

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

Модернизация системы электроснабжения посёлка Медведёвка

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2017.522.00.00 ПЗВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности

доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2017 г.

Руководитель работы

доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2017 г.

Экономическая часть

доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-533

_____ Д.Н. Золотарёв
_____ 2017 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Золотарёв Д.Н. Модернизация системы электроснабжения посёлка Медведёвка – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2017 г., 76 с., 25 ил., библиогр. список – 22 наим., 2 прил., 8 листов чертежей ф. А1.

В работе рассмотрены вопросы перерывов в электроснабжении потребителей посёлка Медведёвка. На основе проведенного анализа определены социально значимые и жизненно важные объекты. По итогам произведённых расчётов выбраны возможные источники резервного питания. Разработана схема временного ограничения потребления электрической энергии промышленными предприятиями для сохранения питания социально значимых объектов и населения. Выбрана линия электропередач, которая сможет обеспечить питанием посёлок на время перебоев в электроснабжении на основных линиях.

Выбранное оборудование производства ведущих отечественных производителей электротехнической продукции. Оборудование обеспечивает безопасность в соответствии с современными требованиями, как населения посёлка, так и обслуживающего персонала. Наличие системы телемеханизированного диспетчерского дистанционного управления сокращает затраты и время на оперативное обслуживание.

Срок проектной окупаемости составляет 2 года 11 месяцев, при общей сумме капитальных затрат в размере 7 299 064,20 рублей.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы культуры производства, техники безопасности и охраны труда при выполнении монтажных работ и при дальнейшем обслуживании модернизированного оборудования. Определены необходимые меры пожарной безопасности. Изучены угрозы и разработаны мероприятия обеспечивающие безопасность на объектах электросетевого комплекса.

Материалы и результаты выпускной квалификационной работы использованы при разработке проекта ПО ЗЭС «Реконструкция ВЛ 10 Ай-тяга - Медведёвка», что подтверждается письмом ОАО «МРСК - Урала» филиала «Челябэнерго» ПО ЗЭС «О внедрении результатов выпускной квалификационной работы» от 31.05.2017. Срок реализации проекта сентябрь 2017 года.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	9
1.1 Общая характеристика объекта.....	9
1.2 Принцип работы телемеханики.....	12
1.3 Обзор систем телемеханики.....	15
2 АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	18
2.1 Анализ потребителей электрической энергии	18
2.2 Расчёт электрических нагрузок	20
2.3 Анализ итогов расчета нагрузок.....	26
3 ВЫБОР СИСТЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	30
4 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСЁЛКА.....	34
4.1 Расчёт токов короткого замыкания	34
4.2 Выбор силового оборудования.	38
5 ВЫБОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ.....	45
5.1 Система оперативного постоянного тока	45
5.2 Защита и автоматика.....	46
5.3 Управление выключателями в ОРУ	50
6 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ АСДУ	52
6.1 Общие сведения о принципах построения АСДУ	52
6.2 Технические решения	52
6.3 Описание работы АСДУ	57
7 НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	61
7.1 Описание настроек SCADA-системы «Энтек»	61
7.2 Отладка программы	62
8 ОЦЕНКА КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АСДУ	66
8.1 Методика расчёта.....	66
8.2 Расчёт затрат.....	67
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	68
9.1 Краткое описание подстанции.....	68
9.2 Анализ производственных и экологических опасностей	68
9.3 Нормативные значения факторов рабочей среды и трудового процесса.....	68
9.4 Организационные вопросы охраны труда.....	68
9.5 Производственная санитария.....	69
9.6 Эргономика и производственная эстетика	71
9.7 Противопожарная и взрывобезопасность.....	71

9.8 Экологическая безопасность.....	72
9.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	76
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ИТОГИ РАСЧЁТОВ СТОИМОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПИСЬМО О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВКР....	81

ВВЕДЕНИЕ

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Российские сети (ПАО «Россети») — оператор энергетических сетей в России — одна из крупнейших электросетевых компаний в мире, владеющая и управляющая своими дочерними и зависимыми обществами — Межрегиональными распределительными сетевыми компаниями (МРСК), Федеральной сетевой компанией (ФСК ЕЭС), научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами, строительными организациями.

Кусинские районные электрические сети являются одним из подразделений ПАО «Россети», в зону оперативного и ремонтного обслуживания которой входят: весь Кусинский муниципальный район, западная часть Златоустовского городского округа, восточная часть Саткинского муниципального района

Сегодня на территории Кусинского района имеются 12 подстанций суммарной установленной мощностью 232,5МВА. Из них 5 подстанции суммарной установленной мощностью 61,3 МВА входят в состав Кусинского РЭС [23].

ПС «Медведёвка» 35/6кВ установленной мощностью 3,2МВт введена в эксплуатацию в 1942 году. Имеет питание напряжением 35кВ от ПС Таганай расположенной в городе Златоусте. Питание осуществляется по одноцепной воздушной линии электропередач ВЛ 35 Таганай-Медведёвка протяженностью 16,5 км. Оперативное обслуживание подстанции производит оперативно-выездная бригада Кусинского РЭС. Основными потребителями являются предприятия горной промышленности: ОАО «Медведевский мраморный карьер», ООО «Камнерезный цех» и жилой посёлок, в котором проживает 1200 жителей.

Вследствие изношенности оборудования подстанции «Медведёвка» и её питающей ВЛ 35 кВ в 2014 году недоотпуск электроэнергии составил около 1 900МВт/час т.е. 9% при перетоке за год 21 600МВт/час. Что в денежном выражении составляло 2 500 000 руб. Аналогичная картина наблюдалась в 2015 и 2016 году из-за частых аварийных отключений и продолжительных периодов отсутствия электроснабжения предприятие ежегодно недополучает прибыль. Ежегодные затраты на аварийно-восстановительные работы ВЛ 35 «Таганай-Медведёвка» составляют 3 257 000 рублей в год, они составляют 62% от годовых расходов на аварийные ремонты Кусинского РЭС и 22% от годовых затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования РЭС. Этого бы не происходило, если ПС «Медведёвка» имела резервирование питания входящих и отходящих линий с автоматизированным телеуправлением ими [23].

Модернизация ПС «Медведёвка», предусматривающая замену устаревшего силового и коммутационного оборудования на более современное позволит ускорить время восстановления электроснабжения потребителей посёлка Медведёвка и увеличению полезного отпуска электроэнергии, а так же к снижению затрат на ремонтное и оперативное обслуживание подстанции.

Цель ВКР: обеспечить бесперебойность электроснабжения потребителей посёлка Медведёвка

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ потребителей электроэнергии;
- произвести расчет электрических нагрузок;
- выбрать способ и схему резервирования системы электроснабжения;
- разработать систему автоматизации и телеуправления оборудованием подстанции «Медведёвка» 35/6 кВ;
- произвести выбор оборудования;
- произвести технико-экономический расчет.

Объект: посёлок Медведёвка

Предмет: система электроснабжения подстанции «Медведёвка».

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.1 Общая характеристика объекта

На территории Урала расположены предприятия многие из которых начинают свою историю ещё с «царской России». В советское время все эти предприятия получили бурное развитие. Вокруг них выросли города и промышленные посёлки имеющие свои школы, детские сады, кинотеатры, больницы, базы отдыха и т.д. Для обеспечения нормальной работы предприятий и учреждений, а так же обеспечения электроэнергией и теплом жилых посёлков были построены энергетические предприятия: котельные и подстанции. Исторически сложилось так, что самый высокий темп развития предприятий и поселений пришелся на 1940-60 гг. Энергетические предприятия проектировались и строились с большим запасом установленной мощности, с таким расчётом что в ближайшие 20 лет будет сохраняться набранный темп развития экономики и в дальнейшем подстанции будут модернизироваться, укрупняться и перевооружаться. Сейчас оборудование и линии таких энергообъектов как подстанция «Медведёвка» устарело и уже не может отвечать современным требованиям к качеству и надёжности электроснабжения.

Во всем мире большое внимание уделяется проблемам проектирования подстанций различных напряжений. Их оснащают «умными» системами автоматизированного и дистанционного оперативного - диспетчерского телеуправления и отображения параметров физических величин электрической энергии на пульт диспетчера и на высшие уровни диспетчерского управления энергосистемы. Такие системы способны автоматически, либо по команде диспетчера на расстоянии через порт связи, обеспечивать переход на резервное питание и изменяя конфигурацию сети обеспечить подачу напряжения потребителям на время ремонта оборудования основного электропитания.

Структурно электрические сети в масштабе района или области состоят из большого количества взаимосвязанных между собой объектов:

- подстанций, расположенных около населенных пунктов;
- транспортных энергетических магистралей;
- пунктов производства и потребления электроэнергии.

Применяются различные схемы построения распределительных сетей. Выбор схемы зависит от требования степени надежности электроснабжения, а также от территориального расположения потребителей относительно РП и относительно друг друга. Схема электроснабжения подстанции «Медведёвка» показана на рисунке 1.1.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

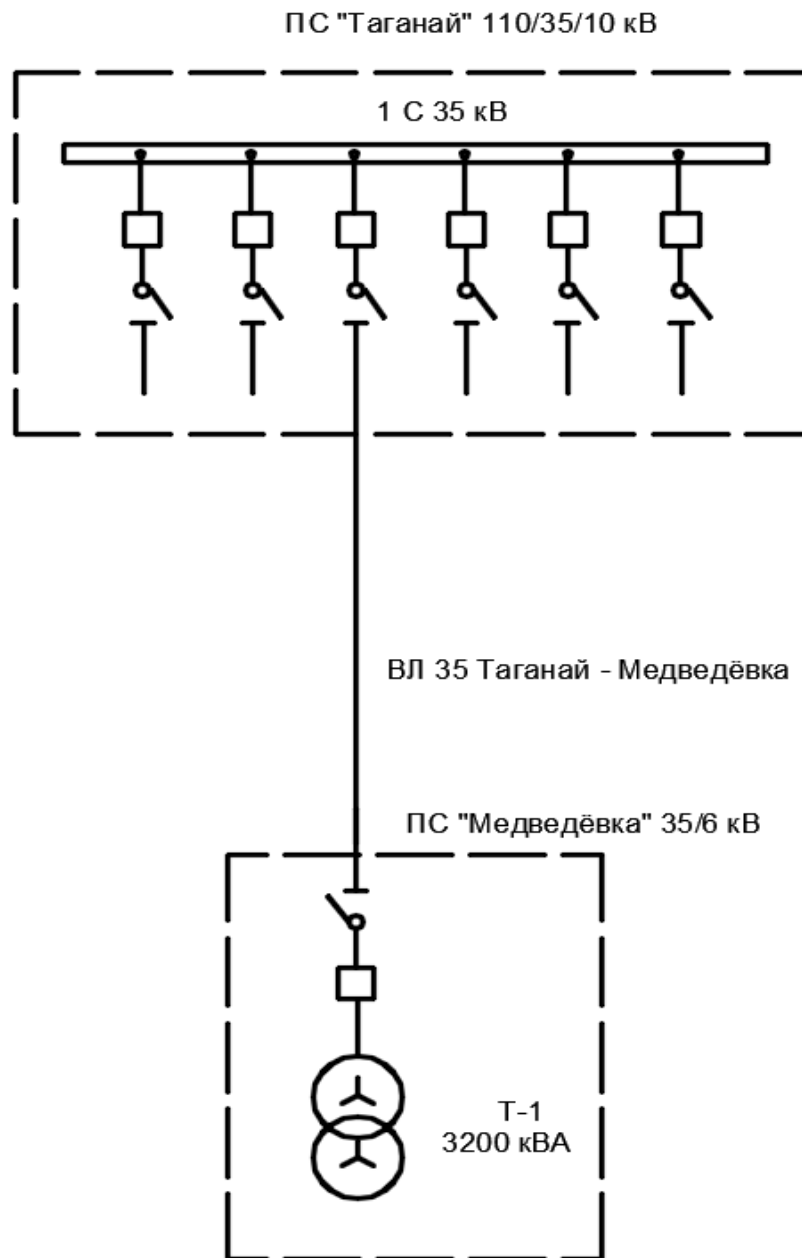


Рисунок 1.1 - Функциональная схема электроснабжения посёлка
Медведёвка без резервирования питания

Вариант распределительных сетей, выполненный по радиальной или магистральной схеме (рисунок 1.2), он является простым и не дорогим.

Характерной особенностью этой схемы является одностороннее электроснабжение потребителей. При аварии на любом участке линии Л1 (ВЛ 35 Таганай – Медведёвка) или на шинах 35 кВ подстанции, автоматически отключится головной масляный выключатель В1 и все подстанции прекращают подачу электроэнергии потребителям на время ремонта. Такие схемы применяются для потребителей III категории, так как в этих схемах отсутствуют резервное питание и осуществляется минимальная надежность электроснабжения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

10

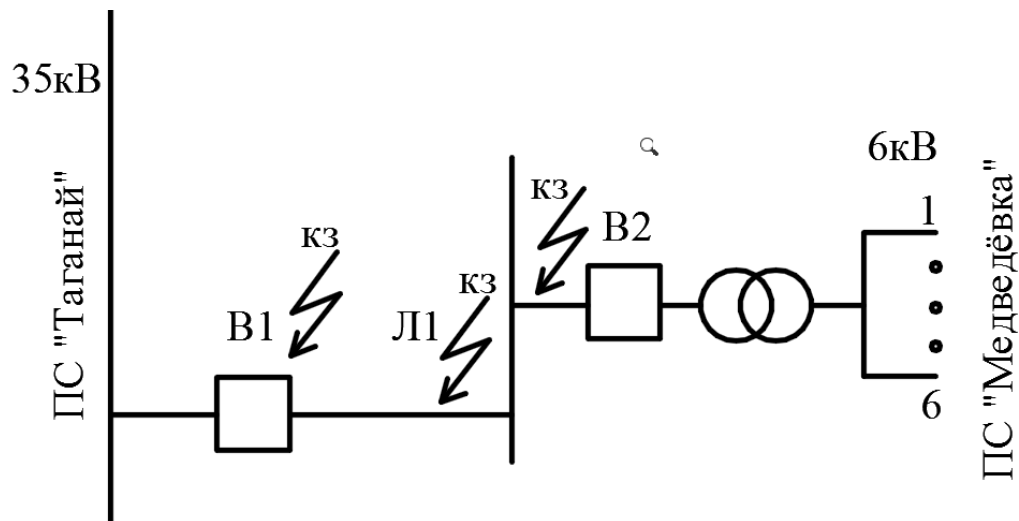


Рисунок 1.2 – Радиальная схема электроснабжения ПС «Медведёвка»

Широко применяется сеть выполненная по кольцевой схеме (рисунок 1.3). Эта схема дает возможность двухстороннего питания каждой подстанции. При повреждении одного участка Л1, Л2, Л3, Л4 каждая подстанция будет получать питание, согласно обеспеченной надежности электроснабжения потребителей. Реализация резервирования по данной схеме может обеспечить необходимую надёжность электроснабжения потребителям посёлка Медведёвка.

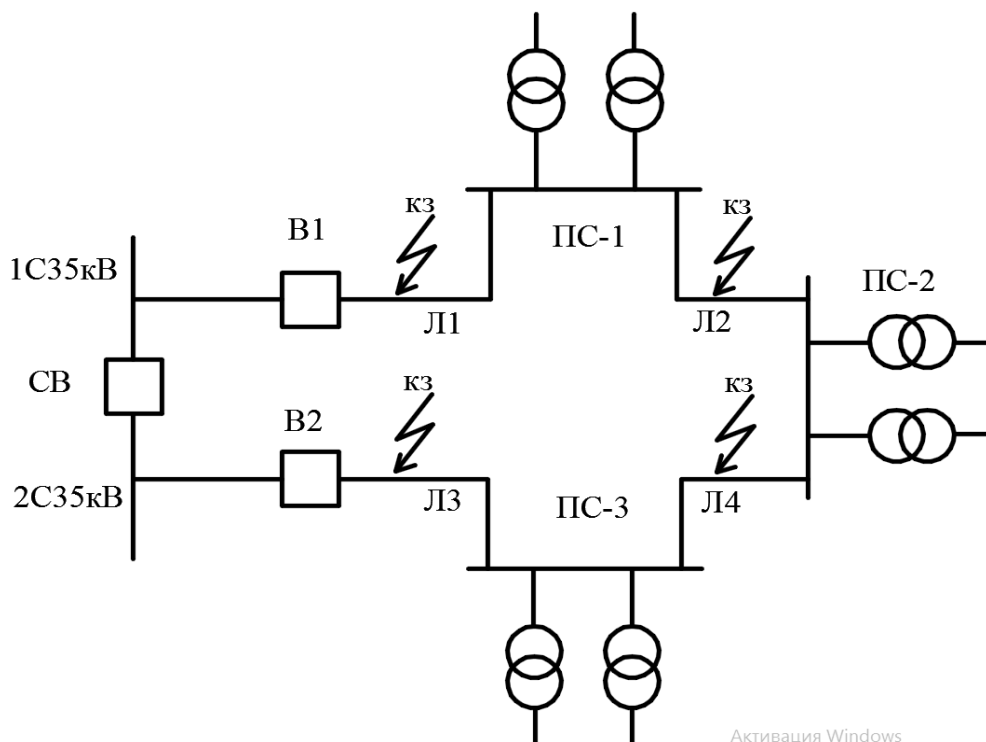


Рисунок 1.3 – Кольцевая схема электроснабжения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Для повышения надёжности электроснабжения радиальная сеть выполняется с двумя источниками питания от разных источников питания (рисунок 1.4). Этот способ так же как и при кольцевой схеме позволяет сохранить питание подстанции в случае повреждения на одной из линий. Кроме этого благодаря электроснабжению с независимых друг от друга подстанций ПС «Медведёвка» будет защищена от аварий с потерей питания на ПС «Таганай». Выбираем этот способ резервирования, так как он является наиболее надёжным.

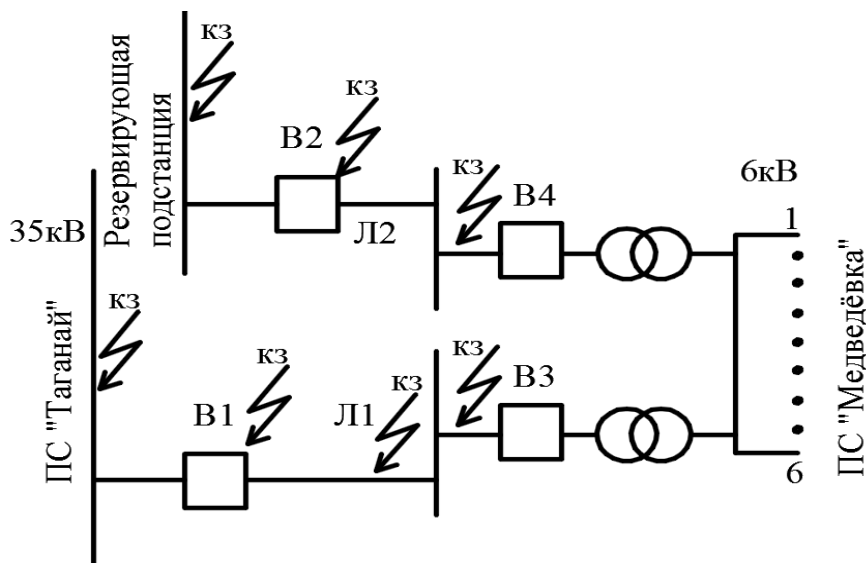


Рисунок 1.4 – Радиальная схема электроснабжения посёлка Медведёвка с двумя источниками питания

1.2 Принцип работы телемеханики.

На распределительном устройстве каждой подстанции размещены силовые выключатели, которые коммутируют проходящую и отходящую электроэнергию по линиям электропередач. Состояние выключателя повторяют его вторичные блок-контакты, а от них промежуточные реле и реле фиксации, положение которых используется в схеме сигнализации и телемеханики. Они работают в качестве датчиков и имеют, как и коммутационные аппараты, два значения: «включено» и «отключено».

