

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
_____ 2018 г.

Модернизация автоматизированной системы управления и
телесигнализации трансформаторной подстанции № 18 станция Златоуст

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2018.135.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности
доцент
_____ С.Н. Трофимова
_____ 2018 г.

Руководитель работы
к.т.н доцент
_____ С.А. Петрищев
_____ 2018 г.

Экономическая часть
к.т.н доцент
_____ С.А. Петрищев
_____ 2018 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-533
_____ Е.В. Байметов
_____ 2018 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель
_____ О.В. Терентьев
_____ 2018 г.

Златоуст 2018

АННОТАЦИЯ

Байметов Е.В. Модернизация автоматизированной системы управления и телесигнализации трансформаторной подста- станции №18 Златоуст – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2018 г., 67 с., библиогр. список – 14 наим., 2 прил., 8 листов чертежей ф. А1.

В работе рассмотрены вопросы по модернизации системы дистанционного управления и телесигнализации трансформаторной подстанцией .
 Выбранное оборудование телеуправления и телесигнализации обеспечивает эффективность управления энергетическими объектами и устройствами. Экономическая эффективность дистанционного управления приводит к уменьшению количества и продолжительности «окон», простоев поездов.
 В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы по безопасности работы электротехнических устройств.

					13.03.02.18.135.00.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Модернизация автоматизированной системы управления и телесигнализации трансформаторной подстанции № 18 станция Златоуст. Пояснительная записка.	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Байметов Е.В.					Д	4	69
Пров.	Петрищев С.А.					ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте кафедра ЭАПП		
Т. контр.	Сандалов В.М.							
Н. контр.	Терентьев О.В.							
Утв.	Сергеев Ю.С.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	8
1.1 Телемеханический вычислительный комплекс	8
1.2 Телеинформационная система	9
1.3 Телеуправляемые комплексы	10
1.4 Программные технические комплексы	10
2 ОПИСАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ.....	13
3 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ.....	16
3.1 Разработка требований, предъявляемых к системе телеуправления и телесигнализации трансформаторной подстанции.....	16
3.2 Разработка функциональной схемы системы телеуправления и телесигнализации	18
3.3 Разработка микропроцессорной системы приема и передачи информации телеуправления и телесигнализации	29
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	31
4.1 Выбор автоматических выключателей.....	31
4.2 Выбор датчиков системы	40
4.3 Выбор микропроцессора и стабилизированных источников питания	40
4.4 Выбор бесперебойного электропитания	43
5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ПОДСТАНЦИЙ	48
5.1 Алгоритм функционирования контролируемого пункта	48
5.2 Алгоритм функционирования пункта управления.....	48
6 РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕЛЕМЕХАНИКИ..	50
6.1 Экономическая эффективность.....	50
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	52
7.1 Краткое описание рассматриваемого объекта.....	52
7.2 Анализ вредных и опасных факторов.....	52
7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	53
7.4 Охрана труда.....	54
7.5 Производственная санитария.....	56
7.6 Эргономика и производственная эстетика.....	59
7.7 Противопожарная безопасность.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	66

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА
КОНТРОЛИРУЕМОГО ПУНКТА.....66

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА
ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ.....67

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация-телемеханика начала появляться в связи с недостатком времени для подготовки рабочего места для сотрудников контактной сети. В отсутствие автоматики-телемеханики 50% рабочего времени было потрачено на ручное переключение.

Первый этап разработки АТМ был основан в 1930-х годах автоматизация была основана на электродвигателях. Второй этап - внедрение телеуправления в релейно-контактных элементах в 1952 году. На этом этапе была повышена надежность переключения системы, снижена потребляемая мощность для питания оборудования телемеханики, персонал тяговой подстанции был уменьшен до 10 люди, рабочее место для контактных сетевых команд сократилось до 15 минут.

Третий этап в развитии автоматизации телемеханики разделен на три части:

1 часть - с 1957 по 1958 год, система использовалась BST-59 (для тяговых подстанций), БТР-60 (для разъединителей контактной сети);

Часть 2 - система ЕСТ-62 на основе германиевых полупроводников;

Часть 3 - система телеуправления «Лисна» была введена в 1970-1995 годах, она была разработана на основе кремниевых полупроводниковых элементов.

Тяговая подстанция №18 представляет собой систему, призванную обеспечивать электроснабжение железнодорожному транспорту. Главная функция этого оборудования – преобразование энергии для подачи в контактную сеть.

Тяговая система электричества – постоянный ток напряжением 3,3 кВ.

Технологические требования определяют, что максимальный промежуток между пунктами подстанций не должен превышать 15 км при постоянном и 50 км при переменном токе (зависит от объема движения участка). Тяговая подстанция получает питание, как правило, от двух независимых источников, так как электрифицированные участки железной дороги — потребители первой категорий.

При увеличении дальности передачи, объема информации и количества контролируемых объектов особое значение придается необходимости снижения затрат на линии связи, обеспечения качества передачи сигнала и скорости передачи. Эти проблемы решаются с помощью устройств дистанционного управления, связи и телемеханики, которые обеспечивают наиболее рациональное использование линий связи и в то же время обеспечивают надежную, быструю и точную передачу заказов, сигналов и результатов измерений.

Телемеханические устройства называются техническими средствами, с помощью которых можно дистанционно управлять, контролировать и регулировать производство или технологические процессы на расстоянии посредством передачи закодированных сигналов по каналу связи.

По характеру выполняемых функций они делятся на телеуправляющие устройства (ТУ) и телеуправление (ТС).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ					6

В работе основной целью является возможность повышения эффективности управления энергетическим объектом с использованием технологий дистанционного управления для телемеханики и телесигнализации

Для достижения цели на трансформаторной подстанции необходимо решить ряд задач:

1. Провести анализ отечественных и зарубежных технологий и решений по организации АСУ и телемеханики энергетическим объектом;
2. Проанализировать объем предстоящей модернизации и разработки системы дистанционного управления связи и телесигнализации;
3. В ходе проектирования дистанционной системы телеуправления и телесигнализации необходимо провести анализ требований к системам АСУ энергетических объектов и в рамках функциональной схемы разработать микропроцессорную систему управления
4. Провести выбор технических средств реализации системы дистанционного управления, связи и телемеханики
5. Экономическая эффективность модернизации составила , проанализировали вопросы безопасности жизнедеятельности.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ				7

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

В настоящее время, автоматизацию контролируемых подстанций электросетевого комплекса 110 кВ и ниже в ПОЭС РСК осуществляют различные специализированные устройства исполнения команд и сбора, управления и передачи информации: СТМ, ТМВК, ТИС, ТУК, ПТК, АСУ [1–9].

Системы телемеханики объединяют в любой комбинации такие понятия как ТУ, ТС, ТИ и ТР. Как правило, СТМ строятся по жесткой структуре «жесткий КП – жесткий ПУ». На примере одной из них, устройства ТМ-800, рассмотрим принцип построения жесткой структуры [2].

Система ТМ-800 предназначена для ТУ двухпозиционными объектами, ТС и ТИ текущих значений параметров по вызову и выделенной двухпроводной кабельной линии связи или дуплексному каналу тонального телеграфирования. Принцип работы устройства ТМ-800 основан на передаче информации в виде ТУ, ТС, ТИ и ТР с использованием временного разделения сигналов, передаваемых в виде кодовых комбинаций, с применением циклического кода Файра с образующим полиномом, позволяющим обнаруживать ошибки нечетной кратности, обрабатываемых по частоте при передаче их по каналу связи.

Анализ жесткой структуры устройства ТМ-800 выявляет следующие характеристики, присущие всем устройствам ТМ, построенным по этому принципу. «Неинтеллектуальный ПУ – неинтеллектуальный КП» обеспечивают высокую надежность выполняемых функций ТУ, ТС, ТИ и ТР, но при относительно малой информационной емкости и низкой скорости передачи информации. Поэтому система по жесткой структуре не позволяет в полной мере реализовать автоматизацию контролируемых подстанций в производственных отделениях электрических сетей РСК.

1.1 Телемеханический вычислительный комплекс

Применение микропроцессоров и микроЭВМ в ТМ привело к существенному изменению СТМ для контроля подстанций в РСК [2].

Согласно этому, устройства вычислительной техники могут работать двояко:

1. Путем использования имеющихся в УВТ и необходимых для построения СТМ высококачественных узлов и блоков (регистров, дешифраторов и др.).

2. Путем использования узлов и блоков УВТ и отдельных функций, свойственных вычислительной машине.

Это расширяет возможности СТМ, улучшает их параметры, повышает надежность, структура СТМ при этом существенно изменяется, возникает ТМВК. Рассмотрим ТМВК «ГРАНИТ», построенный по принципу (п. 2) «интеллектуальный (гибкий) ПУ – неинтеллектуальный (жесткий) КП».

Комплекс «ГРАНИТ» [2] предназначен не только для выполнения обычных для систем телемеханики функций ТУ, ТС, ТИ и ТР. Он производит:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	8

1. обработку информации для регистрации ее различной аппаратурой представления на мнемосхемах, аналоговых и цифровых приборах,
2. сравнивает измеряемые параметры с установками,
3. вводит данные в ЭВМ и работает по любому каналу связи, включая выделенные проводные линии, полосу частот или радиотракт.

В основу работы телекомплекса «ГРАНИТ» положен принцип временного разделения и групповой (кадровой) передачи-приема информации. На ПУ координацию работы элементов осуществляет внутриблочный контроллер, а обмен информации между микроЭВМ и остальной аппаратурой устройства ПУ осуществляется через системную централь, то есть радиальный контроллер. На КП собранная информация от датчиков ТС и ТИ по тому же принципу временного разделения передается на ПУ, а также принимаются с ПУ команды ТУ и ТР на исполнительные механизмы устройств отключения электрооборудования.

Из рассмотренного примера видно, что структура телекомплексов, построенная по принципу «интеллектуальный (гибкий) ПУ – неинтеллектуальный (жесткий) КП» обеспечивает: высокие надежность, информационную емкость и скорость передачи выполняемых функций ТУ, ТС, ТИ и ТР территориально-сосредоточенных или распределенных подстанций. Но жесткая структура КП не обеспечивает локальную автоматизацию и местное управление подстанциями.

По мере совершенствования оборудования для подстанций различные компоненты телемеханики, релейной защиты и учета электроэнергии все чаще дублируются. Лучшим решением, очевидно, следует считать комплексное решение АСУ ТП подстанции, выполняющей функции всех подсистем.

