ Ом/км}$	$x_0, \text{ Ом/км}$	$b_0, \text{ мкСм/км}$	$I_{\text{дон}}, \text{ А}$
ПС Чажемто 110 – ПС Ново-Ильинка 110	С-40	АС 185/29	1	28,42	0,159	0,413	2,747	510
ПС Ново-Ильинка 110 – ПС Ново-Ильинка 110	С-40	АС 185/29	1	0,05	0,159	0,413	2,747	510
ПС Ново-Ильинка 110 – ПС Колпашево 110	С-40	АС 185/29	1	34,7	0,159	0,413	2,747	510
ПС Колпашево 110 – ПС Типсино 110	С-57К	АС 120/19	1	42,5	0,244	0,427	2,658	390
ПС Колом. Гривы 110 – ПС Подгорное 110	С-27	АС 95/16	1	36,5	0,301	0,434	2,611	330
ПС Подгорное 110 – ПС Усть-Бакчар 110	С-47	АС 95/16	1	24,8	0,301	0,434	2,611	330
ПС Усть-Бакчар 110 – ПС Высокий Яр 110 (Отр1)	С-46	АС 95/16	1	18,13	0,301	0,434	2,611	330
ПС Усть-Бакчар 110 – ПС Высокий Яр 110 (Отр2)	С-46	АС 95/16	1	31,57	0,301	0,434	2,611	330
ПС Высокий Яр 110 – ПС Бакчар 110	С-45	АС 120/19	1	35	0,244	0,427	2,658	390
ПС Бакчар 110 – ПС Поротниково 110	С-44	АС 150/24	1	18,5	0,204	0,420	2,707	450
ПС Поротниково 110 – ПС Плотниково 110	С-43	АС 150/24	1	54,8	0,204	0,420	2,707	450
ПС Плотниково 110 – ПС Маркелово 110	С-42	АС 150/24	1	39	0,204	0,420	2,707	450
ПС Маркелово 110 – ПС Мельниково 110	С-41	АС 150/24	1	39,5	0,204	0,420	2,707	450
ПС Мельниково-220 110 – ПС Песочно-Дубровка 110	С-72	АС 70/11	1	48,2	0,422	0,444	2,547	265
ПС Мельниково 110 – ПС Песочно-Дубровка 110	С-71	АС 70/11	1	48,2	0,422	0,444	2,547	265
ПС Мельниково 110 – ПС Кожевниково 110	С-18	АС 95/16	1	45,8	0,301	0,434	2,611	330
ПС Кожевниково 110 – ПС Уртам 110	С-19	АС 70/11	1	16,2	0,422	0,444	2,547	265
ПС Уртам 110 – ПС Вороново 110	С-19а	АС 70/11	1	17,9	0,422	0,444	2,547	265
ПС Вороново 110 – ПС Чилино 110	С-20	АС 70/11	1	25,8	0,422	0,444	2,547	265

2.2 Моделирование нормального режима

Для схемы, представленной на рисунке 6, производится расчет в ПК MUSTANG с введением в допустимую область.

Введение параметров в допустимую область сводится к регулировке напряжения на подстанциях (понижительных). Допустимое отклонение напряжения на шинах потребителя составляет $\pm 5\%$ от номинального напряжения, ток в линии не должен превышать допустимых значений [4]. Нагрузки подстанций для расчета нормального режима принимаются равными $0,7 \cdot S_{\text{ТР.НОМ}}$. Кроме того на низшей стороне трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов нагрузка составляла 15% от всей нагрузки подстанции.

После предварительного моделирования нормального режима, было видно, что напряжения на шинах большинства подстанций немного отличается от $U_{\text{ЖЕЛ}}$ (таблица 7).

Таблица 7 – Фактические напряжения в узлах схемы

Наименование ПС	$U_{\text{жел max}}$	$U_{\text{жел min}}$	$U_{\text{фак}}$
Колпашево	36.75	33.25	31.65
Подгорное	36.75	33.25	31.46
Высокий яр	36.75	33.25	31.50
Песочно-Дубровка	36.75	33.25	32.30
Каргала	36.75	33.25	31.72
Гусево	36.75	33.25	32.85

Для ввода режима в область допустимых значений по напряжению были применены следующие степени свободы:

– использовали «управление коэффициентами трансформации» трансформаторов (таблица 8);

Таблица 8 – Отпайки РПН для улучшения уровней напряжений

Наименование подстанции	Тип	Место установки РПН	Номер отпайки
ПС Чажемто	АТДЦТН-63000/220/110	СН	+3

<i>Наименование подстанции</i>	<i>Тип</i>	<i>Место установки РПН</i>	<i>Номер оттайки</i>
ПС Мельниково-110	ТДГН-16000/110 ТДГН-10000/110	ВН	-4
ПС Колпашево	ТДГН-40000/110	ВН	-5
ПС Высокий Яр	ТДГН-10000/110	ВН	-4
ПС Подгорное	ТДГН-10000/110 ТМН-6300/110	ВН ВН	-4 -4
ПС Песочно-Дубровка	ТДГН-16000/110	ВН	-4
ПС Каргала	ТДГН-10000/110	ВН	-5
ПС Гусево	ТМН-6300/110	ВН	+2

– использовали «управление реактивной мощностью». Установка на шинах 110 кВ, ПС Высокий Яр конденсаторной батареи мощностью $Q_{\text{НОМ}} = 26 \text{ MVar}$.

Результаты моделирования нормального режима минимальных нагрузок после регулирования проблемных узлов представлены в таблице (приложение А)

Режимная схема исследуемого участка Томской энергосистемы представлена на (рисунок 7).

Режим был введен в область допустимых значений по напряжениям $\pm 5\%$ от номинального напряжения в соответствии со стандартом ГОСТ 13109-97[4].

В связи со строительством нефтеперерабатывающего предприятия и соответствующим ростом нагрузок на ПС Колпашево необходимо проверить возможности существующей сети. Для этого проведем оценку пропускной способности ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Новоильинская и ВЛ 110кВ ПС Новоильинская - ПС Колпашево.

2.3 Оценка пропускной способности

Для определения предела передаваемой мощности и последующего вычисления коэффициента запаса статической устойчивости использовался метод утяжеления.

Процедура утяжеления служит для определения предела передаваемой мощности и вычисления нормируемого коэффициента запаса статической устойчивости по активной мощности путем определения предельных перетоков мощности по заданным ЛЭП. Под пределом понимается нарушение сходимости итерационного процесса расчета УР – нарушение условий существования режима.

Процедура основана на применении серии последовательных расчетов УР. Суть метода заключается в пошаговом изменении параметров узлов или ветвей, или их групп заданными шагами с последующим расчетом нового УР на каждом шаге до тех пор, пока сохраняется достижение предельного режима на предыдущем шаге расчета.

В нормальном режиме переток активной мощности исследуемой связи ПС Чажемто – ПС Новоильинская составляет 60,9 МВт, и ПС Новоильинская – ПС Колпашево составляет 54,2 МВт.

Для выполнения процедуры утяжеления в ПК “MUSTANG” были заданы исходные данные утяжеления, которые представляют собой указание параметра воздействия и узлов, для которых задан используемый параметр. В данном случае параметром воздействия выступает величина активной мощности нагрузки P_n в узле энергосистемы № 21 (шины 10 кВ ПС Колпашево): шаг утяжеления $P = 5$ МВт, конечное значение $P = 1000$ МВт. Также для расчета необходимо задать контролируемые параметры утяжеления, которым в рамках данной работы является величина перетока активной мощности по ВЛ ПС Чажемто – ПС Новоильинская, и ВЛ ПС Новоильинская – ПС Колпашево.

Таблица 9 – Результаты утяжеления.

Номер шага утяжеления	P_n	P_{ij}	I_{ij}	P_{ij}	I_{ij}
	Шины 10 кВ ПС Колпашево	ВЛ ПС Чажемто - ПС Новоильинская		ВЛ ПС Новоильинская - ПС Колпашево	
	21	13-14-1	13-14-1	14-18-1	14-18-1
	6,522	60,891	0,300	54,190	0,273
1	11,522	65,515	0,325	58,606	0,297
2	16,522	70,177	0,350	63,038	0,322
3	21,522	74,883	0,376	67,487	0,347
4	26,522	79,639	0,403	71,957	0,374
5	31,522	84,456	0,431	76,451	0,402
6	36,522	89,349	0,461	80,977	0,431
7	41,522	94,342	0,494	85,545	0,463
8	46,522	99,476	0,530	90,174	0,499
9	51,522	104,848	0,573	94,908	0,540
10	54,022	108,032	0,606	97,546	0,573
11	55,272	109,891	0,631	98,993	0,596
12	55,897	111,054	0,649	99,829	0,614
13	56,210	111,969	0,668	100,408	0,632
14	56,229	112,090	0,671	100,475	0,635
15	56,239	112,186	0,673	100,525	0,637

В результате расчета процедуры утяжеления было реализовано 15 шагов расчета установившегося режима, при которых не наблюдалось расхождения итерационного процесса.

После проведения процедуры утяжеления производим оценку пропускной способности по коэффициенту запаса статической устойчивости и по длительно допустимому току.

Коэффициент запаса статической устойчивости ВЛ 110кВ ПС Чажемто-ПС Новоильинская:

$$K_3 = \frac{P_{ij} - P_{ij0}}{P_{ij}} \cdot 100\% = \frac{112,186 - 60,891}{112,186} \cdot 100\% = 45,4\%$$

Коэффициент запаса статической устойчивости ВЛ 110кВ ПС Новоильинская- ПС Колпашево:

$$K_3 = \frac{P_{ij} - P_{ij0}}{P_{ij}} \cdot 100\% = \frac{100,525 - 54,190}{100,525} \cdot 100\% = 46,1\%$$

Токи по данным ВЛ превысили длительно допустимые значения токов ($I_{\text{доп}} = 510\text{А}$) на 8 и 9 итерациях процедуры утяжеления.

Нами был достигнут предел по передаваемой мощности по ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Новоильинская и по ВЛ 110кВ ПС Новоильинская - ПС Колпашево 112,186 МВт и 100,525 МВт соответственно, что на 51,3 МВт и 46,3 МВт больше чем в нормальном режиме.

По результатам выполненных расчетов, можно сделать вывод о том, что полученного запаса для разработки нефтяного месторождения нам не достаточно. Поэтому существует необходимость строительства второй цепи данной электропередачи.

3 Проект строительства второй цепи ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Колпашево

3.1 Географические и климатические условия

Данная ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Колпашево располагается в Колпашевском районе (районный центр — город Колпашево находится в 320 км. от г.Томска) расположен в центре Томской области. На севере район граничит с Парабельским, на западе и юге — с Бакчарским, на востоке — с Молчановским и Верхнекетским районами области. Район занимает площадь 17 112 кв. километров.

Климат района резко континентальный, характеризуется суровой длительной зимой и коротким сравнительно жарким летом, довольно резким изменением элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени, зависящим от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью. Равнинная поверхность и открытость территории района облегчают проникновение атмосферных масс Арктики, Атлантики и Средней Азии.

Многолетняя средняя годовая температура воздуха рассматриваемого района отрицательная и составляет минус 1.5 0С. Распределение осадков по сезонам года неравномерно. Основное количество осадков приходится на теплую часть года, в летний период осадки выпадают в виде дождя. Среднее количество осадков в год составляет 598 мм.

Рельеф Колпашевского района отличается исключительной равнинностью. Диапазон высот: от +73 м до +34 м над уровнем моря.

Большую часть территории занимают леса, болота, реки и озёра. Река Обь пересекает Томскую область с юго-востока на северо-запад и делит область на две почти равные части: левобережье и правобережье. В пределах

					ФЮРА.140205.001 ПЗ				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>	<i>Апевалин Д.Л</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Руковод.</i>	<i>Заподовников К.И</i>					38	115		
<i>Реценз</i>					ПРОЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА ВТОРОЙ ЦЕПИ ВЛ 110кВ ТПУ ИнЭО гр. 3-9201				
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Утвердил</i>									

области её протяженность составляет около 1000 километров, деля область на две почти равные части.

На левобережье Оби лежит самое большое в мире Васюганское болото (53 тыс. кв. км). На плоском междуречье рек Чузик и Чижалка (Парабельский район) находится Мирное озеро — крупнейшее в Томской области (площадь 18,4 кв. км). Правобережье Оби заболочено в меньшей степени и обладает лучшей заселенностью.

3.2 Необходимые данные для проектирования ВЛ

Марка провода – АС 185/29.

Длина ВЛ – $L = 63,12$ км.

Тип местности – В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями на высоте не менее $2/3$ высоты опор, [5, п.2.5.6]

Район по ветровому давлению – III [6, рис.2.5.1-2.5.4]

Район по толщине стенки гололеда – I [6, рис.2.5.5-2.5.10]

Низшая температура – $t_- = -51^{\circ}\text{C}$ [8, табл.1]

Высшая температура – $t_+ = +35^{\circ}\text{C}$ [8, табл. 2].

Среднегодовая температура – $t_{\text{сг}} = -1,5^{\circ}\text{C}$ [5, табл. 3].

Температура гололедообразования – $t_{\text{г}} = -5^{\circ}\text{C}$ [5, п. 2.5.51].

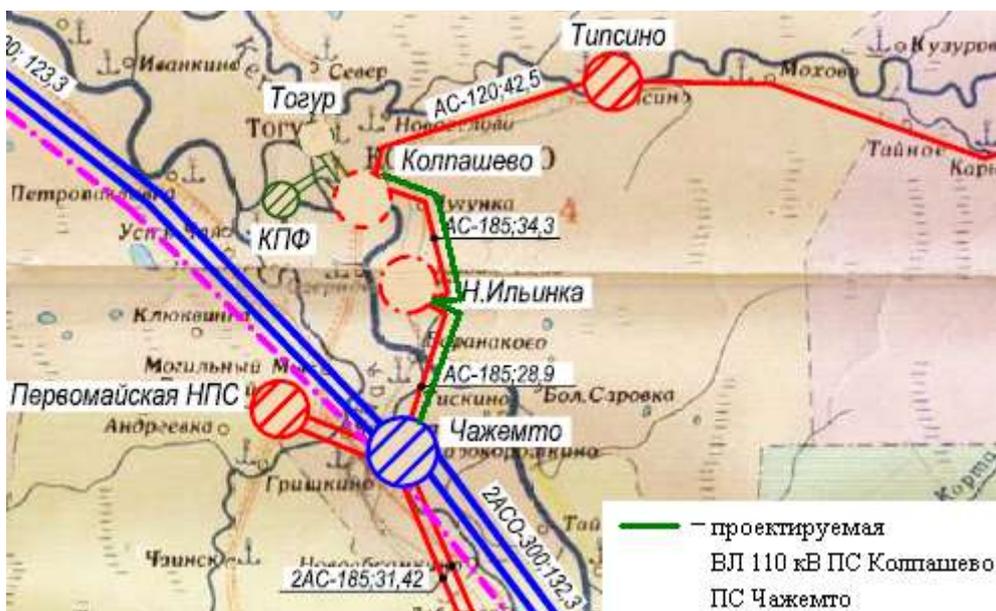


Рисунок 8 - Проект реконструкции ВЛ 110 кВ

3.3 Расчет механических нагрузок на провода от внешних воздействий

Провод АС 185/29 состоит из стального сердечника, свитого из 7ми стальных проволок диаметром $d = 2,98$ мм и проводниковой части из 26ти алюминиевых проволок диаметром $d = 3,05$ мм, [1, табл. 1.52, 1.54]. Технические данные провода приведены в (таблице 10)

Таблица 10 – Технические данные провода марки АС 185/29

Параметры	Проводник	Сердечник	Провод
Сечение, мм ²	181	29	210
Диаметр, мм	–	6,9	18,8
Масса, кг/мм	–	–	728

Согласно ПУЭ интенсивность внешних воздействий на конструктивные элементы ВЛ принимают исходя из частоты повторяемости наибольших гололедной и ветровой нагрузок 1 раз в 25 лет. При этом нормальное ветровое давление на высоте 10 м над поверхностью земли W_0 в III ветровом районе принимают равным 650 Па, [5, табл.2.5.1], а нормативная толщина стенки гололеда для высоты 10 м над поверхностью земли b_0 в I районе по гололеду составляет 10 мм. [5, табл.2.5.3].

Постоянно действующая нагрузка от собственной массы провода:

$$P_{II} = M_{II} \cdot g \cdot 10^{-3} = 728 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 7,13(\text{H} / \text{м}), \text{ где}$$

M_{II} – масса провода;

g – ускорение свободного падения.

Тогда удельная механическая нагрузка:

$$\gamma_{II} = \frac{P_{II}}{F_A + F_C} = \frac{7,13}{210} = 0,0339(\text{H} / \text{м} \cdot \text{мм}^2).$$

НОРМАТИВНЫЕ НАГРУЗКИ

1. Нормативная гололедная нагрузка на 1м провода

$$P_{гп}^H = \pi \cdot k_i \cdot k_d \cdot b_s \cdot (d_{II} + k_i \cdot k_d \cdot b_s) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}, \text{ где}$$

k_i , k_d – коэффициенты, учитывающие изменения толщины стенки гололеда в зависимости от высоты и диаметра провода;

b_s – толщина стенки гололеда;

d_{II} – диаметр провода;

$\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ – плотность льда.

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов над поверхностью земли определяется согласно следующей формуле, [5, п.2.5.54]:

$$h_{гп} = h_{ср} - \frac{2}{3} \cdot f, \text{ где}$$

$h_{ср}$ – среднеарифметическое значение высоты крепления проводов к изоляторам, м;

f – стрела провисания провода, м.