На каждой подстанции есть местная сигнализация, которая информирует электротехнический персонал, выполняющий работы на оборудовании о состоянии электрической схемы загоранием световых табло и выдачей звуковых сигналов. Но большее время подстанция работает без людей, а для информирования дежурного диспетчера об оперативной обстановке на ней используется телесигнализация. ПАО «Российские сети» планомерно проводит модернизацию своих подстанций и оснащает их устройствами телемеханики.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Так же устройствами удалённого управления оснащаются и распределительные пункты (РП) и секционирующие выключатели на воздушных линиях. Это делает систему глобальной и позволяет в кратчайший срок определить место повреждения и значительно сократить время восстановления электроснабжения потребителей.

Практическое применение телемеханики в мирных целях началось в 20-х годах XX века, в 1927 на железной дороге в Огайо (США). В 1933 году в Московской энергосистеме (Мосэнерго) введено в эксплуатацию первое устройство телесигнализации. Серийное заводское производство устройств телемеханики в СССР впервые было организовано в 1950 году на заводе «Электропульт». Развитие телемеханики шло параллельно с развитием электроники и средств связи. Первые системы строились на релейных схемах. В 1950-х годах на смену реле пришли более компактные полупроводниковые приборы.

Современные программно-технические комплексы строят на основе контроллеров. В настоящее время это 16 и 32-разрядные системы с высоким быстродействием и достаточным объемом памяти. Всё большее значение имеет программное оснащение контроллеров и SCADA системы управления ими. Для хранения программ и данных применяют флеш-память, позволяющую легко менять программу и обеспечивать быстрый перезапуск системы в случае сбоя.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

Управление технологическим процессом, происходящим между производителем и потребителем электроэнергии занимаются диспетчерские пункты, в ведении которых находится большое количество удаленных подстанций, работающих в автоматическом режиме. Однако, в силу важности выполняемых задач, они должны постоянно контролироваться и, при необходимости, управляться диспетчером. Эти функции выполняют две системы телемеханики: телеуправление ТУ и телесигнализация ТС (Рисунок 1.5).

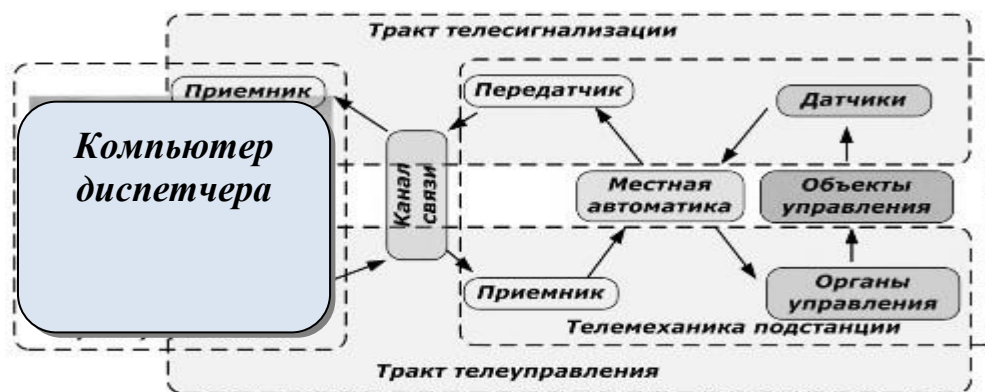


Рисунок 1.5 – Схема телемеханики функциональная

Функции «Приёмника и передатчика» выполняют модемы установленные в пункте управления и на подстанции которые изменяют характеристики несущего сигнала в соответствии с изменениями входного информационного сигнала, а так же осуществляет обратный процесс. «Канал связи» может быть предоставлен операторами сотовой, спутниковой, проводной, оптической, лазерной, радиосвязи и т.д. «Местная автоматика» – это устройства установленные на подстанции и преобразующие сигнал связи RS 485 или RS232 в дискретные сигналы понятные органам управления для дальнейшей его передачи непосредственно объекту управления, а так же преобразующий сигналы датчиков в тип сигналов пригодный для передачи в пункт управления для дальнейшего отображения параметров и оперативного состояния оборудования подстанции на компьютере диспетчера (Рисунок 1.6). «Органы управления» – на подстанции это блок защит и автоматики выключателя, который передаёт дискретный сигнал на привод коммутационного аппарата подстанции. «Датчики» – на подстанции функции датчиков выполняют блок – контакты коммутационных аппаратов, реле, блинкеров, накладок, ключей управления. К датчикам можно отнести трансформаторы тока и напряжения. Непосредственно «Объектом управления» на подстанции является привод силового коммутирующего аппарата. Им может быть вакуумный, масляный, воздушный, элегазовый, автогазовый выключатель и т.д.

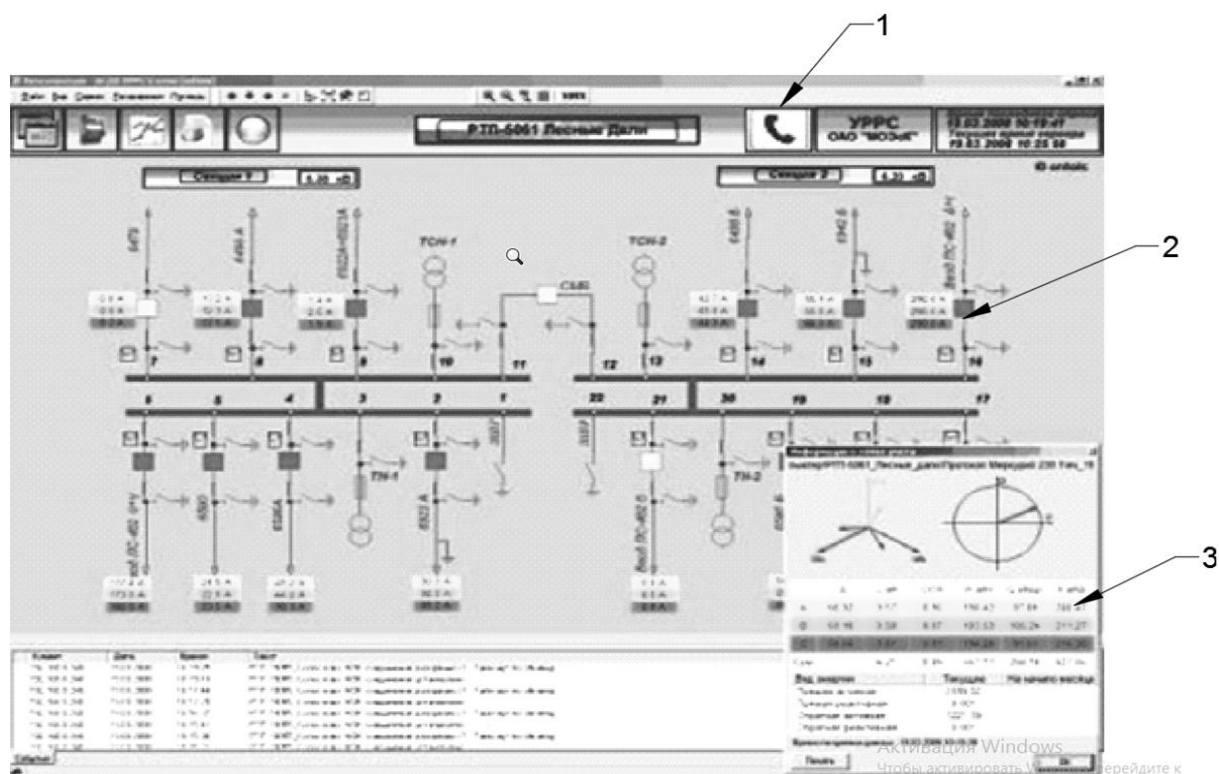


Рисунок 1.6 - Пример интерфейса на компьютере диспетчера

- 1- кнопку вызова диспетчера высшего уровня управления;
- 2- действительное положение коммутирующего аппарата;
- 3- диаграммы и параметры физических величин напряжения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Подстанция «Таганай», питающая подстанцию «Медведёвка», в 2005 году была оборудована системой телемеханики. Дата постройки ПС «Таганай» 1930 год. Данная модернизация была произведена без замены силового оборудования. Это говорит о том, что современные достижения науки и техники позволяют оснащать устройствами автоматизированного дистанционного телеуправления любые объекты энергетики. К 2016 году ПАО «Российские сети» в рамках реализации комплексной программы повышения надёжности сетей, оснастила устройствами телемеханики 92% подстанций, 41% распределительных пунктов и 27% секционирующих устройств воздушных линий напряжением 6-10 кВ.

Еще одной из основных функций телемеханики является архивация параметрических данных в память компьютера. Это позволяет восстанавливать хронологию событий по прошествии даже нескольких лет. Например: отследить в каком режиме и на протяжении какого времени работал трансформатор или выключатель перед тем как вышел из строя.

1.3 Обзор систем телемеханики

В настоящее время в мире развиваются и успешно внедряются разработки следующих компаний:

- «Schneider Electric» Франция, Рюэй-Мальмезон;
- «Siemens» Германия, Берлин;
- «General Electric», США, Фэрфилд;
- «Энтелс» Россия, Москва.

Не смотря на большое разнообразие производителей на рынке систем телемеханики, они имеют примерно одинаковый набор функциональных возможностей и передаваемых параметров с погрешностью в измерениях заявленной у всех производителей не более +/- 0,2%:

- среднеквадратические значения переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей, энергии активной и реактивной в прямом и обратном направлениях;

- параметры режима электрической сети на основе токов и напряжений основной гармоники:

- действующие значения переменного тока, напряжение, активную, реактивную и полную мощности;

- частоту сети;
- полного и фазных $\cos \varphi$ ($\operatorname{tg} \varphi$; φ);
- отдельных параметров качества электроэнергии;
- напряжение нулевой последовательности;
- напряжение прямой последовательности;
- напряжение обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- ток нулевой последовательности;
- ток прямой последовательности;
- ток обратной последовательности;

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- коэффициент искажения синусоидальности кривой тока;
- коэффициент гармонических искажений;

Большое количество дискретных входов, релейных выходов и порты интерфейса RS-485, позволяет собрать систему телемеханики максимально надёжной и многофункциональной. Позволяет развивать систему взаимодействующих между собой устройств всех уровней без потери контроля и скорости за каждым параметром системы.

Сравнение систем производителей (Таблица 1.1) показывает некоторое отличие в построении архитектуры функциональных модулей управления ячейкой.

Таблица 1.1 - Сравнение производителей систем телемеханики

Производитель	Программный комплекс SCADA	Устройство ввода/вывода данных	Устройство ТС и ТУ	Блок защиты и автоматики выключателя	Цена за 1 комплект управления выключателем
«Энтелс»	Энтек	ЭНМВ-1	ЭНИП-2	ТОР 200	73 500 руб
“Schneider Electric”	Citect	Sepam 40			410 000 руб
“Siemens”	SIMATIC WinCC	Siprotec 6MD66			390 000 руб

Так, зарубежные производители стараются разместить в одном блоке (модуле) весь требуемый функционал от устройства приёма – передачи данных до автоматики управления выключателем и средств релейной защиты присоединения подстанции. Каждый такой блок разрабатывается и оснащается программным обеспечением индивидуально для каждого объекта. Зарубежные производители утверждают, что это позволяет отладить наиболее стабильно работающую систему автоматики. Российский производитель «Энтелс» предлагает систему из блоков, разделённых по функциональным задачам, где каждый блок выполняет свою определённую функцию. Устройство ввода/вывода данных ЭНМВ-1 производит конвертирование всех входящих и исходящих сигналов от оборудования для устройства ЭНИП-2. ЭНИП-2 обрабатывает сигналы измерений, сигнализации и производит отдачу полученных от диспетчера команд телеуправления автоматуке выключателя ТОР 200.

Предложенная компанией «Энтелс» многоблочная система позволяет при выходе из строя одного из блоков управления выключателем заменять его без полной потери контроля работы выключателя и присоединений. Это является основным преимуществом данной системы. Кроме того зарубежные производители ставят ряд условий влекущих за собой дополнительные затраты:

- монтаж, замена и наладка оборудования производится только персоналом компании производителя;
- к обслуживанию оборудования допускается только персонал, специально обученный компанией производителем;

- ремонтировать оборудование может только сервисные компании производителя;

Ввиду того что блоки компонуются для каждого объекта индивидуально, это приводит к проблеме запаса и приобретения запасных частей в будущем. Главным отличием продукта компании «Энтелс» является низкая стоимость. Цена комплекта «Энтелс» (таблица 1.1) ниже конкурентов в 3 раза.

Вывод по разделу один:

По функциональным возможностям, скорости обработки данных, качеству и погрешности в измерениях, а так же в надёжности и безопасности оборудование производителя «Энтелс» не уступает зарубежным аналогам. А в цене, ремонтпригодности и доступности запчастей выигрывает.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

2 АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Обслуживание подстанции «Медведёвка» производится оперативно - выездной бригадой Кусинского района электрических сетей. База района расположена на территории города Куса. Расстояние от г.Куса до посёлка Медведёвка составляет 14,7 км. На подстанции «Медведёвка» и отходящих от неё линиях из-за высокого износа оборудования часто случаются аварии. Об их характере персонал узнает только после выезда на место (иногда это может занимать несколько часов). Отсутствие резервирования отходящих от подстанции линий не позволяет обеспечить потребителей посёлка Медведёвка электропитанием на время ремонтных работ. Отсутствие системы дистанционной передачи информации о действительном положении коммутационных аппаратов и средств релейных защит и автоматики, а так же отсутствие систем телесигнализации и телеизмерений может быть причиной несчастных случаев с жителями посёлка, в следствии попадания под воздействие «напряжения шага». Это происходит во время однофазного замыкания фазного провода сети 6 кВ на землю при использовании системы электросети с изолированной нейтралью. При пробое изоляции кабельной или воздушной линии система сети с изолированной нейтралью позволяет потребителям бесперебойно пользоваться электроэнергией, в то время пока ремонтная бригада занимается отысканием места повреждения и доставкой материалов к месту проведения работ, в некоторых случаях это может занимать несколько дней. Такое преимущество сети с изолированной нейтралью позволяет сократить время восстановления электроснабжения потребителей, но не обеспечивает надёжности электроснабжения потребителей I и II категории посёлка Медведёвка.

2.1 Анализ потребителей электрической энергии

В отношении обеспечения надёжности электроснабжения, электроприемники разделяются на три категории [1].

Электроприемники I категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Электроприемники II категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории - все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Потребители электроэнергии делятся на социально значимых и на социально не значимых [2].

Социально значимые объекты – это объекты, используемые для обеспечения деятельности дошкольных образовательных организаций, других образовательных организаций, лечебно-профилактических учреждений, объектов, используемых для организации доврачебной помощи, скорой и неотложной амбулаторно-поликлинической, стационарной медицинской помощи, объектов коммунальной инфраструктуры, относящихся к системам жизнеобеспечения, в том числе объектов водо-, тепло-, газо- и энергоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод, обработки, утилизации, обезвреживания и захоронения твердых коммунальных отходов, объектов, предназначенных для освещения территорий городских и сельских поселений, объектов, предназначенных для благоустройства территорий, необходимых для жизнеобеспечения граждан и защиты их от внешних и внутренних угроз [2].

На рисунке 2.1 отображены ЛЭП напряжением 0,4 кВ от ТП-560 (ВЛ 1) и от ТП-400 (ВЛ 2). ТП-560 и ТП-400 расположены на территории подстанции «Медведёвка». От них электроснабжаются все социально значимые объекты поселка:

- 1- ПС «Медведёвка»;
- 2- Администрация главы посёлка;
- 3- Школа;
- 4- Котельная;
- 5- Детский сад;
- 6- Отделение больницы;
- 7- Водозаборная станция;
- 8- Канализационно- насосная станция;
- 9- Пожарный караул;
- 10- Отделение полиции.

Конфигурация схемы и компоновки оборудования подстанции «Медведёвка» не обеспечивает надежности электроснабжения потребителям, так как применена одностранформаторная схема подстанции с одним источником питания, не имеющим резервирования. Защита трансформаторов выполнена вентильными разрядниками (РВО-35 и РВО-6). Современные производители предлагают более надёжные ограничители перенапряжения (ОПН). Наличие только токовой и газовой защиты силового трансформатора не отвечает современным требованиям. Кабельная вставка со стороны 6 киловольт между силовым трансформатором и ЗРУ-6кВ значительно снижает надёжность электроснабжения всей подстанции. Трансформатор собственных нужд (ТСН) и трансформатор напряжения (ТН) имеют общую защиту плавкими предохранителями, это угрожает потерей питания собственных нужд, что недопустимо [1]. Единственный источник электропитания одноцепная линия ВЛ 35 Таганай – Медведёвка не может обеспечивать потребителям соответствующую категорию надёжности электроснабжения.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2.2 Расчёт электрических нагрузок

Качество электрической энергии определяется по физическим параметрам напряжения согласно [3]. Данный Стандарт определяет допустимые характеристики относящихся к частоте, значениям, форме напряжения и симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения. Для обеспечения потребителей посёлка Медведёвка качественной электрической энергией, необходимо произвести расчёт электрических нагрузок.

Электрические нагрузка – величина, характеризующая потребление мощности отдельными приемниками или потребителями электрической энергии.

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения сложного комплекса технических и экономических вопросов при модернизации системы электроснабжения посёлка Медведёвка. Определение электрических нагрузок производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов и трансформаторов, выбора компенсирующих установок и т.д. От правильной оценки ожидаемых электрических нагрузок зависит рациональность выбора схемы, всех элементов системы электроснабжения и технико – экономические показатели (капитальные вложения, ежегодные эксплуатационные расходы, приведенные затраты и потери электроэнергии).

Наибольшее применение для определения электрических нагрузок получил метод упорядоченных диаграмм показателей графиков нагрузки [4]. Метод применим в тех случаях, когда известны номинальные данные всех электроприемников и их размещение на генеральном плане. Метод позволяет по номинальной мощности электроприемников, с учетом их числа и характеристик, определить расчетную нагрузку любого узла схемы электроснабжения.

2.2.1 Расчет нагрузок электроприёмников (ЭП)

Номинальная установленная активная мощность групп электроприемников $P_{ну}$, приведенная для ЭП с переменной или резко переменной нагрузкой:

$$P_{ну} = n \cdot P_{пасп} \cdot \sqrt{ПВ}, \quad (3.1)$$

где n – число электроприемников, шт;

$P_{пасп}$ – мощность электроприемника, кВт;

$ПВ$ – относительная продолжительность включения.

Номинальная установленная активная мощность групп электроприемников $P_{ну}$, приведенная для ЭП с постоянной или мало изменяющейся нагрузкой:

$$P_{ну} = P_{пасп}, \quad (3.2)$$

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Необходимые расчетные коэффициенты (коэффициенты использования $K_{и}$ и коэффициенты мощности $\cos\varphi$), взяты из справочной литературы .

Средняя нагрузка групп ЭП за максимально загруженную смену $P_{см}$ равна произведению суммарной номинальной мощности групп электроприемников $P_{ну}$

на коэффициент использования $K_{и}$, кВт:

$$P_{см} = K_{и} \cdot P_{ну}, \quad (3.3)$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования активной мощности.

Он характеризует связь между номинальной мощностью $P_{ном}$ группы электроприемников и средней ожидаемой нагрузкой $P_{см}$, создаваемой этими ЭП за наиболее загруженную смену.

Средняя реактивная мощность групп ЭП за максимально загруженную смену $Q_{см}$ равна произведению средней активной мощности групп ЭП за максимально загруженную смену $P_{см}$ на коэффициент реактивной мощности $\text{tg}\varphi$, кВАр:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \text{tg}\varphi, \quad (3.4)$$

Расчетная мощность, кВт:

$$P_p = P_{ном} \cdot K_{заг}, \quad (3.5)$$

где $K_{заг}$ – коэффициент загрузки.

Для продолжительного режима 0,9; для повторно-кратковременного режима 0,75.

В зависимости от средневзвешенного коэффициента использования $K_{и}$ и эффективного числа электроприемников $n_{э}$, согласно справочной литературы, выбирается коэффициент максимума активной (реактивной) мощности $K_{м}$, характеризующий превышение максимальной нагрузки P_p над средней $P_{см}$ за максимально загруженную смену.