1.2 Телеинформационная система

При большом и сложном управляемом процессе диспетчер не успевает своевременно перерабатывать большой объем поступающей информации без ПК. Совокупность СТМ и ПК (с необходимым программным обеспечением) образует ТИС.

В ТИС часть информации от объекта поступает непосредственно на ПУ диспетчеру, однако, большая часть информации сначала обрабатывается ПК, а затем, в обобщенном виде, представляется диспетчеру, что значительно облегчает его работу, уменьшает вероятность ошибки при управлении, повышая его эффективность.

Подробно структуру «интеллектуальный ПУ – интеллектуальный КП» рассмотрим на примере системы «АИСТ» [2]. Адаптивная ТИС «АИСТ» предназначена для передачи оперативной информации в диспетчерские пункты, распределяющие электроэнергию и для управления высоковольтной коммутационной аппаратурой на электростанциях и подстанциях. В основу построения системы «АИСТ» положены принципы адаптивности передачи всех видов информации, программируемости выполняемых функций,

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

одновременности принятия информации по разным каналам связи от разнотипных передающих устройств и квазицикличности передачи.

Структура ТИС «АИСТ» «интеллектуальный ПУ – интеллектуальный КП» позволяет обеспечивать: высокие надежность, информационную емкость и скорость передачи выполняемых функций ТС, ТУ и ТИ сосредоточенных и распределенных объектов. Но устаревшая элементная база с узловым принципом построения не позволяет внедрение данной системы в ПОЭС РСК.

1.3 Телеуправляемые комплексы

В последнее время появились ТУК на базе современной цифровой техники, необходимые для реализации АСУ ТП подстанции. К таким комплексам относится, например, «КОМПАС ТМ 2.0» (г. Краснодар) [3].

«КОМПАС ТМ 2.0» предназначен для автоматического и автоматизированного контроля и управления территориально-сосредоточенными технологическими процессами с использованием различных видов каналов связи. Обеспечивает функции ТУ, ТС, ТИ и ТР аварийных сигналов автоматики релейной защиты с отображением этих функций на мониторе ПЭВМ и/или мнемоническом щите, а также учет расхода электроэнергии (выделенная подсистема АСКУЭ).

Принцип работы телекомплекса «КОМПАС ТМ 2.0» основан на централизованном или децентрализованном управлении контроллерами, образующими сегменты магистрали стандарта RS-485, свойства которых определены аппаратной реализацией и кодом резидентского программного обеспечения и параметризацией специальной управляющей информации, а взаимосвязь между сегментами (объектами) осуществляется через конверторы протоколов и контроллеры связи.

В итоге, структуры ТУК «интеллектуальный ПУ – интеллектуальный КП» от других систем отличают высокие надежность, информационная емкость и скорость передачи выполняемых функций ТУ, ТС, ТИ и ТР территориально-сосредоточенных и распределенных подстанций. ТУК на предприятиях электрических сетей, до настоящего времени, получили широкое применение. Но, телемеханические системы на базе телекомплексов создаются, как правило, методом агрегатирования из большого набора номенклатурных изделий, что делает данную систему довольно громоздкой и не гибкой в управлении и контроле подстанций.

1.4 Программные технические комплексы

Быстрое внедрение автоматизированного управления микропроцессорами и ПК последнего поколения в технологии автоматизированного управления микропроцессорами и ПК теперь позволило разработать ПТК, который позволяет создавать системы контроля и мониторинга для всего технологического цикла:

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

сборник , обработки, передачи информации и управления подстанциями в режиме реального времени.

К ним относятся, например, PTC SMART - совместная разработка RTS и CDA [4]. Программный комплекс SMART предназначен для диспетчеризации и управления географически распределенными технологическими процессами энергетических объектов, представляющих открытые системы промышленной автоматизации и обработки данных.

Принцип комплекса SMART основан на программируемости с использованием инструментария ISAGRAF, который реализует языки программирования логических контроллеров в соответствии со стандартом IEC 1131-3 и компилятором Ultra C для языка программирования ANSI-C в реальном времени. Контроллеры могут использоваться как программируемый микроконтроллер и как компьютерная система, работающая в режиме реального времени.

Для обеспечения максимальной эффективности контроллера он обеспечивает принцип модульности. То есть пользователь, в зависимости от своей задачи, дополняет контроллер SMART, выбирая: тип процессора и несущий модуль; форма полевой шины или последовательного интерфейса; необходимые модули ввода-вывода.

Следовательно, структура программных технических комплексов, построенная по принципу «интеллектуальный ПУ - местный интеллект КП», обеспечивает:

1. высокая надежность,
2. высокая информационная емкость и скорость передачи функций TU, TS, TI и TP территориально-концентрированных и распределенных объектов.

Возможности этой системы позволяют гибкую настройку и настройку PESE в условиях любого объекта, возможность поэтапной реализации, согласованную работу с существующим каналобразующим и приемным оборудованием. Однако относительно высокая стоимость программного и аппаратного обеспечения PTC (например, SMART-КР) облегчает внедрение этой системы только на сосредоточенные объекты с большим количеством сигналов TU, TS и TI. Широкая реализация программного и аппаратного обеспечения для распределенных подстанций с относительно небольшим количеством сигналов на заводе затрудняется высокой стоимостью программного обеспечения и оборудования этой системы для уровней: подстанция - RES - POES.

ACS компании Asea Brown Boveri (ABB) на базе программного и аппаратного обеспечения MicroSCADA [5]. Предлагаемая система SCADA («Надзорный контроль и сбор данных») работает на базе операционной системы Microsoft Windows NT, использование ПК и микропроцессорной технологии охватывает все уровни: подстанции - RES - PO ES.

Система MicroSCADA основана на использовании ПК с процессором Intel Pentium и другим стандартным компьютерным оборудованием от известных производителей. Требования к аппаратным средствам системы определяются масштабами объекта автоматизации, набором функций управления,

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

используемыми функциями управления и техническими условиями их реализации.

Базовая система MicroSCADA работает на базе операционной системы Microsoft Windows NT4.0. Функциональность системы MicroSCADA и эффективность ее применения значительно улучшены за счет использования удаленных терминальных устройств RTU 211 (контроллеров процессов) в качестве устройств телемеханики.

Удаленный терминал RTU 211 - это стандартная система телеуправления, предназначенная для использования в системах сетевого управления, которые легко адаптируются к различным средам передачи и различным режимам трафика, имеют микропроцессорное управление и модульную структуру. RTU 211 позволяет гибко программировать режимы сбора, первичной обработки и передачи данных, а также обеспечивать выполнение ряда программируемых ЛАФ.

Сбор и выдача данных процесса осуществляется с помощью карт ввода-вывода. Каждая из этих плат имеет свой собственный рабочий процессор, который выполняет основные функции ввода-вывода и предварительной обработки данных. Это уменьшает нагрузку на центральный процессор центрального блока управления и среду передачи данных, тем самым обеспечивая высокую производительность обработки сигналов. Программы ЛАФ могут использоваться различными способами, например, для реализации запрограммированных программ коммутации, отключения и заземления, изменения шин, переключения трансформаторов при параллельной работе и т. д.

Вывод по разделу один:

Можно отметить, что в зависимости от масштабов построения и целесообразности затрат на реализацию, принимается решение об организации телеуправления и телесигнализацией объекта. В настоящее время трудно отметить наиболее передовую технологию. Крайнее слово остается за целесообразностью.

Да конечно структура программных технических комплексов, построенная по принципу «интеллектуальный ПУ - местный интеллект КП», обеспечивает и высокую надежность, и высокую информационную емкость в то же время структуры ТУК «интеллектуальный ПУ – интеллектуальный КП» от других систем отличают высокие надежность, информационная емкость и скорость передачи выполняемых функций ТУ, ТС, ТИ и ТР территориально-сосредоточенных и распределенных подстанций.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ					12

2 ОПИСАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

Каждая подстанция состоит из нескольких распределительных устройств (РУ). РУ – часть электроустановки, объединенная одним уровнем напряжения, которое служит для приема, распределения и преобразования электрической энергии данного напряжения.

Схемы РУ переменного тока обуславливаются величиной питающего напряжения и способом подключения подстанции к питающей энергосистеме.

В нашем случае подстанция включена в ЛЭП-110 кВ и состоит из трёх РУ: 110, 35 и 10 кВ.

Схема РУ-110 кВ. Рассматриваем подстанцию с первичным напряжением 110 кВ включенную в ЛЭП-110 кВ. Трехобмоточные понижающие трансформаторы специального изготовления, одна из вторичных обмоток которого имеет обмотку с $U_{НОМ}=35$ кВ, а другая вторичная обмотка напряжение 10 кВ. Они присоединены к вводам 1 и 2 через трансформаторы тока. К трансформаторам тока подключаются релейные защиты, контрольно-измерительная аппаратура и приборы учета электроэнергии. Далее через выключатели с моторным приводом и разъединители.

Рабочая перемычка, соединяющая вводы 1 и 2 состоит из разъединителей с заземляющими ножами.

Ограничители перенапряжения защищают понижающие трансформаторы от перенапряжений.

Трансформаторы напряжения служат для подключения измерительных приборов (вольтметров), релейной защиты, автоматики и приборов учета электрической энергии.

Схема РУ-35 кВ. Питание РУ обеспечивается по двум вводам от двух понизительных трансформаторов.

Система шин секционирована выключателем и двумя разъединителями. На каждой секции шин имеются трансформаторы напряжения для контроля напряжения на соответствующих секциях шин. Трансформаторы напряжения подключаются через разъединители с двумя заземляющими ножами. Заземляющие ножи этих разъединителей со стороны сборных шин, служат для заземления сборных шин. Заземляющие ножи со стороны трансформаторов служат для заземления цепи первичной обмотки трансформаторов напряжения при выводе их в ремонт. Линейные разъединители вводов также имеют по два заземляющих ножа, включающихся при выполнении ремонтных работ сборных шин и линии соответственно.

Все вводы или фидеры могут быть переключены на одну из систем шин, при этом другая выводится в ремонт без перерыва питания.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Рабочая система шин, секционирована на две секции выключателем и двумя разъединителями.

Схема РУ-10 кВ. РУ получает питание по двум вводам от дополнительных районных понижающих трансформаторов. Секционировано выключателями, в каждой секции имеется по трансформатору напряжения, которые подключаются через предохранители. Через предохранители подключаются ОПН для защиты от коммутационных перенапряжений. Линейные разъединители вводов имеют по два заземляющих ножа.