На строящейся ВЛ провод марки 185/29 будет смонтирован на стальных свободностоящих опорах марки П110-4, расстояние от земли до траверсы $H = 19 \text{ м}$, (рисунок 9)

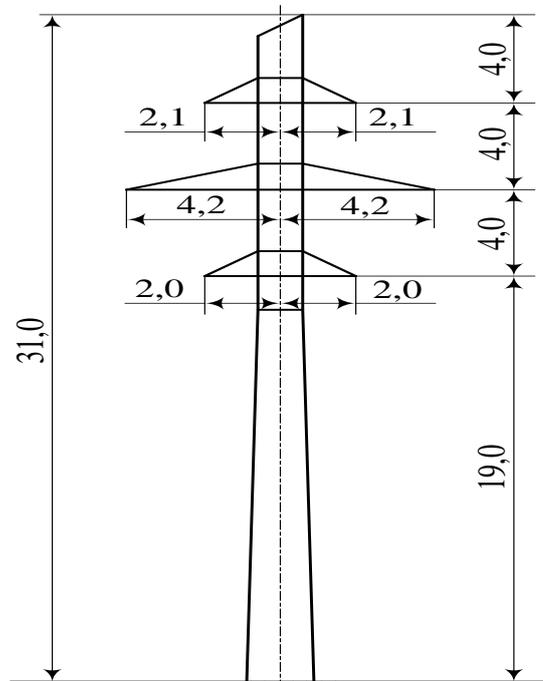


Рисунок 9 – Опора марки П110-4

Среднеарифметическое значение высоты крепления проводов:

$$h_{CP} = \frac{\sum H_{TP}^i}{n} = 19,0 \text{ м, где}$$

n – количество зон, отсчитываемых от поверхности земли в месте установки опоры.

Допустимое напряжение при среднегодовой температуре σ_{CF} для сталеалюминиевых проводов сечением 150-800 мм² при $\frac{F_A}{F_C} = \frac{181}{29} = 6,24$ составляет 90 Н/мм², [5, табл.2.5.7].

Примем длину пролета $l = 400 \text{ м}$, [1, табл.1.36]. Тогда стрела провисания провода в середине пролета:

$$f = \frac{\gamma_{II} \cdot l^2}{8 \cdot \sigma_{CF}} = \frac{0,033 \cdot 400^2}{8 \cdot 90} = 7,3(\text{м}).$$

Тогда высота приведенного центра тяжести:

$$h_{ПР} = h_{CP} - \frac{2}{3} \cdot f = 19 - \frac{2}{3} \cdot 7,3 = 14,14(\text{м}).$$

Согласно ПУЭ при высоте расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов до 25м поправки на толщину стенки гололеда на проводах

и тросах в зависимости от высоты и диаметра проводов не вводятся, [5, п.2.5.49].

$$P_{III}^H = 3,14 \cdot 0,91 \cdot 10(18,8 + 0,91 \cdot 10) \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 7,03(H / м) .$$

2. Нормативная ветровая нагрузка, действующая на 1м провода без гололеда

$$P_{wII}^H = \alpha_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi , \text{ где}$$

$\alpha_w = 0,76$ – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету ВЛ, [5, п.2.5.52];

$k_l = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, [5, п.2.5.52];

$k_w = 0,85$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, [5, табл.2.5.2];

$C_x = 1,1$ – коэффициент лобового сопротивления для проводов, свободных от гололеда, диаметром 20мм и более, [5, п.2.5.52];

$W = W_0$ – нормативное ветровое давление;

F – площадь диаметрального сечения провода, $F = d_{II} \cdot 10^{-3}$;

$$P_{wII}^H = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 400 \cdot 18,8 \cdot 10^{-3} = 4,92(H / м) .$$

3. Нормативная ветровая нагрузка, действующая на 1м провода с гололедом

$$P_{wIII}^H = \alpha_w \cdot k_l \cdot k_w \cdot C_x \cdot 0,25 \cdot W \cdot F \cdot \sin^2 \varphi , \text{ где}$$

$0,25 \cdot W = W_{II}$ – гололедное ветровое давление;

$0,25 \cdot 400 = 100 \text{ Па} \rightarrow \alpha_w = 1$, [5, п.2.5.52];

$C_x = 1,2$ – коэффициент лобового сопротивления для проводов при учете, что провод покрыт гололедом, [5, п.2.5.52];

$F = (d_{II} + 2 \cdot b_y) \cdot 10^{-3}$ – площадь диаметрального сечения провода, $b_y = b_y$;

$$P_{wIII}^H = 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 100 \cdot (18,8 + 2 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 3,95(H / м) .$$

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

1. Расчетная гололедная нагрузка на 1м провода

$$P_{\text{ГП}} = P_{\text{ГП}}^H \cdot \gamma_{\text{ПГ}} \cdot \gamma_P \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d, \text{ где}$$

$\gamma_{\text{ПГ}} = 1$ – коэффициент надежности по ответственности, [5, п.2.5.55];

$\gamma_P = 1$ – региональный коэффициент, [5, п.2.5.55];

$\gamma_f = 1,6$ – коэффициент надежности по гололедной нагрузке, [5, п.2.5.55];

$\gamma_d = 0,5$ – коэффициент условий работы, [5, п.2.5.55];

$$P_{\text{ГП}} = 7,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = 5,624(H / м);$$

$$\gamma_{\text{ГП}} = \frac{P_{\text{ГП}}}{F_A + F_C} = \frac{5,624}{210} = 0,0267(H / м \cdot мм^2).$$

2. Расчетная ветровая нагрузка на 1м провода без гололеда

$$P_{\text{ВП}} = P_{\text{ВП}}^H \cdot \gamma_{\text{ПВ}} \cdot \gamma_P \cdot \gamma_f, \text{ где}$$

$\gamma_{\text{ПВ}} = 1$ – коэффициент надежности по ответственности, [5, п.2.5.54];

$\gamma_P = 1$ – региональный коэффициент, [5, п.2.5.54];

$\gamma_f = 1,1$ – коэффициент надежности по гололедной нагрузке, [5, п.2.5.54];

$$P_{\text{ВП}} = 4,92 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 5,41(H / м);$$

$$\gamma_{\text{ВП}} = \frac{P_{\text{ВП}}}{F_A + F_C} = \frac{5,41}{210} = 0,0257(H / м \cdot мм^2).$$

3. Расчетная ветровая нагрузка на 1м провода с гололедом

$$P_{\text{ВПГ}} = P_{\text{ВПГ}}^H \cdot \gamma_{\text{ПВГ}} \cdot \gamma_P \cdot \gamma_f = 3,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 4,345(H / м);$$

$$\gamma_{\text{ВПГ}} = \frac{P_{\text{ВПГ}}}{F_A + F_C} = \frac{4,345}{210} = 0,0206(H / м \cdot мм^2).$$

РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЕ НАГРУЗКИ

1. Результирующая нагрузка от веса провода и веса гололеда

$$P_{\Sigma 1} = P_{\text{П}} + P_{\text{ГП}} = 7,13 + 5,624 = 12,754(H / м);$$

$$\gamma_{\Sigma 1} = \frac{P_{\Sigma 1}}{F_A + F_C} = \frac{12,754}{210} = 0,0607(H / м \cdot мм^2).$$

2. Результирующая нагрузка на провод без гололеда от давления ветра

$$P_{\Sigma 2} = \sqrt{P_n^2 + P_{Wn}^2} = \sqrt{7,13^2 + 5,41^2} = 8,94(H / м);$$

$$\gamma_{\Sigma 2} = \frac{P_{\Sigma 2}}{F_A + F_C} = \frac{8,94}{210} = 0,0425(H / м \cdot мм^2).$$

3. Результирующая нагрузка на провод с гололедом от давления ветра

$$P_{\Sigma 3} = \sqrt{P_{\Sigma 1}^2 + P_{Wn}^2} = \sqrt{12,754^2 + 4,345^2} = 13,47(H / м);$$

$$\gamma_{\Sigma 3} = \frac{P_{\Sigma 3}}{F_A + F_C} = \frac{13,47}{210} = 0,0641(H / м \cdot мм^2).$$

Таблица 11 - Нагрузки, действующие на 1 м провода

Название нагрузки	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Постоянно действующая нагрузка от собственной массы провода	P_n	Н/м	7,13
Нормативная гололедная нагрузка на 1 м провода	P_{zn}^H	Н/м	7,03
Удельная механическая нагрузка	γ_n	Н/м*мм ²	0,0339
Расчетная гололедная нагрузка на 1 м провода	P_{zn}	Н/м	5,624
Удельная гололедная нагрузка на 1 м провода	γ_{zn}	Н/м*мм ²	0,0267
Результирующая нагрузка от веса провода и веса гололеда	$P_{\Sigma 1}$	Н/м	12,754
Удельная результирующая нагрузка от веса провода и веса гололеда	$\gamma_{\Sigma 1}$	Н/м*мм ²	0,0607
Нормативная ветровая нагрузка, действующая на 1 м провода без гололеда	P_{Wn}^H	Н/м	4,92
Расчетная ветровая нагрузка, действующая на 1 м провода без гололеда	P_{Wn}	Н/м	5,41
Удельная ветровая нагрузка, действующая на 1 м провода без гололеда	γ_{Wn}	Н/м*мм ²	0,0257
Удельная результирующая нагрузка на провод без гололеда от давления ветра	$\gamma_{\Sigma 2}$	Н/м*мм ²	0,0425

Название нагрузки	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Расчетная ветровая нагрузка, действующая на 1 м провода с гололедом	P_{Wzn}	Н/м	4,345
Удельная ветровая нагрузка, действующая на 1 м провода с гололедом	γ_{Wzn}	Н/м*мм ²	0,0206
Результирующая нагрузка провода с гололедом от давления ветра	$P_{\Sigma 3}$	Н/м	13,47
Удельная результирующая нагрузка на провода с гололедом от давления ветра	$\gamma_{\Sigma 3}$	Н/м*мм ²	0,0641

Наибольшей нагрузкой является результирующая нагрузка на провод с гололедом от давления ветра.

3.4 Определение физико-механических характеристик провода

Согласно ПУЭ для провода марки АС-185/29 с отношением

$$\frac{F_A}{F_C} = \frac{181}{29} = 6,24 \text{ имеем:}$$

$\alpha = 19,2 \cdot 10^{-6} (\text{град}^{-1})$ – температурный коэффициент линейного расширения;

$$E = 8,25 \cdot 10^4 (\text{Н} / \text{мм}^2) \text{ – модуль продольной упругости, [5, табл.2.5.8];}$$

$\sigma_{НБ} = 135 (\text{Н} / \text{мм}^2)$ – механическое напряжение при воздействии на провод наибольшей удельной механической нагрузки $\gamma_{НБ}$;

$\sigma_{-} = 135 (\text{Н} / \text{мм}^2)$ – механическое напряжение при воздействии на провод низшей температуры t_{-} ;

$\sigma_{СГ} = 90 (\text{Н} / \text{мм}^2)$ – механическое напряжение при воздействии на провод среднегодовой температуры $t_{СГ}$, [5, табл.2.5.7].

3.5 Расчет критической температуры

Критическая температура – температура, при которой стрела провисания провода, находящегося под воздействием собственного веса, достигнет такого же значения, как и при наличии гололеда:

$$t_{кр.} \approx (t_{Г} - 3) + \frac{\sigma_{НБ}}{\alpha \cdot E} \cdot \frac{\gamma_{\Pi}}{\gamma_{\Sigma 3}} = -5 - 3 + \frac{135}{19,2 \cdot 10^{-6} \cdot 8,25 \cdot 10^4} \cdot \frac{0,0339}{0,0733} = 37,37^{\circ}\text{C} .$$

Так как высшая температура $t_{+} = 35^{\circ}\text{C}$ ниже критической $t_{кр.} = 37,37^{\circ}\text{C}$, то наибольшая стрела провисания будет при низшей температуре (при гололеде): $t_{-} = -51^{\circ}\text{C}$.

3.6 Расчет габаритного пролета

При расстановке опор на ровной местности наибольшая возможная длина пролета может быть определена в зависимости от максимальной стрелы провисания, которую можно допустить при заданной высоте подвеса провода на опоре и минимальном габарите от низшей точки кривой провисания до земли. Такой пролет называется габаритным (рисунок 10)

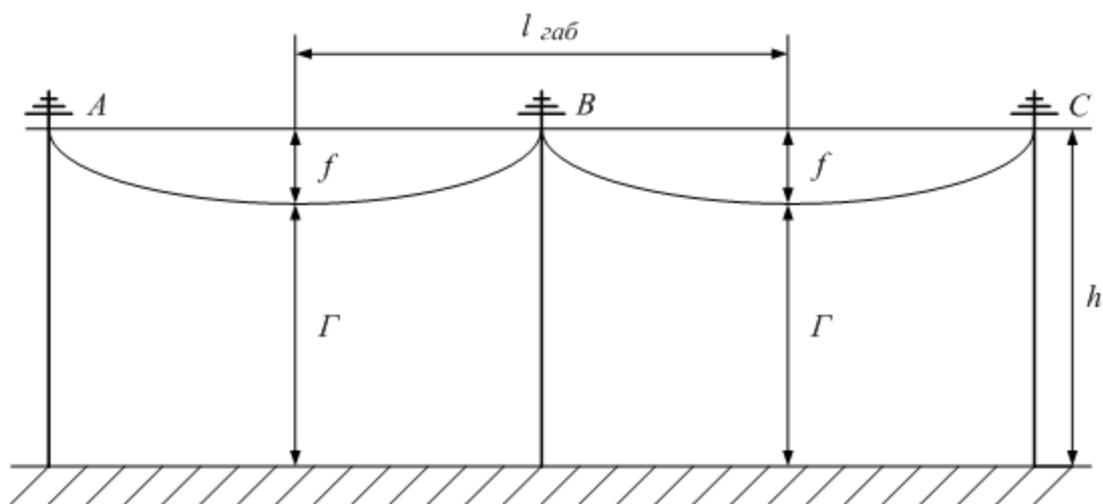


Рисунок 10 – Габаритный пролет

$$l_{Г\text{АБ}}^4 \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{Л}^-}}{8 \cdot f} + \left(\frac{\gamma_{\text{Л}^-}}{\sigma} \right)^2 \cdot \frac{E}{24} \right) - l_{Г\text{АБ}}^2 \cdot \sigma + \alpha \cdot E \cdot \left(t_{\text{Л}^-} - t_{\text{Л}^+} - \frac{8}{3} \cdot f^2 \cdot E \right) = 0, \text{ где}$$

γ_{f-} - удельная механическая нагрузка, при которой имеет место наибольшее провисание провода;

$\gamma_{\sigma-}$ - удельная механическая нагрузка, принятая как исходная для расчета провода на прочность;

σ - напряжение в проводе, принятое как исходное для расчета провода на прочность;

E - модуль упругости;

α - температурный коэффициент линейного расширения;

$t_{\sigma-}$ температура, принятая как исходная для расчета провода на прочность;

t_{f-} - температура, при которой стрела провеса максимальна.

$$A = \left(\frac{\gamma_f}{8 \cdot f} + \left(\frac{\gamma_{\sigma}}{\sigma} \right)^2 \cdot \frac{E}{24} \right) = \left(\frac{0,0339}{8 \cdot 7,3} + \left(\frac{0,0733}{135} \right)^2 \cdot \frac{8,25 \cdot 10^4}{24} \right) = 0,00230$$

$$B = \sigma + \alpha \cdot E \cdot t_{\sigma} - t_f = 135 + 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot 8,25 \cdot 10^4 \cdot (-5 + 51) = 207,864$$

$$C = \frac{8}{3} \cdot f^2 \cdot E = \frac{8}{3} \cdot 7,3^2 \cdot 8,25 \cdot 10^4 = 0,654 \cdot 10^7$$

$$l_{ГАБ} = \sqrt{\frac{B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}} = \sqrt{\frac{207,864 + \sqrt{207,864^2 + 4 \cdot 0,00230 \cdot 0,654 \cdot 10^7}}{2 \cdot 0,00230}} = 339,23(\text{м}).$$

Стрела провисания для габаритного пролета:

$$f_{ГАБ} = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot l_{ГАБ}^2}{8 \cdot \sigma_{-}} = \frac{0,0339 \cdot 339,23^2}{8 \cdot 135} = 3,61(\text{м}).$$

3.7 Выбор изоляторов

Подберем для рассматриваемой ВЛ изоляторы для комплектования гирлянд, подвешиваемых на промежуточных и анкерных опорах. Расчет изоляторов производят по методу разрушающих нагрузок: расчетные усилия в изоляторах не должны превышать значений механических или электромеханических нагрузок, установленных ГОСТ и ТЭУ.

Промежуточные опоры с подвесными гирляндами изоляторов

Длина весового пролета:

$$l_{\text{ВЕС}} = 1,25 \cdot l_{\text{ГЛБ}} = 1,25 \cdot 339,23 = 424,037(\text{м}).$$

Средний вес гирлянды принимаем $G_r = 700\text{Н}$.

Комплектуем поддерживающую гирлянду для опор промежуточного типа.

При наибольшей механической нагрузке:

$$2,5 \cdot (n_{\Phi} \cdot \gamma_{\text{НБ}} \cdot F_{\text{ПР}} \cdot l_{\text{ВЕС}} + G_r) \leq P, \text{ где}$$

P – электромеханическая разрушающая нагрузка изолятора, Н.

$$2,5 \cdot (1 \cdot 0,0641 \cdot 210 \cdot 424,037 + 700) = 16019,9(\text{Н}).$$

При среднеэксплуатационных условиях:

$$5 \cdot (n_{\Phi} \cdot \gamma_{\text{П}} \cdot F_{\text{ПР}} \cdot l_{\text{ВЕС}} + G_r) \leq P;$$

$$5 \cdot (1 \cdot 0,0339 \cdot 210 \cdot 424,037 + 700) = 18593,59(\text{Н}).$$

Аварийный режим работы:

В аварийном режиме на гирлянду изоляторов действуют весовые нагрузки от проводов и самой гирлянды, а также редуцированное (пониженное) тяжение.

$$2 \cdot \sqrt{\left(\frac{n_{\Phi} \cdot \gamma_{НБ} \cdot F_{ПР} \cdot l_{ВЕС}}{2} + G_{Г} \right)^2} + K_{РД} \cdot T_{НБ} \leq P, \text{ где}$$

$$T_{НБ} = n_{\Phi} \cdot \sigma \cdot F_{ПР};$$

$K_{РД} = 0,4$ - коэффициент редукции;

$\sigma = \sigma_{НБ} = 126 \text{ Н/мм}^2$, т.к. расчет на прочность проводов ведут исходя из режима наибольших нагрузок.

$$1,8 \cdot \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 0,0641 \cdot 210 \cdot 424,037}{2} + 700 \right)^2} + 0,4 \cdot 1 \cdot 135 \cdot 210 = 22390,96(H).$$

Сравнение трех значений показывает, что выбор изоляторов для поддерживающей гирлянды следует производить по аварийному режиму обрыва провода. Выбираем изолятор типа ПС70Е, технические характеристики которого приведены в (таблице 12).