С учетом $K_{м}$ определяют расчетную максимальную нагрузку P_p (получасовой максимум), кВт:

$$P_p = K_{м} \cdot \sum P_{см}, \quad (3.6)$$

Далее определяется расчетная реактивная мощность Q_p , кВАр

$$Q_p = K'_{м} \cdot \sum Q_{см}, \quad (3.7)$$

Затем определяется полная расчетная мощность S_p , кВАр

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (3.8)$$

Расчетный ток для одного электроприемника I_p , А

$$I_p = \frac{P_{н1}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi}, \quad (3.9)$$

где U_H – номинальное напряжение электроприемника, кВ.

Расчетный ток всего объекта I_p , А

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (3.10)$$

2.2.2 Расчет нагрузки для зданий

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов и на шинах РУ– 0,4 кВ ТП от электроприемников $P_{кв}$ определяется по формуле, кВт:

$$P_{кв} = P_{д.уд} \cdot n \quad (3.11)$$

где $P_{д.уд}$ – удельная нагрузка электроприемников;

n – количество приемников, присоединенных к линии (ТП).

Согласно свода правил по проектированию и строительству [5] удельные электрические нагрузки установлены с учетом того, что расчетная неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов не превышает 15 %.

Годовой расход активной и реактивной энергии, потребляемой промышленным предприятием, рекомендуется рассчитывать на основании расчетных электрических нагрузок и годового числа часов использования максимума активной и реактивной мощности.

Имея данные о годовом расходе энергии, определяем среднесменную активную мощность $P_{см,i}$ каждой питающей линии 0,4 кВ

$$P_{см,i} = \frac{W_{аг,i}}{T_{г,i} \cdot \alpha_i} \quad (3.12)$$

где $W_{аг,i}$ – годовой расход активной энергии, кВт ч;

$T_{г,i}$ – годовое число часов работы потребителя;

α_i – годовой коэффициент энергоиспользования.

Согласно НТП ЭПП-94 для 1, 2 и 3-сменных предприятий годовое число часов работы потребителя следует принимать 1900, 3600 и 5100 ч, для непрерывного производства - 7650 ч.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Среднесменная реактивная мощность каждой питающей линии

$Q_{см,i}$, кВт

$$Q_{см,i} = \frac{W_{рг,i}}{T_{г,i} \cdot \alpha_i}, \quad (3.13)$$

где $W_{рг,i}$ – годовой расход реактивной энергии, кВт ч;

Расчетная активная мощность P_p , кВт

$$P_p = K_o \cdot P_{см,i}, \quad (3.14)$$

где K_o – коэффициент одновременности, $K_o = 0,9$

Расчетная реактивная мощность каждой питающей линии Q_p , кВт

$$Q_p = K_o \cdot Q_{см,i} \quad (3.15)$$

Полная расчетная мощность каждой питающей линии $S_{p,i}$, кВт А

$$S_{p,i} = \sqrt{P_{p,i}^2 + Q_{p,i}^2} \quad (3.16)$$

Расчетный ток каждой питающей линии $I_{p,i}$, А

$$I_{p,i} = \frac{S_{p,i}}{\sqrt{3} \cdot U_{н,i}}, \quad (3.17)$$

где $U_{н,i}$ – напряжение i -той питающей линии, $U_{н,i} = 0,4$ кВ.

Полная расчетная мощность нагрузки $S_{p\Sigma}$, кВт А

$$S_{p\Sigma} = \sum_1^4 S_{p,i} \quad (3.18)$$

2.2.3 Суммарная нагрузка

Расчетная электрическая нагрузка линии до 1кВ при смешанном питании потребителей общественных зданий, $P_{р.л}$, кВт, определяется по формуле [6]

$$P_{р.л} = P_{зд.мах} + \sum_1^n K_{yi} \cdot P_{зди}, \quad (3.19)$$

где $P_{зд.мах}$ – наибольшая нагрузка здания из числа зданий, питаемых по линии, кВт;

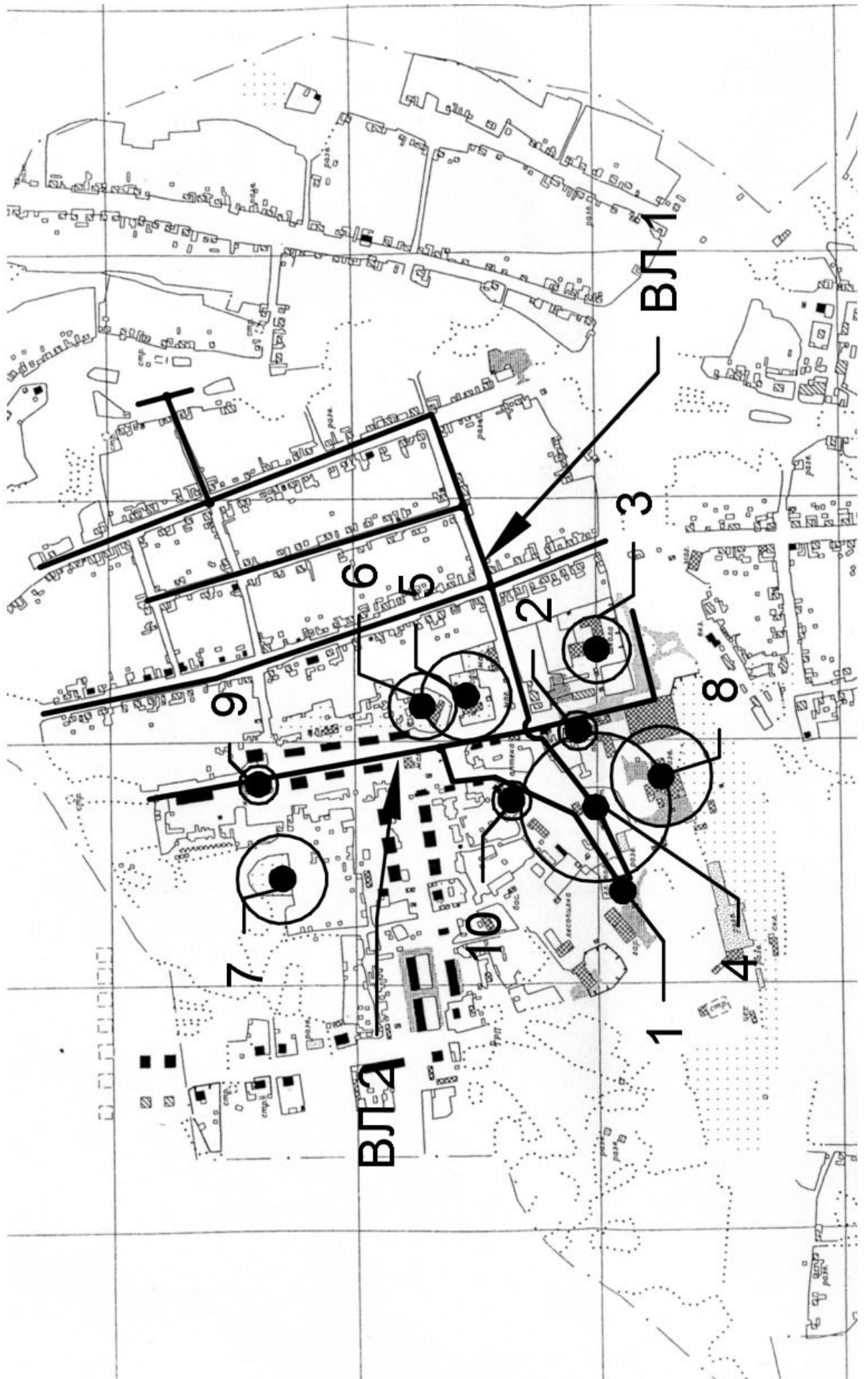
$P_{зди}$, – расчетные нагрузки других зданий, питаемых по линии, кВт;

K_{yi} – коэффициент участия в максимуме электрических нагрузок;

$K_{yi} = 0,8$ – для общественных зданий

$K_{yi} = 0,9$ – для жилых зданий

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



Г И С У Н О К 2.1 – Карта на рузок социјално значајних објектов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

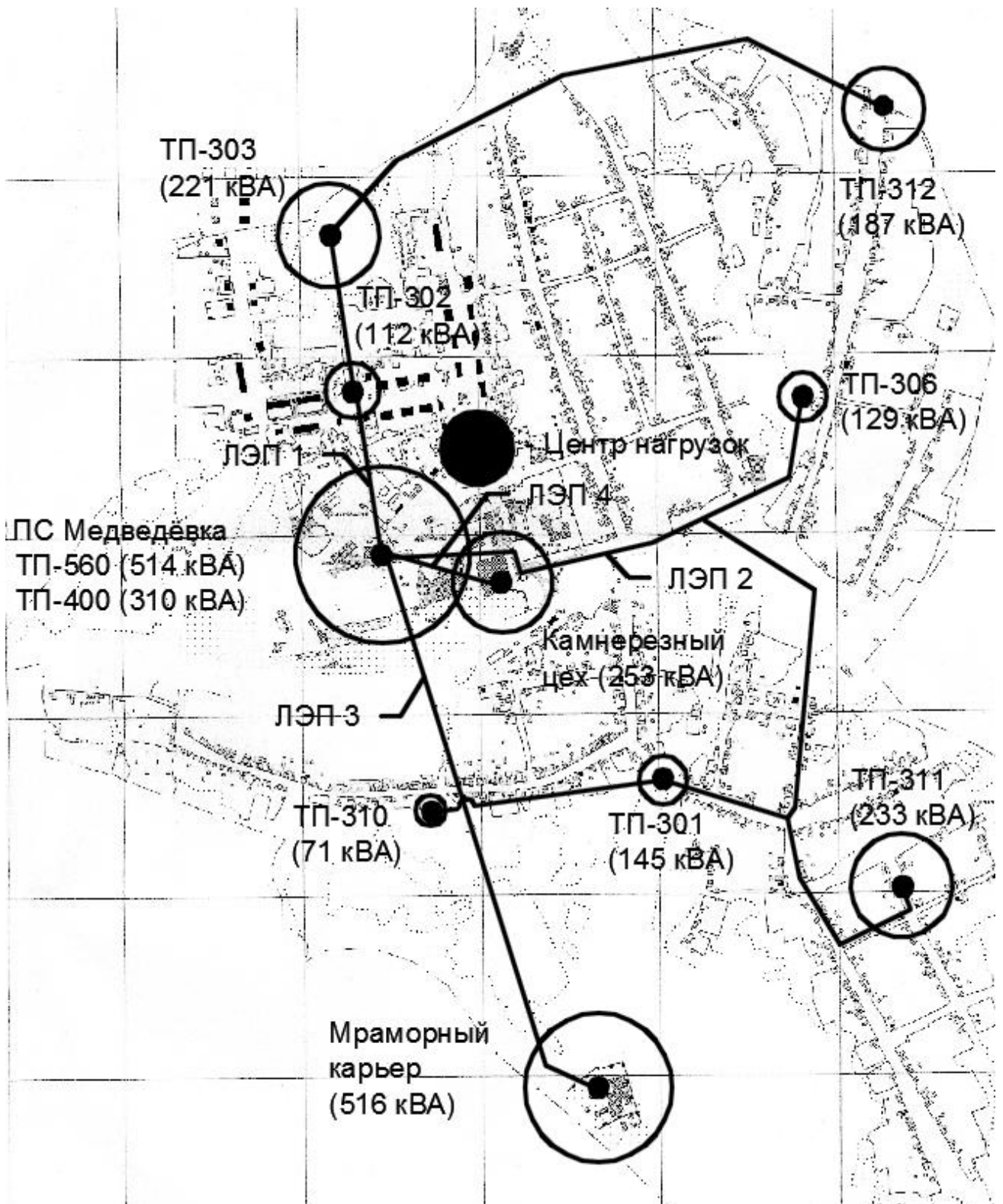


Рисунок 2.2 – Карта нагрузок потребителей 6 кВ посёлка Медведёвка

ЛЭП 1 – ВЛ 6 ПСХ

ЛЭП 2 – ВЛ 6 Нагорная

ЛЭП 3 – ВЛ 6 Карьер

ЛЭП 4 – КЛ 6 Камнерезный цех

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

25

Согласно результатам расчёта (таблица 2.1 и 2.2) полная мощность социально значимых объектов суммарно составляет $S=521,82$ кВА, населения $S=1495,21$ кВА, промышленных предприятий $S=768,9$ кВА. Исходя из данных значений, возможно использовать схему электроснабжения социально значимых объектов и населения с прекращением электроснабжения промышленных предприятий на время аварийно восстановительных работ. Требуемая мощность составит $S=2$ МВА. Согласно расчёту и карте нагрузок сети 6 кВ (рисунок 2.2), центр нагрузок в посёлке сдвинулся от подстанции «Медведёвка» на 150м на юго – восток. Перемещение подстанции на другое место нецелесообразно.

2.3 Анализ итогов расчета нагрузок

Из социально значимых объектов можно выделить жизненно важные объекты. Это те объекты, обесточивание которых может повлиять на состояние здоровья населения и привести к разрушению инфраструктуры и коммуникаций. Отключение электропитания котельной или водозабора в зимний период может привести к разморозке систем отопления и водоснабжения. Обесточивание канализационно- насосной станции или больницы может повлиять на здоровье населения. Для того чтобы избежать этого нужно обеспечить резервирование питания данных объектов. Согласно таблицы 2.1 мощность жизненно важных объектов составляет 473,14 кВА. Это минимальная мощность источника резервного питания.

Во время производства ремонтных работ на ВЛ 35 Таганай – Медведёвка для обеспечения электропитания социально значимых объектов и населения возможен ввод ограничения потребления электроэнергии до мощности $S=2017,03$ МВА (таблица 2.2). Этого можно достичь путём временного отключения промышленных потребителей. При подключении населения и социально значимых объектов к резервному питанию ремонтные работы можно проводить продолжительное время, не вызывая социальной напряженности.

Для повышения надёжности сети 6 кВ (рисунок 2.2) целесообразно дополнить схему телеуправляемым секционирующим разъединителем (реклоузером) на пересечении ВЛ 6 Нагорная с ВЛ 6 Карьер а так же строительством участка линии от ТП-306 до ТП-312.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 2.1 – Нагрузки социально значимых потребителей

Потребители электроэнергии	Установлен- ная мощность, кВт	Номиналь- ный ток, А	Потребители категории	Кэффи- циент спроса, Kс	Cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расчетный ток, А
							активная, кВт	реактивная, квар	полная, кВА	
Администрация главы посёлка	30	45,58	III	0,69	1	0,33	20,7	6,831	21,80	31,47
Школа	45	68,37	III	0,7	1	0,43	31,5	13,545	34,29	47,89
Котельная	300	536,25	I	0,9	0,85	0,75	270	202,5	337,50	482,91
Детский сад	57	96,23	III	0,85	0,9	0,48	48,45	23,256	53,74	81,84
Отделение больницы	30	47,98	II	0,7	0,95	0,33	21	6,93	22,11	33,61
Водозаборная станция	45	71,97	II	0,9	0,95	0,33	40,5	13,365	42,65	64,81
Канализационно - насосная станция	63	119,65	II	0,9	0,8	0,75	56,7	42,525	70,88	107,75
Пожарный караул	15	23,99	II	0,75	0,95	0,33	11,25	3,7125	11,85	18,00
Отделение полиции	15	25,32	III	0,7	0,9	0,48	10,5	5,04	11,65	17,74
СУММА	600	-----	-----	0,79	0,92	0,47	472,67	221,10	521,82	779,18

Таблица 2.2 – Нагрузки всех потребителей посёлка Медведёвка

Значимость	Потребители электроэнергии	Категории	Коэффициент спроса, Кс	Cosφ	tgφ	Расчетная мощность			Расчетный ток, А
						активная, кВт	реактивная, квар	полная, кВА	
Социально значимые	ТП-560	II	0,8	0,9	0,48	464	222,72	514,68	49,64
	ТП-400	II	0,8	0,9	0,48	280	134,4	310,59	29,95
Население	ТП-301	III	0,8	0,9	0,48	131,2	62,976	145,53	14,04
	ТП-302	III	0,8	0,9	0,48	100,8	48,384	111,81	10,78
	ТП-303	III	0,8	0,9	0,48	200	96	221,85	21,40
	ТП-306	III	0,8	0,9	0,48	116	55,68	128,67	12,41
	ТП-310	III	0,8	0,9	0,48	210,4	100,992	233,38	22,51
	ТП-311	III	0,8	0,9	0,48	148	71,04	164,17	15,83
Сумма население и соц.знач.	ТП-312	III	0,8	0,9	0,48	168	80,64	186,35	17,97
		-----	0,8	0,9	0,48	1818,4	872,832	2017,03	194,54
Промышленные предприятия	Мраморный карьер	III	0,7	0,95	0,33	490	161,7	515,99	49,66
	Каменный цех	III	0,6	0,9	0,48	228	109,44	252,91	24,39
Сумма по посёлку		-----	0,78	0,90	0,47	2598,58	1214,83	2868,52	276,72

Выводы по разделу два:

Социально значимые объекты мощностью 521,82 кВА (таблица 2.1) I, II и III категории электроснабжения посёлка Медведёвка питаются по воздушным линиям напряжением 0,4 кВ непосредственно от ТП-560 и ТП-400 с включением на отдельный фидер на подстанции «Медведёвка».

Электроснабжение посёлка обеспечивается по радиальной схеме. Для повышения надёжности и перехода к кольцевой схеме необходимо установить реклоузеры на ТП-310, ТП-303, ТП-306 и построить ЛЭП напряжением 6 кВ между ТП-306 и ТП-312. Это позволит в дистанционном или автоматическом режиме запитывать ВЛ 6 Нагорная по кольцевой схеме от ВЛ 6 Карьер и ВЛ 6 ПСХ.

Расчётная мощность посёлка Медведёвка составляет 2868,52 кВА (таблица 2.2). Коэффициент загрузки силового оборудования подстанции составляет $K_z=0,89$, что свидетельствует о недостаточном запасе мощности оборудования.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

3 ВЫБОР СИСТЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Для обеспечения нормальной работы предприятий и учреждений, а так же обеспечения электроэнергией и теплом жилых посёлков в 1940-60 гг были построены энергетические предприятия: котельные и подстанции. Тогда энергетические предприятия страны проектировались и строились с большим запасом установленной мощности с таким расчётом что в ближайшие 20 лет будет сохраняться высокий темп развития экономики и в дальнейшем подстанции будут модернизироваться, укрупняться и перевооружаться. Но в 1960-е и последующие годы темпы развития значительно снизились. Энергетические предприятия с большим запасом установленной мощности и невостребованной в полном объёме, не требовали модернизации и реконструкции на протяжении многих десятилетий вплоть до конца 1980-х годов. К 1990-ым годам оборудование подстанции «Медведёвка» физически и морально устарело, но ввиду ослабления экономики страны в то время на модернизацию подстанций не было средств.

Сегодня в план перспективного развития посёлка Медведёвка входит модернизация устаревших энергообъектов таких как подстанция «Медведёвка». На первом этапе модернизации следует выбрать источник резервного питания. Рассмотрим несколько источников напряжения проходящих вблизи или по территории поселка.