Защемление сборных шин при ремонте, выполняется заземляющими ножами разъединителей цепи трансформаторов.

Схема главных электрических соединений приведена на рисунке 2.1

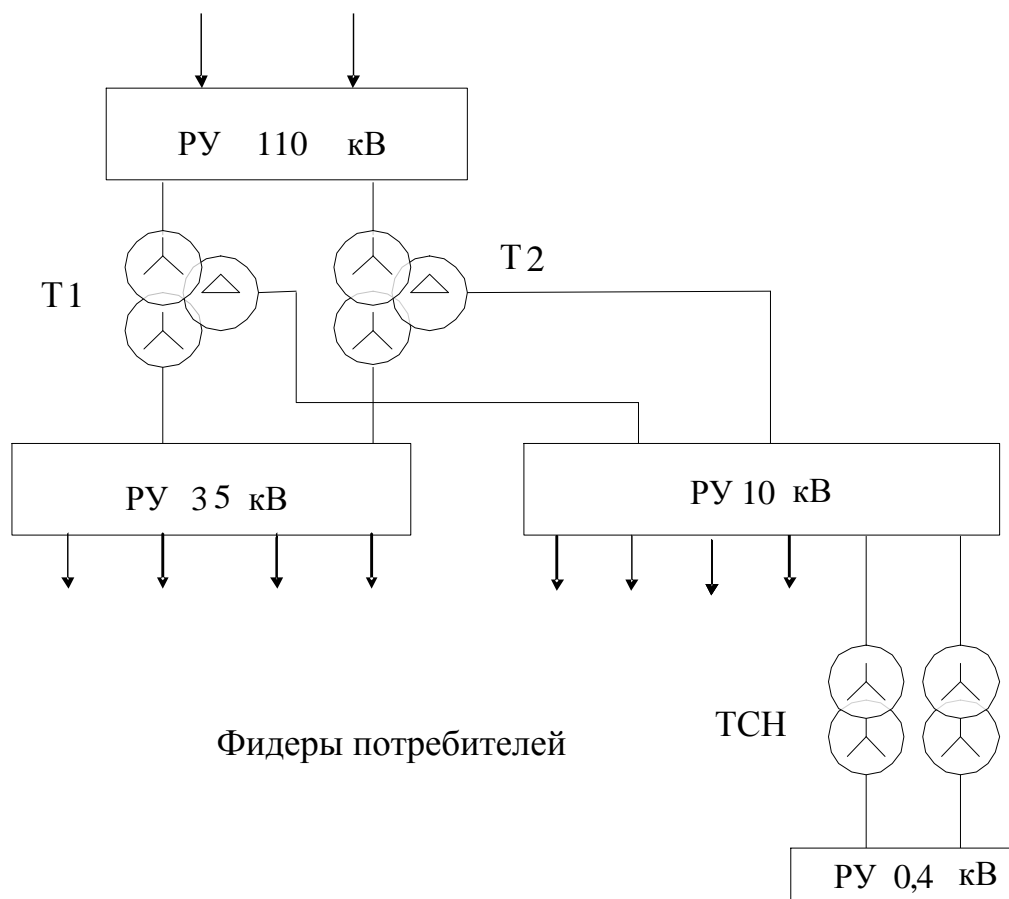


Рисунок 2.1- Схема главных электрических соединений

Основные объекты автоматизации и телемеханизации приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Определение объёма телеуправления.

Наименование	Количество	Объём телеуправления
Тяговая подстанция	9	Фидеры продольного электроснабжения и районных потребителей, фидеры СЦБ, секционные разъединители контактной сети

Вывод по разделу два:

Система телеуправления и сигнализации должна охватывать и контролировать все составные части обеспечиваемой подстанции. Должна обеспечивать оперативное отключение и включений основных фидеров контактной сети.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

3 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

3.1 Разработка требований, предъявляемых к системе телеуправления и телесигнализации трансформаторной подстанции

В настоящее время автоматизированная система управления технологическими процессами в сетях построена на основе современных телемеханических систем, на базе микропроцессорных контроллеров, которые непосредственно подключены к вторичным цепям трансформаторов тока и напряжения со следующими функциями [6]:

1. контроль соединений с использованием устройств дистанционного управления и операций переключения при распределении поврежденных сетевых секций с работы;
2. измерение и регистрация параметров режима и процесса;
3. мониторинг и диагностика состояния оборудования в нормальных и аварийных режимах;
4. автоматизация технологических процессов основного и вспомогательного оборудования. Система управления технологическим процессом строится на базе автоматизированной системы управления технологическими процессами на подстанциях от 35 до 110 кВ и телемеханизации сетевых объектов от 6 до 20 кВ.

Основные задачи в области АPCS:

1. наблюдаемость режимов сетевых объектов посредством телемеханики и систем технологического контроля, позволяющая эффективно контролировать сетевые условия в режиме реального времени;
2. контроль текущего состояния и режимов работы оборудования;
3. эффективное взаимодействие организаций, участвующих в управлении электрическими сетями, функционирование розничного (оптового) рынка электроэнергии (мощности) в едином информационном пространстве;

Интеграция в автоматизированную систему управления технологическими процессами релейной защиты и автоматизации (РЗА) и аварийную автоматику, средства мониторинга и диагностики состояния основного оборудования, сетевые средства от 6 до 20 кВ, измерения, контроля и измерительные системы. 29
Основные требования к строительству АPCS:

1. модульный принцип построения аппаратного и программного обеспечения, прикладного и технологического программного обеспечения;
2. открытая архитектура комплекса аппаратного и программного обеспечения;
3. независимость выполнения функций мониторинга и управления сетевым объектом из состояния других компонентов системы.

Структура автоматизированной системы управления технологическими процессами в РСК основана на территориально распределенной информационно-вычислительной системе, которая имеет три этапа управления и обработки [1].

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Первый (нижний) этап - это сеть программируемых микропроцессорных контроллеров, расположенных непосредственно возле силового и измерительного оборудования, ведущая процесс сбора и предварительной обработки первичной информации и выполнения задач управления местным оборудованием. Поскольку шлюз-шлюз ведет процесс сбора, обработки и накопления цифровой информации от защиты, одновременно обеспечивая сетевое соединение, то в дополнение к достаточно мощным вычислительным ресурсам он должен иметь работоспособность в непрерывном (круглосуточном) режиме, в необслуживаемых условиях. В некоторых случаях, когда вы работаете с суровыми климатическими факторами, вам нужна флэш-память, сторожевой таймер, мгновенная привязка и безопасность информации в случае сбоя питания. Такие возможности устанавливаются на микропроцессорных контроллерах PS-110kV, например, фирмы Octagon и т. д. Чтобы уменьшить длину внешних кабельных соединений, устройства нижней ступени расположены в непосредственной близости от силового и измерительного оборудования, из которого информация принята.

Этот метод построения системы основан на создании оперативных контрольных точек на территории подстанций 110 кВ и выше, которые будут включать в себя набор технических средств для защиты и управления, обработки и выдачи информации о статусе назначенного энергетического оборудования. Например, на верхнем этапе системы: центр управления сетью центра управления сетью РСК или диспетчерский центр области электрических сетей.

Как правило, обмен информацией между контроллерами и цифровыми терминалами обычно выполняется с использованием протоколов MODBUS, KBUS, IEC 60870-5-103. Передающая среда представляет собой кабель PiMF 600 МГц - кабель с индивидуально экранированными витыми парами на общем экране (фирма AMR, Германия), подключенный к портам RS-485 защитного реле и контроллера. Контроллеры всех SDS интегрированы в единую локальную сеть передачи данных, оптоволоконные Ethernet-линии используются как линии связи, которые обеспечивают защиту информации от помех на подстанции.

Сеть нижней ступени должна быть интегрирована в локальную компьютерную сеть верхнего уровня через оптический кабель оборудования сети связи.

Основой нижней ступени, как правило, является системный модуль распределительного устройства и представляет собой комбинацию контроллера и цифровых протекторов, установленных в одном SDU. Контроллер выполняет функции шлюза-концентратора, который организует работу цифровой защиты и обмена информацией с верхней ступени системы. Обмен осуществляется только в том случае, если необходимо сообщить об изменениях в состоянии оборудования или по инициативе верхней ступени.

Второй этап - управляющий компьютер - информационный концентратор управляет сетью низкоуровневых контроллеров, реализует обработку информации в реальном времени, формирует и поддерживает базы данных в суточный интервал, выполняет независимые процессы управления. Обмен

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

информацией между наземными контроллерами и концентратором осуществляется по волоконно-оптическим линиям связи, который обеспечивает защиту информации от помех на подстанции.

Третий (верхний) этап - ПК с двумя мониторами обеспечивает контроллер подстанции всей информацией (диаграммы и таблицы, формы и графики, листы, контрольные и диагностические, предупреждающие и аварийные сообщения, рекомендации для действий в чрезвычайных ситуациях, архивные данные по функциональным задачам и т. д.), необходимые для поддержки и контроля технологических процессов.

3.2 Разработка функциональной схемы системы телеуправления и телесигнализации

3.2.1 Выбор структуры системы

В соответствии с заданием, спроектируем следующую структурную схему системы ТУ-ТС. Структура данной системы приведена на рисунке 3.1.

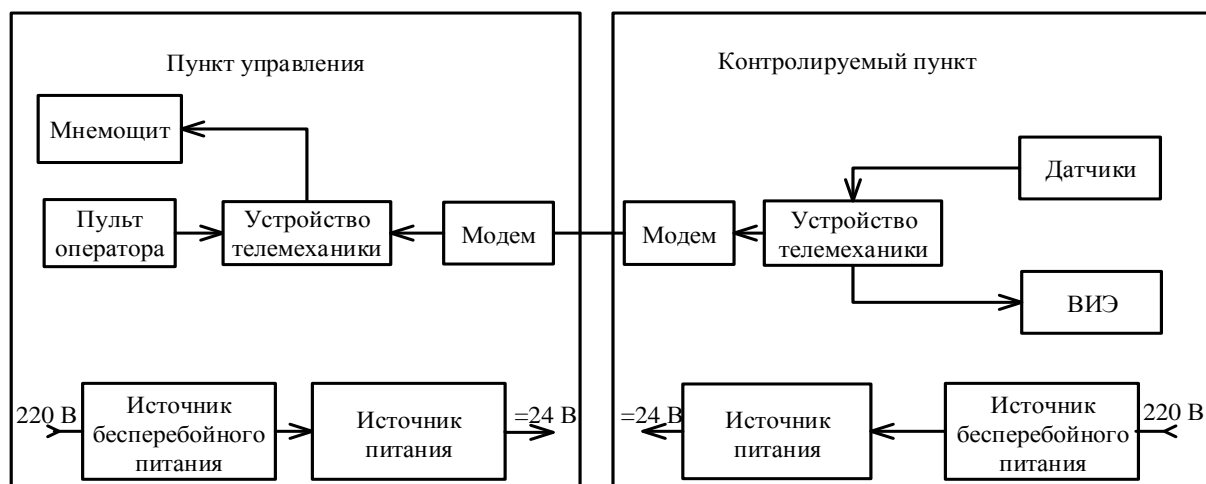


Рисунок 3.1 – Структурная схема системы телеуправления-телесигнализации.