Таблица 12 – Технические характеристики изолятора ПС70Е

Механическая разрушающая сила, кН	Диаметр тарелки D , мм	Строительная высота H , мм	Длина пути утечки L_i , мм	Масса, кг
70	255	146	303	3,4

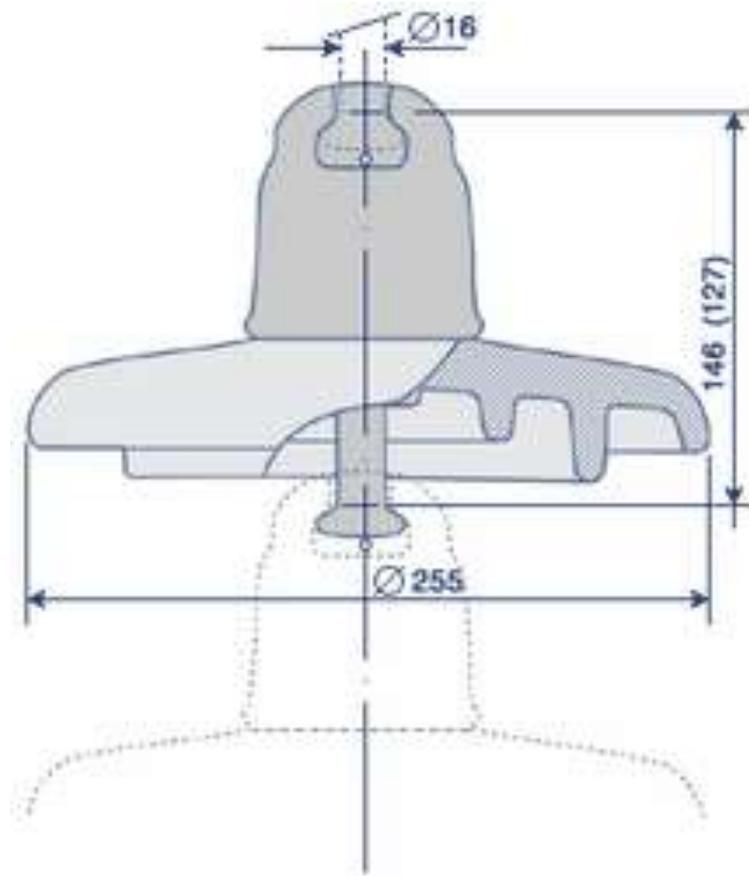


Рисунок 11 – Изолятор ПС70Е

Длина пути утечки конструкции:

$$L = \lambda_{\text{э}} \cdot U \cdot K = 1,4 \cdot 126 \cdot 1 = 176,4(\text{см}), \text{ где}$$

$\lambda_{\text{э}} = 1,4$ - удельная эффективная длина пути утечки тока [9, п.2.2.1, табл.1];

$$K = 1 \text{ [5, п.1.9.49]}$$

Количество изоляторов:

$$m = \frac{L}{L_t} = \frac{176,4}{30,3} = 5,8 \approx 6(\text{шт.}).$$

Анкерные опоры с натяжными гирляндами изоляторов

Нормативная нагрузка для натяжных гирлянд анкерных опор в нормальном режиме работы ВЛ при наибольшей механической нагрузке:

$$2,5 \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{\text{НБ}} \cdot F_{\text{ПР}} \cdot l_{\text{ВЕС}}}{2} + G_r \right)^2} + \sigma_{\text{НБ}} \cdot F_{\text{ПР}} =$$

$$= 2,5 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,0641 \cdot 210 \cdot 424,037}{2} + 700\right)^2 + 135 \cdot 210^2} = 71429,74(\text{Н}).$$

Нормативная нагрузка для натяжных гирлянд анкерных опор в нормальном режиме работы ВЛ при среднеэксплуатационных условиях:

$$6 \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{II} \cdot F_{II} \cdot l_{\text{вЕС}}}{2} + G_{II}\right)^2 + \sigma_{сЭ} \cdot F_{II}^2}.$$

$$6 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,0339 \cdot 210 \cdot 424,037}{2} + 700\right)^2 + 90 \cdot 210^2} = 115387,46(\text{Н})$$

Сравнение двух значений показывает, что при выборе изолятора для натяжной гирлянды следует ориентироваться на величину нормативной нагрузки при среднеэксплуатационных условиях. Выбираем изолятор типа ПС120Е, технические характеристики которого представлены в (таблице 13).

Таблица 13 – Технические характеристики изолятора ПС120Е

Механическая разрушающая сила, кН	Диаметр тарелки D , мм	Строительная высота H , мм	Длина пути утечки L_i , мм	Масса, кг
120	255	146	350	3,9

Количество изоляторов:

$$m = \frac{L}{L_i} = \frac{176,4}{35} = 5,04 \approx 5(\text{шт}).$$

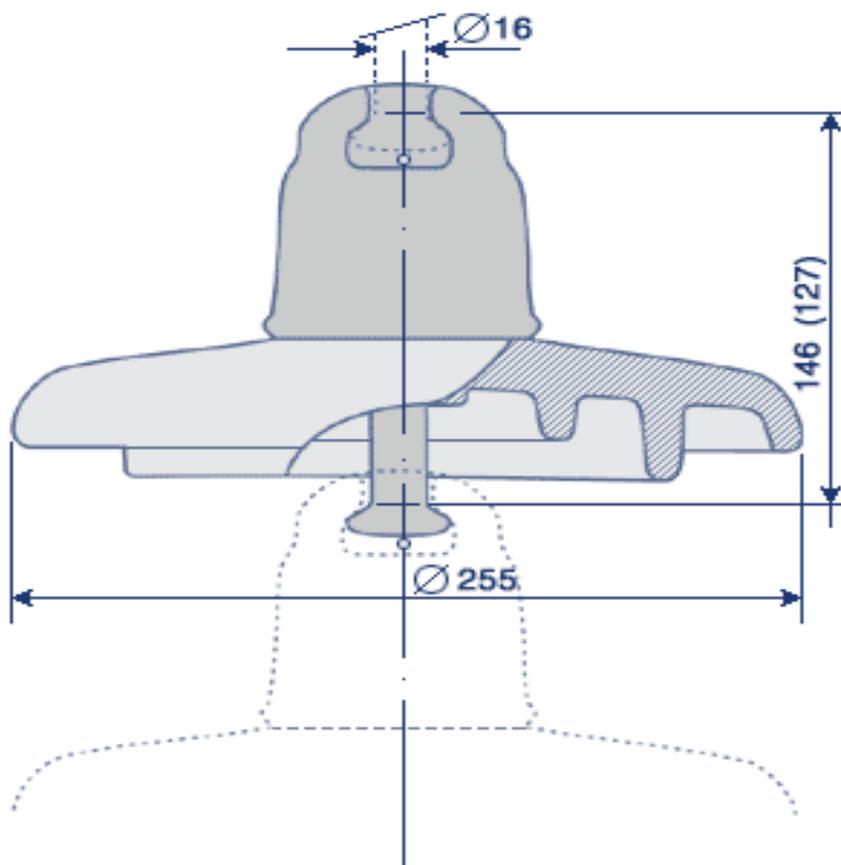


Рисунок 12 – Изолятор ПС120Е

3.8. Выбор силовых трансформаторов

Для строительства нового нефтеперерабатывающего предприятия необходимо выделение мощности $P_{\text{нагр}}=105$ МВт. Существующие трансформаторы на ПС Колпашево мощностью 40 МВА не могут пропустить в нормальном режиме, когда трансформаторы загружены на 70 %, всю потребляемую потребителями мощность

Считаем полную расчетную мощность, необходимую для строительства нового нефтеперерабатывающего предприятия, $\cos \varphi$ принимаем 0,94:

$$S_{\text{нагр}} = \frac{105 \text{ МВт}}{0,94} = 111,702 \text{ МВА}$$

С учетом загрузки трансформаторов 70% в нормальном режиме определим расчетную мощность каждого из двух трансформаторов:

$$S_{P.TP.} = \frac{111,702}{0,7 \cdot 2} = 79,787 \text{ MVA}$$

Из условия $S_{\text{НОМ.ТР.}} \geq S_{P.TP.} = 79,787 \text{ MVA}$ выбираем ближайшую, большую мощность трансформатора $S_{\text{НОМ.ТР.}} = 80000 \text{ кВА}$.

Выбираем трансформатор ТДТН-80000/110 исходя из условия необходимого запаса мощности. Параметры трансформатора представлены в (таблице 14).

Таблица 14 – Параметры трансформатора ТДТН-80000/110.[3]

Тип	Каталожные данные											Расчетные данные						ΔQ_x квар
	$S_{ном}$ МВ·А	Пределы регу- лирования	$U_{ном}$ обмоток, кВ			u_k %			$\Delta P_{кз}$ кВт	$\Delta P_{хз}$ кВт	$I_{хз}$ %	R_m , Ом			X_m , Ом			
			ВН	СН	НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН				ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	
ТДТН-80000/110	80	$\pm 9 \times 1,78$ % в нейтрали ВН	115	38,5	6,6; 11	11	18,5	7	390	82	0,6	0,4	0,4	0,4	18,6	0	11,9	480

3.9 Оценка эффективности проекта реконструкции

Для оценки эффективности проекта реконструкции ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Колпашево и выбранного нами оборудования, произведем ранее выполненную процедуру утяжеления, при этом не изменяя параметров расчета. Результаты представим в (таблице 15).

В результате расчета процедуры утяжеления было реализовано 24 шага расчета установившегося режима, при которых не наблюдалось расхождения итерационного процесса.

После проведения процедуры утяжеления производим оценку пропускной способности по ранее определенным критериям.

Коэффициент запаса статической устойчивости ВЛ 110кВ ПС Чажемто- ПС Новоильинская:

$$K_3 = \frac{P_{ij} - P_{ij0}}{P_{ij}} \cdot 100\% = \frac{162,988 - 62,684}{162,988} \cdot 100\% = 61,54\%$$

Коэффициент запаса статической устойчивости ВЛ 110кВ ПС Новоильинская- ПС Колпашево:

$$K_3 = \frac{P_{ij} - P_{ij0}}{P_{ij}} \cdot 100\% = \frac{150,268 - 56,568}{150,268} \cdot 100\% = 62,36\%$$

Токи по данным ВЛ превысили длительно допустимые значения токов ($I_{\text{доп}} = 510\text{А}$) на 22 итерации процедуры утяжеления.

Нами был достигнут предел по передаваемой мощности по ВЛ 110кВ ПС Чажемто - ПС Новоильинская и по ВЛ 110кВ ПС Новоильинская - ПС Колпашево 162,988 МВт и 150,268 МВт соответственно, что будет достаточным для разработки нефтяного месторождения. Дальнейшая модернизация сети для строительства нефтеперерабатывающего предприятия мощностью 105 МВт нецелесообразна.

Таблица 15 – Результаты утяжеления.

Номер шага утяжеления	Rн	Pij	lij	Pij	lij	Pij	lij	Pij	lij
	Шины 10 кВ ПС Колпашево	ВЛ ПС Чажемто - ПС Новоильинская		ВЛ ПС Чажемто - ПС Новоильинская		ВЛ ПС Новоильинская - ПС Колпашево		ВЛ ПС Новоильинская - ПС Колпашево	
		Первая цепь		Вторая цепь		Первая цепь		Вторая цепь	
	21	13-14-1	13-14-1	13-14-2	13-14-2	14-18-1	14-18-1	14-18-2	14-18-2
	6,522	31,342	0,154	31,342	0,154	28,284	0,140	28,284	0,140
1	11,522	33,672	0,165	33,672	0,165	30,562	0,152	30,562	0,152
2	16,522	36,009	0,177	36,009	0,177	32,844	0,164	32,844	0,164
3	21,522	38,354	0,190	38,354	0,190	35,128	0,176	35,128	0,176
4	26,522	40,707	0,202	40,707	0,202	37,416	0,188	37,416	0,188
5	31,522	43,070	0,214	43,070	0,214	39,708	0,201	39,708	0,201
6	36,522	45,443	0,227	45,443	0,227	42,004	0,213	42,004	0,213
7	41,522	47,826	0,240	47,826	0,240	44,304	0,226	44,304	0,226
8	46,522	50,220	0,253	50,220	0,253	46,609	0,239	46,609	0,239
9	51,522	52,627	0,267	52,627	0,267	48,918	0,253	48,918	0,253
10	56,522	55,047	0,281	55,047	0,281	51,234	0,267	51,234	0,267
11	61,522	57,483	0,296	57,483	0,296	53,556	0,281	53,556	0,281
12	66,522	59,937	0,311	59,937	0,311	55,885	0,296	55,885	0,296
13	71,522	62,411	0,326	62,411	0,326	58,223	0,312	58,223	0,312
14	76,522	64,909	0,343	64,909	0,343	60,571	0,328	60,571	0,328
15	81,522	67,436	0,360	67,436	0,360	62,932	0,345	62,932	0,345
16	86,522	70,001	0,379	70,001	0,379	65,309	0,363	65,309	0,363
17	91,522	72,615	0,399	72,615	0,399	67,708	0,383	67,708	0,383
18	96,522	75,326	0,422	75,326	0,422	70,155	0,406	70,155	0,406
19	101,522	78,363	0,457	78,363	0,457	72,781	0,440	72,781	0,440
20	104,022	80,155	0,483	80,155	0,483	74,227	0,466	74,227	0,466
21	104,647	80,722	0,494	80,722	0,494	74,647	0,477	74,647	0,477
22	104,959	81,089	0,503	81,089	0,503	74,897	0,485	74,897	0,485
23	105,116	81,387	0,511	81,387	0,511	75,077	0,493	75,077	0,493
24	105,135	81,494	0,515	81,494	0,515	75,134	0,497	75,134	0,497

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе выполнен проект реконструкции участка сети ТРК между подстанциями Чажемто и Колпашево.

В виду перспективного роста нагрузок на ПС Колпашево нами был произведен анализ потребителей нефтяной промышленности, дана оценка пропускной способности существующей сети, которая показала неготовность электрических сетей к появлению крупных потребителей.

В ходе нашего проекта был смоделирован в ПК MUSTANG нормальный режим работы электрических сетей, выполнена процедура утяжеления, по результатам которой были рассчитаны коэффициенты запаса по статической устойчивости исследуемой электропередачи.

Для усиления связи в районе разработки нефтяного месторождения предложен проект строительства второй цепи ВЛ 110 кВ ПС Колпашево – ПС Чажемто. Реконструкция ВЛ выполнена в следующем объеме:

- Расчет механических нагрузок на провода от внешних воздействий;
- Определение физико-механических характеристик провода;
- Расчет критической температуры;
- Расчет габаритного пролета;
- Выбор изоляторов.

Кроме того проект предполагает замену существующих трансформаторов на ПС Колпашево мощностью 40 МВА более мощными ТДТН-80000/110, удовлетворяющими потребности нефтеперерабатывающего предприятия по передаваемой мощности.

После выбора нового оборудования на ПС Колпашево и строительства второй цепи ВЛ 110 кВ была вновь произведена оценка пропускной

					ФЮРА.140205.001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Апевалин Д.Л				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Заподовников К.И					58	115
Реценз					ТПУ ИнЭО гр. 3-9201		
Н. Контр.							
Утвердил							
ЗАКЛЮЧЕНИЕ							

способности рассматриваемого участка сети, в ходе которой мы убедились в правильности принятых решений.

4 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости.

Для расчета основной заработной платы сотрудников составляем график выполнения работ таблица 16.

Для определения трудоемкости выполнения проекта сначала составим перечень основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож.}$ применим вариант, основанный на использовании трех оценок: t_{max} , t_{min} , $t_{н.в.}$.

$$t_{ож.} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{н.в.} + t_{max}}{6}$$

где t_{min} – кратчайшая продолжительность данной работы (оптимистическая оценка);

$t_{н.в.}$ – наиболее возможная, по мнению экспертов продолжительность работы (реалистическая оценка);

t_{max} – самая длительная продолжительность работы.

Таблица 16 – Описание графика выполнения работ

Сотрудник	Количество дней	Обозначение на графике
Руководитель	56	
Ведущий инженер	56	
Инженер	56	

ФЮРА.140205.001 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Апевалин Д.Л			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Заповодников К.И				60	115
Консульт.		Коршунова Л.А.			ТПУ ИнЭО гр. 3-9201		
Н. Контр.							
Утвердил							

**ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

4.2 Расчет затрат на проектирование

Затраты, образующие себестоимость продукции группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

1. материальные затраты;
2. оплата труда;
3. отчисления в социальные фонды;
4. амортизация основных фондов;
5. прочие затраты;
6. накладные расходы.

1. Материальные затраты включают в себя:

расходные материалы (бумага, картриджи для принтера, плоттера, ручки, изготовление слайдов), сведенные в приведенную ниже таблицу 18.

Таблица 18 - Материальные затраты

Материал	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
Печатная бумага	Пачка	1	200
Диск CD-RW	Шт.	3	120
Канц. товары	Шт.	8	150
ИТОГО			И _м =470

2. Расчет заработной платы.

T_m - число дней работы.

$$ЗП_{рук} = ((35000 \cdot 1,1 \cdot 1,3) / 21) \cdot 56 = 133466 \text{ р.},$$

где 25000- оклад

1,1- коэффициент за неиспользованный отпуск

1,3-северный и районный коэффициент

$$ЗП_{вед. инженер} = ((30000 \cdot 1,1 \cdot 1,3) / 21) \cdot 56 = 114400 \text{ р.},$$

$$ЗП_{инженер} = ((20000 \cdot 1,1 \cdot 1,3) / 21) \cdot 56 = 76266 \text{ р.},$$

Сводим расчеты в таблицу 19.