На рисунке 3.1 показано как по территории посёлка проходят транзитом несколько ЛЭП, они кратко охарактеризованы в таблицах 3.1 и 3.2

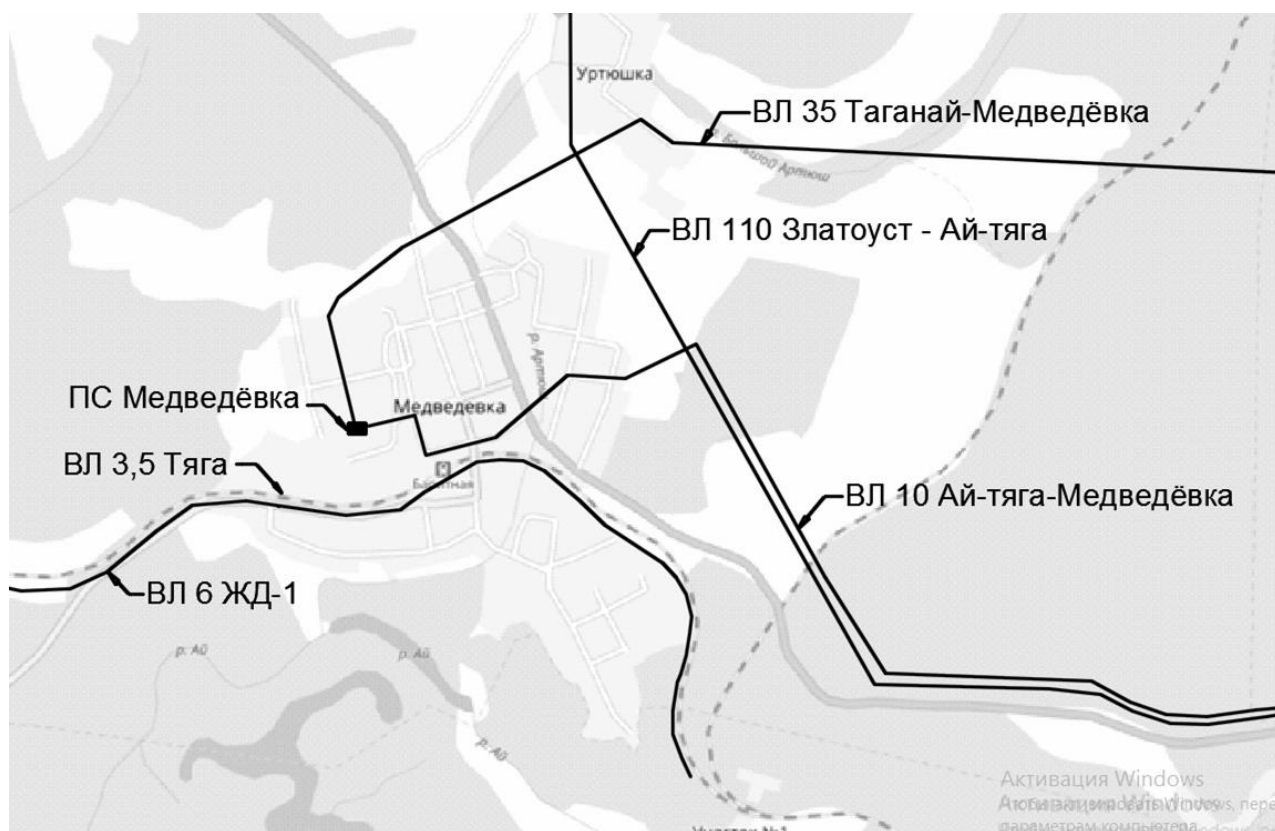


Рисунок 3.1 – ЛЭП проходящие по территории посёлка Медведёвка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

30

Таблица 3.1- Краткие характеристики источников напряжения

Диспетчерское наименование линии	Уровень напряжения, кВ	Сечение провода, мм ²	Расстояние до подстанции «Медведёвка», км
ВЛ 110 Златоуст – Ай-тяга	110	185	2,0
ВЛ 6 ЖД-1	6	70	0,3
ВЛ 3,5 Тяга	3,5 постоянный ток	240	0,3
ВЛ 10 Ай-тяга -Медведёвка	10	150	9

Таблица 3.2 - Загрузка линий

Диспетчерское наименование линии	Средне-годовая мощность, кВА	Пиковая мощность, кВА	Расчётная мощность, кВА	Пиковая загруженность, %	Запас мощности, кВА
ВЛ 110 Златоуст – Ай-тяга	5 950	16 950	55 000	33	38050
ВЛ 6 ЖД-1	138	402	2 500	21	2098
ВЛ 3,5 Тяга	12 250	17 000	18 000	95	1000
ВЛ 10 Ай-тяга - Медведёвка	0	0	2 000	0	2000

Двухцепная ВЛ 110 Златоуст - Ай-тяга запитана от подстанции «Златоуст-500» 500/220/110кВ. Основным потребителем мощности является город Куса. При подключения питания нагрузки подстанции «Медведёвка» в $S=3,2$ МВА максимально потребляемый ток в отпайке составит $I_{max}=28$ А. Это показывает, что пропускная способность и мощность линии позволяют принять её в качестве резервной.

Одноцепная ВЛ 6 ЖД-1 запитана от подстанции «Тундуш-Тяга» 110/6/3,5кВ. Основным потребителем мощности является инфраструктура участка железной дороги «Тундуш - Медведёвка». Осуществляет питание по трёх проводной схеме с действием «земляной защиты» на отключение, питает: автоматику переездов, станционные платформы и пристанционную инфраструктуру. Среднегодовой ток проходящий по линии составляет $I=23$ А, пик нагрузок $I_{max}=67$ А. При подключения питания нагрузки подстанции в 3,2 МВА максимально потребляемый ток в отпайке составит $I_{max}=533$ А. Обязательным условием является установка на территории ПС «Медведёвка»

разделительного трансформатора для выполнения гальванического разделения железнодорожной сети с «земляной защитой» действующей на отключение от распределительных сетей с «земляной защитой» действующей на сигнал посёлка Медведёвка. Это показывает, что пропускная способность и мощность линии позволяет принять её в качестве резервной только после введения ограничения потребления до $I_{\max}=300$ А т.е. до $S=2$ МВА. То есть, мощности линии хватит для электроснабжения социально значимых объектов и населения согласно таблицы 2.2 . Линия ВЛ 6 ЖД-1 может использоваться в период отключения основного питания подстанции «Медведёвка» на время необходимое для проведения плановых или аварийных работ на ВЛ 35 Таганай - Медведёвка.

Однопроводная ВЛ 3,5 кВ Тяга запитана от подстанции «Ай-Тяга» 110/10/3,5кВ. Линия начинается от тягового перегона на железнодорожной станции «Ай». Потребителем мощности является электротранспорт участка железной дороги «Тундуш –Ай». Обеспечивает питание нагрузки систем локомотивной тяги до $S=17$ МВА. Вторым проводником является рельс железной дороги. Нагрузка нелинейная, во время прохождения по перегону товарного состава происходят провалы напряжения от 2,7 – 4,5 кВ и скачки по току от 0 – 4500 А, в следствии этого процент загрузки линии определить крайне сложно, но понятно что он зависит от нагрузки приходящейся на локомотив (уклон пути, загруженность состава, количество вагонов). Для преобразования энергии из 3,5 кВ постоянного тока в 6 кВ трёх фазного переменного необходимо использование преобразователя выпрямительно-инверторного ВИП-4000М мощностью $S=4000$ кВА. Выпрямительные установки ВИП-4000М, в которых применены управляемые вентили — тиристоры, используются на электровозах для регулирования режима реостатного торможения путем изменения тока возбуждения тяговых двигателей в зависимости от необходимой силы торможения, скорости и других факторов. Из-за высокой стоимости силовых тиристоров стоимость установки ВИП-4000М составляет 30 000 000 рублей.

Так как со стороны ОАО «РЖД» существует запрет на использование тяговой сети не по назначению, а также провалы напряжения и малый запас мощности линии ВЛ 3,5 Тяга $S=1000$ кВА не позволяют рассматривать её в качестве резервной.

ВЛ 10 Ай-тяга - Медведёвка резервирующая питание посёлка Медведёвка. ЛЭП напряжением $U=10$ кВ спроектированная в конце 1987 года, но так и не построена. От неё планировалось электроснабжение по аварийной схеме социально-значимых объектов поселка от подстанции «Ай-Тяга». Пропускная способность и мощность линии позволяет принять её в качестве резервной только после введения ограничения потребления до $S=2000$ кВА. Таким образом линия может использоваться в период отключения основного питания подстанции

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

«Медведёвка» на время необходимое для проведения плановых или аварийных работ.

Таблица 3.3 – Показатели стоимости материальных затрат на строительство отпаяк

Наименование ЛЭП	Наименование оборудования и основных материалов	Единицы измерения	Количество	Стоимость строительства. Всего по смете*, рубль
ВЛ 110 Златоуст Ай-тяга	Силовой трансформатор ТДН 3200/110/6 кВ	шт	1	62 526 607,10
	Элегазовый выключатель ВЭБ -110П*-40/2500	шт	1	
	Вакуумный выключатель ВВ/tel-10-20	шт	1	
	Опора металлическая У110-1	шт	2	
	Опора ж/б П10-2	шт	20	
	Опора ж/б УП-10-2	шт	15	
	Опора ж/б УА-10-2	шт	5	
	Провод АС-150	м	300	
	Провод СИП 1х70	м	6000	
	Трос грозозащитный	м	100	
ВЛ 6 ЖД-1	Разделительный трансформатор ТМР-2200/6,3/6,3	шт	1	3 642 472,20
	Кабель из сшитого полиэтилена АПвП-10 3х240	м	300	
ВЛ 10 Ай-тяга Медведёвка	Согласующий трансформатор ТМС 2200/10/6,3	шт	1	37 542 043,25
	Опора П10(СК120-10)-2.2	шт	150	
	Провод АС-120	м	36000	

Примечание: * - итоговые суммы из приложения А.

Выводы по разделу три:

В качестве резервного источника питания целесообразно использовать ВЛ 6 ЖД-1. При этом ограничение потребления посёлка Медведёвка составит 2 МВА.

4 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСЁЛКА

4.1 Расчёт токов короткого замыкания

Коротким замыканием (КЗ) называют всякое, не предусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек (фаз) электроустановки между собой или с землей, при котором токи в ветвях электроустановки, примыкающих к месту его возникновения, резко возрастают, превышая наибольший допустимый ток продолжительного режима.

При КЗ резко возрастают токовые нагрузки, что, во-первых, вызывает значительное увеличение сил электродинамического взаимодействия между проводниками и токоведущими частями электроустановок и может привести к механическому повреждению электрооборудования. Во-вторых, приводит к увеличению потерь в проводниках и контактах и их повышенному нагреву. Это может вызвать термическое повреждение, как самих токоведущих частей, так и изоляции, оплавление и выгорание контактов.

Для снижения ущерба, обусловленного выходом из строя электрооборудования при протекании токов короткого замыкания, а также для быстрого восстановления нормального режима работы системы электроснабжения необходимо правильно рассчитать токи короткого замыкания и по ним выбирать электрооборудование, защитную аппаратуру и средства ограничения токов короткого замыкания. При возникновении короткого замыкания имеет место увеличение токов в фазах системы электроснабжения по сравнению с их значениями в нормальном режиме работы. В свою очередь это вызывает снижение напряжений в системе, которое особенно велико вблизи места короткого замыкания.

Расчет токов КЗ для оптимального выбора необходимого оборудования произведён по двум схемам электроснабжения [7]. Первая - по нормальной схеме от трансформатора Т-1 (ТМ - 3200/35/6). Вторая – по аварийной схеме от трансформатора Т-2 (ТМР - 2200/6/6) с отключением электроснабжения промышленных предприятий (таблица 2.2).

На рисунке 4.1 изображены схемы для расчетов токов коротких замыканий: расчетная схема и схема замещения. Расстоянием L1 принята самая длинная ЛЭП от подстанции до ТП при нормальной схеме от трансформатора Т-1 до ТП-Мраморный карьер. Расстоянием L2 принята самая длинная ЛЭП от подстанции до ТП при аварийной схеме от трансформатора Т-2 до ТП-310. Для нормальной схемы L1=2,42 км, для аварийной схемы L2=1,95 км.

Питание осуществляется с помощью проводов марки АС-50 для L1 и АС-35 для L2.

В таблице 4.1 представлены значения индуктивного и активного сопротивления провода марки АС-50 и АС-35.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 4.1 - Значения индуктивного и активного сопротивления провода

Марка провода	Активное сопротивление, Ом/км	Индуктивное сопротивление, Ом/км (при среднем геометрическом расстоянии между проводами 600мм)
АС - 50	6,4	3,2
АС - 35	9,2	3,2

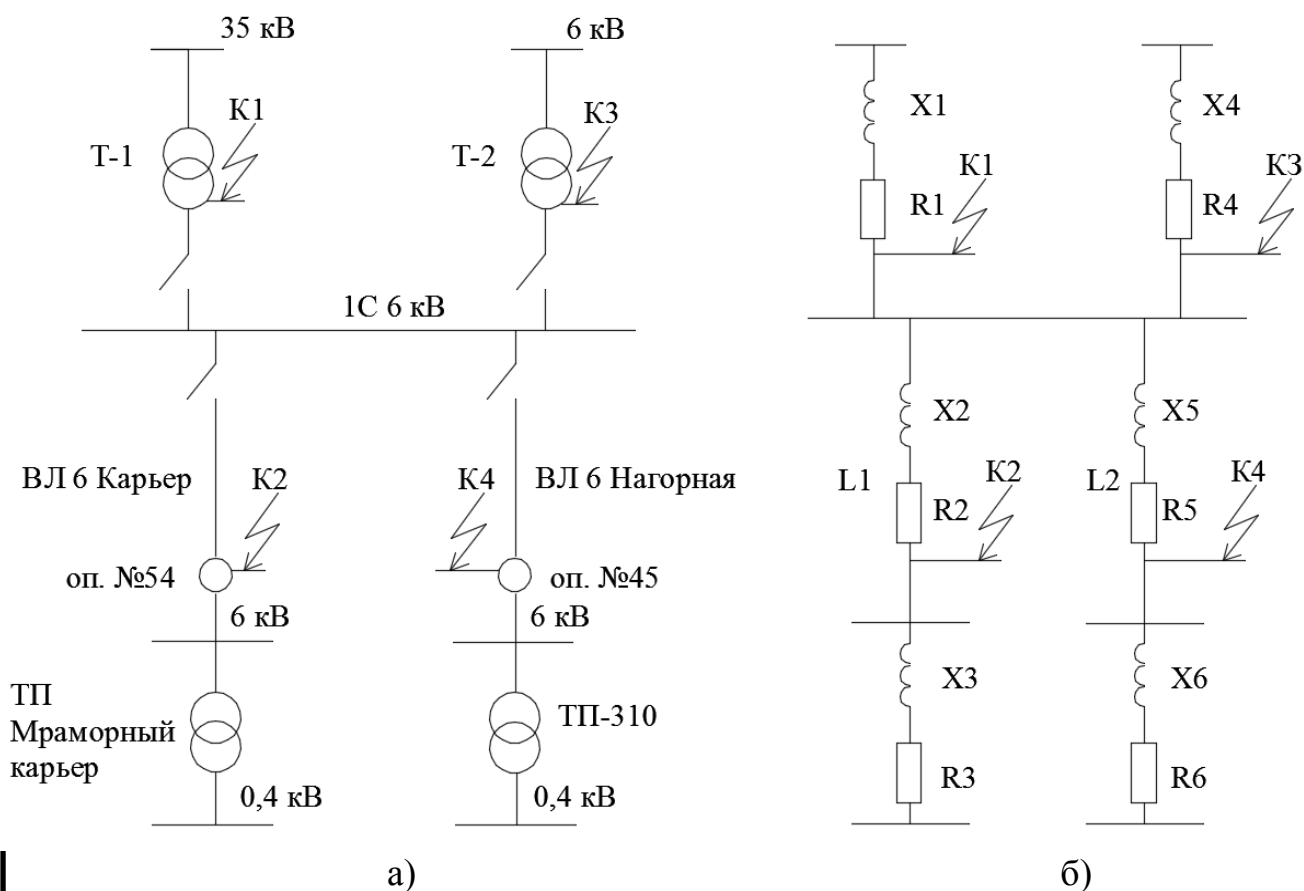


Рисунок 4.1 - Схемы расчетов токов коротких замыканий:

- а) расчетная схема;
- б) схема замещения.

Начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания

$$I_{по,к1} = I_{к,к1} = \frac{U_{ВН}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}, \quad (4.1)$$

где Z_{Σ} - сопротивление до точки, Ом,

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{\left(\sum R_{1min} \right)^2 + \left(\sum X_{1min} \right)^2}. \quad (4.2)$$

Ударный ток

$$i_{уд,к1} = \sqrt{2} \cdot k_{уд,к1} \cdot I_{по,к1} \quad (4.3)$$

где $k_{уд,к1}$ - ударный коэффициент,

$$k_{уд,к1} = 1 + e^{-\frac{0,5 \cdot \pi + \varphi_K}{X_{\Sigma kк} / R_{\Sigma kк}}} \quad (4.4)$$

В случаях, когда $\frac{X_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} \geq 5$, ударный коэффициент допускается определять по формуле

$$k_{уд,к1} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_{a,к1}}}, \quad (4.5)$$

где $T_{a,к1}$ - постоянная времени, с,

$$T_{a,к1} = \frac{X_{\Sigma k1}}{r_{\Sigma k1} \cdot \omega}, \quad (4.6)$$

где ω - угловая частота, рад/с,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \quad (4.7)$$

где f - частота сети, равна $f = 50$ Гц.

Апериодическая составляющая

$$i_{a,к1,t=0} = i_{a0,к1} = \sqrt{2} \cdot I_{по,к1}, \quad (4.8)$$

$$i_{a,к1,t_{уд}} = i_{a0,к1} \cdot e^{\frac{-t_{уд}}{T_{a,к1}}}, \quad (4.9)$$

где $t_{уд}$ - время от начала КЗ до появления ударного тока, с,

$$t_{уд} = 0,01 \frac{\frac{\pi}{2} + \varphi_K}{\pi}, \quad (4.10)$$

$$\varphi_K = \arctg \frac{X_{\Sigma KK}}{R_{\Sigma KK}}. \quad (4.11)$$

Полный ток короткого замыкания в момент времени $t_{уд}$

$$I_{k1, t_{уд}} = \sqrt{I_{по, k1}^2 + i_{a, k1, t_{уд}}^2}. \quad (4.12)$$

Результаты расчета токов короткого замыкания приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Результаты расчета токов короткого замыкания

Наименование параметра			Единицы измерения	Нормальная схема		Аварийная схема		
				К1	К2	К3	К4	
Номинальное напряжение			кВ	6,3	6,3	6,3	6,3	
Заданное значение незатухающей периодической			кА	10	10	10	10	
Реактивное сопротивление системы			Ом	0,36	0,36	0,36	0,36	
Длина линии			км	6,40	2,42	3,73	1,95	
Сопротивление линии	активное	удельное	Ом/км	4,35	6,40	4,50	9,20	
		линии	Ом	27,84	15,49	16,79	17,94	
	реактивное	удельное	Ом/км	4,00	3,20	4,00	3,20	
		линии	Ом	25,60	7,74	14,92	6,24	
Результирующее сопротивление ЛЭП до точки КЗ			активное	Ом	27,84	15,49	16,79	17,94
			реактивное	Ом	25,96	8,11	15,28	6,60
			полное	Ом	38,07	17,48	22,70	19,12
Данные трансформатора	марка трансформатора			ТМ-3200/35/6	ТМ-3200/35/6	ТМР-2200/6/6	ТМР-2200/6/6	
	номинальная мощность		кВА	3200	3200	2200	2200	
	номинальный ток		А	52,8/308,2	52,8/308,2	211,9/197,7	211,9/197,7	
	напряжение короткого замыкания		%	6,4	6,4	5,6	5,6	
	полное сопротивление обмоток трансформатора		Ом	24,52	24,52	2,55	2,55	

Окончание таблицы 4.2

Наименование параметра	Единицы измерения	Нормальная схема		Аварийная схема	
		K1	K2	K3	K4
Резльтирующее сопротивление до точки КЗ	Ом	62,59	42,00	25,25	21,66
Начальное действующее значение периодической составляющей тока КЗ	кА	0,06	0,09	0,14	0,17
Расчетный ток двухфазного короткого замыкания	кА	0,05	0,07	0,12	0,15
Постоянная времени затухания периодической составляющей тока 3ф.КЗ	с	0,0030	0,0017	0,0029	0,0012
Угол сдвига по фазе между напряжением и периодической составляющей тока 3ф.КЗ	рад	0,60	0,43	0,59	0,33
Время от начала КЗ до появления ударного тока	с	0,0069	0,0064	0,0069	0,0061
Ударный коэффициент	-	1,098	1,022	1,093	1,006
Ударный ток 3ф.КЗ	А	0,09	0,13	0,22	0,24

4.2 Выбор силового оборудования

Камеры сборные одностороннего обслуживания серии КСО – 298 НН (рисунок 4.2) компании ПГ «Таврида Электрик» предназначены для приема и распределения электроэнергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 – 10 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью. КСО применяются в составе РУ напряжением 6 – 10 кВ при новом строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении следующих объектов:

- распределительных и трансформаторных подстанций;
- городских электрических сетей;
- распределительных и трансформаторных подстанций;
- объектов гражданского назначения и инфраструктуры;
- распределительных подстанций предприятий легкой промышленности;
- тяговых подстанций городского электрического транспорта и метрополитена;
- понизительных подстанций 35-110/6-10 кВ и 6-10/0,4 кВ распределительных сетей.