Данная система будет состоять из пункта управления и 9 контролируемых пунктов. На ПУ будут расположены пульт диспетчера, с которого будут подаваться сигналы телеуправления, и схема индикации, выполненная на базе световых индикаторов. При помощи схемы индикации будут отображаться текущие состояния объектов. Устройство ПУ будет передавать команды ТУ на КП, а также в соответствии с получаемыми данными о положении объектов на КП, управлять схемой индикации. Передача данных будет осуществляться с помощью модема.

Устройство КП должно выполнять команды, полученные с ПУ, путем подачи сигналов на включение или отключение на внешние исполнительные

элементы. Также устройство КП должно считывать информацию с датчиков ТС и передавать на ПУ.

Для обмена информацией между ПУ и КП принята побайтная передача сигналов. Для передачи синхрокода отведен один байт. Определим число разрядов ($n_{кп}$), необходимых для кодирования адреса КП.

$$n_{кп} = E \log_2 N_{кп} \quad (3.1)$$

где $N_{кп}$ - количество контролируемых пунктов в группе, согласно ТЗ $N_{кп} = 9$.

E – округление в наибольшую сторону

$$n_{кп} = 4 \text{ бит}$$

Аналогичным образом определим количество бит, необходимых для кодирования номера группы ($n_{гр}$) и номера объекта ($n_{об}$).

$$n_{гр} = E \log_2 N_{гр} \quad (3.2)$$

где $N_{гр}$ - количество групп объектов, согласно ТЗ $N_{гр} = 5$

$$n_{гр} = 2 \text{ бит}$$

$$n_{об} = E \log_2 N_{об} \text{ бит} \quad (3.3)$$

где $N_{об}$ - количество объектов в группе, согласно ТЗ $N_{об} = 8$.

$$n_{об} = 3 \text{ бит}$$

Количество разрядов для ФА зададим:

$$n_{фа} = 3 \text{ бит.}$$

Количество информационных символов в команде на опрос КП:

$$n_{изтс} = n_{кп} + n_{фа} + n_{гр} \quad (3.4)$$

где $n_{изтс}$ - количество информационных символов

$$n_{изтс} = 4 + 3 + 3 = 10 \text{ бит}$$

Число контрольных символов для запроса, закодированного в циклическом коде:

$$r = 5$$

Выбираем образующий полином:

$$P(X)_{d=3} = x^5 + x^2 + 1(100101) \quad (3.5)$$

Длина всей посылки:

$$n_{зтс} = n_{изтс} + r + n_{об} \quad (3.6)$$

где r – число контролируемых символов для запроса

$$n_{зтс} = 10 + 5 + 3 = 18 \text{ бит}$$

количество информационных символов:

$$n_{итс} = n_{фа} + n_{кп} + n_{гр} + N_{об} \quad (3.7)$$

$$n_{итс} = 3 + 4 + 2 + 8 = 17 \text{ бит}$$

Длина всего сигнала:

$$N_{омс} = n_{итс} + r + n_{зтс} \quad (3.8)$$

$$N_{омс} = 17 + 5 + 18 = 40 \text{ бит}$$

По быстродействию проектируемое устройство отнесем к первой группе, время на опрос всех КП должно составить не более 1с.

Количество переданных бит на опрос одной группы объектов:

$$N = n_{зТС} + (n_{узТС} + n_{подмѐ}) + N_{омс} \quad (3.9)$$

где $n_{подмѐ} = 6$ – количество бит сигнала подтверждения в системе с ИОС.

$$N = 18 + (10 + 6) + 40 = 74 \text{ бит}$$

Определим длительность одного бита:

$$T_{бита} = \frac{1}{N * N_{кп} * N_{зр}} \quad (3.10)$$

$$T_{бита} = \frac{1}{74 * 9 * 8} = 1,8 * 10^{-4} \text{ с.}$$

Тогда частота передачи последовательного интерфейса:

$$F_{перед} = \frac{1}{T_{бита}} \quad (3.11)$$

$$F_{перед} = \frac{1}{1,8 * 10^{-4}} = 5328 \text{ Гц.}$$

Зададим стандартную частоту следования импульсов в последовательном интерфейсе равную 9600 бит/с.

3.2.2 Выбор линии связи

Системы телемеханики разделяются по характеру расположения объектов в пространстве на системы для сосредоточенных и рассредоточенных объектов.

Объекты могут быть рассредоточены вдоль общей линии связи, по площади или в пространстве. Для сосредоточенных объектов характерно то, что сам оператор и объекты управления расположены в двух отдельных пунктах: пункте управления (ПУ) и контролируемом пункте (КП) и соединены в единую систему управления с помощью аппаратуры телемеханики и канала связи.

Для системы с рассредоточенными объектами управления подключается, по меньшей мере, несколько КП. Все данные системы сводят к четырем основным видам: однолучевая (линейная), радиальная, радиально-узловая, древовидная.

Все КП расположены вдоль общей линии, поэтому используем однолучевую структуру линии связи. Однолучевая структура линии связи приведена на рисунке 3.2 .

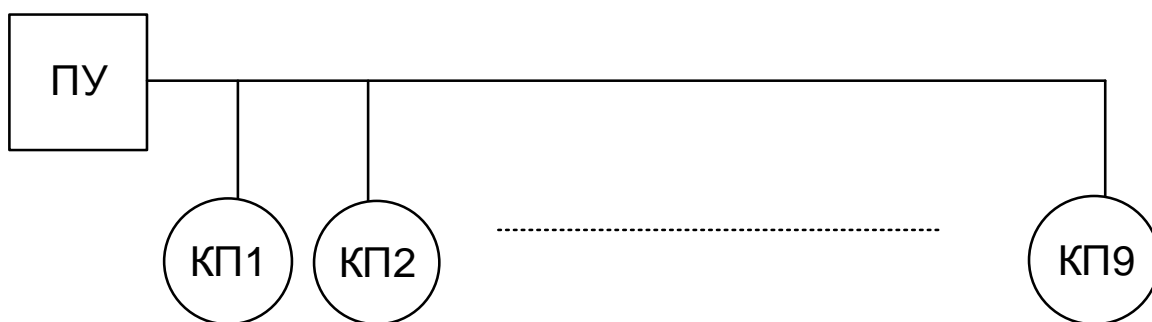


Рисунок 3.2- Однолучевая структура линии связи

Каналом связи называется совокупность технических средств и тракта (среды, кабеля, проводной линии) для передачи сообщений на расстоянии. Передача по заданному каналу связи осуществляется независимо от других каналов. Каналы связи организуются в линии связи.

По назначению каналы связи бывают: телефонные, телеграфные, фототелеграфные, телевизионные и др.

По характеру эксплуатации: выделенные и коммутируемые.

Проводные линии связи подразделяют на воздушные и кабельные.

В данном проекте выбрана проводная линия связи. Телефонный кабель марки ТГ. Его параметры представлены в таблице 3.1.

Расчет произведем для длины кабеля равной 1км .

Таблица 3.1 – Параметры телефонного кабеля ТГ

Диаметр провода	Сопротивление двухпроводной цепи	Индуктивность двухпроводной цепи	Емкость между проводами	Волновое Сопротивление на $f > 2\text{кГц}$	Сопротивление изоляции
0,5 мм	190 Ом/км	0,55 мГн/км	0,04 мкФ/км	117 Ом	2 МОм

3.2.3 Выбор структуры сигналов

Устройство ПУ может выдавать команды на телеуправление или опрос датчиков телесигнализации. Следовательно, со стороны ПУ на КП может быть два вида сигналов. Первый вид – это сигнал с командой ТУ, его структура изображена на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3-Структура сигнала посылаемого с ПУ на КП. Команда ТУ.

В состав данного сигнала входят:

- СК – синхрокод, состоит из восьми единиц;
- ФА – функциональный адрес, для команды ТУ будет содержать комбинацию «01»;
- АКП – адрес опрашиваемого контролируемого пункта;
- НГ – номер группы;
- НО – номер объекта в группе;
- КОМ – команда ТУ: «1»-включить, «0»-отключить;
- КС – контрольные символы;
- КК – код конца.

Второй вид – это сигнал с командой на опрос датчиков на указанном КП в указанной группе. Структура данного сигнала на рисунке 3.4.

СК	ФА	АКП	НГ	КС	КК
----	----	-----	----	----	----

Рисунок 3.4-Структура сигнала посылаемого с ПУ на КП

В состав данного сигнала входят:

- СК – синхрокод, состоит из восьми единиц;
- ФА – функциональный адрес, для ТС будет содержать комбинацию «10»;
- АКП – адрес опрашиваемого контролируемого пункта;
- НГ – номер группы, для опроса датчиков ТС;
- КС – контрольные символы;
- КК – код конца.

Со стороны КП на ПУ будут приходить послышки содержащие информацию о положении объекта после выполнения команды ТУ. Функциональный адрес для данного вида посылок примем «11». Также со стороны КП будут отправляться ответы на запросы ТС. ФА для данного вида посылок «00». Структура сигналов представлена на рисунке 1.5.

АКП	ФА	НГ	ДД	КС	КК
-----	----	----	----	----	----

Рисунок 3.5-Структура сигнала посылаемого с КП на ПУ. Запрос на получение данных ТС

В состав данного сигнала входят:

- АКП – адрес опрашиваемого контролируемого пункта;
- ФА – функциональный адрес
- НГ – номер группы, для опроса датчиков ТС;
- ДД – данные с датчиков;
- КС – контрольные символы;
- КК – код конца.