Таблица 19 - Заработная плата исполнителей.

Исполнители	Группа	Оклад р.	Время занятости дней	Зп, руб.
Руководитель	3	35000	56	133466
Ведущий инженер	2	30000	56	114400
инженер	2	20000	56	76266
Итого				324132

Фонд заработной платы $\Phi ЗП = \sum ЗП_{исп}$,

$\Phi ЗП = 324132$ р.

3. Размер отчислений на социальные нужды составляет 26% от $\Phi ЗП$.

Сумма начислений на социальные нужды составляет:

$И_{сн} = 324132 \cdot 0,26 = 84274$ руб.

4. Амортизационные отчисления считаем по следующей формуле. Специальное оборудование учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений по формуле:

$$И_{ам} = \frac{T_{и}}{T_{кал}} \cdot N_{а} \cdot \Phi_{п}$$

где $\Phi_{п}$ - первоначальная стоимость оборудования;

$N_{а}$ - норма амортизации;

$T_{и}$ - количество дней использования оборудования;

Таблица 20 - Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	$\Phi_{п}$, р	$N_{а}$, %	$T_{и}$ дней	$И_{ам}$ р
Компьютер	2 Шт.	31000	0,1	20	310
Принтер	1 Шт.	8200	0,1	10	16
Стол	2 Шт.	11000	0,5	53	1650
Стул	2 Шт.	4500	0,5	53	675
Итого					2651

Амортизационные отчисления составляют $I_{ам} = 2651$ р.

5. Прочие расходы :

$$I_{пр} = 0,1(ЗП + I_{м} + I_{ам} + I_{сн})$$

$$I_{пр} = 0,1(324132 + 470 + 2651 + 84274) = 41024 \text{ р.}$$

6. Накладные расходы принимаем 200% от ФЗП:

$$H_p = 2 \cdot \text{ФЗП}$$

$$H_p = 2 \cdot 324132 = 648264 \text{ р.}$$

Себестоимость проекта:

$$C_{п} = I_{п} + ЗП + I_{сн} + I_{ам} + I_{пр} + H_p$$

$$C_{п} = 324132 + 470 + 2651 + 84274 + 41024 + 648264 = 1099524 \text{ р.}$$

Принимаем рентабельность 20%, прибыль:

$$P_{б} = C_{п} \cdot 0,2$$

$$P_{б} = 1099524 \cdot 0,2 = 219905 \text{ р.}$$

Стоимость проекта:

$$Ц_{п} = C_{п} + P_{б}$$

$$Ц_{п} = 1099524 + 219905 = 1\,319\,429 \text{ руб}$$

Смета затрат представлена в таблице 21

Таблица 21 - Смета затрат

Вид расходов	Обозначение	Сумма, р.
Материальные затраты	$I_{м}$	470
Заработная плата	ЗП	324132
Амортизация	$I_{ам}$	2651
Отчисления на социальные нужды	$I_{сн}$	84274
Прочие расходы	$I_{пр}$	41024
Накладные расходы	H_p	648264
Себестоимость проекта	$C_{п}$	1099524
Прибыль	$P_{б}$	219905
Стоимость проекта	$Ц_{п}$	1 319 429

4.3 Расчёт капиталовложений на оборудование и строительномонтажные работы.

Целью является расчет экономической эффективности капитальных вложений на проект строительства линии между ПС Чажемто-ПС Колпашево.

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

При расчете затрат на оборудование, строительномонтажные работы и т.д. учитывались существующие цены на март 2016 года. Строительномонтажные работы выполнены по сметам ОАО «МРСК Сибири – Томская распределительная компания». Результаты расчета сводим в таблицы 21 - 22.

Таблица 21 - Расчет капиталовложений на оборудование

Наименования оборудования	Количество, шт. или м.	Цена за 1 ед. с НДС	Производитель, поставщик	Сумма
Анкерная одноцепная опора ВЛ- 110 кВ				
Железо бетонные элементы				
Стойка СВ 105-5	332	9600	ОАО «БМЗ» Алтайский край	3187200
Опорно-анкерная плита П-3и	332	1600	ОАО «БМЗ» Алтайский край	531200
Стальные конструкции				
Заземляющий проводник ЗП6	107,9	115	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	12408,5
Кронштейн У4	166	465	ООО БЭМЗ-1 (г. Березовский)	77190
Стяжка Г 11	332	325	ООО БЭМЗ-1 (г. Березовский)	107900
Линейная арматура				
Анкерный кронштейн CS 10.3	332	224	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	74368
Натяжной зажим РА 1500	332	400	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	137800
Зажим Р 72 для ЗП 6	166	300	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	49800
Зажим Р 70 для фазных жил СИП 4х***	664	300	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	195200
Зажим Р 70 для нулевой жилы СИП ***	166	300	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	58800
Плашечный зажим CD 35	166	89	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	14774
АПВП 3х95	200	400	ЗАО «Людиновкакабель»	80000
АС 3х95	2,7	135	ЗАО «Людиновкакабель»	421200
ВВ/TEL-10-20/630 У2	1	170000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	170000
ОПН-РВ/TEL	27	16000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	432000
ПКТ-101-10 31,5-12,5	27	850	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	32950
РТ-40/200	1	1000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	2000
РСТ 11-24-УХЛ4	1	4000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	5000

Наименования оборудования	Количество, шт. или м.	Цена за 1 ед. с НДС	Производитель, поставщик	Сумма
РСВ14-УХЛ4	1	6000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	6000
ВА 57-39 630	6	6000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	39500
ВА 57-35 250	14	1600	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	42600
ВА 88-37 400	8	5000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	45300
ВА 53-41 1000	2	20000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	50000
ВА 88-40 800	2	18000	ООО "КОМПАНИЯ ЭНЕРГОСКЛАД" г. Новосибирск	36000
АИИС КУЭ	580	6600	Завод изготовитель	3897000
Общая стоимость оборудования			11 166 719	

Таблица 22 - Расчет строительно-монтажных работ

Наименования вида работ	Единица измерения	Норматив затрат, чел/час	Размер вознаграждения за выслугу лет	Томская распределительная компания			Кол/прот, шт/м	Сумма
				Тарифная ставка, руб./час	Базовый размер ежемесячной премии	Сдельная единичная расценка, руб.		
Строительство ВЛ-110кВ								
Подвеска проводов ВЛ 110 кВ на переходах через препятствие: железнодорожный-переезд.	1 переход	7,2	1,1	84,41	1,3	850,85	5	6354,25
Установка железобетонных опор для совместной подвески проводов ВЛ 110 кВ без приставок	1 опора	6,4	1,1	84,41	1,3	756,31	390	294975,9
Установка железобетонных опор для совместной подвески проводов ВЛ 110 кВ без приставок	1 опора	11,9	1,1	84,41	1,3	1 406,27	166	237440,82
Установка светильников: с лампами люминесцентными	1 светильник	2,3	1,1	84,41	1,3	271,80	180	48924
Устройство ответвлений от ВЛ 110 кВ к зданиям: с помощью механизмов при количестве проводов в ответвлении 4	1 ответвление	3,3	1,1	84,41	1,3	389,97	580	236182,6
Устройство заземления опор ВЛ и подстанций	1 м шин заземления	0,2	1,1	84,41	1,3	23,63	566	13374,58
Ввод в ТП	1 ввод	1	1,1	84,41	1,3	118,17	9	1063,53
Снятие ответвлений ВЛ 110 кВ к зданиям при количестве проводов в ответвлении: 4	1 ответвление	1	1,1	84,41	1,3	118,17	580	69548,6
Развозка конструкций и материалов опор ВЛ 110 кВ по трассе материалов оснастки одноствоечных опор	1 опора	0,3	1,1	84,41	1,3	35,45	566	20064,7

Наименования вида работ	Единица измерения	Норматив затрат, чел/час	Размер вознаграждения за выслугу лет	Томская распределительная компания			Кол/прот, шт/м	Сумма
				Тарифная ставка, руб./час	Базовый размер ежемесячной премии	Сдельная единичная расценка, руб.		
Строительство ВЛ-110кВ								
Развозка конструкций и материалов опор ВЛ 110 кВ по трассе односоечных железобетонных опор	1 опора	0,4	1,1	84,41	1,3	47,27	566	26754,82
Развозка конструкций и материалов опор ВЛ 110 кВ по трассе приставок железобетонных	1 опора	0,4	1,1	84,41	1,3	47,27	166	7846,82
Развозка конструкций и материалов опор ВЛ 110 кВ по трассе: материалов оснастки сложных опор	1 опора	0,3	1,1	84,41	1,3	35,45	166	7894,7
Развозка конструкций и материалов опор ВЛ 110 кВ по трассе: односоечных железобетонных опор	1 опора	0,4	1,1	84,41	1,3	47,27	390	18435,3
Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами	1 точка	0,2	1,1	84,41	1,3	23,63	1132	26749,16
Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением	1 фазировка	1	1,1	84,41	1,3	118,17	9	1063,53
Измерение сопротивления изоляции мегаомметром: кабельных и других линий напряжением выше 1 кВ, предназначенных для передачи электроэнергии к распределительным устройствам, щитам, шкафам, коммутационным аппаратам и электропотребителям	1 линия	0,4	1,1	84,41	1,3	47,27	22	1039,94
Определение удельного сопротивления грунта	1 измерение	4	1,1	84,41	1,3	472,70	22	10399,4
Счетчики, устанавливаемые на готовом основании: трехфазные	1 шт.	0,9	1,1	84,41	1,3	156,36	580	190688,8
Измерение сопротивления растеканию тока: заземлителя	1 измерение	1,5	1,1	84,41	1,3	177,26	22	5899,72

Наименования вида работ	Единица измерения	Норматив трудозатрат, чел/час	Размер вознаграждения за выслугу лет	Томская распределительная компания			Кол/прот, шт/м	Сумма
				Тарифная ставка, руб./час	Базовый размер ежемесячной премии	Сдельная единичная расценка, руб.		
Строительство ВЛ-110кВ								
Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами	1точка	0,2	1,1	84,41	1,3	23,63	1132	36749,16
Погрузочные работы на складах								
Погрузка стойки опоры автокраном	1 стойка	0,4	1,1	84,41	1,3	47,27	752	75547,04
погрузка провода, кабеля, грозотроса автокраном	1 барабан	0,8	1,1	84,41	1,3	94,54	7	861,78
Погрузка оборудования (трансформатор, КТП)	1тн	0,8	1,1	84,41	1,3	94,54	9	855,86
погрузка материалов, деталей вручную (в ящиках)	1тн	0,8	1,1	84,41	1,3	94,54	5	472,7
Общая стоимость строительно-монтажных работ	1339174							

Таким образом капитальные затраты составляют $K = K_{\text{проект}} + K_{\text{об}} + K_{\text{мон}} = 1\,319\,429 + 11\,166\,719 + 1\,339\,174 = 13\,825\,322$ руб.

4.4 Расчет эксплуатационных затрат ЛЭП

Эксплуатационные затраты определяются из следующей формулы:

$$И = И_a + И_{po} + И_э$$

где $И_a$ — ежегодные амортизационные отчисления, руб.

$И_{po}$ — годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, руб.

$И_э$ — стоимость годовых потерь электроэнергии, руб.

Ежегодные амортизационные отчисления

$$И_a = P_a \cdot K$$

где P_a — норма амортизационных отчислений, % (для ВЛ на металлических опорах $P_a = 6,7\%$)

$$И_a = 6,7 \cdot 13825322 / 100 = 926296 \text{ руб.}$$

Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования $И_{po}$ включают зарплату ремонтного и обслуживающего персонала и затраты на материалы необходимые для ремонта и обслуживания электрооборудования:

$$И_{po} = И_{обсл} \cdot K$$

$$И_{po} = 4 \cdot 13825322 / 100 = 553012 \text{ руб.}$$

где $И_{обсл}$ - годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, 4% от капитальных затрат;

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

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии:

$$I_3 = \Delta P \cdot \tau$$

где ΔP - среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$\tau = 1,92$ руб.— стоимость 1 кВт · ч электроэнергии

Планируемое потребление электроэнергии на год, в результате подключения потребителей электрической энергии в количестве 40 объектов, после строительства сетей 110 кВ составит:

$$\mathcal{E} = P_{\text{номр}} \cdot n_{\text{номр}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где $P_{\text{номр}}$ - потребляемая мощность одним потребителем за год, кВт;

$n_{\text{номр}}$ - количество подключаемых электроприемников, шт.

$$\mathcal{E} = 1000000 \cdot 40 = 40000000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Согласно стандарта ОАО МРСК технические потери в электрических сетях составляют 7% от потребленной электроэнергии. То есть после реконструкции электрических сетей и внедрения АИИС КУЭ учитываться будут только технические потери исключая возможность недоучета (хищения) электроэнергии. Тогда потери электроэнергии мы рассчитаем согласно формуле:

$$\Delta P = P \cdot 0,07 = 4000000 \cdot 0,07 = 280000 \text{ кВт}$$

После расчета потерь активной мощности рассчитывается их стоимость I_3 . Результаты расчётов эксплуатационных затрат сводим в таблицу 23.

$$I_3 = 280000 \cdot 1,92 = 537600 \text{ руб}$$

Таблица 23 -Результаты расчетов эксплуатационных затрат

	I_a , руб.	$I_{\text{ро}}$, руб.	I_3 , руб.	I , руб
эксплуатационные затраты	926 296	553 012	537 600	2 016 908

4.5 Расчет срока окупаемости проекта

Для расчета срока окупаемости рассчитаем прибыль:

\mathcal{E} – фактический расход электроэнергии месторождением за 1 год;

$\tau = 1,92$ руб.— стоимость 1 кВт · ч электроэнергии;

И - эксплуатационные затраты.

$$\Pi = \mathcal{E} \cdot \tau - И = 4000000 \cdot 1,92 - 2016908 = 5663092 \text{руб.}$$

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi} = \frac{13825322}{5663092} = 2,4 \text{ года};$$

Вывод:

При нормативном коэффициенте эффективности инвестиций $E=0\%$ срок окупаемости $T_{ок}$ проекта составит 2,4 года.

5 Социальная ответственность

5.1 Анализ выявленных вредных производственных факторов

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы: физические, химические, биологические, психофизиологические (ГОСТ 12.0.002 - 80)[18].

К группе физически опасных факторов производства относятся:

- опасность поражения электрическим током;
- взрывоопасность;
- пожароопасность;
- получение механической травмы.

К вредным факторам производства относятся: повышение или понижение температуры воздуха рабочей зоны; высокая влажность воздуха; подвижность воздуха (скорость движения); тепловое излучение; повышенные уровни шума; электромагнитные поля; вибрация; освещенность.

Эти параметры по отдельности и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Неблагоприятные условия окружающей среды в процессе трудовой деятельности вредно воздействует на организм рабочего персонала, повышает утомляемость, снижается его внимание, увеличивается опасность травм. Для создания нормальных условий труда важную роль играют такие факторы, как освещение рабочих мест, отсутствие шума и вибрации, чистота помещения, влажность, температура.

В каждом производственном помещении содержатся разнообразные вредные вещества, в данном случае мы имеем дело с углекислым газом (CO₂). Согласно ГОСТ 12.005 – 88[12] предельно допустимая норма

					ФЮРА.140205.001 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Апевалин Д.Л.</i>			ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Заподовников К.И.</i>					75	115
<i>Консульт.</i>		<i>Амелькович Ю.А.</i>				<i>ТПУ ИнЭО гр. 3-9201</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утвердил</i>								

содержания CO₂ в воздухе - 20 мг/м³. Проблему снижения содержания CO₂ в воздухе, можно решить, путем применения естественной и искусственной вентиляции помещения по СанПиН 2.2.4.548-96[13].

Микроклимат

Микроклимат одно из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда. Для этого необходимо обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий.

Для оценки метеоусловий в помещении производят измерения температуры, влажности, запылённости, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Результаты измерений сравнивают с нормативами ГОСТ 12.1.005-88[12], которые приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Оптимальные нормы

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Средней тяжести II а	18-20	40-60	0,2
Теплый	Средней тяжести II а	20-22	40-60	0,3

К категории средней тяжести IIа относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать 22°С - при категории работ IIа[12].

Для защиты людей от вредного воздействия теплового излучения и высоких температур применяют теплоизоляцию горячих поверхностей. Общей защитой от излучения могут служить экраны из малотеплопроводных материалов (асбест, шифер), а в качестве средств индивидуальной защиты

применяются спецодежда (брезентовые или суконные костюмы), очки со светофильтрами, щитки из органического стекла и др.

Система отопления помещения должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва.

В зимний период в помещении для поддержания необходимой температуры используется система водяного отопления. Эта система надежна в эксплуатации и обеспечивает возможность регулирования температуры в широких пределах.

Влияние вибрации

Вибрация – это малые механические колебания, возникающие в упругих телах[15]. Влияние вибрации зависит от способа передачи колебаний человеку. Общая вибрация воздействует на организм человека через опорные поверхности (пол, стул и т.п.). Локальная вибрация воздействует на организм человека через отдельные части тела (руки, ноги, предплечья).

Воздействие ручных механизмов на организм человека зависит от типа машин, направления вибрации, силы обхвата механизма.

Основным документом, регламентирующим уровень вибрации на рабочих местах, является СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [15].