Корпус камеры представляет собой сборную металлоконструкцию, составные части которой сварены из гнутого металлического профиля. Внутри камеры размещена аппаратура главных и вспомогательных цепей, а также

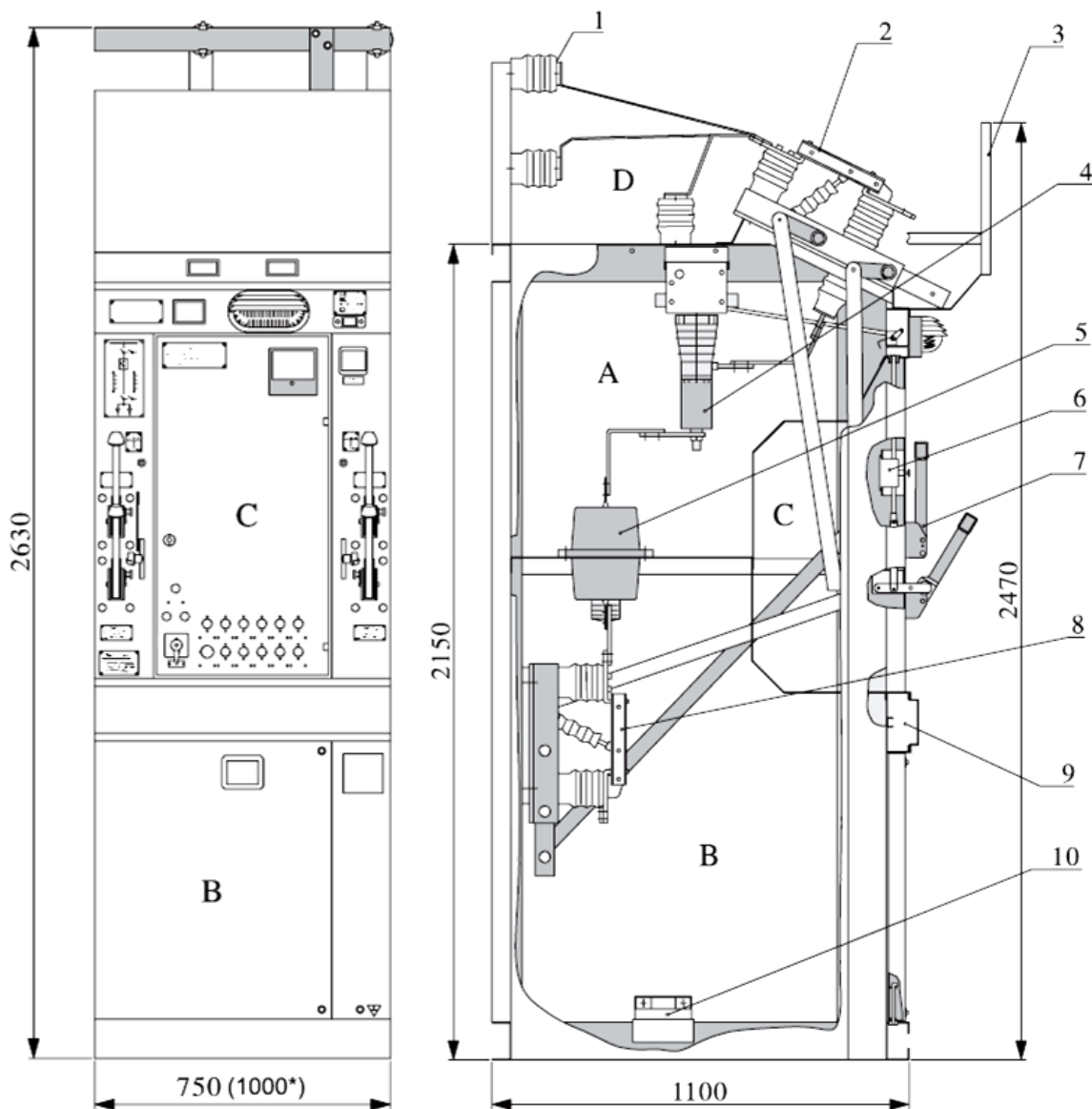


Рисунок 4.2 - Общий вид камеры КСО – 298 НН:

- 1- сборные шины;
- 2- шинный разъединитель;
- 3- защитный экран;
- 4- вакуумный выключатель ВВ/TEL;
- 5- трансформаторы тока;
- 6- блокиратор;
- 7- приводы разъединителей;
- 8- линейный разъединитель;
- 9- клеммник;
- 10- трансформатор тока нулевой последовательности;
- А- высоковольтная зона;
- В- кабельная зона;
- С- низковольтная зона- релейный отсек;
- Д- зона сборных шин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

39

приводы аппаратов. На фасадной стороне расположены органы управления аппаратами, приборы управления, учета, сигнализации и измерения.

На фасаде камеры размещены две двери: верхняя – для доступа к высоковольтной зоне, нижняя – для доступа к кабельной зоне. Для наблюдения за высоковольтными аппаратами на двери имеются смотровые окна.

В высоковольтной зоне размещаются выключатель ВВ/TEL, трансформаторы напряжения, предохранители и трансформаторы тока.

В кабельной зоне находятся кабельные присоединения, трансформатор собственных нужд, трансформаторы тока, линейный разъединитель, нелинейные ограничители перенапряжений и трансформатор напряжения. Основные параметры и характеристики КСО приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Технические характеристики камеры КСО – 298 НН

Параметр	Единица измерения	Значение параметра
Номинальное напряжение	кВ	6
Наибольшее рабочее напряжение	кВ	12
Номинальный ток: - сборных шин - главных цепей	А	1000 630
Номинальный ток отключения выключателя	кА	12,5
Номинальный ток термической стойкости (3 сек)	кА	20
Ток электродинамической стойкости	кА	51
Номинальное напряжение вспомогательных цепей: - переменного оперативного тока - постоянного оперативного тока - цепи освещения внутри камер - цепи трансформаторов собственных нужд	В	220 220 36 380; 220

Типы оборудования, применяемого в КСО, приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4 - Типы оборудования, применяемого в камерах КСО - 298 НН

Наименование оборудования	Тип, марка	Предприятие-изготовитель
Вакуумный выключатель	ВВ/TEL-10-12,5-1000	ПГ «Таврида Электрик»
Трансформатор тока	ТПОЛ-10	ОАО «СЗТТ»
Трансформатор напряжения	НАМИТ-10-2/6	ОАО «Самарский трансформатор»

Окончание таблицы 4.4

Наименование оборудования	Тип, марка	Предприятие-изготовитель
Разъединители	РВЗ-10, РВФЗ-10 на номинальный ток 630 исполнений II, III и II-II с приводами ПР-10	ОАО «Автоматика»
Заземлители	ЗР-10	ОАО «Автоматика»
Ограничители перенапряжений	ОПН-РТ/TEL-6(10)	ПГ «Таврида Электрик»
Предохранители	ПКН001, ПКТ-101 6 кВ	ГУП учреждение ЯЛ 61/3 пос. Идрица Псковской обл.
Трансформатор собственных нужд	ТЛС-40	ОАО «Самарский трансформатор»
Релейная защита и автоматика	ТОР 200	ООО «Релематика»

Для оборудования ЗРУ-6кВ подстанции «Медведёвка» выбраны стандартные схемы компоновки оборудования ячеек КСО (рисунок 4.3).

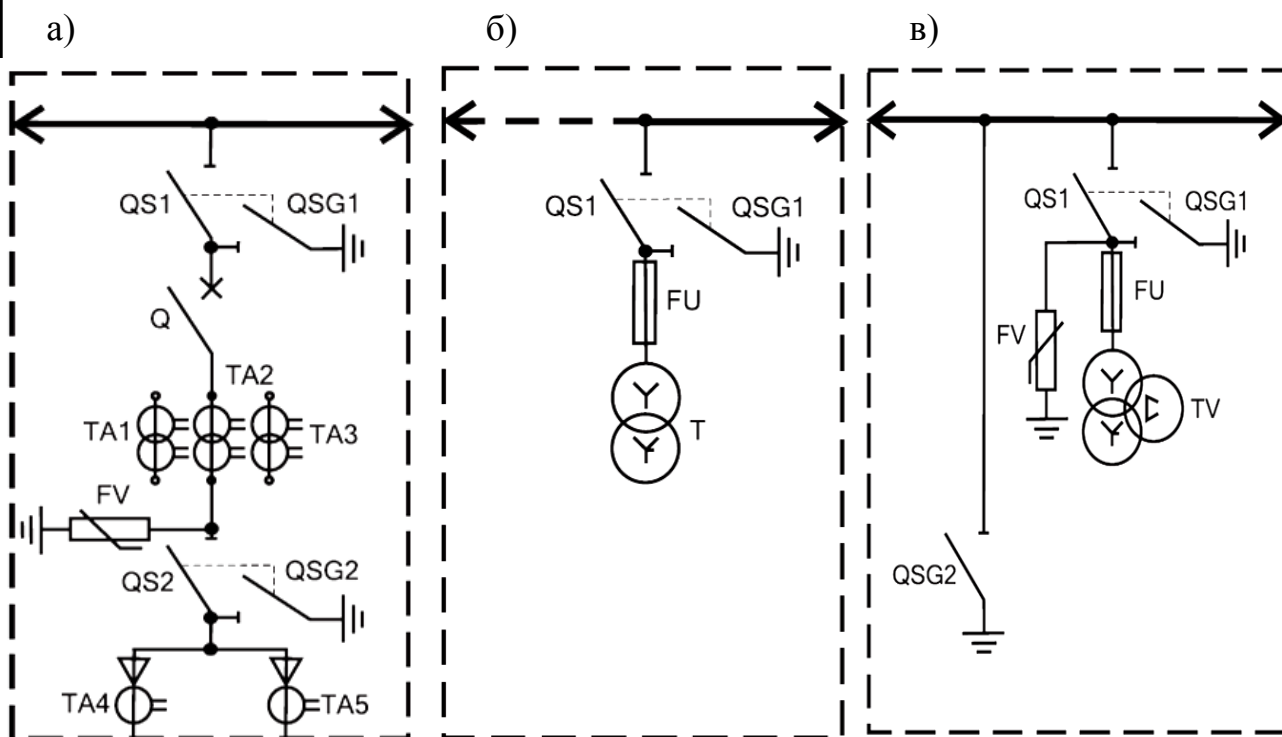


Рисунок 4.3 - Схемы главных цепей КСО:

а) Ввод, отходящая линия.

б) Трансформатор собственных нужд.
Оборудование:

в) Трансформатор напряжения с заземлением сборных шин

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

41

Где: QS1с (QSG1) - разъединитель шинный РВФЗ;

Q - вакуумный выключатель ВВ/TEL;

ТА1, ТА3 - трансформаторы тока ТПОЛ;

FV - ограничитель перенапряжения РТ/TEL;

QS2 (QSG2) - линейный разъединитель РВЗ;

ТА4, ТА5 - трансформаторы тока нулевой последовательности ТЗЛМ;

FU - плавкий предохранитель ПКТ;

T- трансформатор собственных нужд ТЛС;

TV - трансформатор напряжения НАМИТ.

Для коммутации трансформатора Т-1 со стороны высокого напряжения 35 кВ в замен масляного выключателя ВМ-35 целесообразно использование элегазового выключателя марки ВГБ-УЭТМ-35. Выключатель ВГБ-УЭТМ-35 значительно превосходит по основным параметрам выключатель ВМ-35 (таблица 4.5):

- высокая скорость на «отключение» и «включение»;
- высокая электродинамическая стойкость;
- большее (в 30 раз) количество отключений при номинальном токе без замены изолирующей среды.

Таблица 4.5 - Сравнение технических характеристик выключателей

Параметр	Единица измерения	Значение параметра	
		ВГБ-УЭТМ-35	ВМ-35
Номинальное напряжение	кВ	35	35
Наибольшее рабочее напряжение	кВ	40,5	40,5
Номинальный ток	А	630	600
Номинальный ток отключения	кА	12,5	6,6
Ток электродинамической стойкости	кА	35	26
Ток термической стойкости (3 с.)	кА	12,5	10
Отключаемый емкостный ток	А	630	600
Собственное время отключения	с	0,04±0,005	0,11
Полное время отключения	мс	не более 60	600
Собственное время включения	с	0,1±0,03	0,35
Количество отключение при номинальных токах (без замены изолирующей среды)	шт	1000 (элегаз)	30 (масло)
Испытательное напряжение грозового импульса:			
- полный	кВ	190	150
- срезанный	кВ	230	160

Коммутацию трансформатора Т-2 с стороны линии 6кВ ЖД-1 целесообразно выполнить реклоузером марки РВА/TEL(REC15(27)) производства ПГ «Таврида Электрик». Реклоузер (рисунок 4.4) состоит из вакуумного выключателя, размещенного в корпусе из коррозионно-стойкого алюминиевого сплава, в высоковольтные вводы которого встроены датчики

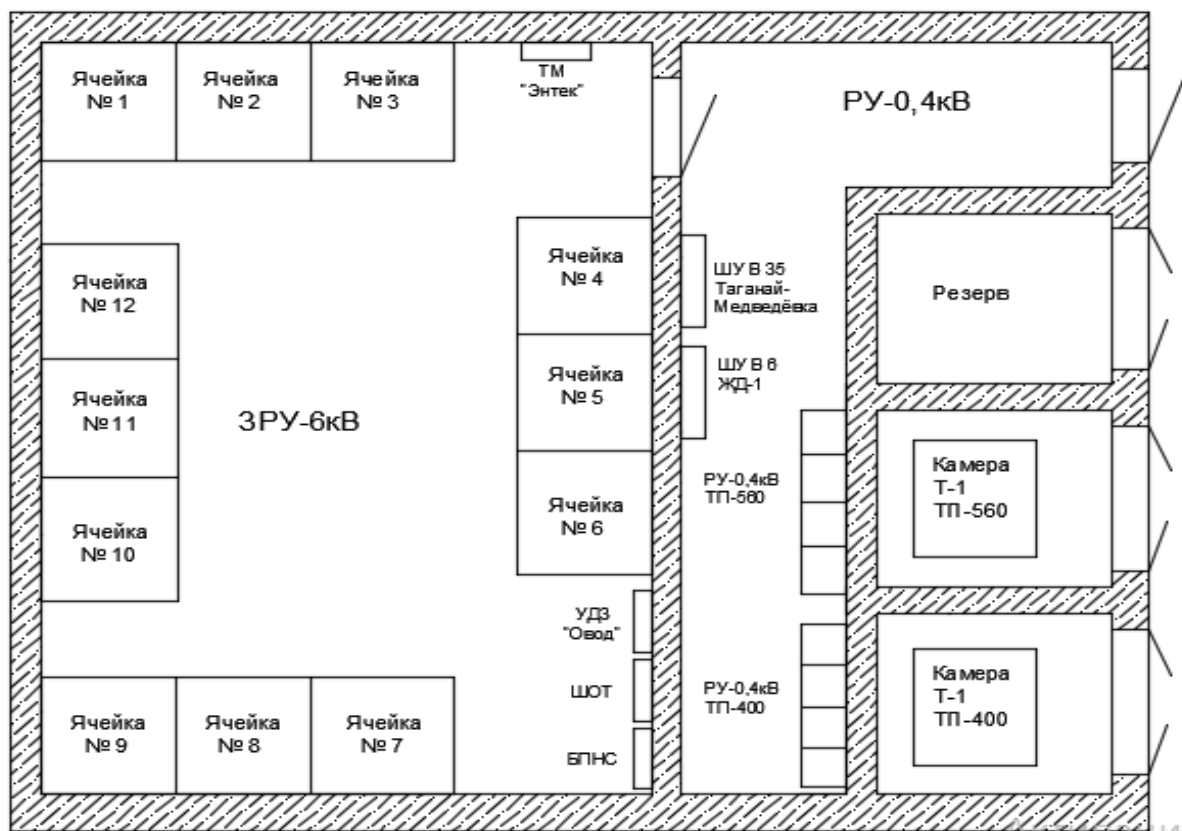
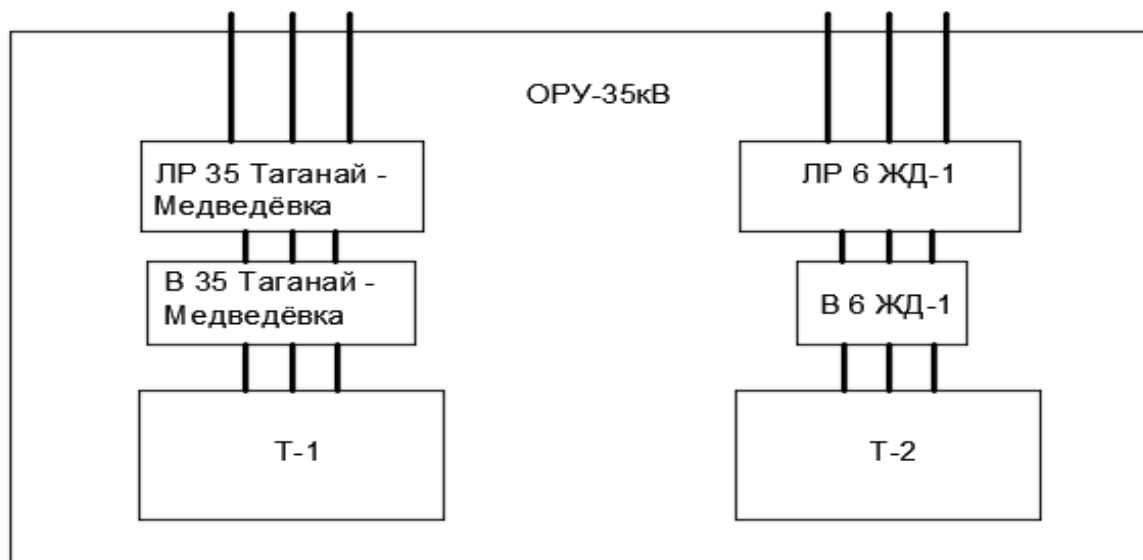


Рисунок 4.5 - План размещения ячеек и силового оборудования

Выводы по разделу четыре:

В данном разделе выбрано силовое оборудование и разработана однолинейная схема ЗРУ-6кВ со стандартными ячейками КСО-298НН (13.03.02.2017.522.00.00 ЭЗ). Габаритные размеры ячеек и силового оборудования позволяют использовать помещения подстанции без перепланировки (рисунок 4.5).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

5 ВЫБОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

5.1 Система оперативного постоянного тока

Система оперативного постоянного тока обеспечивает питание терминалов релейной защиты, противоаварийной автоматики, АСУТП и цепей управления коммутационными аппаратами, автоматики и сигнализации в нормальных режимах, в течении одного часа для ПС с оперативным персоналом и в течении двух часов для необслуживаемых ПС, при полном обесточивании собственных нужд переменного тока подстанции. Для ПС «Медведёвка» выбран блок питания стабилизированным напряжением (БПНС) производства ООО «Энергосбыт» г.Чебаксары.