3.2.4 Структурная схема системы телеуправления и телесигнализации контролируемого пункта

Перед тем как перейти непосредственной к разработке функциональной схемы необходимо разработать структурные схемы КП и ПУ. Разработаем структурную схему КП. Данная схема представлена в приложении В. Сигнал с ПУ поступает на ФМП демодулятор через линейный блок демодулятора – на восстановитель импульсов. Далее посылка через последовательный интерфейс поступает в буферную память. При получении данных из линии связи интерфейс подает соответствующий сигнал на блок управления. Из буферной памяти данные поступают на устройство защиты от ошибок. Сигнал о правильности или ошибочности приема выдается на блок управления. Если ошибка не обнаружена, дешифрируется номер опрашиваемого КП соответствующим устройством, и результат поступает на БУ. Если номер текущего КП совпадает с номером опрашиваемого, то БУ отправляет на ПУ полученные адреса из приемного регистра. После чего БУ ждет подтверждения правильности приема адресов.

В случае получения подтверждения, дешифрируется значение ФА. Если поступила команда ТУ, запускается блок выдачи команды. Блок выдачи команды снимает данные с дешифратора группы объектов и дешифратора команды, номера объекта. На основании этих данных выдается сигнал на включение или отключение требуемого объекта.

После отработки сигнала ТУ, БУ запускает устройство считывания ТС. Данное устройство на основе адреса из дешифратора группы объектов получает данные о положении требуемой группы объектов.

Полученные данные кодируются устройством кодирования в циклический код, и преобразователем в из параллельного кода в последовательный через ФМП модулятор и линейный блок 2 отправляются на ПУ. Если с ПУ пришел запрос ТС, то сразу запускается устройство считывания ТС. Данные отправляются так же, как было описано выше.

3.2.5 Структурная схема системы телеуправления и телесигнализации пункта управления

Разработаем структурную схему ПУ. Схема представлена в приложении Г графического материала дипломного проекта. Задача ПУ это отправка команд телеуправления на КП, опрос всех КП о состоянии датчиков телесигнализации, а также отображение их состояний на панели или блоке индикации. Команды на ТУ выдаются диспетчером

Команда на ТУ подается с пульта диспетчера. В качестве пульта выступает группа переключателей, при помощи которых задается адрес КП (АКП), номер группы объектов (НГ), номер объекта в группе (НО) и сама команда «включить» или «отключить». На основании положения переключателей устройство первичного кодирования формирует команду на ТУ. Закодированная команда на

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

ТУ записывается в регистр. В случае поступления от диспетчера команды на ТУ, соответствующий сигнал приходит на блок управления. После чего БУ запускает формирователь синхросигнала, импульсы из которого через линейный блок поступают в линию связи. После отправки синхрокода без паузы отправляется команда ТУ. Вся информация из регистра хранения, кодируется циклическим **КОДОМ** соответствующим устройством, преобразуется из параллельного кода в последовательный и через ФМП модулятор и линейное устройство 1 отправляется на КП.

Так как в системе используется защита всех адресов дополнительной информационной обратной связью, то после отправки запроса на КП, устройство ПУ ожидает ответа с КП в виде закодированных адресов. Принятые адреса записываются в приемный регистр и сравниваются устройством сравнения с адресами, которые были отправлены. Результат сравнения поступает на блок управление. В случае совпадения, БУ запускает устройство формирования подтверждения для ИОС. Если адреса не совпали, БУ подает команду на начало работы преобразователя из параллельного кода в последовательный, через который повторно выдается весь запрос на КП.

Если запроса на ТУ со стороны диспетчера нет, то устройство ПУ поочередно опрашивает состояния всех групп объектов на каждом КП. БУ подает команду на опрос следующей группы объектов устройству формирования запросов ТС. Который в регистр хранения записывает ФА, АКП и НГ. Дальнейшая обработка запроса ТС, происходит так же, как и при ТУ. КП на ПУ присылает информацию о состоянии объектов ТС. Сначала передается синхрокод, который поступает на детектор синхроимпульсов через линейный блок 2, ФМП демодулятор и восстановитель импульсов. При поступлении синхроимпульсов детектор синхроимпульсов подает сигнал на БУ и на преобразователь из последовательного кода в параллельный. В параллельном коде информация декодируется и записывается в приемный регистр. Устройство декодирования подает сигнал об ошибке или о правильном приеме на БУ.

3.2.6 Функциональная электрическая схема системы телеуправления и телесигнализации контролируемого пункта

Работа схемы контролируемого пункта управляется посылками с ПУ. Работой всей схемой управляет микроконтроллер. Посылка с ПУ приходит на ФМП демодулятор на основе кольцевого преобразователя частоты [1].

Функциональная схема системы ТУ-ТС КП - приложение Д. С выхода детектора посылка поступает на последовательный вход микроконтроллера, где обрабатываются данные в соответствии с описанным ранее алгоритмом работы КП. Если получен запрос ТС, то контроллер выполняет считывание состояний датчиков двухпозиционных объектов опрашиваемой группы. Для чего на линии РВ0-РВ2 выдает в двоичном коде номер опрашиваемой группы. Адрес группы поступает на адресные входы А0-А2 мультиплексов DD2-DD6. На вход мультиплексора DD2 подключаются все сигналы относящемуся к первому

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

параметру, к DD3 – ко второму и так далее. Вход D0 мультиплексора относится к группе 1, D1—группе 2, D2—группе 3 и так далее. После того, как микроконтроллер выдает адрес группы, срабатывают коммутаторы и сигналы нужной группы ТС поступают на выходы DD2-DD6, откуда – на входы PD0-PD4 микроконтроллера DD1. Откуда одной операцией чтения считывается значения параметров всей группы. К считанным данным добавляется адрес КП, функциональный адрес ответа ТС, номер группы и передается на ПУ.

Для передачи используется последовательный интерфейс микроконтроллера (выход Tx), который с заданной скоростью в последовательном виде выдает посылку. Далее сигнал поступает на преобразователь уровней DA1, который формирует полярный сигнал для работы модулятора.

Несущая частота подается на первичную обмотку трансформатора T1, а напряжение двоичных посылок – в средние точки трансформаторов T1 и T2. При напряжении двоичных сигналов, большем, чем напряжение несущей, диоды VD1-VD2 будут являться электронными ключами, управляемыми только напряжением этих сигналов. В таких условиях сопротивление открытых диодов можно принять равным нулю, а сопротивление закрытых диодов – бесконечности. Учитывая сказанное, по схеме легко проследить, что при поступлении положительной посылки диоды VD1 и VD4 открыты, а диоды VD2 и VD3 закрыты. В случае поступления отрицательной посылки откроются диоды VD2 и VD3 и, наоборот, закроются диоды VD1, VD4. При переходе от одной полярности посылки к другой фаза сигнала поворачивается на выходе схемы на 180°. В качестве датчика ТС выступает сухой контакт, который повторяет положение интересующего объекта. Простейший вариант получения положение датчика - это подать с одной стороны датчика +5В (уровень сигналов микроконтроллера), второй подключить к мультиплексору рисунок.

Кроме того, на самом датчике ТС может быть большое сопротивление, возникающие при плохом контакте, для прохождения которого указанного напряжения недостаточно и схема не будет реагировать на изменения положения. Ещё одной особенностью, является вероятность попадания на вход высокого напряжения, как наведенного так и вследствие неверного подключения. Поэтому для получения положения датчика ТС используется схема, изображенная на рисунке 3.6 на основе оптопары.

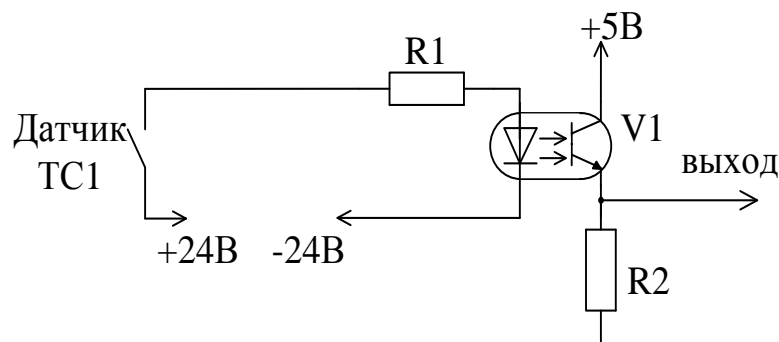


Рисунок 3.6 - Схема подключения датчика телесигнализации

Применение оптопары позволяет защитить основную часть схемы от высоких напряжений из внешних цепей. Для схемы используется более высокое напряжение, для системы применяем 24В, с одной стороны более устойчивое от помех, с другой – безопасное для человека. Уровень напряжения срабатывания схемы зависит от номинала сопротивления R1. Если контакт датчика замкнут, через диод оптопары и R1 идет ток и транзистор открывается. Напряжение +5В (уровень логической единицы) поступает на выход схемы. Если датчик разомкнут, транзистор оптопары закрыт, и на выход схемы чрез R2 поступает нулевой уровень.

Если из канала связи поступает команда ТУ, то контроллер выделяет из посылки номер группы и выдает его в двоичном виде на выходы РС2-РС5 микроконтроллера, откуда на дешифратор DD8. В результате на одном из выходов дешифратора появляется единица. Далее из посылки выделяются параметры (для более высокой надежности ТУ, параметр передается не в двоичном виде, а каждый разряд соответствует одному параметру) и выдаются на выход РА0-РА5. После чего если поступила команда включить, на выход РС0 выдается единица, иначе на выход РС1. Данные сигналы дешифрируются схемой, на базе элемента И с тремя входами. Часть схемы представлена на рисунке 3.7. На первый поступает сигнал с линии включения или отключения, в зависимости от выполняемой функции. На второй вход элемента И поступает одна из линий параметра, на третий – одна из линий дешифратора.

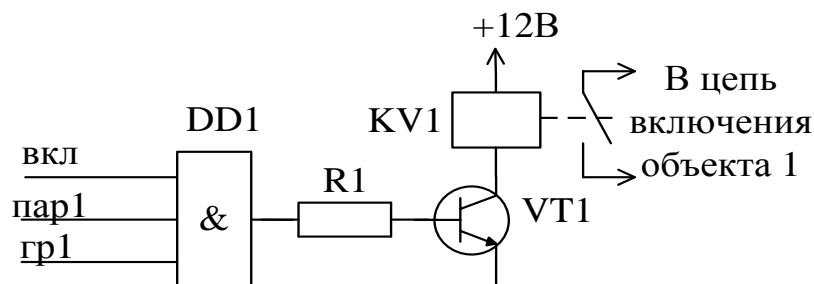


Рисунок 3.7- Схема выдачи ТУ на исполнительное устройство.