Таблица 25 – Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на работающего для длительности смены 8 часов

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			мкс ⁻²	дБ	мкс ⁻¹ x10 ⁻²	дБ
Локальная	–	X _л , Y _л , Z _л	2,0	126	2,0	112
Общая	1 безопасность	Z ₀	0,56	115	1,1	107
		X ₀ , Y ₀ ,	0,4	112	3,2	116
	2 граница снижения производительности труда	X ₀ , Y ₀ , Z ₀	0,28	109	0,56	101

К основным методам борьбы с вибрацией можно отнести [15]:

- звукопоглощение и виброизоляция;
- уменьшение шума и вибрации в источнике их возникновения: совершенствование конструкции (расчёт фундамента, системы амортизаторов или виброизоляторов);
- рациональное размещение работающего оборудования и цехов;
- установка глушителей шума и вибрации, экранов, виброизоляторов;
- вынесение шумящих агрегатов и устройств от мест работы и проживания людей, зонирование;
- применение средств индивидуальной защиты (для защиты от шума: беруши, наушники).

Шум

Шум наносит большой ущерб, вредно действует на организм человека и снижает производительность труда. Утомление рабочих из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм.

Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Продолжительность действия сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте. Таким образом шум вызывает нежелательную реакцию всего организма человека.

При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума, нормирование уровня звука в дБ. Таким образом, шум на рабочих местах не должен превышать допустимых уровней, значение которых приведены в ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» [16]. Поэтому для работы на данном объекте допустимый уровень звукового давления в активной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц есть 80 дБА, а допустимый уровень звука 85 дБА.

Одним из основных методов уменьшения шума на производственных объектах является снижение шума в основных его источниках – в электрических машинах, автотранспорте и т. д.

Строительные нормы и правила СНиП 23-03-2003[11] предусматривают защиту от шума строительными-акустическими методами, при этом для снижения уровня шума предусматриваются следующие меры:

- установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов;
- звукоизоляция ограждающих конструкций;
- уплотнение по периметру притворов окон, дверей;
- звукоизоляция мест пересечения ограждающих конструкций с инженерными конструкциями;
- устройство звукоизолированных кабин наблюдения и дистанционного управления технологическим процессом;
- укрытия в кожухи источников шума.

В качестве индивидуальных средств защиты от шума на данном объекте используют специальные наушники, вкладыши (беруши) в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука.

Освещение на рабочем месте. Для обеспечения нормативной освещённости необходимо использовать совмещённое освещение, при котором естественное дополняется искусственным. Причём естественное освещение является боковым (осуществляется через световые проёмы в наружных стенах), а искусственное - общим. В условиях недостаточной освещённости в утреннее и вечернее время используется искусственное освещение. Роль искусственного освещения выполняют люминесцентные лампы. Они обладают высокой световой отдачей и имеют более продолжительный срок службы в отличие от обычных ламп накаливания. Согласно, действующим ГОСТ Р 50948[21]; ГОСТ Р50949[22]; СП 52.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95)[23], по назначению помещений предусмотрены следующие уровни освещённости в помещениях:

- коридоры/коммуникации - 300 люкс;
- канцелярии - 500 люкс;
- производственные помещения – 500 люкс.

Для определения обеспечения уровня освещённости произведём расчёт системы искусственного освещения для помещения лаборатории: имеется сеть 36 В для подключения переносных светильников, которые необходимы при техническом обслуживании и текущем ремонте оборудования. Светильники общего освещения расположены на высоте 4 метра от уровня пола.

Расчет системы искусственного освещения [17]

Данные для расчета:

$$S = A \cdot B = 10 \cdot 18 = 180 \text{ м}^2$$

Где: S - площадь помещения;

A = 10 м - ширина помещения;

B = 18 м - длина помещения.

Высота подвеса светильников:

$$H = B - H_c - H_p = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м.}$$

Где: B = 4 м - высота помещения, H_c = 0,5 м - принимаемая высота светильника из диапазона 0,5 - 0,7 м, H_p = 0,8 м - высота рабочей поверхности.

К установке принимаем 12 светильников ЛПО 2x80 мощностью 160 Вт и световым потоком каждой лампы F = 5200 лм. (справочные данные).

Световой поток каждого светильника:

$$F = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 180 \cdot 1}{24 \cdot 0,43} = 5232,5 \text{ лм}$$

Где: F - световой поток от ламп светильника;

E_H = 300лк - минимальная освещенность рабочего места;

K₃ = 1,5 - коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и их износ для помещения при нормальной эксплуатации светильников с люминесцентными лампами.

Z - коэффициент неравномерности освещения;

η - коэффициент использования светового потока;

N - количество светильников.

Для определения Z нужно знать отношения между высотой подвеса светильников над рабочей поверхностью H и расстоянием между

светильниками L . При: $\frac{L}{H} = 1,2 \quad Z = 1,$

где: $L = 2,8\text{м}$ - расстояние между светильниками;

$L/2$ - расстояние от стен до светильников;

Для определения коэффициента использования η необходимо знать значения коэффициентов отражения светового потока от стен P_1 , потолка P_2 , пола P_3 , а также геометрические размеры помещения и H - высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью, что учитывается индексом помещения.

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{H(A + B)} = \frac{10 \cdot 18}{2,7 \cdot (10 + 18)} = 2,3;$$

Определяем коэффициенты P из таблиц: $P_1 = 50\%$, $P_2 = 30\%$, $P_3 = 10\%$.

Тогда коэффициент использования равен $\eta = 43\%$;

Минимальная освещенность рабочего места:

$$E_H = \frac{F \cdot N \cdot \eta}{K_3 \cdot S \cdot Z} = \frac{10420,1 \cdot 12 \cdot 0,43}{1,5 \cdot 180 \cdot 1} = 199,39 \approx 200 \text{лк}.$$

Из расчетов видно, что данная система освещения обеспечивает нормальную освещенность рабочих мест

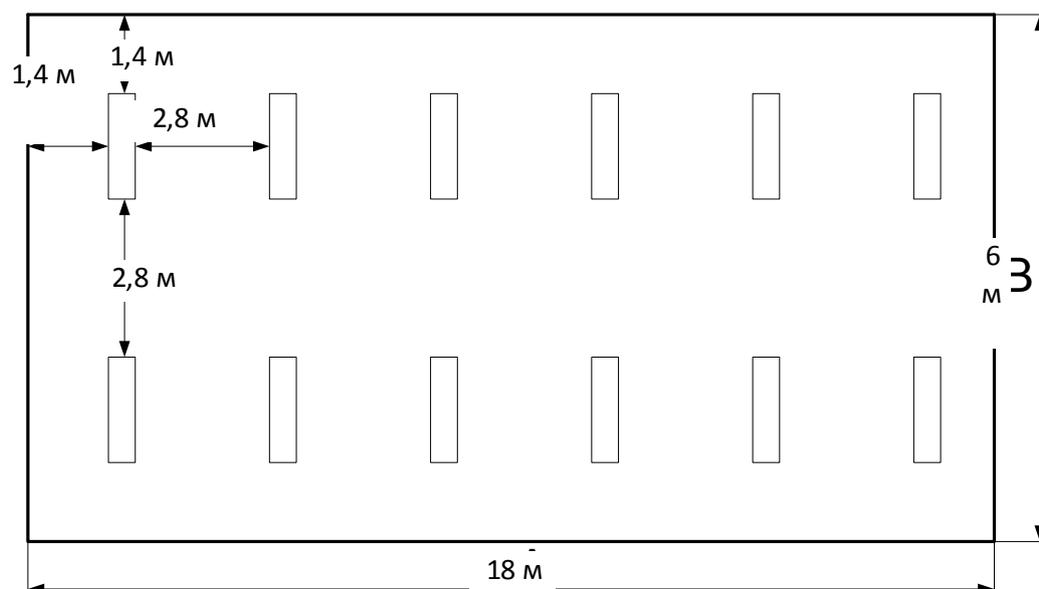


Рисунок 13 – Схема расположения светильников

Где: $L = 2,8\text{ м}$ - расстояние между светильниками;

$L/2$ - расстояние от стен до светильников;

Люминесцентные лампы являются самыми распространёнными газоразрядными лампами, имеющие форму цилиндрической трубки. Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет важное значение для создания рациональных условий освещения, в частности, обеспечения требуемых величин освещённости без дополнительных затрат электроэнергии. В установках с люминесцентными лампами необходимо следить за исправностью схем включения, своевременно нужно заменять перегоревшие лампы. Следует проверять уровень освещённости в контрольных точках производственного помещения не реже 1 раза в год.

Влияние электромагнитных полей. На подстанции множество источников электромагнитных полей (высоко- и низковольтные кабели, шины, катушки магнитных пускателей, трансформаторы тока и напряжения, а также силовые и т. д.).

Вредное воздействие на работников подстанции оказывают электрические поля промышленной частоты (50 Гц). На ПС 110кВ токоведущими частями создается переменное электромагнитное поле.

Предельно-допустимые уровни (далее ПДУ) напряжённости согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» [25] представлены в таблице 26.

Таблица 26 - напряженности магнитного поля, кА/м

Время воздействия за рабочий день, минуты	ПДУ напряженности, кА/м	
	Общее	Локальное
0-10	24 000	40 000
11-60	16 000	24 000
61-480	8 000	12 000

Электрическое поле неблагоприятно влияет на центральную нервную систему человека, вызывает учащенное сердцебиение, повышенное кровяное давление и температуру тела. Работоспособность человека падает. Он быстро утомляется. Воздействие на человека электрического поля зависит от его напряженности и длительности пребывания в зоне влияния.

Нормирование электромагнитных полей осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируется СанПиН 2.2.4.1191-03[15], ГОСТ 12.1.002-84[16], а для электромагнитных полей радиочастот - в ГОСТ 12.1.006-84[17].

Нормы для электрической напряженности (без применения защитных средств), согласно ГОСТ 12.1.002-84 приведены в таблице 27.

Таблица 27 - допустимое время пребывания в электромагнитном поле

Напряженность поля E, кВ/м	5	10	15	20	25
Допустимое время пребывания в электрическом поле	8 ч	3ч	1,5ч	10 мин	5 мин

Защита от воздействия электромагнитных полей промышленной частоты осуществляется экранированием источников.

Трансформаторы (активная часть) - помещена в металлический маслonaполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах. Шинопроводы прокладываются в металлических коробах, кабели прокладываются в полу.

5.2 Анализ выявленных опасных производственных факторов

Опасный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

Опасные факторы (ГОСТ 12.0.002 - 80)[18]: электрический ток; статическое электричество, пожар, получение механических травм.

Опасными производственными факторами на подстанции являются:

- поражения человека электрическим током;
- механические травмы;
- пожар;

Перед началом работ в условиях производственного риска необходимо выделить опасные для людей зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

К зонам постоянно действующих опасных факторов относятся: места вблизи от незащищенных токоведущих частей электроустановок; места вблизи не огражденных перепадов по высоте 1,3 и более.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить: участки территории вблизи строящегося сооружения; зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов.

Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон.

На границах зон постоянно действующих производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов - сигнальные ограждения и знаки безопасности.

5.3 Электробезопасность

Электрический ток представляет значительную опасность для здоровья человека непосредственно при контакте с токопроводящей поверхностью.

Прохождение электрического тока через тело человека вызывает поражение различных органов, оказывает воздействие на нервную систему, кровеносно-сосудистую систему человека, на кровь, сердце, мозг и т.д. Чаще всего при поражении электрическим током реакцией организма является: судороги, фибрилляция сердца, прекращение дыхания, паралич и ожоги.

Вредное влияние электрического тока зависит от частоты и рода тока, пути прохождения, времени воздействия, состояния кожных покровов, от класса напряжения, режима работы нейтрали сети.

Виды воздействий электрического тока на организм человека:

термическое воздействие тока проявляется в ожогах, нагрев кровеносных сосудов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути протекания тока до критической температуры;

электролитическое действие тока выражается в разложении крови, что нарушает ее состав и функции;

механическое действие тока проявляется в значительном давлении в кровеносных сосудах и мышечных тканях;

биологическое действие тока проявляется в раздражении живых тканей, что вызывает реакцию организма – возбуждение, что и обуславливает непроизвольное сокращение мышц.

При наиболее неблагоприятном исходе воздействие электрического тока может привести к смерти человека.

Основным документом, регламентирующим воздействие электрического тока в производственных условиях, являются ГОСТ 12.1.009-76[27].

К основным средствам защиты от поражения электрическим током можно отнести:

- изоляцию токоведущих частей;
- защитное отключение;
- выравнивание потенциалов;
- защитное заземление;
- зануление.

Согласно ПУЭ для защиты людей от поражения электрическим током требуется применить, по крайней мере, одну из вышеупомянутых защитных мер.

Степень безопасности обслуживания электрических установок во многом зависит от условий эксплуатации и характера среды помещений, в которых электрооборудование установлено. В нашем случае объект исследования относится к категории: помещения без повышенной опасности: сухие, не жаркие, с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, а также помещения с небольшим количеством металлических предметов, конструкций, машин и т. п. или с коэффициентом

заполнения площади $k \leq 0,2$ (т. е. отношением площади, занятой металлическими предметами, к площади всего помещения).

5.4 Опасные механические факторы

Источниками опасных механических производственных факторов могут быть:

1. движущиеся машины и механизмы;
2. незащищенные подвижные элементы производственного оборудования;
3. заготовки, острые кромки, заусенцы;
4. подъемное оборудование;
5. падение предметов с высоты;
6. действие сосудов, работающих под давлением;
7. падение на скользящих поверхностях;
8. действие грузов при подъеме тяжестей и т.д.
9. ручной инструмент (отвертки, ножи, напильники, зубила, молотки, пилы, рубанки);
10. механический инструмент (дрели, перфораторы, электропилы, слесарный, столярный и монтажные инструменты);
11. подъемно-транспортное оборудование (падение груза с высоты).

Широкое разнообразие видов механического движения и действий, которые могут представлять опасность для рабочих, включая в себя: движение вращающихся деталей, возвратно-поступающих плечей, движущихся ремней, шестерней, режущихся зубьев и частей, которые могут толкнуть, ударить или оказать другое динамическое воздействие.

Защита человека от опасности механической травмы

Методы и средства защиты от механической травмы при работе с технологическим оборудованием и инструментами

Для защиты от механической травмы применяют следующие способы:

1. недоступность для человека опасных объектов;
2. применение устройств, защищающих человека от опасного объекта;
3. применение СИЗ.

Защитные устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

1. предотвращать контакт оборудования с человеком;
2. обеспечивать безопасность;
3. закрывать от падающих предметов;
4. не создавать новых опасностей;
5. не создавать помех.

Наибольшее применение для защиты от механической травмы машин, механизмов, инструмента применяют ограждающие, предохранительные, тормозящие устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

1. Ограждающие устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин. Ограждающие устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными. Они выполняются в виде защитных: кожухов, козырьков, барьеров, экранов. Их изготавливают из металлов, пластмасс, дерева. Они могут быть как сплошными, так и сетчатыми.

2. Предохранительные (блокирующие) устройства предназначены для автоматического отключения машин и оборудования, при отклонении от нормального режима работы, или попадания человека в опасную зону. Предохранительные устройства могут останавливать оборудование или машины, если рука или другая часть тела непредумышленно попала в опасную зону

5.5 Экологическая безопасность

Природоохранной является любая деятельность, направленная на сохранение качества окружающей среды на уровне, обеспечивающем устойчивость биосферы. К ней относится как крупномасштабная, осуществляемая на общегосударственном уровне деятельность по сохранению эталонных образцов нетронутой природы и сохранению разнообразия видов на Земле, организации научных исследований, подготовке специалистов-экологов и воспитанию населения, так и деятельность отдельных предприятий по очистке от вредных веществ сточных вод и отходящих газов, снижению норм использования природных ресурсов и т. д. Такая деятельность осуществляется в основном инженерными методами.

Существуют два основных направления природоохранной деятельности предприятий. Первое - очистка вредных выбросов. Этот путь «в чистом виде» малоэффективен, так как с его помощью далеко не всегда удастся полностью прекратить поступление вредных веществ в биосферу. К тому же сокращение уровня загрязнения одного компонента окружающей среды ведет к усилению загрязнения другого.

Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, резко сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ. Наконец, работа большей части очистных сооружений требует значительных энергетических затрат, что, в свою очередь, тоже небезопасно для окружающей среды.

Для достижения высоких эколого-экономических результатов необходимо процесс очистки вредных выбросов совместить с процессом утилизации уловленных веществ, что сделает возможным объединение первого направления со вторым.

Второе направление — устранение самих причин загрязнения, что требует разработки малоотходных, а в перспективе и безотходных технологий производства, которые позволяли бы комплексно использовать исходное сырье и утилизировать максимум вредных для биосферы веществ.

Заботясь о совершенствовании инженерной охраны окружающей природной среды, надо помнить, что никакие очистные сооружения и безотходные технологии не смогут восстановить устойчивость биосферы, если будут превышены допустимые (пороговые) значения сокращения естественных, не преобразованных человеком природных систем, в чем проявляется действие закона незаменимости биосферы.

Таким порогом может оказаться использование более 1% энергетики биосферы и глубокое преобразование более 10% природных территорий (правила одного и десяти процентов). Поэтому технические достижения не снимают необходимости решения проблем изменения приоритетов общественного развития, стабилизации народонаселения, создания достаточного числа заповедных территорий и других, рассмотренных ранее.

Охрана окружающей среды на ПС 110/35/10 кВ «Колпашево» должна осуществляться в соответствии с федеральным законом "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 №7-ФЗ, а так же в соответствии с территориальными законами и правилами, иными другими правилами и законами России «Об охране окружающей среды», так же территориальных органов контроля и Комитета по охране окружающей среды.

В период реконструкции подстанции:

- уровень загрязнения атмосферного воздуха от источника предприятия не превысит санитарных нормативов, даже с учетом существующего фона;

- строительство объекта не сопряжено с каким-либо существенным воздействием на геологическую среду и подземные воды, и таким образом, не приведет к отрицательным изменениям данных компонентов ОС;

- строительство проектируемого объекта не окажет негативного воздействия на состояние природных вод;

- строительство объекта не приведет к негативному воздействию на растительный и животный мир прилегающих к участку отвода территорий;

- основным источником шума в период строительства объекта будет являться работа строительной техники. Вклад в общий уровень шума будет крайне незначительным;

- при проведении строительных работ возведение и использование крупных источников загрязняющих веществ, могущих повлиять на ОС и здоровье населения - не планируется;

- основными источниками отходов, образующихся в данный период, будут являться строительные материалы. Преобладающим видом отходов будет – отходы битума, демонтированный песок. Остальные виды представлены только небольшим количеством. Все, образующиеся в результате реконструкции объекта, отходы запланировано временно хранить и утилизировать (по мере накопления) в соответствии с действующими санитарно – экологическими требованиями;

- реконструкция объекта не приведет к ухудшению современного состояния здоровья населения ближайших жилых зон.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в

результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р.22.0.02-94).