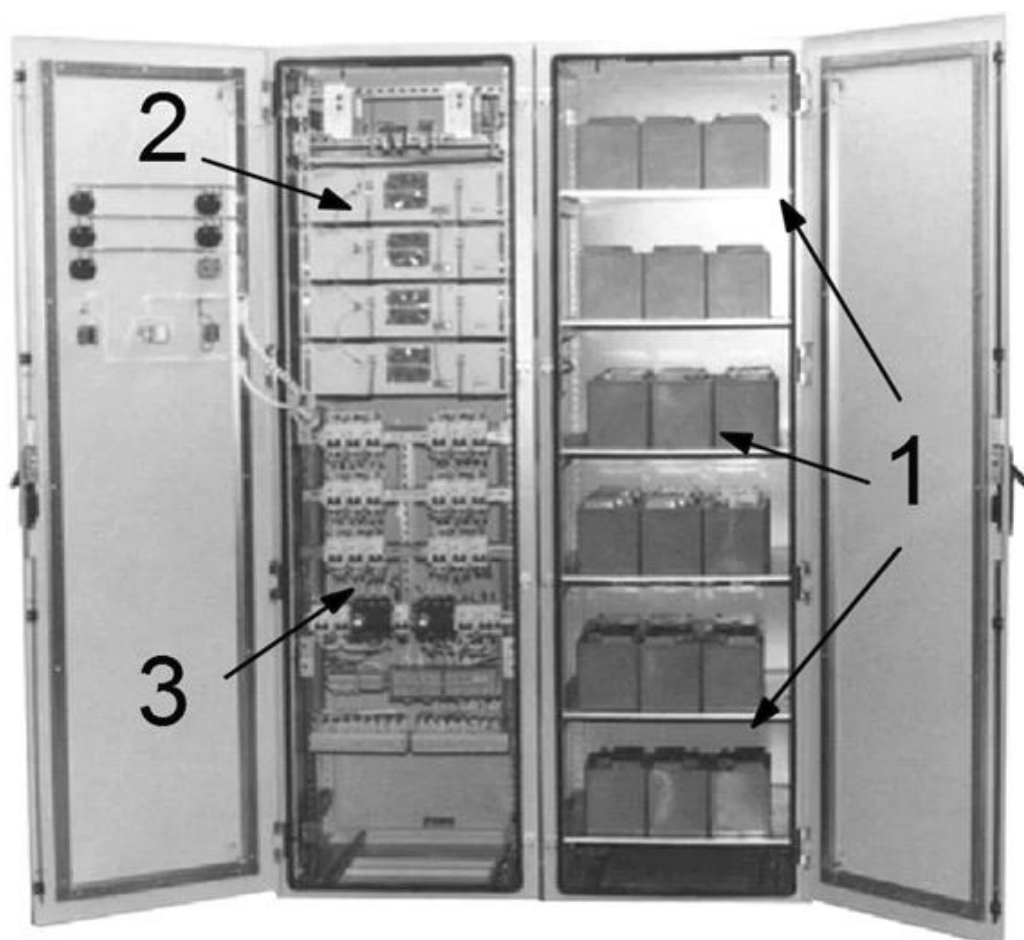


Рисунок 5.1 - Составные части БПНС:

- 1- аккумуляторные батареи;
- 2- зарядно- выпрямительные блоки;
- 3- выходы подключения питания нагрузки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

45

Секция зарядно-выпрямительных блоков (рисунок 5.1) представляет собой преобразователь входного однофазного или трехфазного напряжения переменного тока в стабилизированное напряжение постоянного тока.

Основным режимом работы является питание БПНС от основной сети. При этом осуществляется стабилизация выходного напряжения и обеспечивается заряд/подзаряд аккумуляторной батареи. При пропадании основной сети (возникновении аварийной ситуации в основном канале) БПНС переходит на работу от резервной сети. При появлении (восстановлении) напряжения основной сети переменного тока БПНС переходит на работу от основной сети.

Аккумуляторная батарея работает в режиме постоянного подзаряда, питание нагрузки при этом осуществляется от зарядно-выпрямительных блоков. Величина напряжения подзаряда в общем случае определяется величиной зарядного напряжения на ячейку, которая задается изготовителем аккумуляторов и указывается в инструкции по эксплуатации аккумулятора. При этом напряжение подзаряда автоматически поддерживается с точностью до $\pm 0,5\%$.

При аварийном отключении напряжения питающей сети питание нагрузки автоматически осуществляется от аккумуляторной батареи без задержки времени на переключение. После восстановления напряжения питающей сети происходит автоматическое включение зарядно-выпрямительных блоков и питание нагрузки вновь осуществляется от него с одновременным подзарядом аккумуляторной батареи.

Управление зарядно-выпрямительных блоков и зарядом аккумуляторной батареи осуществляется при помощи микроконтроллера, на лицевой панели которого имеются дисплей и кнопки управления.

Выпрямительный шкаф БПНС запитан от трансформатора собственных нужд ТЛС-10/6/0,4кВ установленного в ячейке №2 (рисунок 4.5). Шкаф оперативного тока (ШОТ) запитывается от выпрямительного шкафа БПНС. Контроль оперативного тока целесообразно выполнить в релейном исполнении с передачей сигнала «Обрыв цепей управления» на панель световой сигнализации и на диспетчерский пульт Кусинского РЭС по системе телесигнализации.

5.2 Защита и автоматика

5.2.1 Выбор устройства управления релейными защитами

Релейная защита и управление вводов рабочего питания, отходящих линий ЗРУ-6кВ целесообразно выполнить на базе микропроцессорных комплектных устройств TOP-200:

- для вводных ячеек TOP-200-B 28 3302

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Отдельным преимуществом устройств именно этой марки является, то что световой поток дугового разряда принимается в ближнем инфракрасном диапазоне. Это обеспечивает функционирование с волоконно-оптического датчика даже в том случае, если их линзы покрываются слоем пыли или сажи. Широкий угол захвата излучения линзой волоконно-оптического датчика исключает проведение регламентных работ, связанных с чисткой линз датчиков.

Электрическую схему секции 6кВ следует поделить на 3 зоны дуговой защиты. «Зона №1» - ячейка №1 «Ввод Т-1», «Зона №2» - ячейка №12 «Ввод Т-2», «Зона №3»- ячейки не входящие в зоны действия «Зона №1» и «Зона №2». Каждая зона работает на отключение соответствующих выключателей, в зависимости от регистрации

5.3 Управление выключателями в ОРУ

Управление выключателями В 35 Таганай-Медведка (ВГБ-УЭТМ-35) и В 6 ЖД-1 (РВА/TEL(REC15(27))) для слаженной работы всей системы автоматики подстанции «Медведёвка» целесообразно выполнить на базе устройств «ТОР-200». До модернизации подстанции трансформатор Т-1 имел только токовую (ТЗ) и газовую защиту (ГЗТ). Применение «ТОР-200» для головных выключателей трансформаторов Т-1 и Т-2 позволяет кроме ГЗТ и ТЗ выполнить дифференциальную защиту (ДЗТ) и УРОВ выключателей В6 ввод Т-1 и В6 ввод Т-2 действием на головные выключатели.

Шкафы управления выключателями В 35 Таганай-Медведка и В 6 ЖД-1 смонтированы в помещении РУ-0,4кВ согласно плана размещения ячеек и силового оборудования (рисунок 4.5). Это повышает надёжность работы устройств, т.к. отапливаемое помещение подстанции позволяет поддерживать климат необходимый для нормальной и надёжной работы устройств релейных защит, автоматики и телемеханики.

Выводы по разделу пять:

Комплект блоков релейных защит ТОР-200 позволяет защитить оборудование подстанции и отходящие линии, как от ошибочных действий персонала, так и от последствий технологических нарушений в работе сети.

Управление всеми выключателями подстанции предусмотрено местное от ключа управления и дистанционное по команде телеуправления с диспетчерского пульта Кусинского РЭС.

Автоматика повторного включения (АПВ) на отходящих кабельных линиях 6-10кВ не выполняется [8]. Ввод в работу АПВ для воздушных линий не целесообразен, в виду их прохождения непосредственно по населенной

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

местности, т.к. это может привести к поражению электрическим током населения и домашних животных.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

6 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ АСДУ

6.1 Общие сведения о принципах построения АСДУ

Телемеханизация подстанции «Медведёвка» необходима с целью обеспечения сбора, обработки и передачи информации о состоянии коммутационного оборудования, реализации функции телеуправления коммутационным оборудованием объекта и обеспечения работы комплекса телемеханики в структуре автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ). Определяющим решением при выборе технических устройств телемеханики является выполнение комплексов оборудования отвечающего отечественным требованиям и обеспечивающих необходимое быстродействие и надёжность [8].

АСУТП- единая, интегрированная, распределённая человеко- машинная система, работающая в режиме реального времени технологического процесса, оснащённая средствами управления, сбора, обработки, отображения, регистрации, хранения и передачи информации.

Выбор описываемого ниже оборудования, входящего в функциональный состав ПС «Медведёвка», базируется на опыте эксплуатации подстанций данного класса специалистами ПО «Златоустовские электрические сети» филиала ОАО «МРСК-Урала» - «Челябэнерго», а так же исходя из технических характеристик оборудования.

Учитывая общие принципы создания АСУТП подстанции данного класса, а так же специфику подстанции «Медведёвка», средствами АСУТП должен быть реализован широкий набор основных информационных, управляющих и вспомогательных функций, решение которых необходимо для эффективной организации управления подстанцией в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.

6.2 Технические решения

Для решения задач сбора, обработки и передачи информации о состоянии коммутационного оборудования, реализации функции телеуправления, с учётом преимуществ указанных в главе 1 данной ВКР, целесообразно применение комплекса устройств телемеханики «Энтек» производства компании «Энтелс» г.Москва.

На чертеже (13.03.02.2017.522.00.00 Э2) изображена функциональная схема оборудования телемеханики. В шкаф телемеханики «Энтек» поступают сигналы телесигнализации (ТС), телеуправления (ТУ) и телеизмерения (ТИ) от контроллеров установленных в ячейка КСО и щитах управления головными выключателями:

- преобразователь измерительный многофункциональный «ЭНИП-2-45/100-220-А2Е0-11» (рисунок 6.1)
- опциональный блок телеуправления «ЭНМВ-1-0/3R-220-С» для «ЭНИП-2». (рисунок 6.2)

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Рисунок 6.1 - Внешний вид ЭНИП-2:

- 1- дискретные выходы;
- 2- контроль цепей питания;
- 3- контроль цепей оперативного тока;
- 4- к цепям трансформаторам тока;
- 5- к цепям трансформатора напряжения;
- 6- USB порт;
- 7- к ЭНМВ-1;
- 8- электропитание.

Устройства ЭНИП-2 осуществляют измерение параметров режимов электрических сетей переменного трехфазного тока с номинальной частотой 50 Гц, синхронизированные векторные измерения, выполнение функций телеуправления, телесигнализации и технического учета электроэнергии с обеспечением обмена информацией по гальванически развязанным цифровым интерфейсам RS-485 и/или Ethernet.

ЭНИП-2 предназначены для применения в составе систем сбора и передачи информации трансформаторных подстанций, распределительных пунктов (систем телемеханики), электростанций (АСДУ). ЭНИП-2 позволяют создавать распределенные системы телемеханики, системы технического учета электроэнергии, системы мониторинга качества электрической энергии, системы мониторинга переходных режимов.

ЭНИП-2 обеспечивают определение состояния встроенных дискретных входов ТС с последующей передачей состояний по цифровым интерфейсам. Дополнительно позволяет передавать состояния дискретных входов внешних модулей ввода-вывода через ЭНМВ-1. Обеспечивает выдачу управляющих воздействий ТУ через встроенные дискретные выходы по командам, поступающим по цифровым интерфейсам, также имеют возможность выдавать команды телеуправления через внешние модули ввода-вывода ЭНМВ-1. ЭНИП-2 обеспечивает управление коммутационными аппаратами или механизмами через ЭНМВ-1 подключаемый к ЭНИП-2 через разъем RS-485, а ЭНМВ-1 обеспечивает выдачу команд на ТОР-200: включить, отключить, блокировка. ТОР-200 после анализа положения блокировок даёт команду блоку управления выключателем БУ/ТЕЛ-220 на включение или отключение. Измеренные устройством ЭНИП-2 физические состояния и формы напряжения в режиме онлайн по каналам связи передаются на диспетчерский пункт.

Преобразователь многофункциональный измерительный ЭНИП-2 производит измерения и вычисления значений следующих параметров режима электрической сети:

- действующие значения напряжений - фазных, междуфазных и средних,
- действующие значения токов - фазных и среднего,
- фазная и суммарная мощность нагрузки - активная, реактивная, полная,
- частота сети,
- фазные и полные $\cos\phi$,
- активная и реактивная энергия в прямом и обратном направлениях (технический учет)

Метрологические характеристики ЭНИП-2 указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Технические параметры ЭНИП-2

Измеряемый параметр	Погрешность измерения
Действующее значение фазного и среднего фазного напряжения	приведенная $\pm 0,2\%$
$0,2U_{ном.} \leq U \leq 1,5U_{ном.} / 0,05U_{ном.} \leq U < 0,2U_{ном.}$	относительная $\pm 0,2 / \pm 0,75\%$
Действующее значение (междуфазного) линейного и среднего (междуфазного) линейного напряжения	приведенная $\pm 0,2\%$
$0,2U_{ном.} \leq U \leq 1,5U_{ном.} / 0,05U_{ном.} \leq U < 0,2U_{ном.}$	относительная $\pm 0,2 / \pm 0,75\%$
Действующее значение фазного и среднего фазного тока	приведенная $\pm 0,2\%$

Окончание таблицы 6.1

Измеряемый параметр	Погрешность измерения
$0,2I_{ном.} \leq I \leq 2I_{ном.} / 0,05I_{ном.} \leq I < 0,2I_{ном.} / 0,01I_{ном.} \leq I < 0,05I_{ном.}$	относительная $\pm 0,2 / \pm 0,75 / \pm 2,0\%$
Активная мощность фазы нагрузки	приведенная $\pm 0,5\%$
$0,2U_{ном.} \leq U \leq 1,5U_{ном.}, 0,2I_{ном.} \leq I \leq 2I_{ном.}, \cos\varphi=1$	относительная $\pm 0,5\%$
Реактивная мощность фазы нагрузки	приведенная $\pm 0,5\%$
$0,2U_{ном.} \leq U \leq 1,5U_{ном.}, 0,2I_{ном.} \leq I \leq 2I_{ном.}, \sin\varphi=1$	относительная $\pm 0,5\%$
Суммарная активная мощность	приведенная $\pm 0,5\%$
Суммарная реактивная мощность	приведенная $\pm 0,5\%$
Полная мощность фазы нагрузки	приведенная $\pm 0,5\%$
Суммарная полная мощность	приведенная $\pm 0,5\%$
Абсолютная погрешность измерения частоты сети	10 мГц

Модули дискретного ввода/вывода ЭНМВ-1 предназначены для применения в составе систем сбора и передачи информации подстанций и электростанций. Вместе с устройствами сбора данных ЭНИП-2 модули ЭНМВ-1 позволяют создавать распределенные системы телемеханики энергообъектов.

Модули ЭНМВ-1 осуществляют функции телеуправления, телесигнализации, осуществляя обмен данными по цифровым интерфейсам RS-485 и Ethernet с АСДУ.

Структурная схема модификаций ЭНМВ-1-0/3R-220-С, приведена на рисунке 6.3.

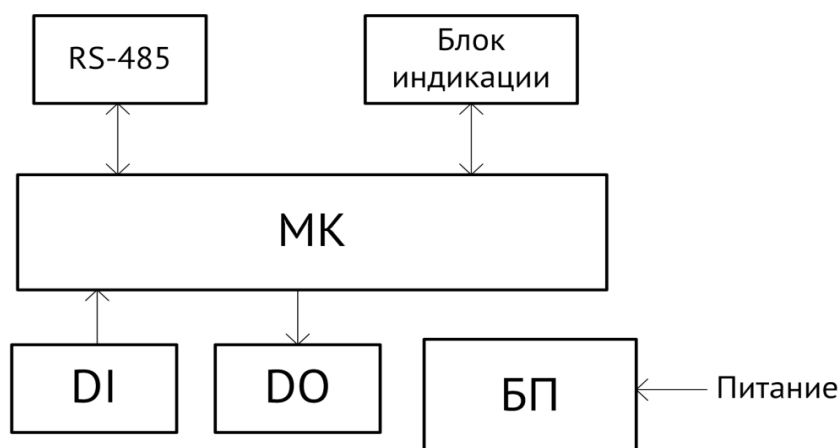


Рисунок 6.3 - Структурная схема ЭНМВ-1-0/3R-220-С



Рисунок 6.2 - Внешний вид ЭНМВ-1:

- 1- дискретные выходы;
- 2- электропитание;
- 3- световая индикация наличия сигнала на выходах;
- 4- порт RS 485 для ЭНИП-2;
- 5- порт USB.

ЭНМВ-1 следующих модулей:

- микроконтроллер МК используется для реализации алгоритмов работы устройства, управления периферией и поддержки различных протоколов обмена;
- гальванически развязанные интерфейсы RS-485 для реализации информационного обмена с другими устройствами и авто-матизированными системами;
- интерфейс Ethernet 100Base-T реализован на базе МК, позволяет реализовать информационный обмен по локальной вычислительной сети на автоматизируемом объекте;
- интерфейс USB реализован на базе МК, позволяет реализовать локальный информационный обмен с устройством;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

56

- DO – дискретные выходы, обеспечивают выдачу команд управления от микроконтроллера;
- DI – дискретные входы, обеспечивает ввод дискретных сигналов в микроконтроллер;
- блок индикации – светодиоды, сигнализирующие о текущем состоянии ЭНМВ;
- блок питания.

После подачи питания на прибор микроконтроллер сначала запускает программу загрузчика, а затем основную программу. Под управлением основной программы и в соответствии с заданными настройками конфигурации микроконтроллер начинает отвечать на запросы и передавать данные по интерфейсам в заданных протоколах. В соответствии с настроенными алгоритмами или по команде от ЭНИП-2 микроконтроллер выполняет команды управления через дискретные выходы и регистрирует состояние дискретных входов. Результат логического выражения может быть передан по любому поддерживаемому протоколу на верхний уровень в виде ТС или использован в качестве управляющего воздействия на встроенные дискретные выходы.

6.3 Описание работы АСДУ

Телесигнализацию положения выключателей, ключей управления (местное управление (МУ) / телеуправление (ТУ)) отходящих линий и головных выключателей подстанции «Медведёвка» ячеек (№1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, ЩУ В 35 и ЩУ В 6), целесообразно выполнить на блок- контактах выключателя, избирательного ключа управления на контактах ключа.

Телеуправление выключателями присоединений следует выполнить через комплектное устройство «ТОР-200» и блок управления выключателем «БУ/TEL 220-1-01А» по команде от ключа управления или телеуправления с диспетчерского пульта Кусинского РЭС через шкаф телемеханики «Энтек».

Сигнал на включение или отключение поступает на выключатель с «ЭНМВ-1» в цепи управления через избирательный ключ.

Ключи управления и выбора режима «МУ / ТУ» монтируются на дверцах ячеек КСО и ЩУ головных выключателей. Перечень сигналов приведён в чертеже (13.03.02.2017.522.00.00 Э2). Комплекс «Энтек» обеспечивает сбор и передачу на диспетчерский пункт Кусинского РЭС сигналов ТС, ТИ, приём с диспетчерского пульта и выдачу команд ТУ выключателям. Сигналы ТС снимаются с контактных групп типа «сухой контакт» выключателей и автоматики защит ТОР-200. Команды ТУ формируются модулями релейного вывода ЭНМВ-1 и подаются на клемные группы ТУ выключателя блока ТОР-200.