Рассмотрим пример работы схемы на рисунке 3.7. Если поступает команда включить первый объект, группы 1, на все вход схемы поступают единицы, в результате на выходе логического элемента DD1 высокий уровень напряжения. После появления высокого уровня, через R1 и переход база эмиттер транзистора VT1 начинает течь ток и транзистор открывается. Транзистор используется в качестве ключа. После открытия VT1 на обмотку реле KV1 подается напряжение, которое приводит к срабатыванию реле. В результате цепь включения замыкается, которая приводит к включению управляемого объекта. Через небольшой интервал времени сигнал с линии включить микроконтроллером снимается, и на выходе DD1 появляется низкий уровень. Транзистор VT1 закрывается, напряжение с обмотки KV1 снимает, цепь включения размыкается. Дальнейшее управление включением управляет схема в самом управляемом объекте. Через некоторое

после выдачи команды контроллер считывает состояние группы в которой выполнялось управления и сравнивает положение до управления и после, если положение изменилось, то выдается квитанция успешного выполнения команды ТУ, в противном случае передается квитанция о не выполненной команде.

3.2.7 Функциональная электрическая схема системы телеуправления и телесигнализации пункта управления

Схема ПУ работает в двух режимах, первый это опрос всех КП, второй – формирование и отправка команд ТУ.

Функциональная электрическая схема системы ТУ-ТС пункта управления представлена в приложении Е.

Команда ТУ подается диспетчером, номер КП, группы, параметра, операция включить или выключить задается с ключей SW1-SW25.

Ключи подключаются в виде матрицы, контроллера периодически опрашивает состояния клавиш. Для чего на каждый выход контроллера PB0-PB4 поочередно выдается высокий уровень.

После выдачи очередной единицы на один из выходов PB0-PB4, считывается состояния выходов PD0-PD4. Если один из ключей замкну, то на входе PB0-PB4 появляется логическая единица. Зная на каком из выходов PB0-PB4 был высокий уровень и состояние входов PD0-PD4 можно точно определить какой ключ замкнут.

После считывания состояния ключей в соответствии с положением ключей отображается выбранная группа, параметр, и команда на ЖК-дисплее DD2 на основе контроллера HD44780.

Выводы DB0-DB7 отвечают за входящие/исходящие данные. Высокий уровень на выводе RS указывает индикатору, что сигнал на выводах DB0-DB7 является данными, а низкий – командой. Вывод W/R отвечает за направление данных, пишутся ли данные в память или читаются из нее. Импульс на выводе E (длительностью не менее 500 нс) используется как сигнал для записи/чтения данных с выводов.

Для вывода информации на ЖК индикаторы сначала в контроллер HD44780 записываются управляющие символы, где устанавливается режим работы и начальный адрес, с которого будет осуществляться запись кодов символов.

Запись управляющего слова осуществляется следующим образом:

1. Установить значение линии RS в 0
2. Вывести значение байта данных на линии шины DB0...DB7
3. Установить линию E = 1
4. Установить линию E = 0

Установить линии шины от DB0 до DB7 = HI(состояние высокого импеданса)

После записи управляющего слова, в контроллер HD44780 записываются коды символов, причем после каждой записи указатель в ОЗУ дисплея автоматически увеличивается на 1.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Запись байта данных осуществляется следующим образом:

1. Установить значение линии RS в 1
2. Вывести значение байта данных на линии шины DB0...DB7
3. Установить линию E = 1
4. Установить линию E = 0
5. Установить линии шины от DB0 до DB7 = HI (состояние высокого импеданса)

Схема модулятора и демодулятора устройства ПУ аналогична схеме КП.

Для индикации состояния схемы используется диспетчерский щит, работающий по методу темного щита. Для каждого объекта каждого КП на щите соответствует одна лампа HL и ключ для квитирования.

После изменения состояния индикатор загорается и горит, до того момента пока диспетчер не заметит изменения состояния и не переведет ключ в другое положение соответствующему новому состоянию двухпозиционного объекта (сквитирует). После чего лампа погасает. Если все объекты сквитированы щит темный. Схема для одного двухпозиционного объекта приведена на рисунке 3.8.

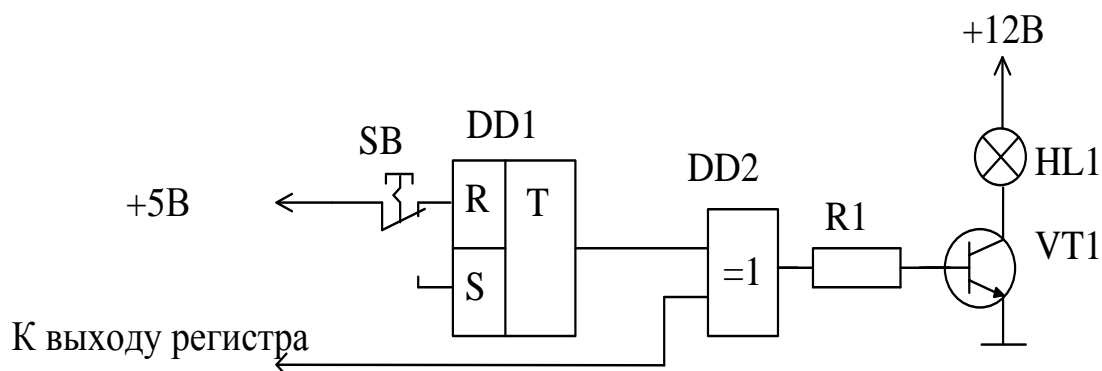


Рисунок 3.8 – Схема отображения для одного двухпозиционного объекта

Двухпозиционный ключ SB коммутирует +5В к входу сброса R или входу установки S триггера DD1. Выход регистра вместе с выходом регистра для параметра поступает на схему исключающего ИЛИ. Если положения ключа соответствует текущему состоянию объекта, то на входе DD2 находятся одновременно или два нуля или две единицы. На выходе DD2 логический ноль, то есть низкий уровень напряжения, VT1 закрыт лампа HL1 не горит.

Если произошло изменение объекта, то на втором входе DD2 состояние изменяется на противоположное, и на выходе DD2 появляется высокий уровень. Транзистор VT1 открывается и HL1 загорается.

Состояния всех объектов хранятся в регистрах DD7, DD13. Запись новых состояний в регистры осуществляется контроллером после опроса КП. Для чего на выходы PA0-PA4 выдаются состояние параметров полученной группы. На PC0-PC3 выдается адрес КП в двоичном виде, который поступает на дешифратор

DD3. Номер группы выдается на РС4-РС6, откуда на дешифратор DD4. В результате дешифрирование на одном из контактов DD3 соответствующему номеру КП, а на DD4 номеру группы будут логические единицы. Для каждого из регистров собирается схема И DD6, DD12., на которую заводится по одному из выходов дешифратор DD3, DD4. В зависимости от данных на входах дешифраторов на одном из элементов И будет две логические единицы, после выдачи стробирующего сигнала с выхода РС7 микроконтроллера, на этом элементе И появляется третья единица и на выходе схемы И появляется высокий уровень, который является стробирующим сигналом для записи в нужный регистр информации с линий РА0-РА4 контроллера. Таким образом схемы на элементах логического И определяют в какой из регистров будет идти запись в соответствии с адресом КП и номером группы.

3.3 Разработка микропроцессорной системы приема и передачи информации телеуправления и телесигнализации

Данная система телеуправления телесигнализации организована на микропроцессорной логике, поскольку в настоящее время оптимальным является использование микроконтроллеров (устройств, включающих в себя арифметико-логическое устройство, ОЗУ, ПЗУ, порты для работы с внешними устройствами и др.).

Кроме того микропроцессорная логика обладает определенными преимуществами.

Габариты схемы существенно уменьшаются. Следовательно, основная работа возлагается на написание программы, предназначенной для обработки принимаемой информации, кодирования, хранения и работы с линией связи.

Из-за уменьшения количества элементов, входящих в систему, увеличивается ее надежность. Кроме того, в дальнейшем без существенных затрат можно изменить алгоритм работы системы на более рациональный. Существуют и недостатки применения данной логики. Основным недостатком является низкое быстродействие – если время обработки данных на жесткой логике составляет десятки наносекунд, то на микропроцессорной логике для тех же операций может потребоваться до нескольких микросекунд. Тем не менее, по полученным в четвертом разделе данным, система может тратить на обработку данных доли миллисекунд. То есть вопрос о быстродействии является не таким существенным.

При выборе контроллера учитываются следующие факторы. Возможность работы с внешним ОЗУ, что позволяет упростить работу с модемом, и микросхемами АЦП. Большое число параллельных портов ввода вывода, что позволит на каждый порт назначить отдельную функцию по управлению периферийными микросхемами и несколько упростить программирование. Большой объем команд. Желательно что бы семейство контроллеров было ранее изучено. Имелась хорошая поддержка в виде документации, и удобного и доступного программного обеспечения для работы с микроконтроллером.

Вывод по заделу три:

В разделе разработаны требования, предъявляемые к системе телеуправления и телесигнализации. В соответствии со ступенчатой иерархией системы проведена разработка функциональной схемы ТУ и ТС подстанции и спроектирована микропроцессорная система приема и передачи сигналов управления.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Выбор автоматических выключателей

Автоматический выключатель – это коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения. Автоматические выключатели подразделяются на масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные и электромагнитные.

Автоматические выключатели распределительных устройств (РУ) напряжением 35 кВ и выше выбираются одинаковые для всех цепей данного распределительного устройства. Расчетным током короткого замыкания для выбора выключателей является ток на шинах высшего напряжения в точке К1 и среднего напряжения в точке К2 соответственно.