Основными причинами возникновения ЧС могут быть:

- 1) результат стихийных бедствий и особо опасных инфекций;
- 2) воздействие внешних природных факторов, приводящих к старению или коррозии металлов, конструкций, сооружений и снижение их физико-механических показателей;
- 3) проектно-производственные дефекты сооружений (ошибки при изысканиях и проектировании, плохое качество строительных материалов и конструкций, нарушения в технологии изготовления и строительства);
- 4) воздействия технологических процессов промышленного производства на материалы сооружений (нагрузки, высокие температуры, вибрация);
- 5) нарушение правил эксплуатации сооружений;
- 6) нарушение правил техники безопасности при ведении работ;
- 7) ошибки, связанные с низким уровнем профессиональной подготовки рабочих и их некомпетентностью и безответственностью.

Согласно ГОСТ Р22.8.01-96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования», Федеральным законам: «О защите населения от ЧС природного и техногенного характера», повышение устойчивости функционирования объектов в ЧС заключается в заблаговременной разработке и осуществлении комплекса инженерно-технических мероприятий, организационных и экономических, направленных:

- на предотвращение производственных аварий и катастроф; средств поражения, от вторичных факторов и стихийных бедствий;
- на создание условий для восстановления нарушенного производства в минимальные сроки;
- на обеспечение жизнедеятельности населения.

Надежная защита работающих является важнейшей задачей повышения устойчивости работы любого предприятия.

Важнейшим элементом подготовки к защите является обучение работающих умелому применению средств и способов защиты в условиях ЧС.

Здания и сооружения на предприятии необходимо размещать рассредоточено. Между зданиями должны быть противопожарные разрывы шириной не менее суммарной высоты двух соседних зданий.

Само оборудование должно располагаться под специальными устройствами в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих его от повреждения обломками разрушающихся конструкций. Кроме того, оборудование должно быть прочно закреплено на фундаменте болтами. Целесообразно также размещать наиболее ценное оборудование в отдельно стоящих зданиях павильонного типа.

Для повышения устойчивости систем электроснабжения электроэнергия должна поступать с двух направлений, а при питании с одного направления необходимо предусмотреть автономный (аварийный) источник, например, передвижную электростанцию.

При реконструкции ПС «Колпашево» 110/35/10 кВ, в связи с сохранением генплана, дополнительных мероприятий по гражданской обороне и ЧС не требуется.

Инженерно – технические мероприятия по предупреждению ЧС природного и техногенного характера предусматриваются:

- для предотвращения постороннего вмешательства в деятельность объекта используется существующее ограждение ПС;
- эвакуация людей с территории объекта предусматривается через существующие ворота и калитку, имеющие специальные замки, открываемые изнутри без ключа, а снаружи – только ключом;
- для въезда на ПС специальных машин и механизмов предусмотрены существующие ворота, обеспечивающие возможность подъезда к оборудованию.

Пожарная безопасность

Основными причинами пожаров на объекте, могут послужить короткие замыкания электропроводки шкафов релейной защиты из-за перегрузки токовых цепей, старения изоляции или внешних механических воздействий. Причиной пожаров могут послужить и неправильные действия оперативного персонала при выполнении различных коммутаций с электрооборудованием, а также открытый огонь (курение, искры), удар молнии.

Анализ пожаро- и взрывоопасности.

Согласно НПБ 105-03[29] помещения и здания по пожаро- и взрывоопасности классифицируются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д. Помещение ПС относится к категории В1 - пожароопасное, т.е. помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Согласно ПУЭ классом зоны пожароопасности этих помещений является П-2а, т.е. это зона, расположенная в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества. Степень защиты электрооборудования:

- стационарное IP44;
- передвижное IP54;
- светильник IP20.

Мероприятия противопожарной профилактики:

- регулярные проверки уровня пожарной безопасности всего объекта, а также отдельных его участков, проводимые согласно с установленной законом периодичностью;
- строгий контроль своевременности выполнения разработанных мероприятий;

– пожарно-техническое обследование (ПТО) объекта представителями Госпожарнадзора, с последующим вручением ими предписаний, обязательных для исполнения. Обеспечение контроля выполнения предписанных указаний, и приказов, изданных в связи с ними;

– контроль выполнения противопожарных требований на новых объектах строительства, в ходе реконструкции и переоборудования разного рода помещений (складов, цехов, мастерских и т.д.), обеспечение постоянного контроля во время проведения пожароопасных работ;

– организация занятий и инструктажей среди сотрудников и рабочих объекта, посвященных вопросам пожарной безопасности (ПБ), с временно работающими рабочими, прибывающих на объект из других организаций и предприятий. Проведение других агитационных и пропагандирующих пожарную безопасность мероприятий;

– обеспечение исправности и правильных условий содержания первичных и стационарных автоматических средств пожаротушения, водоснабжения и систем оповещения;

– организация и подготовка добровольных пожарных дружин, специальных боевых расчетов, занимающихся профилактической работой, тушением пожаров и возгораний;

– установка автоматических систем пожарной безопасности и противопожарных дверей, охватывающих помещения и отдельные агрегаты. Средства пожаротушения.

Средства пожаротушения подразделяются:

- организационные (вынужденная эвакуация людей при пожаре);
- эксплуатационные (вода, водо-химические растворы, огнетушащие пены, инертные газы, ингибиторы и флегматизаторы и т.д.);
- режимные (системы автоматической сигнализации и автоматического пожаротушения, противодымовая защита).

Для обеспечения пожаробезопасности в помещении имеются два углекислотных огнетушителя типа ОУ - 5 (согласно ГОСТ 12.1.004 - 88 ССБТ в помещении ВЦ устанавливается не менее двух огнетушителей, либо исходя из условия один огнетушитель на 40 - 50 м² площади). Установлена система автоматической пожарной сигнализации (реагирует на появление дыма, кроме того, она формирует сигнал на включение системы аварийной вентиляции дымоудаления, других устройств). В коридоре установлен пожарный кран.

Организационные меры по обеспечению пожаробезопасности.

Во избежание пожаров необходимо периодически производить инструктаж с пользователями по пожаробезопасности, приносить и хранить в комнатах взрывопожароопасные материалы.

При обнаружении пожара, необходимо:

- вызвать пожарную охрану по «01»;
- обеспечить вынужденную эвакуацию всех людей;
- до прибытия команды ПО принять все необходимые меры по тушению пожара

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из федерального закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ. Среди них можно выделить федеральный закон “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”. Для реализации этих законов приняты Постановления Правительства РФ “О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда”, “О службе охраны труда”, “О Федеральной инспекции труда” и др.

Управление охраной труда осуществляет блок федеральных органов исполнительной власти, руководимый Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития). Оно осуществляет функции государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения и социального развития, социального страхования, условий и охраны труда и т. д.

Функции по контролю и надзору, которые ранее осуществлялись Санэпиднадзором Минздрава России, переданы Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) осуществляет функции по надзору и контролю в сфере труда, а также государственный надзор и контроль за соблюдением, в частности, трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права; установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию (Росздрав) организует деятельность по установлению связи заболевания с профессией, государственной службы медико-социальной экспертизы и др.

Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор) осуществляет контроль за порядком организации осуществления медико-социальной экспертизы; порядком установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и др.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) — государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением санитарного законодательства; организует деятельность системы санитарно-эпидемиологической службы РФ.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места.
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевод на другое рабочее место, окончания работы.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- установлено заземление (включены заземляющие ножи, а там где они отсутствуют, установлены переносные заземления);

- вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

Список использованных источников

1. Гологорский Е.Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-500 кВ / Е. Г. Гологорский, А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков. Под ред. Е. Г. Гологорского. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 344 с.: ил.
2. Схема и программа перспективного развития электроэнергетики Томской области на период 2012-2016 годов. Утверждены распоряжением Администрации Томской области от 16.06.2011 №560;
3. Справочник по проектированию электрических сетей. / Под ред. Файбисовича Д.А. – М.: Изд-во ЭНАС, 2006. – 320 с.;
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 13109-97 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения" (введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 28 августа 1998 г. N 338
5. Правила устройства электроустановок ПУЭ. – 7-е изд. – М.: НЦ ЭНАС, 1999. – 640 с.
6. Правила устройства электроустановок ПУЭ. – 6-е изд.
7. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.;
8. СНиП 23-01-99 Строительные нормы и правила Российской Федерации. Строительная климатология.
9. Рабочая документация 34.51.101-90. Инструкция по выбору изоляции электроустановок
10. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с. – (Кодексы. Законы. Нормы).

					ФЮРА.140205.001 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Апевалин Д.Л</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Заповодников К.И</i>				100	115
<i>Реценз</i>					СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ТПУ ИнЭО гр. 3-9201		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утвердил</i>							

11. СНиП 23-03-2003 «Строительные нормы и правила. Защита от шума»
12. ГОСТ 12.1005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
13. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
14. ГОСТ 12.2.023-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя».
15. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».
16. ГОСТ - 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».
Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
17. ГОСТ 12.0.002-80 «Система стандартов безопасности труда. Термины и определения».
18. ГОСТ 12.1.004 – 88 «Пожарная безопасность. Общие требования».
19. ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий».
20. ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности»
21. ГОСТ Р 50949 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности»
22. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
23. СанПиН 2.2.4.0-95 «Гигиенические требования при работе в условиях воздействия постоянных магнитных полей»
24. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»

25. ГОСТ 12.1.002.-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»

26. ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

27. ГОСТ 12.1.009-76 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения».

28. НПБ 105-03 «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности »

29. ГОСТ 12.1.004 - 88 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования.»

Приложение А

Таблица А.1. Результаты расчета нормального режима по узлам.

Название	N	Код	Uстарт	Uрасч	dU	Pн0	Qн0	Uнорм	Uном	Pг	Qг	Qmin	Qmax
пс чажем 220	1	11	220	221,34	-3,6			220	220				
пс чажем ст	2	11	220	210,3	-11,1			220	220				
пс чажем 10	3	11	10	9,95	-12,5	10,27	4,37	10	10				
пс чажем 110	13	11	110	117,15	-11,1			110	110				
пс чаж(с)110	26	11	110	117,14	-11,1			110	110				
пс чаж(с)10	27	11	10	11,37	-14,3	3,42	1,46	10	10				
пс волод 220	4	1100	230	230				230	220	456,8	107,4	-1000	1000
пс волод ст	5	11	220	218,28	-8,4			220	220				
пс волод 10	76	11	10	9,62	-17,1	68,48	29,16	10	10				
пс волод 110	6	11	110	114,7	-8,4			110	110				
пс мель220	7	11	220	225,7	-1,9			220	220				
пс мель ст	8	11	220	218,05	-9,2			220	220				
пс мель 110	9	11	110	114,5	-9,2			110	110				
пс2мель 110	10	11	110	114,39	-9,3			110	110				
пс2мель 35	77	11	35	35,79	-12,7	12	5,1	35	35				
пс2мель ст	11	11	110	111	-12,7			110	110				
пс2мель 10	12	11	10	10,59	-13	2,12	0,9	10	10				
пс нов 110	14	11	110	114,65	-14,1			110	110				
пс нов ст	15	11	110	108,84	-19,7			110	110				
пс нов 35	16	11	35	36,3	-19,6	4,62	1,95	35	35				
пс нов 10	17	11	10	10,36	-20,2	0,81	0,35	10	10				
пс колп 110	18	11	110	112,48	-17,6			110	110		26		
пс колп ст	20	11	110	109,08	-21,2			110	110				
пс колп 35	19	11	35	35,87	-21,2	36,96	15,73	35	35				

Продолжение таблицы А.1.

пс колп 10	21	11	10	10,41	-21,5	6,52	2,78	10	10				
пс типс 110	22	11	110	111,57	-18,4			110	110				
пс типс ст	23	11	110	107,98	-22			110	110				
пс типс 35	24	11	35	36,06	-21,9	5,81	2,48	35	35				
пс типс 10	25	11	10	10,3	-22,3	1,03	0,44	10	10				
пс кол,гр110	28	11	110	114,72	-12			110	110				
пс кол,гр10	29	11	10	10,64	-15,3	6,84	2,92	10	10				
пс молч 110	30	11	110	113,7	-10,8			110	110				
пс моч 10	31	11	10	10,53	-14,1	3,42	1,46	10	10				
пс крив 110	32	11	110	113,36	-10			110	110				
пс крив 10	33	11	10	10,64	-12,1	6,84	2,92	10	10				
пс воло 110	34	11	110	114,62	-8,6			110	110				
пс воло 10	35	11	10	10,63	-11,9	3,42	1,46	10	10				
пс тунг 110	36	11	110	112,44	-12,1			110	110				
пс тунг ст	37	11	110	108,88	-15,7			110	110				
пс тунг 35	38	11	35	36,36	-15,6	5,81	2,48	35	35				
пс тунг 10	39	11	10	10,39	-16	1,03	0,44	10	10				
пс м нпс 110	40	11	110	111,63	-12			110	110				
пс м нпс 10	41	11	10	9,87	-15,5	27,18	11,58	10	10				
пс подго 110	42	11	110	110,92	-14,6			110	110				
пс подго ст	44	11	110	104,74	-23,2			110	110				
пс подго 35	43	11	35	34,93	-23,2	4,62	1,95	35	35				
пс подго 10	45	11	10	9,86	-25	6,84	2,92	10	10				
пс ус-бак110	46	11	110	110,54	-15,6			110	110				
пс ус-бак10	47	11	10	10,22	-19,2	6,84	2,92	10	10				
пс выс яр110	48	11	110	111,23	-17,2			110	110		26		
пс выс яр ст	49	11	110	107,7	-20,9			110	110				
пс выс яр 35	50	11	35	34,72	-20,8	9,23	3,91	35	35				

Продолжение таблицы А.1

пс выс яр 10	51	11	10	10,24	-21,5	1,63	0,69	10	10				
пс выс яр 10	51	11	10	10,24	-21,5	1,63	0,69	10	10				
пс бакчар110	52	11	110	109,79	-16,6			110	110				
пс бакчар ст	53	11	110	106,13	-20,4			110	110				
пс бакчар35	54	11	35	35,44	-20,3	5,81	2,48	35	35				
пс бакчар10	55	11	10	10,12	-20,7	1,03	0,44	10	10				
пс поротн110	56	11	110	109,45	-16,1			110	110				
пс поротн10	57	11	10	10,12	-19,8	10,86	4,62	10	10				
пс плотни110	58	11	110	110,59	-13,7			110	110				
пс плотни10	59	11	10	10,34	-16,1	4,78	2,04	10	10				
пс маркел110	60	11	110	111,99	-11,7			110	110				
пс маркел10	61	11	10	10,37	-15,1	6,84	2,92	10	10				
пс пес-ду110	62	11	110	112,17	-9,7			110	110				
пс пес-ду ст	63	11	110	108,71	-13,3			110	110				
пс пес-ду35	65	11	35	35,06	-13,3	14,77	6,29	35	35				
пс пес-ду10	64	11	10	10,37	-13,7	2,61	1,11	10	10				
пс каргал110	66	11	110	114,17	-9,2			110	110				
пс каргал110	67	11	110	114,17	-9,2			110	110				
пс каргал ст	68	11	110	106,91	-15,9			110	110				
пс каргал35	70	11	35	35,13	-15,8	9,23	3,91	35	35				
пс каргал10	69	11	10	10,02	-18,1	10,86	4,62	10	10				
пс гусево110	71	11	110	114,35	-8,9			110	110				
пс гусево110	72	11	110	114,27	-8,9			110	110				
пс гусево ст	73	11	110	110,78	-12,3			110	110				
пс гусево35	74	11	35	35,73	-12,3	5,81	2,48	35	35				
пс гусево10	75	11	10	10,2	-12,6	1,03	0,44	10	10				
пс асино 220	78	11	220	223,88	-5,4			220	220				
пс асино ст	79	11	220	222,7	-7,4			220	220				

Продолжение таблицы А.1

пс асино 10	80	11	10	10,52	-9	20,54	8,74	10	10				
пс асино 110	81	11	110	117,12	-7,4			110	110				
пс н-ник 110	82	11	110	116,71	-7,9			110	110				
пс н-ник 10	83	11	10	10,83	-11	6,84	2,92	10	10				
пс батур 110	84	11	110	116,73	-8,1			110	110				
пс батур 10	85	11	10	10,43	-9	1,48	0,92	10	10				
пс кожев 110	86	11	110	109,14	-13,9			110	110				
пс кожев ст	87	11	110	105,84	-17,4			110	110				
пс кожев 35	88	11	35	34,78	-17,4	9,23	3,9	35	35				
пс кожев 10	89	11	10	10,11	-17,6	0,81	0,34	10	10				
пс ургам 110	90	11	110	107,51	-15,6			110	110				
пс ургам 10	91	11	10	9,92	-19,3	6,84	2,92	10	10				
пс ворон 110	92	11	110	106,52	-17,2			110	110				
пс ворон ст	93	11	110	101,65	-25,1			110	110				
пс ворон 35	94	11	35	34,56	-25	4,61	1,95	35	35				
пс ворон 10	95	11	10	10,16	-26,2	4,23	1,8	10	10				
пс чилин 110	96	11	110	107,59	-19			110	110		26		
пс чилин ст	97	11	110	103,93	-22,9			110	110				
пс чилин 35	98	11	35	34,15	-22,9	9,23	3,9	35	35				
пс чилин 10	99	11	10	9,91	-23,3	1,62	0,69	10	10				
пс перво 110	100	11	110	116,39	-7,8			110	110				
пс перво ст	101	11	110	113,07	-11,1			110	110				
пс перво 35	102	11	35	36,45	-11	9,23	3,9	35	35				
пс перво 10	103	11	10	10,42	-11,4	1,62	0,69	10	10				
пс комсо 110	104	11	110	113,36	-12,7			110	110				
пс комсо ст	105	11	110	109,93	-16,2			110	110				
пс комсо 35	106	11	35	36,13	-16,2	4,61	1,95	35	35				

Продолжение таблицы А.1

пс комсо 10	107	11	10	10,49	-16,5	0,81	0,34	10	10										
пс ул-юл 110	108	11	110	111,87	-14,9			110	110										
пс ул-юл ст	109	11	110	108,32	-18,5			110	110										
пс ул-юл 35	110	11	35	36,18	-18,5	2,9	1,24	35	35										
пс ул-юл 10	111	11	10	10,33	-18,8	0,51	0,21	10	10										
пс сайга 110	112	11	110	110,87	-16,8			110	110										
пс сайга 10	113	11	10	10,56	-20,3	2,97	1,84	10	10										
пс ягод 110	114	11	110	110,38	-18			110	110										
пс ягод 10	115	11	10	10,51	-21,5	1,48	0,92	10	10										
пс бе яр 110	116	11	110	110,01	-19,1			110	110										
пс бе яр 10	117	11	10	9,75	-26,7	10,86	4,62	10	10										
пс клюк 110	118	1010	110	110	-19,9			110	110				8,3	-25	26				
пс клюк ст	119	11	110	106,36	-23,6			110	110										
пс клюк 35	120	11	35	35,52	-23,5	5,81	2,48	35	35										
пс клюк 10	121	11	10	10,14	-23,9	1,02	0,43	10	10										
пс перво 110	122	11	110	114,65	-10,9			110	110										

Таблица А.2. Результаты расчета нормального режима по ветвям.