На диспетчерском пункте Кусинского РЭС предусмотрено приёмное устройство (рисунок 6.4), серверное оборудование (системный блок класса Core i5, 4GB, программное обеспечение Windows 7, клавиатура, мышь, источник бесперебойного питания, принтер А4 ч/б), сетевая плата CP-102U 2-port RS-242.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

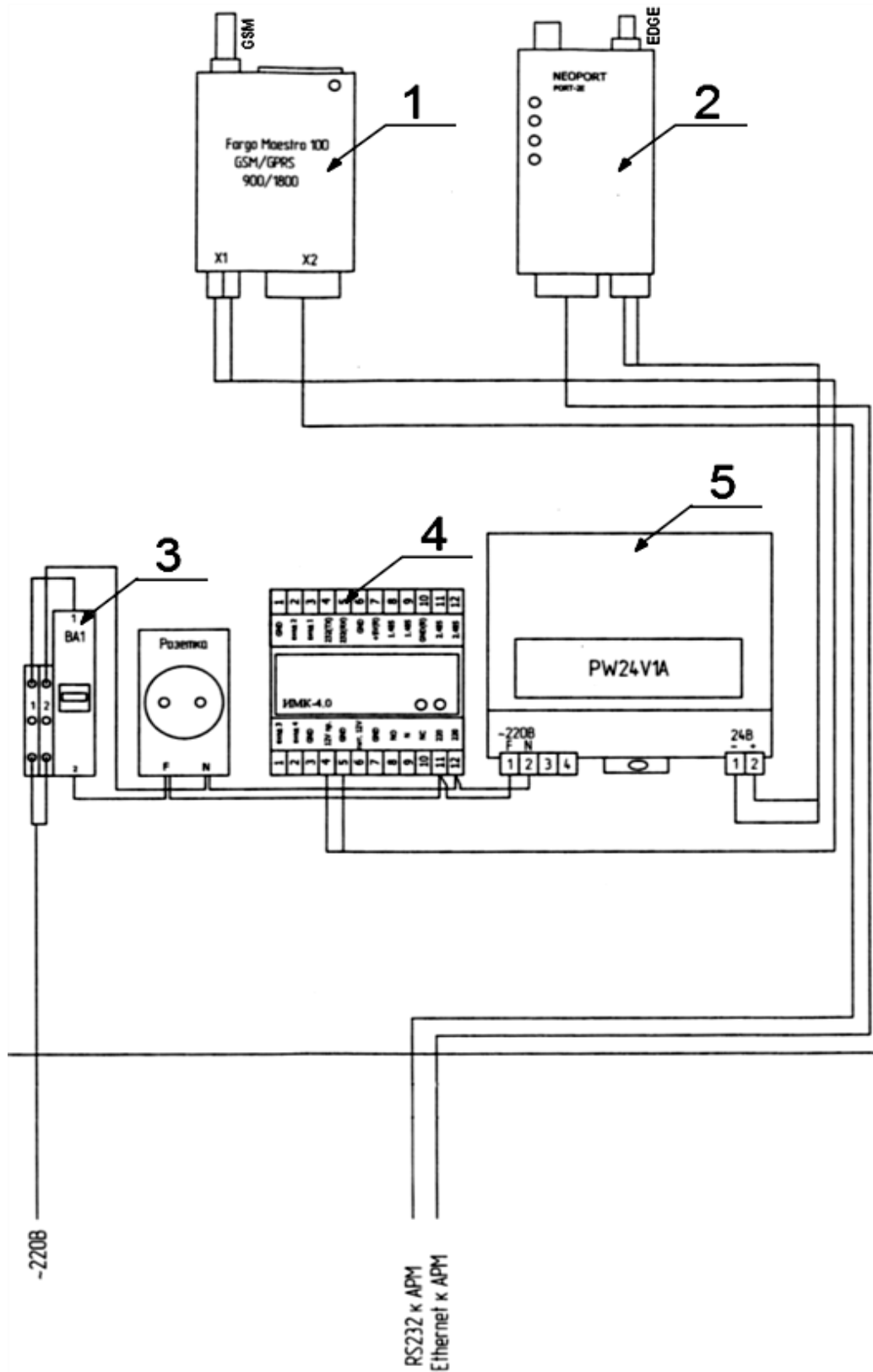


Рисунок 6.4 - Функциональная схема модуля связи на диспетчерском пункте Кусинского РЭС:

- 1- Модем GSM;
- 2- Модем EDGE;
- 3- Автоматический выключатель;
- 4- Блок питания №2;
- 5- Блок питания №1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ

Лист

58

Сигнал от ЭНИП-2 следует по витой паре протоколом RS 485 до шкафа передачи данных Энтек (рисунок 6.5). В шкафу сигнал попадает в контроллер ЦММ КП ЭНТЕК который обрабатывает полученные данные преобразовывает, пакетирует их и отправляет на модемы. Протоколом RS 232 на модем GSM и протоколом Ethernet на модем EDGE.

Основной канал связи обеспечивает модем EDGE. Данные передаются постоянно в режиме «реального времени» по каналам сотового оператора.

Кроме основного канала связи предусмотрен резервный канал. При отсутствии связи ЦММ КП ЭНТЕК с модемом EDGE или отсутствии связи модема с сотовым оператором ЦММ КП ЭНТЕК передаёт сигнал в виде протокола RS 232 на модем GSM и передает данные в виде «дозвона». Таким образом производится «дозвон» до модема GSM в Кусинском РЭС по резервному каналу связи.

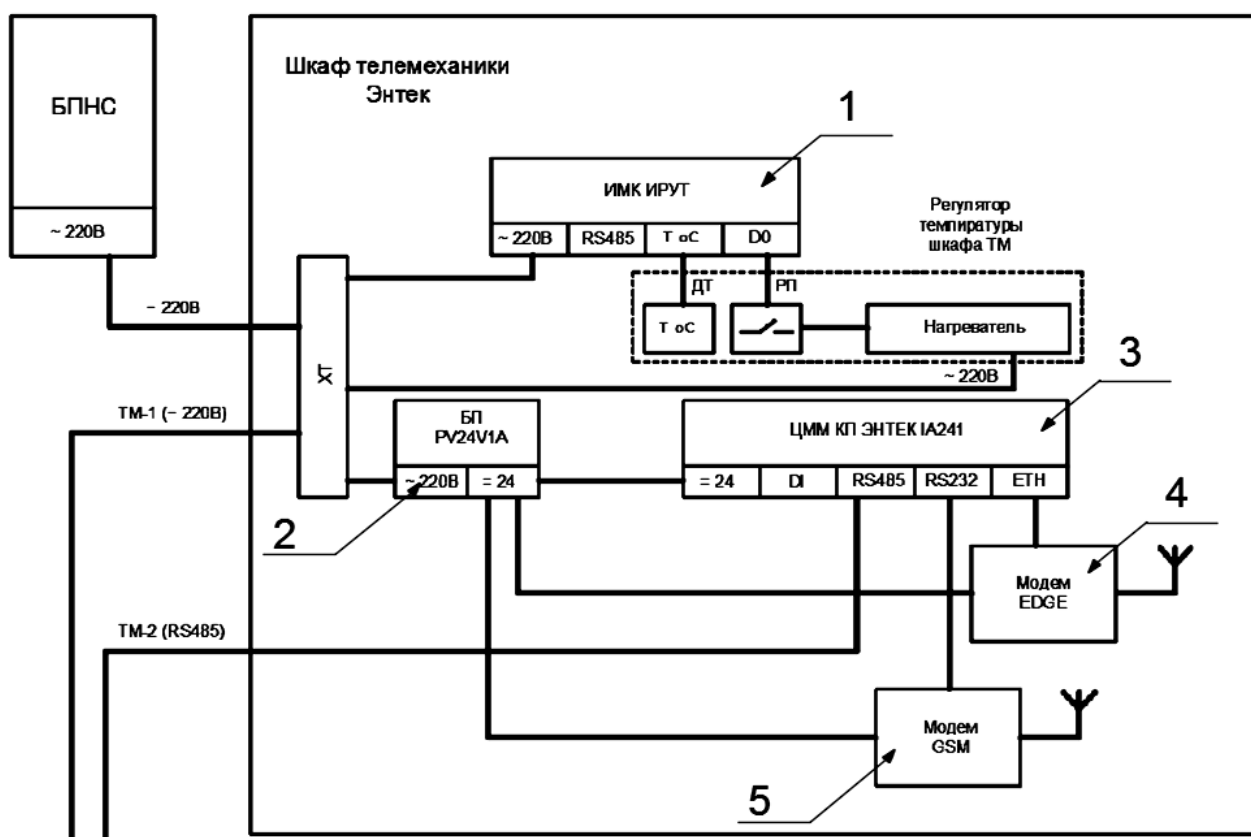


Рисунок 6.5 - Шкаф передачи данных на подстанции «Медведёвка»:

- 1- Блок управления подогревом шкафа;
- 2-Блок питания модемов;
- 3-Контроллер преобразователь ЦММ КП ЭНТЕК;
- 4- Модем EDGE;
- 5- Модем GSM.

Шкаф связи на диспетчерском пункте Кусинского РЭС (рисунок 6.5) оборудован двумя модемами сотовой связи: модем EDGE и модем GSM (основной и резервный соответственно). От модемов сигналы в виде протоколов Ethernet и RS 232 отправляются на персональный компьютер оборудованный

программным комплексом SCADA «Энтек» который представляет собой диспетчерский пульт диспетчера Кусинского РЭС.

Передача команд от диспетчерского пульта на подстанцию «Медведёвка» производится в обратной последовательности. ТС и ТИ на высшие уровни АСДУ осуществляются по волоконно - оптической связи через пульт диспетчера Кусинского РЭС.

Для взаимодействия оборудования между подстанцией «Медведёвка» и диспетчерским пунктом Кусинского РЭС предусмотрено программное обеспечение SCADA «Энтек».

Выводы по разделу шесть:

Бесперебойность передачи данных телемеханики, от подстанции «Медведёвка» до диспетчера Кусинского РЭС, обеспечивается двумя каналами сотовой GSM связи, основного и резервного от разных операторов. Основной канал через глобальную интернет сеть взаимодействует с удалённым компьютером диспетчера Кусинского РЭС. SCADA - ЭНТЕК осуществляет соединение по каналу связи EDGE/GPRS через ЦММ КП ЭНТЕК по протоколу МЭК 60870-5-104. Информация об аварийной ситуации немедленно передается на верхний уровень системы.

Система даёт возможность оператору отслеживать состояние всех объектов. Резервный канал обеспечивается путём «автодозвона» компьютера диспетчера до контроллера ЦММ КП ЭНТЕК и наоборот. Сигнал по резервному каналу передаётся в аналоговом виде. Безопасность сигналов обеспечивает программное шифрование.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

7 НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

7.1 Описание набора настроек SCADA-системы «ЭНТЕК»

SCADA-система «ЭНТЕК» позволяет в кратчайшие сроки и с минимальными затратами решать задачи автоматизации локальных и распределенных объектов. Система охватывает цикл разработки проектов автоматизации от технологического программирования микропроцессорных контроллеров до создания рабочих мест верхнего уровня различной специализации.

Открытые интерфейсы коммуникации, такие как OPC DA и МЭК 60870–5-101/104, использование баз данных SQL позволяют легко осуществлять двунаправленную передачу информации между SCADA-системой «ЭНТЕК» и приложениями сторонних производителей.

На рисунке 7.1 изображено главное меню интерфейса отображающее основные функции описанные ниже.



Рисунок 7.1 - Интерфейс главного меню

Функции: □

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

- сбор и регистрация первичной информации о ходе технологического процесса;
- обработка информации по алгоритмам пользователя;
- предоставление информации в виде мнемосхем технологического процесса;
- оперативное, диспетчерское управление;
- ведение истории технологического процесса;
- просмотр и анализ хода технологического процесса;
- формирование отчетной документации;
- экспорт оперативной и архивной информации в WEB;
- сигнализация и регистрация событий и нарушений в ходе технологического процесса;
- регистрация всех действий операторов;
- механизм настройки прав пользователей.

1) Для связи с контроллером используются встроенные средства SCADA-системы «ЭНТЕК», которые позволяют организовывать обмен по каналам RS485 и Ethernet, а также по каналам сотовой связи GSM/ GPRS/ EDGE/ CDMA/ WiMAX.

2) «ЭНТЕК» позволяет оптимально решать следующие задачи:

- программирование и настройка контроллеров;
- ежесуточный сбор архивной информации средних получасовых мощностей потребления электроэнергии;
- оперативный контроль текущих параметров электроэнергии напряжений, токов, мощностей, $\cos \varphi$;
- телесигнализация, телеуправление;
- аварийная и охранная сигнализация;
- синхронизация времени;
- контроль распределения нагрузки по потребителям;
- регистрация оперативных показателей электрической энергии и событий телесигнализации в базе данных истории;
- создание многофункционального диспетчерского интерфейса с целевым предназначением для различных служб;
- анализ балансов и контроль потерь при транспорте электроэнергии;
- формирование отчетной документации по расходу электроэнергии и событиям телесигнализации;
- ведение базы данных используемого технологического оборудования.

7.2 Отладка программы

SCADA-система «ЭНТЕК» использует технологию EnLogic. EnLogic – это технологическая платформа для создания на базе микропроцессорных контроллеров и промышленных компьютеров коммуникационных шлюзов, конвертеров протоколов, КП телемеханики, серверов передачи и хранения информации.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

EnLogic позволяет построить связи между всеми контроллерами системы телемеханики. Каждому контроллеру (TOP-200, ЭНИП-2, ЭНМВ-1, ЦММ КП ЭНТЕК) присваивается адрес в виде числа (от 0 до 255). Пример окна настройки адреса контроллера изображено на рисунке 7.2.

Корневыми элементами дерева системы являются контроллеры. В системе могут одновременно присутствовать любое количество контроллеров. В каждом контроллере существуют группы: задачи пользователя, каналы ввода / вывода, архивы, межконтроллерный обмен.

Связь с контроллером | Контроллер

Общие настройки контроллера

Имя контроллера

Тип контроллера

Системный адрес контроллера

Контроллер: Теконик P06, группа: Теконик P06
Описание: Процессорный модуль Теконик P06 (t-mezon)

Связь с контроллером

Режим

Настройка связи

TCP/IP

IP-адрес ...

Порт ... Тайм-аут, сек

RS232

Порт Настройка

Скорость

Адрес контроллера для опроса

Настройки опроса менеджером KLogic

Периодический опрос

Период для TCP/IP сек

Период для RS232 сек

Опрос по инициативе

Игнорировать потерю связи, сек

Настройка экспорта имен каналов

Рисунок 7.2 - Пример окна настройки адреса контроллера

Далее произведена настройка модуля «Алармы и сообщения» - сигнализация различных событий и нарушений технологического процесса. Как показано на рисунке 7.3.

Рисунок 7.3 - Пример окна настройки свойств алармов

Модуль «Визуализация» позволяет нарисовать интерактивные элементы мнемонической схемы подстанции (рисунок 7.4) с присвоением элементам своих функций:

- положение коммутационного аппарата
- параметры измерения физических величин присоединений
- сигнализации присоединений (звук, вид)

При помощи компьютерной мыши можно открывать дополнительные функции элементов. Например, подавать команды на включение / отключение выключателя, параметры измерений открывать в более развёрнутом виде и т.д.

В модуле «Отчёты» производится формирование рапортов для создания отчётной документации о ходе технологического процесса. С его помощью осуществляется настройка рапортов, их форматирование, отображение, печать, сохранение, а также экспорт в Microsoft Excel.

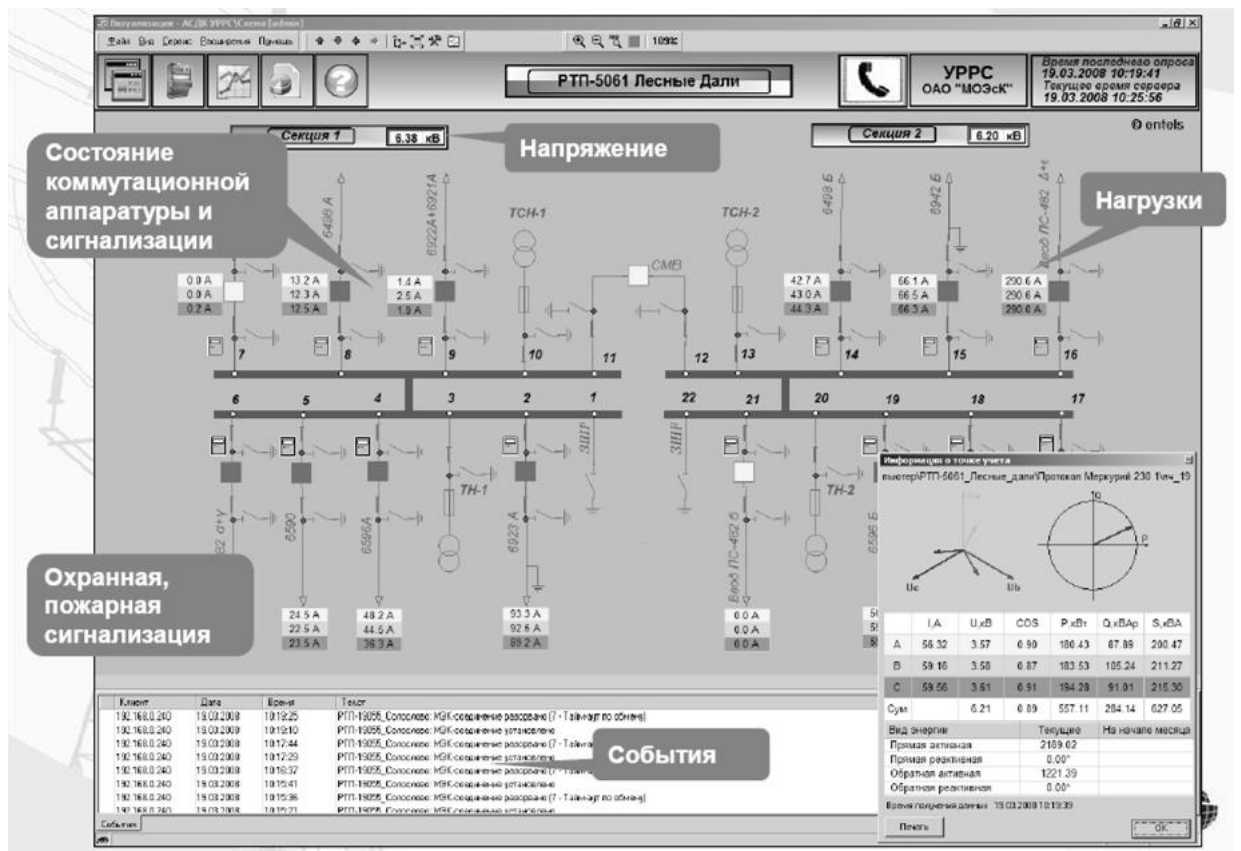


Рисунок 7.4 - Визуализация схемы подстанции

Выводы по разделу семь:

SCADA- «ЭНТЕК» позволяет построить систему телемеханики на подстанции «Медведёвка» и автоматизировать управление реклоузеров воздушных линий посёлка. Система «ЭНТЕК» сокращает время перерывов электроснабжения и позволяет электрическую сеть сделать более безопасной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

8 ОЦЕНКА КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ

8.1 Методика расчёта

Для расчёта капитальных затрат на модернизацию системы электроснабжения посёлка Медведёвка использован программный продукт «Гранд-Смета» от группы компаний «ГРАНД». В составе комплекса находятся различные базы, разработанные на основе утверждённых Госстроем России и другими структурами норм и ценников.[24]

Программа позволяет создавать все виды сметной документации:

- Локальные сметные расчеты (сметы) — создание смет базисным, базисно-индексным, ресурсным, ресурсно-индексным, базисно-компенсационным методом. Возможность сочетания методов расчета в одном документе и сравнение итогов.

- Автоматическое формирование смет на основе выполненных по актам работ.

- Объектные сметные расчеты (сметы), с возможностью автоматического создания на основе локальных расчетов, составленных в программе. С автоматическим распределением затрат по главам и синхронизацией данных при их изменении. Расчет показателя единичной стоимости.

- Автоматическое создание сводной ресурсной ведомости по выбранным актам выполненных работ. Формирование ведомости ресурсов на остаток выполненных работ.

- Возможность использования внешних макросов для изменения каких-либо данных или параметров одновременно в нескольких сметах.

Программный комплекс "ГРАНД-Смета" прошел сертификацию в системе ГОСТ Р Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, что подтверждается Сертификатом выданным Органом по сертификации программной продукции в строительстве и подтверждает, что программный комплекс "ГРАНД-Смета" соответствует требованиям нормативных документов, указанных в приложении к сертификату, в том числе ГОСТ Р ИСО - требования к качеству продукта и документации пользователя[24].