Выключатели выбирают:

1) по номинальному напряжению:

$$u_{\text{НОМ}} \geq u_{\text{УСТ}},$$

где $u_{\text{НОМ}}$ – номинальное напряжение выбираемого выключателя, кВ,
 $u_{\text{УСТ}}$ – напряжение установки, кВ;

2) по номинальному току:

$$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{МАХ}},$$

где $I_{\text{НОМ}}$ – номинальный ток выключателя, А,
 $I_{\text{МАХ}}$ – максимальный ток, протекающий через выключатель в утяжеленном режиме, А;

3) по номинальному току отключения:

$$I_{\text{НОМ.ОТКЛ.}} \geq I_{\text{П,}\tau},$$

где $I_{\text{НОМ.ОТКЛ.}}$ – номинальный ток отключения выключателя, кА,
 $I_{\text{П,}\tau}$ – действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания в момент расхождения контактов выключателя τ , кА.

Произведем выбор выключателя на стороне ВН 110кВ. Согласно этим требованиям намечаем к установке выключатель элегазовый типа ВГК-110П*-31,5/3150-У1. Собственное время отключения выключателя $t_{\text{С.В.}} = 0,025\text{с}$, полное время отключения выключателя $t_{\text{О.В.}} = 0,05\text{с}$.

При выборе выключателя необходимо также осуществить следующие проверки:

4) проверяется возможность отключения апериодической составляющей тока короткого замыкания:

$$i_{\text{А,НОМ}} \geq i_{\text{А,}\tau}, \quad (4.1)$$

где $i_{\text{А,}\tau}$ – значение апериодической составляющей тока короткого замыкания в момент расхождения контактов выключателя определяется по формуле:

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

$$i_{A,\tau} = \sqrt{2} \cdot I_{П,0} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_A}}, \quad (4.2)$$

где $I_{П,г}$ – действующее значение периодической составляющей начального тока короткого замыкания=20,269[8], кА;

T_A – постоянная времени затухания аperiodической составляющей, 0,02 с;[11]

τ – время от начала короткого замыкания до прекращения соприкосновения дугогасительных контактов, с:

$$\tau = t_{P3,MIN} + t_{C.B.}, \quad (4.3)$$

где $t_{P3,MIN}$ – минимально возможное время срабатывания релейной защиты, 0,01с;[9]

$t_{C.B.}$ – собственное время отключения выключателя:0,025с [6]

$$\tau = 0,01 + 0,025 = 0,035 \text{ с.}$$

Значение аperiodической составляющей :

$$i_{A,\tau} = \sqrt{2} \cdot 20,269 \cdot e^{\frac{-0,035}{0,02}} = 4,982 \text{ кА.}$$

В каталоге на выключатель задается допустимое относительное содержание аperiodической составляющей тока в токе отключения[5]:

$$\beta_{НОМ} = \frac{i_{A,НОМ}}{\sqrt{2} \cdot I_{НОМ.ОТКЛ.}} \cdot 100 \%. \quad (4.4)$$

Из формулы (4.4) можно найти номинальное допускаемое значение аperiodической составляющей в отключаемом токе для времени τ , используемое в выражении (4.1):

$$i_{Аном} = \frac{\sqrt{2} * \beta_{НОМ} * I_{НОМ.ОТКЛ.}}{100}. \quad (4.5)$$

$$i_{Аном} = \frac{\sqrt{2} * 35 * 31,5}{100} = 15,6 \text{ кА.}$$

5) Выполняется проверка на электродинамическую стойкость:

$$I_{ДИН} \geq I_{ПО}, \quad (4.6)$$

$$i_{ДИН} \geq i_{УД}, \quad (4.7)$$

где $i_{УД}$ – расчетный ударный ток в цепи выключателя, кА;

$i_{ДИН}$ – ток электродинамической стойкости (наибольший пик предельного сквозного тока короткого замыкания), кА;

$I_{ДИН}$ – действующее значение периодической составляющей предельного сквозного тока короткого замыкания, 40,1 кА. [9]

Заводами-изготовителями соблюдается условие:

$$i_{ДИН} = K_{У} * \sqrt{2} * I_{ДИН}, \quad (4.8)$$

где $K_{У} = 1,8$ – ударный коэффициент, нормированный для выключателей

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ					32

$$i_{\text{дин}} = 1,8 * \sqrt{2} * 40,1 = 51,6 \text{ кА}$$

б) Проверка на термическую стойкость:

$$I_{\text{ТЕР}}^2 * t_{\text{ТЕР}} \geq B_k, \quad (4.9)$$

где $I_{\text{ТЕР}}$ – ток термической стойкости выключателя, определяется по каталогу[9], кА;

$t_{\text{ТЕР}}$ – длительность протекания тока термической стойкости, определяется по каталогу[9], с;

B_k – тепловой импульс тока короткого замыкания, пропорциональный количеству тепловой энергии, выделенной за время короткого замыкания.

Короткое замыкание в цепях понизительных подстанций можно рассматривать как удаленное, и в этом случае тепловой импульс, выделяемый током короткого замыкания, можно определить по формуле:

$$B_k = I_{\text{п.р}} * (t_{\text{отк}} + T_A), \quad (4.10)$$

где T_A – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания, согласно [4] $T_A = 0,02$ с;

$t_{\text{отк}}$ – время от начала короткого замыкания до его отключения, с;

$$t_{\text{отк}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{ов}}, \quad (4.11)$$

где $t_{\text{рз}}$ – время действия релейной защиты, $t_{\text{рз}} = 0,1$ с;

$t_{\text{о.в.}}$ – полное время отключения выключателя, с;

$$t_{\text{отк}} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ с.}$$

Тепловой импульс по формуле (4.10):

$$B_k = 20,269^2 * (0,15 + 0,02) = 69,84.$$

Для удобства проверки выполнения условий все расчетные и каталожные данные сводим в таблицу 4.1.

Разъединители выбираются по следующим условиям:

1) по номинальному напряжению:

$$u_{\text{ном}} \geq u_{\text{уст}},$$

где $u_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение разъединителя, кВ;

$u_{\text{уст}}$ – напряжение установки, кВ.

$$110 \geq 110 \text{ кВ}$$

2) по номинальному току:

$$I_{\text{ном}} \geq I_{\text{мах}},$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток разъединителя, А;

$I_{\text{мах}}$ – максимальный расчетный ток утяжеленного режима, протекающий через разъединитель, А.

$$2500 \geq 1500 \text{ А}$$

3) осуществляется проверка на электродинамическую стойкость:

$$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}},$$

где $i_{\text{дин}}$ – предельный сквозной ток короткого замыкания (амплитуда), определяемый по каталогу, кА;

$i_{\text{уд}}$ – ударный ток короткого замыкания по расчету, кА.

$$102 \geq 51,6 \text{ кА}$$

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

4) проверка на термическую стойкость:

$$I_{\text{ТЕР}}^2 * t_{\text{ТЕР}} \geq B_K,$$

Где $I_{\text{ТЕР}}$ – ток термической стойкости разъединителя, кА;

$t_{\text{ТЕР}}$ – длительность протекания тока термической стойкости, с;

B_K – тепловой импульс по расчету, кА²с.

С учетом этих требований выбираем по справочнику [5]: разъединитель трехполюсный серии РПД-110-2500

Таблица 4.1 – Выбор выключателей и разъединителей на стороне ВН

Расчетные данные	Каталожные данные	
	Выключатель ВГК-110П*-31,5/3150-У1	Разъединитель РПД-110-2500
$u_{\text{УСТ}} = 110 \text{ кВ}$	$u_{\text{НОМ}} = 110 \text{ кВ}$	$u_{\text{НОМ}} = 110 \text{ кВ}$
$I_{\text{МАХ}} = 1500 \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}} = 3150 \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}} = 2500 \text{ А}$
$I_{\text{П,τ}} = 20,269 \text{ кА}$	$I_{\text{НОМ.ОТКЛ.}} = 31,5 \text{ кА}$	–
$i_{\text{А,τ}} = 4,98 \text{ кА}$	$i_{\text{А.НОМ}} = 15,6 \text{ кА}$	–
$I_{\text{П,0}} = 20,269 \text{ кА}$ $i_{\text{УД}} = 51,6 \text{ кА}$	$I_{\text{ДИН}} = 40,1 \text{ кА}$ $i_{\text{ДИН}} = 102 \text{ кА}$	– $i_{\text{ДИН}} = 102 \text{ кА}$
$B_K = 69,84 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$I_{\text{ТЕР}}^2 \cdot t_{\text{ТЕР}} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$I_{\text{ТЕР}}^2 \cdot t_{\text{ТЕР}} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \text{ с}$

Итак, во всех цепях распределительного устройства высшего напряжения принимаем к установке выключателя одного типа ВГК-110 П*-31,5/3150-У1 и разъединители типа РПД-110-2500.

Произведем выбор выключателя на стороне СН 35кВ. Намечаем к установке выключатель элегазовый типа ВГБУ–35–40/2000 У1. Собственное время отключения выключателя $t_{\text{С.В.}} = 0,03 \text{ с}$, полное время отключения выключателя $t_{\text{О.В.}} = 0,055 \text{ с}$.

При выборе выключателя необходимо также осуществить следующие проверки:

4) проверяется возможность отключения апериодической составляющей тока короткого замыкания по формуле (4.1).

τ – время от начала короткого замыкания до прекращения соприкосновения дугогасительных контактов, по формуле (4.3):

$$\tau = 0,01 + 0,03 = 0,04 \text{ с.}$$

Значение апериодической составляющей по формуле (4.2):

$$i_{\text{А,τ}} = \sqrt{2} \cdot 36,306 \cdot e^{\frac{-0,04}{0,02}} = 6,95 \text{ кА.}$$

В каталоге на выключатель задается допустимое относительное содержание апериодической составляющей тока в токе отключения $\beta_{\text{НОМ}}$.

По формуле (4.5) получим:

$$i_{\text{А.НОМ}} = \frac{\sqrt{2} * 47 * 40}{100} = 26,59 \text{ кА.}$$

5) Выполняется проверка на электродинамическую стойкость:

$$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{п.о}},$$

$$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}},$$

$$102 \geq 92,42 \text{ кА}$$

$$40,1 \geq 36,306 \text{ кА}$$

6) Проверка на термическую стойкость по формуле (4.9).

$$I_{\text{ТЕР}}^2 * t_{\text{ТЕР}} \geq B_{\text{к}},$$

Короткое замыкание в цепях понизительных подстанций можно рассматривать как удаленное, и в этом случае тепловой импульс, выделяемый током короткого замыкания, можно определить по формуле (4.10):

$$B_{\text{к}} = 36.306^2 * (0,155 + 0,02) = 230,67 \text{ кА с}$$

$$4800 \geq 230,67 \text{ кА с}$$

Все расчетные и каталожные данные сводим в таблицу 4.