Название Ni	Название Nj	Ni	Nj	Nп	Ui	Pij	Qij	Iij	Uj	Pji	Qji	Iji	dPн	dQн	dPобщ	dQобщ	Qг/Qтрхх	Кт
пс чажем 220	пс чажем ст	1	2	1	221,3	58,9	26,6	0,17	210,3	-58,8	-17,7	0,17	0,12	8,86	0,12	8,86		1
пс чажем 220	пс чажем ст	1	2	2	221,3	58,9	26,6	0,17	210,3	-58,8	-17,7	0,17	0,12	8,86	0,12	8,86		1
пс чажем 220	пс волод 220	1	4	1	221,3	-58,9	-26,6	0,17	230	59,9	12,6	0,15	1,01	4,53	1,01	-13,93	-18,46	
пс чажем 220	пс волод 220	1	4	2	221,3	-58,9	-26,6	0,17	230	59,9	12,6	0,15	1,01	4,53	1,01	-13,93	-18,46	
пс чажем ст	пс чажем 10	2	3	1	210,3	5,1	2,3	0,02	10	-5,1	-2,2	0,32	0	0,14	0	0,14		20,909
пс чажем ст	пс чажем 10	2	3	2	210,3	5,1	2,3	0,02	10	-5,1	-2,2	0,32	0	0,14	0	0,14		20,909
пс чажем ст	пс чажем 110	2	13	1	210,3	53,6	15,4	0,15	117,2	-53,5	-15,4	0,27	0,1	0	0,1	0		1,792
пс чажем ст	пс чажем 110	2	13	2	210,3	53,6	15,4	0,15	117,2	-53,5	-15,4	0,27	0,1	0	0,1	0		1,792

Продолжение таблицы А.2.

пс волод 220	пс волод ст	4	5	1	230	70,7	30,1	0,19	218,3	-70,5	-18,5	0,19	0,16	11,61	0,16	11,61		1
пс волод 220	пс волод ст	4	5	2	230	70,7	30,1	0,19	218,3	-70,5	-18,5	0,19	0,16	11,61	0,16	11,61		1
пс волод 220	пс мель220	4	7	1	230	61,5	12,7	0,16	225,7	-60,9	-19,7	0,16	0,62	2,3	0,62	-6,96	-9,26	
пс волод 220	пс мель220	4	7	2	230	61,5	12,7	0,16	225,7	-60,9	-19,7	0,16	0,62	2,3	0,62	-6,96	-9,26	
пс волод 220	пс асино 220	4	78	1	230	72,6	-3,5	0,18	223,9	-71	-11,3	0,19	1,54	6,9	1,54	-14,87	-21,77	
пс волод ст	пс волод 110	5	6	1	218,3	36,2	-2,8	0,1	114,7	-36,2	2,8	0,18	0,04	0	0,04	0		1,901
пс волод ст	пс волод 110	5	6	2	218,3	36,2	-2,8	0,1	114,7	-36,2	2,8	0,18	0,04	0	0,04	0		1,901
пс волод ст	пс волод 10	5	76	1	218,3	34,3	21,3	0,11	9,6	-34,2	-14,6	2,23	0,1	6,7	0,1	6,7		20,909
пс волод ст	пс волод 10	5	76	2	218,3	34,3	21,3	0,11	9,6	-34,2	-14,6	2,23	0,1	6,7	0,1	6,7		20,909
пс волод 110	пс гусево110	6	71	1	114,7	11,6	-0,6	0,06	114,4	-11,6	-0,1	0,06	0,04	0,1	0,04	-0,72	-0,82	
пс волод 110	пс гусево110	6	71	2	114,7	9,1	-0,7	0,05	114,4	-9,1	-0,3	0,05	0,03	0,08	0,03	-0,97	-1,04	
пс мель220	пс мель ст	7	8	1	225,7	60,9	19,7	0,16	218,1	-60,8	-11,3	0,16	0,11	8,36	0,11	8,36		1
пс мель220	пс мель ст	7	8	2	225,7	60,9	19,7	0,16	218,1	-60,8	-11,3	0,16	0,11	8,36	0,11	8,36		1
пс мель ст	пс мель 110	8	9	1	218,1	60,8	11,3	0,16	114,5	-60,7	-11,3	0,31	0,11	0	0,11	0		1,901
пс мель ст	пс мель 110	8	9	2	218,1	60,8	11,3	0,16	114,5	-60,7	-11,3	0,31	0,11	0	0,11	0		1,901
пс мель 110	пс2мель 110	9	10	1	114,5	52,8	3,8	0,27	114,4	-52,8	-3,8	0,27	0,05	0,05	0,05	0,03	-0,02	
пс мель 110	пс2мель 110	9	10	2	114,5	52,8	3,8	0,27	114,4	-52,8	-3,8	0,27	0,05	0,05	0,05	0,03	-0,02	
пс мель 110	пс пес-ду110	9	62	1	114,5	9,1	3	0,05	112,2	-9	-4,4	0,05	0,15	0,16	0,15	-1,42	-1,58	
пс2мель 110	пс2мель ст	10	11	1	114,4	8,7	4,4	0,05	111	-8,7	-3,7	0,05	0,02	0,65	0,02	0,65		1
пс2мель 110	пс2мель ст	10	11	2	114,4	5,5	2,7	0,03	111	-5,4	-2,3	0,03	0,01	0,4	0,01	0,4		1
пс2мель ст	пс2мель 10	11	12	1	111	1,3	0,6	0,01	10,6	-1,3	-0,6	0,08	0	0,01	0	0,01		10,454
пс2мель ст	пс2мель 10	11	12	2	111	0,8	0,3	0	10,6	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,454
пс2мель ст	пс2мель 35	11	77	1	111	7,9	3,4	0,04	35,8	-7,9	-3,4	0,14	0,02	0	0,02	0		3,096
пс2мель ст	пс2мель 35	11	77	2	111	4,1	1,7	0,02	35,8	-4,1	-1,7	0,07	0,01	0	0,01	0		3,096
пс чажем 110	пс нов 110	13	14	1	117,2	60,9	2,6	0,3	114,6	-59,7	-0,5	0,3	1,22	3,18	1,22	2,13	-1,05	
пс чажем 110	пс чаж(с)110	13	26	1	117,2	1,7	0,7	0,01	117,1	-1,7	-0,9	0,01	0	0	0	-0,1	-0,1	
пс чажем 110	пс чаж(с)110	13	26	2	117,2	1,7	0,7	0,01	117,1	-1,7	-0,8	0,01	0	0	0	-0,1	-0,1	
пс чажем 110	пс кол,гр110	13	28	1	117,2	21,4	13,3	0,12	114,7	-21,1	-13,9	0,13	0,24	0,61	0,24	-0,55	-1,16	

Продолжение таблицы А.2.

пс чажем 110	пс кол,гр110	13	28	2	117,2	21,4	13,3	0,12	114,7	-21,1	-13,9	0,13	0,24	0,61	0,24	-0,55	-1,16	
пс нов 110	пс нов ст	14	15	1	114,6	5,5	3	0,03	108,8	-5,5	-2,3	0,03	0,03	0,67	0,03	0,67		1
пс нов 110	пс колп 110	14	18	1	114,6	54,2	-2,5	0,27	112,5	-53	4,5	0,27	1,23	3,21	1,23	1,97	-1,23	
пс нов ст	пс нов 35	15	16	1	108,8	4,6	2	0,03	36,3	-4,6	-2	0,08	0,02	0	0,02	0		2,987
пс нов ст	пс нов 10	15	17	1	108,8	0,8	0,4	0	10,4	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,454
пс колп 110	пс колп ст	18	20	1	112,5	21,8	10,9	0,13	109,1	-21,8	-9,3	0,13	0,04	1,67	0,04	1,67		1
пс колп 110	пс колп ст	18	20	2	112,5	21,8	10,9	0,13	109,1	-21,8	-9,3	0,13	0,04	1,67	0,04	1,67		1
пс колп 110	пс типс 110	18	22	1	112,5	9,3	-0,4	0,05	111,6	-9,3	-0,9	0,05	0,07	0,13	0,07	-1,29	-1,42	
пс колп ст	пс колп 35	20	19	1	109,1	18,5	7,9	0,11	35,9	-18,5	-7,9	0,32	0,03	0	0,03	0		3,037
пс колп ст	пс колп 35	20	19	2	109,1	18,5	7,9	0,11	35,9	-18,5	-7,9	0,32	0,03	0	0,03	0		3,037
пс колп ст	пс колп 10	20	21	1	109,1	3,3	1,4	0,02	10,4	-3,3	-1,4	0,2	0	0,02	0	0,02		10,454
пс колп ст	пс колп 10	20	21	2	109,1	3,3	1,4	0,02	10,4	-3,3	-1,4	0,2	0	0,02	0	0,02		10,454
пс типс 110	пс типс ст	22	23	1	111,6	3,4	1,7	0,02	108	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,27	0,01	0,27		1
пс типс 110	пс типс ст	22	23	2	111,6	3,4	1,7	0,02	108	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,27	0,01	0,27		1
пс типс ст	пс типс 35	23	24	1	108	2,9	1,2	0,02	36,1	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс типс ст	пс типс 35	23	24	2	108	2,9	1,2	0,02	36,1	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс типс ст	пс типс 10	23	25	1	108	0,5	0,2	0	10,3	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс типс ст	пс типс 10	23	25	2	108	0,5	0,2	0	10,3	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс чаж(с)110	пс чаж(с)10	26	27	1	117,1	3,4	1,7	0,02	11,4	-3,4	-1,5	0,19	0,02	0,24	0,02	0,24		10
пс кол,гр110	пс кол,гр10	28	29	1	114,7	3,4	1,7	0,02	10,6	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,25	0,02	0,25		10,454
пс кол,гр110	пс кол,гр10	28	29	2	114,7	3,4	1,7	0,02	10,6	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,25	0,02	0,25		10,454
пс кол,гр110	пс молч 110	28	30	1	114,7	-9,9	8,5	0,07	113,7	10	-10	0,07	0,11	0,3	0,11	-1,52	-1,82	
пс кол,гр110	пс тунг 110	28	36	1	114,7	7,6	14,2	0,08	112,4	-7,5	-15,2	0,09	0,12	0,31	0,12	-0,95	-1,26	
пс кол,гр110	пс подго 110	28	42	1	114,7	37,6	1,6	0,19	110,9	-36,5	-1,1	0,19	1,19	1,71	1,19	0,5	-1,21	
пс молч 110	пс моч 10	30	31	1	113,7	3,4	1,7	0,02	10,5	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,25	0,02	0,25		10,454
пс молч 110	пс крив 110	30	32	1	113,7	-13,4	8,3	0,08	113,4	13,5	-9	0,08	0,08	0,22	0,08	-0,71	-0,93	
пс крив 110	пс крив 10	32	33	1	113,4	3,4	1,6	0,02	10,6	-3,4	-1,5	0,2	0,01	0,16	0,01	0,16		10,454
пс крив 110	пс крив 10	32	33	2	113,4	3,4	1,6	0,02	10,6	-3,4	-1,5	0,2	0,01	0,16	0,01	0,16		10,454

Продолжение таблицы А.2.

пс крив 110	пс воло 110	32	34	1	113,4	-20,4	5,8	0,11	114,6	20,7	-6,4	0,11	0,37	0,42	0,37	-0,6	-1,02	
пс воло 110	пс волод 110	34	6	1	114,6	-24,2	4,7	0,12	114,7	24,2	-4,8	0,12	0,04	0,1	0,04	-0,09	-0,18	
пс воло 110	пс воло 10	34	35	1	114,6	3,4	1,7	0,02	10,6	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,25	0,02	0,25		10,454
пс тунг 110	пс тунг ст	36	37	1	112,4	3,4	1,7	0,02	108,9	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,26	0,01	0,26		1
пс тунг 110	пс тунг ст	36	37	2	112,4	3,4	1,7	0,02	108,9	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,26	0,01	0,26		1
пс тунг 110	пс м нпс 110	36	40	1	112,4	0,6	11,7	0,06	111,6	-0,6	-12,2	0,06	0,03	0,09	0,03	-0,53	-0,62	
пс тунг ст	пс тунг 35	37	38	1	108,9	2,9	1,2	0,02	36,4	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс тунг ст	пс тунг 35	37	38	2	108,9	2,9	1,2	0,02	36,4	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс тунг ст	пс тунг 10	37	39	1	108,9	0,5	0,2	0	10,4	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс тунг ст	пс тунг 10	37	39	2	108,9	0,5	0,2	0	10,4	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс м нпс 110	пс волод 110	40	6	1	111,6	-26,7	-1,4	0,14	114,7	27,3	0,6	0,14	0,67	1,74	0,67	-0,85	-2,59	
пс м нпс 110	пс м нпс 10	40	41	1	111,6	13,6	6,8	0,08	9,9	-13,6	-5,8	0,86	0,05	1,04	0,05	1,04		10,952
пс м нпс 110	пс м нпс 10	40	41	2	111,6	13,6	6,8	0,08	9,9	-13,6	-5,8	0,86	0,05	1,04	0,05	1,04		10,952
пс подго 110	пс подго ст	42	44	1	110,9	12,4	5,3	0,07	104,7	-12,3	-3,2	0,07	0,07	2,11	0,07	2,11		1
пс подго 110	пс подго ст	42	44	2	110,9	7,8	3,3	0,04	104,7	-7,8	-2	0,04	0,06	1,33	0,06	1,33		1
пс подго 110	пс ус-бак110	42	46	1	110,9	16,2	-7,5	0,09	110,5	-16	7	0,09	0,19	0,27	0,19	-0,52	-0,79	
пс подго ст	пс подго 35	44	43	1	104,7	-71,4	1,2	0,39	34,9	73,7	-1,2	1,22	2,32	0	2,32	0		3,096
пс подго ст	пс подго 35	44	43	2	104,7	84,7	0,7	0,47	34,9	-78,3	-0,7	1,29	6,34	0,01	6,34	0,01		2,774
пс подго ст	пс подго 10	44	45	1	104,7	4,2	2	0,03	9,9	-4,2	-1,8	0,27	0,01	0,16	0,01	0,16		10,454
пс подго ст	пс подго 10	44	45	2	104,7	2,7	1,2	0,02	9,9	-2,7	-1,1	0,17	0,01	0,1	0,01	0,1		10,454
пс ус-бак110	пс ус-бак10	46	47	1	110,5	3,4	1,7	0,02	10,2	-3,4	-1,5	0,21	0,02	0,27	0,02	0,27		10,454
пс ус-бак110	пс ус-бак10	46	47	2	110,5	3,4	1,7	0,02	10,2	-3,4	-1,5	0,21	0,02	0,27	0,02	0,27		10,454
пс ус-бак110	пс выс яр110	46	48	1	110,5	9,1	-10,4	0,07	111,2	-8,9	9,2	0,07	0,22	0,31	0,22	-1,28	-1,59	
пс выс яр110	пс выс яр ст	48	49	1	111,2	5,5	2,7	0,03	107,7	-5,4	-2,3	0,03	0,02	0,43	0,02	0,43		1
пс выс яр110	пс выс яр ст	48	49	2	111,2	5,5	2,7	0,03	107,7	-5,4	-2,3	0,03	0,02	0,43	0,02	0,43		1
пс выс яр110	пс бакчар110	48	52	1	111,2	-2	11,4	0,06	109,8	2,1	-12,3	0,07	0,1	0,18	0,1	-0,96	-1,14	
пс выс яр ст	пс выс яр 35	49	50	1	107,7	4,6	2	0,03	34,7	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,096
пс выс яр ст	пс выс яр 35	49	50	2	107,7	4,6	2	0,03	34,7	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,096

Продолжение таблицы А.2.