В разделах главы указаны итоги локальных сметных расчётов рассчитанных по форме № 4А (таблица А.1 и А.2). При расчёта применён коэффициент по письму Минстроя России [9] на строительно-монтажные работы $СМР=5,56$, т.к. федеральные и территориальные расценки в базе программы приведены в ценах 2001 года. Данные коэффициенты пересматриваются Минстроем России и Министерством экономики России ежеквартально с учётом:

- инфляции;
- цен на материалы;
- изменений в системе социальных отчислений;
- изменений в системе налоговых отчислений;
- изменений в системе оплаты труда.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

8.2 Расчёт затрат

Итоги расчетов сформированных в ПК "ГРАНД-Смета" приведены в таблице А.1 и А.2 приложения А. Стоимость АСДУ подстанции «Медведёвка» $\Sigma_{АСДУ}$ рассчитана по формуле [24]:

$$\Sigma_{АСДУ} = \Sigma_{РЗА} + \Sigma_{ТМ} + \Sigma_{Яч} \quad (8.1)$$

где: $\Sigma_{РЗА} = 357\,485,47$ рублей - стоимость РЗА;
 $\Sigma_{ТМ} = 377\,758,66$ рублей - стоимость телемеханики;
 $\Sigma_{Яч} = 2\,950\,347,87$ рублей - стоимость Ячейки КСО, В 35 "Таганай - Медведёвка", В 6 ЖД-1.

$$\Sigma_{АСДУ} = 357\,485,47 + 377\,758,66 + 2\,950\,347,87 = 3\,685\,592,00 \text{ рублей.}$$

Стоимость модернизации системы электроснабжения посёлка «Медведёвка» $\Sigma_{ОБЩ}$ рассчитана по формуле [24]:

$$\Sigma_{ОБЩ} = \Sigma_{ЖД-1} + \Sigma_{АСДУ} \quad (8.2)$$

где: $\Sigma_{ЖД-1} = 3\,642\,472,20$ рублей - стоимость строительства резервного питания от ВЛ 6 ЖД-1.

$$\Sigma_{ОБЩ} = 3\,642\,472,20 + 3\,685\,592,00 = 7\,299\,064,20 \text{ рублей.}$$

Далее рассчитан простой срок окупаемости проекта T , то есть тот интервал времени, по прошествии которого проект начинает приносить прибыль.

$$T = \Sigma_{ОБЩ} / E \quad (8.3)$$

где: $E = 2\,500\,000,00$ рублей - стоимость ежегодных потерь от недоотпуска электроэнергии в следствии физического и морального износа оборудования и сетей посёлка Медведёвка.

$$T = 7\,299\,064,20 / 2\,500\,000,00 = 2,92 \text{ года, т.е. 2 года 11 месяцев.}$$

Выводы по разделу восемь:

Срок окупаемости модернизации составил 2 года 11 месяцев, при капитальных вложениях в сумме 7 299 064,20 рублей. Это означает, что модернизация системы электроснабжения посёлка Медведёвка экономически выгодна.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

9.1 Краткое описание подстанции.

Подстанция «Медведёвка» является главной понижающей подстанцией посёлка Медведёвка, и относится к действующим электроустановкам. Электрооборудование включает в себя: силовые и измерительные трансформаторы, высоковольтную коммутационную аппаратуру (высоковольтные выключатели, разъединители), низковольтную коммутационную аппаратуру (автоматические выключатели, пакетные выключатели, разъединители), также контрольно-измерительные приборы средства диспетчерского управления.

9.2 Анализ производственных и экологических опасностей.

Перечень вредных и опасных факторов для работающих и обслуживающих электроподстанцию:

высокое напряжение (на открытом распределительном устройстве (ОРУ) составляет 35 кВ, на закрытом распределительном устройстве (ЗРУ) - 6 кВ),

электромагнитные поля;

шум; вызванный работой трансформаторов на территории открытого распределительного устройства

наличие трансформаторного масла, используемого для охлаждения и обеспечения электроизоляции в действующих электроустановках.

9.3 Нормативные значения факторов рабочей среды и трудового процесса.

В производственном помещении ЗРУ допустимые параметры следующие:

температура воздуха 19-25°C,

относительная влажность не более 75%,

скорость движения воздуха не более 0,2-0,5 м/с;

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Для работ, производимых сидя, стоя или связанных с ходьбой и сопровождающихся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч.,

9.4 Организационные вопросы охраны труда.

Требования безопасности являются приоритетными по отношению к другим требованиям.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Условия работы оперативного и обслуживающего персонала при эксплуатации оборудования системы телемеханики должны соответствовать требованиям санитарных норм и требованиям безопасности персонала.

Организация, проводящая монтаж и пуско-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования автоматизированной системы оперативно - диспетчерского управления подстанции должна иметь лицензию на право проведения работ по данной категории, а также подготовленных и аттестованных специалистов, имеющих право быть производителями работ в распределительных устройствах напряжением выше 1000 В.

Эксплуатация телемеханического оборудования подстанции должна производиться квалифицированным персоналом, прошедшим специальное обучение. Персонал, проводящий эксплуатацию комплекса, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

Руководитель организаций, проводящих строительно-монтажные, пусконаладочные, эксплуатационно-ремонтные работы, несут ответственность (в соответствии с действующим законодательством) за квалификацию своего персонала, соблюдение им требований безопасности и за организацию и выполнение мероприятий по безопасности труда на своих участках работ.

Комплекс телемеханики устанавливается в местах, безопасных для пребывания персонала. Конструкция и размещение шкафов телемеханики удовлетворяют требованиям электро и пожаробезопасности в соответствии с [10-14]. Шкафы телемеханики оснащены механическими блокировками дверей, исключающими их самопроизвольное блокирование.

Комплекс телемеханики удовлетворяет I классу по способу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током и соответствует требованиям безопасности, указанным в [15-17].

Аппаратные средства удовлетворяют требованиям документов: «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок».

Металлический корпус комплекса телемеханики электрически соединён с клеммой РЕ узла сетевого, к которой должен быть присоединён защитный проводник РЕ питающей линии. На видном месте шкафа телемеханики предусмотрено четко различимое устройство (болт) для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. Электрическое сопротивление между болтом и любой металлической частью шкафа, подлежащей заземлению, не превышает 0,05 Ом.

Сопротивление изоляции кабеля сетевого питания в пределах одного устройства не менее 0,5 МОм (при нормальных климатических условиях). Сопротивление изоляции цепей управления, защиты и автоматики не менее 1 МОм. Контроль состояния заземляющих устройств должен выполняться по в соответствии с [18].

Все плановые проверки сопротивления изоляции должны производиться при отключенных устройствах комплекса.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ					

При проведении строительно-монтажных, наладочных и эксплуатационно-ремонтных работ должны соблюдаться требования безопасности, установленные [19-21-22].

9.5 Производственная санитария.

Установление оптимальных параметров микроклимата. В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанных выше нормативов.

Для повышения влажности воздуха в помещениях с ПЭВМ следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной или прокипяченной питьевой водой.

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха в производственных помещениях применяют вентиляцию. В помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором системы вентиляции. Расчет следует проводить по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и внешнего освещения.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы экраны ПЭВМ за которыми работает оператор-технолог были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева. Рекомендуются размещение окон с одной стороны рабочего помещения, желательно на север или северо-восток. На окнах следует установить жалюзи с вертикальными ламелями. Желательно размещение мониторов подальше от окон и таким образом, чтобы их экраны были перпендикулярны к поверхности окон.

Искусственное освещение в операторной должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана ПЭВМ. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядом расположении ПЭВМ.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра. Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной.

При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплого воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, фрамуги и двери.

Организованная естественная вентиляция, или аэрация, обеспечивает воздухообмен в заранее рассчитанных объемах и регулируемый в соответствии с метеорологическими условиями. Аэрация осуществляется при помощи проемов в стенах и потолке и рекомендуется в помещениях большого объема. Для получения расчетного воздухообмена вентиляционные проемы в стенах, а также в кровле здания (аэрационные фонари) оборудуют фрамугами, которые открываются и закрываются с пола помещения.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. Естественная вентиляция применима там, где нет больших выделений вредных веществ в рабочую зону.

9.6 Эргономика и производственная эстетика

Требования эргономики предусматривают правильную организацию помещения участка и рабочих мест. Столы и шкафы стоят вплотную к стенам так, что в центре остается большой проход. Рабочие столы имеют дополнительные полки, на которые устанавливаются контрольно-измерительные приборы. Такое расположение обеспечивает хороший доступ к органам управления и средствам отображения информации. Под столом находится тумба с ящиками для хранения инструмента.

Для уменьшения зрительного утомления и обеспечения равномерного освещения рабочих мест, стены выкрашены в бледно - розовый цвет. Над розетками и рубильниками красной краской обозначены напряжения. На окнах висят светлые шторы от прямых солнечных лучей.

9.7 Противопожарная и взрывобезопасность.

Пожарная безопасность на подстанции обеспечивается следующими мероприятиями:

– отвод масла из трансформаторов в закрытый маслосборник для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждениях маслonaполненных трансформаторов,

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

- установка сигнализации на сооружения подстанции,
- соблюдение противопожарных разрывов между сооружениями и маслонаполненным оборудованием,
- кабели прокладываются в подвесных металлических лотках, наземных железобетонных лотках и в траншеях, с соблюдением требований и рекомендаций ПУЭ, обеспечивающих пожарную безопасность в кабельном хозяйстве,
- на подстанции предусматривается набор первичных средств пожаротушения: порошковый и углекислотный огнетушители; ящик с песком (объёмом 0,5 м³); противопожарный инвентарь (лопаты, кирки, топор, лом),
- применение специальных средств сигнализации (датчики) в закрытых распределительных устройствах, содержащих маслонаполненные трансформаторы.

Здание ЗРУ-6кВ, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории В-1 малопожароопасное, поскольку здесь присутствуют горючие (документы, мебель и т.д.) вещества, которые при взаимодействии с огнем могут гореть без взрыва.

По конструктивным характеристикам ЗРУ-6кВ можно отнести к зданиям с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона, где для перекрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или трудногорючими листовыми, а также плитными материалами. Следовательно, степень огнестойкости здания 3-я.

Первичные средства пожаротушения: внутренние пожарные водопроводы, ручные и передвижные огнетушители, сухой песок и другое. Применяются огнетушители типа ОП-10, ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, ОП -5-01 [18].

9.8 Экологическая безопасность

Для предотвращения растекания масла и распространения пожара в случае повреждения маслонаполненных трансформаторов на подстанции предусмотрены маслоприемники, объем которых рассчитан на прием 100% масла, содержащегося в трансформаторе. Маслоприемник выполняется в виде ямы, которая располагается под маслонаполненным оборудованием. Яма закрывается решеткой, покрытой гравием, что предотвращает распространение пожара в случае возгорания масла.

Для слива масла предусматривается резервуар. Выброс трансформаторного масла в атмосферу должен быть не выше предельно допустимых или временно согласованных норм выброса, сброс в водные объекты – не выше предельно допустимых норм сбросов, шумовое воздействие – не выше норм звуковой мощности.

На территории подстанции поставлены контейнеры для промышленных твёрдых отходов, которые периодически вывозятся с территории. Сбор токсичных отходов производится отдельно – они

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

складируются в специальные контейнеры, после чего ведётся захоронение в малодоступных местах, на достаточно большой глубине.

При попадании масла в сточные воды необходимо применять химическую или биологическую очистку.

Линии электропередач (ЛЭП) являются источниками электрических полей промышленной частоты.

Основным параметром, характеризующим биологическое действие электромагнитного поля промышленной частоты, является напряженность. Магнитная составляющая заметного влияния на окружающую среду не оказывает, так как в действующих установках напряженность магнитного поля промышленной частоты не превышает допустимых норм.

Все мероприятия по охране окружающей среды на подстанции «Медведёвка» выполнены в соответствии с правилами, установленными законодательством РФ.

9.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

В зоне расположения подстанции «Медведёвка» возможно возникновение следующих ЧС:

- терроризм;
- наводнения;
- землетрясения;
- утечки легковоспламеняющихся жидкостей;
- утечки химических материалов.

Спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы должны выполняться территориальными и объектовыми формированиями, а также войсками гражданской обороны.

Для проведения спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очагах поражения необходимо:

- организовать из рабочих и служащих формирования гражданской обороны и подготовить их к работе в очагах поражения;
- оснастить формирования гражданской обороны индивидуальными средствами защиты, приборами, имуществом и различной техникой, необходимой для работы;
- заранее спланировать действия формирований гражданской обороны, как при угрозе нападения противника, так и во время проведения спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очагах поражения и зонах стихийных бедствий;
- проверить и уточнить планы гражданской обороны на учениях, проводимых на объектах, в обстановке, приближенной к боевым условиям;
- в случае необходимости вывести в возможно короткие сроки формирования гражданской обороны, созданные в городах, в загородную зону, разместить их в заранее намеченных районах и привести в готовность к проведению спасательных работ;

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

– организовать управление и осуществлять четкое руководство формированиями гражданской обороны при проведении спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очагах поражения и зонах стихийных бедствий.

Для защиты от террористических угроз подстанцию необходимо оборудовать глухим забором, периметральной сигнализацией и системой видеонаблюдения. Сигнализацию и видеонаблюдение необходимо вывести на пульт охранного предприятия.

Выводы по разделу девять:

В данном разделе произведен анализ всех опасных производственных и экологических факторов. Разработаны мероприятия по охране труда и определены требования производственной санитарии. Рассмотрены вопросы экологической безопасности на ПС «Медведёвка» и обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Правила устройства электроустановок. - Москва: Высшая школа, 2005. - 192 с.
2. О несостоятельности (банкротстве): федеральный закон российской федерации от 26. нояб. 2002. № 127-ФЗ // Российская газета - 2016. - 03 июл.
3. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.- М.: Изд-во стандартов, 2014. - 15 с.
4. Волобринский С. Д. Электрические нагрузки промышленных предприятий / Г. М. Каялов, П. Н. Клейн - М.: Энергия, 1964. - 154 с.
5. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. - М.: Госстрой России, 2004. - 74 с.
6. РД 34.20.185-94. Инструкция по проектированию городских электрических сетей. - М.: Изд-во Минтопэнерго РФ, 1995. - 30 с.
7. ГОСТ 27514-87 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 41 с.
8. СТО 56947007-29.240.10.028-2009 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. - М.: Изд. ОАО ФСК ЕЭС, 2009. - 96 с.
9. О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в IV квартале 2016 года: письмо Минстроя России от 09. дек. 2016. № 41695- ХМ/09 // Российская газета - 2016. - 15 апр.
10. СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - М.: Минэнерго РФ, 2003. - 148 с.
- 11.ГОСТ 12.2.003-91 Оборудование производственное. Общие требования безопасности. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 11 с.
- 12.ГОСТ 12.2.007.6-75 Система стандартов безопасности труда. Аппараты коммутационные низковольтные. - М.: Изд-во стандартов, 2001. - 3 с.
- 13.ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 112 с.
- 14.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 112с.
- 15.ГОСТ 26.205-88 Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 32 с.
- 16.ГОСТ Р МЭК 870-4-93 Устройства и системы телемеханики. Технические требования. - М.: Изд-во Госстандарт России, 1995. - 30 с.
- 17.ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Общие требования. - М.: Изд-во Госстандарт России, 1999. - 93 с.
- 18.РД 153-34.0-20.525 Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок. - М.: Изд-во РАО «ЕЭС России», 2000. - 33 с.

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

- 19.ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 6 с.
- 20.ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. - М.: Изд-во стандартов, 1979. - 7 с.
- 21.ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 8 с.
- 22.Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок. - Москва: Изд. Энас, 2016. - 168 с.
- 23.<http://che.mrsk-ural.ru>
- 24.<http://www.grandsmeta.ru>

					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИТОГИ РАСЧЕТОВ СТОИМОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ

Таблица А.1 - Стоимость источников резервного питания

ВЛ 110 Златоуст – Ай-тяга	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Итого Проектирование и изыскания	2 686 543,23р.
Итого Строительные работы	10 739 712,66р.
Итого Монтажные работы	6 673 063,72р.
Итого Оборудование	42 431 193,74р.
Итого	62 526 607,10р.
В том числе	
Материалы	38 933 130,20р.
Машины и механизмы	10 334 976,38р.
Фонд оплаты труда	2 508 086,93р.
Оборудование	6 673 063,72р.
Накладные расходы	2 510 100,65р.
Сметная прибыль	1 567 868,78р.
Всего по смете	62 526 607,10р.
ВЛ 6 ЖД-1	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Итого Проектирование и изыскания	156 503,92р.
Итого Строительные работы	625 639,33р.
Итого Монтажные работы	388 737,69р.
Итого Оборудование	2 471 818,81р.
Итого	3 642 472,20р.
В том числе	
Материалы	2 268 039,98р.
Машины и механизмы	602 061,52р.
Фонд оплаты труда	146 107,99р.
Оборудование	388 737,69р.
Накладные расходы	146 225,30р.
Сметная прибыль	91 335,81р.
Всего по смете	3 642 472,20р.
ВЛ 10 Ай-тяга -Медведёвка	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Итого Проектирование и изыскания	1 613 046,46р.
Итого Строительные работы	6 448 306,98р.
Итого Монтажные работы	4 006 621,48р.
Итого Оборудование	25 476 413,71р.
Итого	37 542 043,25р.
В том числе	
Материалы	23 376 116,59р.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Окончание таблицы А.1

ВЛ 10 Ай-тяга -Медведёвка	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Машины и механизмы	6 205 296,40р.
Фонд оплаты труда	1 505 898,25р.
Оборудование	4 006 621,48р.
Накладные расходы	1 507 107,32р.
Сметная прибыль	941 375,21р.
Всего по смете	37 542 043,25р.

Таблица А.2 - Капитальные затраты на АСДУ

Ячейки КСО, В 35 "Таганай - Медведёвка", В 6 ЖД-1	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Итого Проектирование и изыскания	126 765,83р.
Итого Строительные работы	506 758,48р.
Итого Монтажные работы	314 871,70р.
Итого Оборудование	2 002 136,18р.
Итого	2 950 347,87р.
В том числе	
Материалы	1 837 078,37р.
Машины и механизмы	487 660,80р.
Фонд оплаты труда	118 345,28р.
Оборудование	314 871,70р.
Накладные расходы	118 440,30р.
Сметная прибыль	73 980,64р.
Всего по смете	2 950 347,87р.
РЗиА	
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:	
Итого Проектирование и изыскания	15 359,86р.
Итого Строительные работы	61 402,52р.
Итого Монтажные работы	38 152,13р.
Итого Оборудование	242 593,29р.
Итого	357 485,47р.
В том числе	
Материалы	222 593,69р.
Машины и механизмы	59 088,51р.
Фонд оплаты труда	14 339,57р.
Оборудование	38 152,13р.
Накладные расходы	14 351,08р.
Сметная прибыль	8 964,03р.
Всего по смете	357 485,47р.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ПИСЬМО О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВКР



Открытое акционерное общество «Межрегиональная
распределительная сетевая компания Урала»
Филиал «Челябэнерго»
Производственное отделение
Златоустовские электрические сети
456205, Челябинская область, г. Златоуст, пос. ЗЭС,
тел.: (3513) 62-51-00, факс: (3513) 79-23-59,
E-mail: secc.zes@che.mrsk-ural.ru

Заведующему кафедры
ЭАПП ЗФ ЮУрГУ
Ю.С. Сергееву

О внедрении результатов
выпускной
квалификационной работы

Уважаемый Юрий Сергеевич!

Настоящим подтверждается, что материалы и результаты выпускной
квалификационной работы Золотарёва Дмитрия Николаевича, шифр
130302.17.522.00.00 на тему «Модернизация системы электроснабжения
посёлка Медведёвка», использованы при разработке проекта ПО ЗЭС
«Реконструкция ВЛ 10 Ай-тяга - Медведёвка» шифр Ч.ЗЭС.136.2016 -
13.17.33. В частности:

- обоснование проекта;
 - расчёт нагрузок;
 - анализ потребителей и технических решений.
- Срок реализации проекта сентябрь 2017 года.

Главный инженер ПО ЗЭС



И.Н. Красиков

» 05 2017г.

Сертифицировано российскими регуляторами



					13.03.02.2017.522.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81