пс выс яр ст	пс выс яр 10	49	51	1	107,7	1,6	0,7	0,01	10,2	-1,6	-0,7	0,1	0	0,02	0	0,02		10,454
пс бакчар110	пс бакчар ст	52	53	1	109,8	3,4	1,7	0,02	106,1	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,28	0,01	0,28		1
пс бакчар110	пс бакчар ст	52	53	2	109,8	3,4	1,7	0,02	106,1	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,28	0,01	0,28		1
пс бакчар110	пс поротн110	52	56	1	109,8	-9	8,8	0,07	109,5	9	-9,3	0,07	0,05	0,11	0,05	-0,49	-0,6	
пс бакчар ст	пс бакчар35	53	54	1	106,1	2,9	1,2	0,02	35,4	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс бакчар ст	пс бакчар35	53	54	2	106,1	2,9	1,2	0,02	35,4	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс бакчар ст	пс бакчар10	53	55	1	106,1	0,5	0,2	0	10,1	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс бакчар ст	пс бакчар10	53	55	2	106,1	0,5	0,2	0	10,1	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,454
пс поротн110	пс поротн10	56	57	1	109,5	5,5	2,7	0,03	10,1	-5,4	-2,3	0,34	0,02	0,43	0,02	0,43		10,454
пс поротн110	пс поротн10	56	57	2	109,5	5,5	2,7	0,03	10,1	-5,4	-2,3	0,34	0,02	0,43	0,02	0,43		10,454
пс поротн110	пс плотни110	56	58	1	109,5	-20	3,9	0,11	110,6	20,3	-4,8	0,11	0,39	0,81	0,39	-0,99	-1,8	
пс плотни110	пс плотни10	58	59	1	110,6	2,4	1,1	0,01	10,3	-2,4	-1	0,15	0,01	0,13	0,01	0,13		10,454
пс плотни110	пс плотни10	58	59	2	110,6	2,4	1,1	0,01	10,3	-2,4	-1	0,15	0,01	0,13	0,01	0,13		10,454
пс плотни110	пс маркел110	58	60	1	110,6	-25,1	2,5	0,13	112	25,6	-3	0,13	0,42	0,86	0,42	-0,45	-1,31	
пс маркел110	пс2мель 110	60	10	1	112	-32,4	-0,4	0,17	114,4	33,1	0,5	0,17	0,68	1,39	0,68	0,02	-1,37	
пс маркел110	пс маркел10	60	61	1	112	3,4	1,7	0,02	10,4	-3,4	-1,5	0,21	0,02	0,26	0,02	0,26		10,454
пс маркел110	пс маркел10	60	61	2	112	3,4	1,7	0,02	10,4	-3,4	-1,5	0,21	0,02	0,26	0,02	0,26		10,454
пс пес-ду110	пс2мель 110	62	10	1	112,2	-8,5	-4,4	0,05	114,4	8,6	2,9	0,05	0,14	0,14	0,14	-1,43	-1,57	
пс пес-ду110	пс пес-ду ст	62	63	1	112,2	8,7	4,4	0,05	108,7	-8,7	-3,7	0,05	0,02	0,67	0,02	0,67		1
пс пес-ду110	пс пес-ду ст	62	63	2	112,2	8,7	4,4	0,05	108,7	-8,7	-3,7	0,05	0,02	0,67	0,02	0,67		1
пс пес-ду ст	пс пес-ду10	63	64	1	108,7	1,3	0,6	0,01	10,4	-1,3	-0,6	0,08	0	0,01	0	0,01		10,454
пс пес-ду ст	пс пес-ду10	63	64	2	108,7	1,3	0,6	0,01	10,4	-1,3	-0,6	0,08	0	0,01	0	0,01		10,454
пс пес-ду ст	пс пес-ду35	63	65	1	108,7	7,4	3,1	0,04	35,1	-7,4	-3,1	0,13	0,01	0	0,01	0		3,096
пс пес-ду ст	пс пес-ду35	63	65	2	108,7	7,4	3,1	0,04	35,1	-7,4	-3,1	0,13	0,01	0	0,01	0		3,096
пс каргал110	пс мель 110	66	9	1	114,2	-3,1	-6,2	0,04	114,5	3,1	5,8	0,03	0,01	0,02	0,01	-0,43	-0,45	
пс каргал110	пс мель 110	66	9	2	114,2	-3,4	-6,6	0,04	114,5	3,4	6,2	0,04	0,01	0,02	0,01	-0,4	-0,42	
пс каргал110	пс каргал110	66	67	1	114,2	2,7	1,7	0,02	114,2	-2,7	-1,7	0,02	0	0	0	-0,02	-0,02	
пс каргал110	пс каргал110	66	67	2	114,2	17,5	10,3	0,1	114,2	-17,5	-10,3	0,1	0	0	0	0	0	

Продолжение таблицы А.2.

пс каргал110	пс каргал ст	67	68	1	114,2	10,1	6	0,06	106,9	-10,1	-4,5	0,06	0,05	1,52	0,05	1,52		1
пс каргал110	пс каргал ст	67	68	2	114,2	10,1	6	0,06	106,9	-10,1	-4,5	0,06	0,05	1,52	0,05	1,52		1
пс каргал ст	пс каргал10	68	69	1	106,9	5,4	2,6	0,03	10	-5,4	-2,3	0,34	0,02	0,26	0,02	0,26		10,454
пс каргал ст	пс каргал10	68	69	2	106,9	5,4	2,6	0,03	10	-5,4	-2,3	0,34	0,02	0,26	0,02	0,26		10,454
пс каргал ст	пс каргал35	68	70	1	106,9	4,6	2	0,03	35,1	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс каргал ст	пс каргал35	68	70	2	106,9	4,6	2	0,03	35,1	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс гусево110	пс каргал110	71	66	1	114,4	5,9	-1,3	0,03	114,2	-5,9	0,2	0,03	0,01	0,04	0,01	-1,15	-1,18	
пс гусево110	пс каргал110	71	66	2	114,4	7,9	-1,4	0,04	114,2	-7,9	0,6	0,04	0,02	0,05	0,02	-0,83	-0,88	
пс гусево110	пс гусево110	71	72	1	114,4	2,6	1,1	0,01	114,3	-2,6	-1,3	0,01	0	0	0	-0,2	-0,2	
пс гусево110	пс гусево110	71	72	2	114,4	4,3	2	0,02	114,3	-4,3	-2,1	0,02	0	0	0	-0,12	-0,12	
пс гусево110	пс гусево ст	72	73	1	114,3	3,4	1,7	0,02	110,8	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,26	0,01	0,26		1
пс гусево110	пс гусево ст	72	73	2	114,3	3,4	1,7	0,02	110,8	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,26	0,01	0,26		1
пс гусево ст	пс гусево35	73	74	1	110,8	2,9	1,2	0,02	35,7	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		3,093
пс гусево ст	пс гусево35	73	74	2	110,8	2,9	1,2	0,02	35,7	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		3,093
пс гусево ст	пс гусево10	73	75	1	110,8	0,5	0,2	0	10,2	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,827
пс гусево ст	пс гусево10	73	75	2	110,8	0,5	0,2	0	10,2	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,827
пс асино 220	пс асино ст	78	79	1	223,9	35,5	5,7	0,09	222,7	-35,5	-4,4	0,09	0,01	1,26	0,01	1,26		1
пс асино 220	пс асино ст	78	79	2	223,9	35,5	5,7	0,09	222,7	-35,5	-4,4	0,09	0,01	1,26	0,01	1,26		1
пс асино ст	пс асино 10	79	80	1	222,7	10,3	4,7	0,03	10,5	-10,3	-4,4	0,61	0,01	0,34	0,01	0,34		20,909
пс асино ст	пс асино 10	79	80	2	222,7	10,3	4,7	0,03	10,5	-10,3	-4,4	0,61	0,01	0,34	0,01	0,34		20,909
пс асино ст	пс асино 110	79	81	1	222,7	25,2	-0,3	0,07	117,1	-25,2	0,3	0,12	0,01	0	0,01	0		1,901
пс асино ст	пс асино 110	79	81	2	222,7	25,2	-0,3	0,07	117,1	-25,2	0,3	0,12	0,01	0	0,01	0		1,901
пс асино 110	пс н-ник 110	81	82	1	117,1	3,8	-2,2	0,02	116,7	-3,8	0,6	0,02	0,02	0,03	0,02	-1,65	-1,68	
пс асино 110	пс н-ник 110	81	82	2	117,1	4,6	-1,8	0,02	116,7	-4,6	0,1	0,02	0,02	0,03	0,02	-1,67	-1,71	
пс асино 110	пс перво 110	81	100	1	117,1	10,9	4,6	0,06	116,4	-10,9	-5,4	0,06	0,04	0,1	0,04	-0,73	-0,83	
пс асино 110	пс перво 110	81	122	1	117,1	31,1	-1,3	0,15	114,7	-30,4	0,8	0,15	0,72	1,86	0,72	-0,5	-2,36	
пс н-ник 110	пс н-ник 10	82	83	1	116,7	3,4	1,7	0,02	10,8	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,24	0,02	0,24		10,454
пс н-ник 110	пс н-ник 10	82	83	2	116,7	3,4	1,7	0,02	10,8	-3,4	-1,5	0,2	0,02	0,24	0,02	0,24		10,454

Продолжение таблицы А.2.

пс н-ник 110	пс батур 110	82	84	1	116,7	0,7	-2	0,01	116,7	-0,7	-0,5	0	0	0	0	-2,51	-2,51	
пс н-ник 110	пс батур 110	82	84	2	116,7	0,7	-2	0,01	116,7	-0,7	-0,5	0	0	0	0	-2,51	-2,51	
пс батур 110	пс батур 10	84	85	1	116,7	1	-0,1	0	10,4	-1	0,1	0,05	0	0,02	0	0,02		11,199
пс батур 110	пс батур 10	84	85	2	116,7	0,5	1,1	0,01	10,4	-0,5	-1	0,06	0	0,05	0	0,05		10,712
пс кожев 110	пс2мель 110	86	10	1	109,1	-47,1	5,1	0,25	114,4	49,7	-2,9	0,25	2,6	3,76	2,6	2,26	-1,49	
пс кожев 110	пс кожев ст	86	87	1	109,1	5	2,5	0,03	105,8	-5	-2,1	0,03	0,01	0,38	0,01	0,38		1
пс кожев 110	пс кожев ст	86	87	2	109,1	5	2,5	0,03	105,8	-5	-2,1	0,03	0,01	0,38	0,01	0,38		1
пс кожев 110	пс уртам 110	86	90	1	109,1	37	-10,1	0,2	107,5	-36,2	10,5	0,2	0,84	0,89	0,84	0,4	-0,48	
пс кожев ст	пс кожев 35	87	88	1	105,8	4,6	2	0,03	34,8	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс кожев ст	пс кожев 35	87	88	2	105,8	4,6	2	0,03	34,8	-4,6	-2	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс кожев ст	пс кожев 10	87	89	1	105,8	0,4	0,2	0	10,1	-0,4	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,455
пс кожев ст	пс кожев 10	87	89	2	105,8	0,4	0,2	0	10,1	-0,4	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,455
пс уртам 110	пс уртам 10	90	91	1	107,5	3,4	1,7	0,02	9,9	-3,4	-1,5	0,22	0,02	0,28	0,02	0,28		10,455
пс уртам 110	пс уртам 10	90	91	2	107,5	3,4	1,7	0,02	9,9	-3,4	-1,5	0,22	0,02	0,28	0,02	0,28		10,455
пс уртам 110	пс ворон 110	90	92	1	107,5	29,3	-14	0,17	106,5	-28,6	14,2	0,17	0,68	0,72	0,68	0,2	-0,52	
пс ворон 110	пс ворон ст	92	93	1	106,5	10,5	4	0,06	101,7	-10,5	-2,4	0,06	0,06	1,59	0,06	1,59		1
пс ворон 110	пс ворон ст	92	93	2	106,5	6,6	2,5	0,04	101,7	-6,6	-1,5	0,04	0,04	1	0,04	1		1
пс ворон 110	пс чилин 110	92	96	1	106,5	11,4	-20,7	0,13	107,6	-10,9	20,5	0,12	0,52	0,55	0,52	-0,2	-0,75	
пс ворон ст	пс ворон 35	93	94	1	101,7	-67,3	1,2	0,38	34,6	69,5	-1,2	1,16	2,19	0	2,19	0		3,037
пс ворон ст	пс ворон 35	93	94	2	101,7	80,1	0,7	0,46	34,6	-74,1	-0,7	1,24	6,03	0,01	6,03	0,01		2,72
пс ворон ст	пс ворон 10	93	95	1	101,7	2,6	1,2	0,02	10,2	-2,6	-1,1	0,16	0	0,07	0	0,07		9,896
пс ворон ст	пс ворон 10	93	95	2	101,7	1,6	0,7	0,01	10,2	-1,6	-0,7	0,1	0	0,04	0	0,04		9,896
пс чилин 110	пс чилин ст	96	97	1	107,6	5,5	2,8	0,03	103,9	-5,4	-2,3	0,03	0,02	0,46	0,02	0,46		1
пс чилин 110	пс чилин ст	96	97	2	107,6	5,5	2,8	0,03	103,9	-5,4	-2,3	0,03	0,02	0,46	0,02	0,46		1
пс чилин ст	пс чилин 35	97	98	1	103,9	4,6	2	0,03	34,1	-4,6	-1,9	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс чилин ст	пс чилин 35	97	98	2	103,9	4,6	2	0,03	34,1	-4,6	-1,9	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс чилин ст	пс чилин 10	97	99	1	103,9	0,8	0,4	0	9,9	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,455
пс чилин ст	пс чилин 10	97	99	2	103,9	0,8	0,4	0	9,9	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,455

Продолжение таблицы А.2.

пс перво 110	пс перво ст	100	101	1	116,4	5,4	2,7	0,03	113,1	-5,4	-2,3	0,03	0,01	0,39	0,01	0,39		1
пс перво 110	пс перво ст	100	101	2	116,4	5,4	2,7	0,03	113,1	-5,4	-2,3	0,03	0,01	0,39	0,01	0,39		1
пс перво ст	пс перво 35	101	102	1	113,1	4,6	2	0,03	36,5	-4,6	-1,9	0,08	0,01	0	0,01	0		3,096
пс перво ст	пс перво 35	101	102	2	113,1	4,6	2	0,03	36,5	-4,6	-1,9	0,08	0,01	0	0,01	0		3,096
пс перво ст	пс перво 10	101	103	1	113,1	0,8	0,4	0	10,4	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,827
пс перво ст	пс перво 10	101	103	2	113,1	0,8	0,4	0	10,4	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,827
пс комсо 110	пс комсо ст	104	105	1	113,4	5,4	2,7	0,03	109,9	-5,4	-2,3	0,03	0,01	0,41	0,01	0,41		1
пс комсо 110	пс ул-юл 110	104	108	1	113,4	24,6	-3,3	0,13	111,9	-24,1	2,6	0,13	0,44	0,9	0,44	-0,65	-1,54	
пс комсо ст	пс комсо 35	105	106	1	109,9	4,6	2	0,03	36,1	-4,6	-1,9	0,08	0,01	0	0,01	0		3,037
пс комсо ст	пс комсо 10	105	107	1	109,9	0,8	0,3	0	10,5	-0,8	-0,3	0,05	0	0,01	0	0,01		10,455
пс ул-юл 110	пс ул-юл ст	108	109	1	111,9	3,4	1,7	0,02	108,3	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,27	0,01	0,27		1
пс ул-юл 110	пс сайга 110	108	112	1	111,9	20,7	-4,4	0,11	110,9	-20,4	3,5	0,11	0,32	0,65	0,32	-0,82	-1,47	
пс ул-юл ст	пс ул-юл 35	109	110	1	108,3	2,9	1,2	0,02	36,2	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс ул-юл ст	пс ул-юл 10	109	111	1	108,3	0,5	0,2	0	10,3	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,455
пс сайга 110	пс сайга 10	112	113	1	110,9	1,5	1,1	0,01	10,6	-1,5	-0,9	0,1	0,01	0,14	0,01	0,14		10
пс сайга 110	пс сайга 10	112	113	2	110,9	1,5	1,1	0,01	10,6	-1,5	-0,9	0,1	0,01	0,14	0,01	0,14		10
пс сайга 110	пс ягод 110	112	114	1	110,9	17,4	-5,7	0,1	110,4	-17,2	5,1	0,09	0,18	0,32	0,18	-0,59	-0,92	
пс ягод 110	пс ягод 10	114	115	1	110,4	1,5	1,1	0,01	10,5	-1,5	-0,9	0,1	0,01	0,14	0,01	0,14		10
пс ягод 110	пс бе яр 110	114	116	1	110,4	15,7	-6,1	0,09	110	-15,6	5,4	0,09	0,17	0,29	0,17	-0,67	-0,97	
пс бе яр 110	пс типс 110	116	22	1	110	-2,4	-3,8	0,02	111,6	2,4	-2,5	0,02	0,02	0,04	0,02	-6,36	-6,41	
пс бе яр 110	пс бе яр 10	116	117	1	110	11	6,5	0,07	9,7	-10,9	-4,6	0,7	0,11	1,86	0,11	1,86		10,455
пс бе яр 110	пс клюк 110	116	118	1	110	3,5	-4	0,03	110	-3,4	2,4	0,02	0,04	0,04	0,04	-1,63	-1,67	
пс бе яр 110	пс клюк 110	116	118	2	110	3,5	-4	0,03	110	-3,4	2,4	0,02	0,04	0,04	0,04	-1,63	-1,67	
пс клюк 110	пс клюк ст	118	119	1	110	3,4	1,7	0,02	106,4	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,28	0,01	0,28		1
пс клюк 110	пс клюк ст	118	119	2	110	3,4	1,7	0,02	106,4	-3,4	-1,5	0,02	0,01	0,28	0,01	0,28		1
пс клюк ст	пс клюк 35	119	120	1	106,4	2,9	1,2	0,02	35,5	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс клюк ст	пс клюк 35	119	120	2	106,4	2,9	1,2	0,02	35,5	-2,9	-1,2	0,05	0,01	0	0,01	0		2,987
пс клюк ст	пс клюк 10	119	121	1	106,4	0,5	0,2	0	10,1	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,455

Продолжение таблицы А.2.

пс клок ст	пс клок 10	119	121	2	106,4	0,5	0,2	0	10,1	-0,5	-0,2	0,03	0	0	0	0		10,455
пс перво 110	пс комсо 110	122	104	1	114,7	30,4	-0,8	0,15	113,4	-30	0,6	0,15	0,36	0,95	0,36	-0,22	-1,16	