Разъединители выбираются по следующим условиям:

1) по номинальному напряжению:

$$u_{\text{НОМ}} \geq u_{\text{УСТ}},$$

где $u_{\text{НОМ}}$ – номинальное напряжение разъединителя, кВ;

$u_{\text{УСТ}}$ – напряжение установки, кВ.

$$35 \geq 35 \text{ кВ}$$

2) по номинальному току:

$$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{МАХ}},$$

где $I_{\text{НОМ}}$ – номинальный ток разъединителя, А;

$I_{\text{МАХ}}$ – максимальный расчетный ток утяжеленного режима, протекающий через разъединитель А.

$$1600 \geq 1049,7 \text{ А}$$

3) осуществляется проверка на электродинамическую стойкость:

$$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}},$$

где $i_{\text{дин}}$ – предельный сквозной ток короткого замыкания (амплитуда), определяемый по каталогу, кА;

$i_{\text{уд}}$ – ударный ток короткого замыкания по расчету, кА.

$$100 \geq 92,42 \text{ кА}$$

4) проверка на термическую стойкость:

$$I_{\text{ТЕР}}^2 * t_{\text{ТЕР}} \geq B_{\text{к}},$$

где $I_{\text{ТЕР}}$ – ток термической стойкости разъединителя, кА;

$t_{\text{ТЕР}}$ – длительность протекания тока термической стойкости, с;

$B_{\text{к}}$ – тепловой импульс по расчету, $\text{кА}^2\text{с}$.

$$4800 \geq 260,67 \text{ кА с}$$

С учетом этих требований выбираем по справочнику [6] два типа

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ				35

разъединителей: с одним заземляющим ножом SGF 123n-100/3НА и с двумя заземляющими ножами SGF 123n-100+2E/3НА в зависимости от места установки. Данные каталогов разъединителей представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Выбор выключателей и разъединителей на стороне СН

Расчетные данные	ВГБУ–35–40/2000 У1	SGF 123n-100/3НА и SGF 123n-100+2E/3НА
$u_{УСТ} = 35 \text{ кВ}$	$u_{НОМ} = 35 \text{ кВ}$	$u_{НОМ} = 35 \text{ кВ}$
$I_{МАХ} = 1049,7 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 2000 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 1600 \text{ А}$
$I_{П,т} = 36,306 \text{ кА}$	$I_{НОМ.ОТКЛ.} = 40 \text{ кА}$	–
$i_{А,т} = 6,95 \text{ кА}$	$i_{А,НОМ} = 26,59 \text{ кА}$	–
$I_{П,0} = 36,306 \text{ кА}$ $i_{УД} = 92,42 \text{ кА}$	$I_{ДИН} = 40,1 \text{ кА}$ $i_{ДИН} = 102 \text{ кА}$	– $i_{ДИН} = 100 \text{ кА}$
$В_{К} = 230,67 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$I_{ТЕР}^2 \cdot t_{ТЕР} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$I_{ТЕР}^2 \cdot t_{ТЕР} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \text{ с}$

Итак, во всех цепях распределительного устройства высшего напряжения принимаем к установке выключатели одного типа ВГБУ–35–40/2000 У1 и в зависимости от необходимого числа заземляющих ножей разъединители типа SGF 123n-100/3НА и SGF 123n-100+2E/3НА.

Выбор реакторов, выключателей на стороне НН подстанции

Перед выключателем на низкой стороне установим реактор. Это мероприятие поможет нам снизить токи короткого замыкания, проходящие через выключатель, а, следовательно, выключатель будет установлен более дешевый.

Реактор следует выбирать:

по номинальному напряжению

$$U_{УСТ} \leq U_{НОМ},$$

по номинальному току

$$I_{РАБМАХ} \leq I_{НОМ},$$

по индуктивному сопротивлению.

В качестве линейного реактора можно использовать простой (одинарный или групповой) или сдвоенный реактор. Принимаем одинарный. Номинальный ток реактора должен быть больше максимального длительного тока нагрузки цепи, в которой он включен. Для простого одинарного реактора при резервированной схеме питания потребителей утяжеленный режим возникает при отключении резервной цепи.

Индуктивное сопротивление линейного реактора определяют, исходя из условий ограничения тока короткого замыкания до заданного уровня. В большинстве случаев допустимое значение тока короткого замыкания при повреждении за реактором определяется по коммутационной способности отключающих аппаратов (выключателей, предохранителей), намечаемых к установке или установленных в данной точке сети.

Порядок определения сопротивления линейного реактора следующий. Известно начальное значение периодического тока короткого замыкания $I_{п.0}$. Требуется ограничить $I_{п.0}$ до значения $I_{п.0}^{гр\epsilon б}$, чтобы можно было в данной цепи установить выключатель с номинальным током отключения $I_{отк.ном}$ (действующее значение периодической составляющей тока отключения).

Принимают $I_{п.0}^{гр\epsilon б} = I_{отк.ном}$. Результирующее сопротивление, Ом, цепи короткого замыкания до установки реактора определяем по выражению:

$$x_{рез} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot I_{н.0}}, \quad (4.12)$$

где U_{cp} - среднее значение напряжения 10,5 Кв

$I_{н.0}$ - ток короткого замыкания 45,279 А

$$x_{рез} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 45,279} = 0,134 \text{ Ом}$$

Требуемое сопротивление цепи короткого замыкания для обеспечения $I_{п.0}^{гр\epsilon б}$

$$x_{рез}^{гр\epsilon б} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot I_{н.0}^{гр\epsilon б}}, \quad (4.13)$$

где - $I_{н.0}^{гр\epsilon б}$ требуемое значение тока короткого замыкания

$$x_{рез}^{гр\epsilon б} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 25} = 0,242 \text{ Ом}$$

Требуемое сопротивление реактора:

$$x_p^{гр\epsilon б} = x_{рез}^{гр\epsilon б} - x_{рез},$$

где - $x_{рез}^{гр\epsilon б}$ требуемое сопротивление цепи 0,242 [6]

$x_{рез}$ - результирующее сопротивление цепи к.з до установления реактора 0,134 [6]

$$x_p^{гр\epsilon б} = 0,242 - 0,134 = 0,108 \text{ Ом}.$$

По каталожным материалам [6] выбираем тип реактора с ближайшим большим индуктивным сопротивлением. Принимаем к установке РБ-10-1000-0,14УЗ.

Таблица 4.2 – Характеристики РБ-10-1000-0,14УЗ

Тип	$U_{ном}$, кВ	$I_{ном}$, кА	$x_{ном}$, Ом	$i_{дин}$, кА	$I_{тер}$, кА	$t_{тер}$, с
РБ 10-1000-0,14УЗ	10	1000	0,14	63	24,8	8

Вычисляем значение результирующего сопротивления цепи короткого замыкания с учетом реактора:

$$x'_{рез} = x_{рез} + x_p, \quad (4.14)$$

где - $X_{рез}$ сопротивление цепи до реактором 0,134 Ом

X_p сопротивление цепи с реактором 0,14 Ом

$$x'_{рез} = 0,134 + 0,14 = 0,274 \text{ Ом}$$

а затем определяем начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания:

$$I_{н.0} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot x'_{рез}},$$

$$I_{н.0} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 0,274} = 22,12 \text{ кА.}$$

Максимальный ток продолжительного режима:

$$I_{max} = \frac{2 \cdot S_{наз}}{\sqrt{3} \cdot U_{HH}}, \quad (4.15)$$

$$I_{max} = \frac{2 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 69,3 \text{ А}$$

Выбранный реактор проверяется на электродинамическую стойкость по условию

$$i_{дин} \geq i_y^{\sim},$$

$$63 \text{ кА} \geq 56,3 \text{ кА.}$$

где i_y^{\sim} — ударный ток при трехфазном коротком замыкании за реактором 56,3 кА;

Термическая стойкость реактора характеризуется током термической стойкости $I_{тер}$ и временем термической стойкости $t_{тер}$ (по каталогу).

Условие проверки по термической устойчивости:

$$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{тер},$$

Тепловой импульс по формуле (4.10):

где $t_{отк}$ — время от начала короткого замыкания до его отключения, с;

$$t_{отк} = t_{рз} + t_{ов},$$

где $t_{рз}$ — время действия релейной защиты, $t_{рз} = 0,1$ с;

$t_{о.в.}$ — полное время отключения выключателя со стороны СН и ВН, с;

$$t_{отк} = 0,1 + 0,055 = 0,155 \text{ с.}$$

$$100,3 \leq 24,8^2 \cdot 8$$

$$100,3 \text{ кА}^2 \text{ с} \leq 4920,3 \text{ кА}^2 \text{ с.}$$

С учетом того, что планируется установка КРУ, выбор выключателей сводится к выбору КРУ в целом. Принимаем к установке КРУ-СЭЩ-63/15/.

Выключатели выбираются по тем же условиям, что и на стороне ВН. Расчетные токи продолжительного режима указаны в таблице 4.1, а расчетным током короткого замыкания является ток на шинах низкого напряжения после реактора. Исходя из этого, намечаем к установке выключатель

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

элегазовый типа LF1/11/.

Собственное время отключения $t_{с.в.} = 0,05$ с, полное время отключения $t_{о.в.} = 0,07$ с

Определим расчетное время τ по формуле (4.3):

$$\tau = 0.06 \text{ с.}$$

Апериодическая составляющая тока короткого замыкания в момент расхождения контактов выключателя τ по формуле (4.2):

$$i_{A,\tau} = \sqrt{2} \cdot 22,12 \cdot e^{\frac{-0,06}{0,05}} = 9,4 \text{ кА,}$$

где $I_{п,0} = 22,12$ кА – действующее значение периодической составляющей начального тока короткого замыкания в точке КЗ;

$T_A = 0,05$ с – постоянная времени затухания аperiодической составляющей, ее значение указано в (4.4).

Допустимое относительное содержание аperiодической составляющей тока в токе отключения $\beta_{НОМ}$ определяется по кривой $\beta_{НОМ} = f(\tau)$ из (4.4). Для времени $\tau = 0,06$, $\beta_{НОМ} = 26$ %.

Найдем гарантируемую выключателю заводом-изготовителем аperiодическую составляющую в отключаемом токе для времени τ по формуле (4.5):

$$i_{A,НОМ} = \frac{\sqrt{2} * 26 * 25}{100} = 9,55 \text{ кА,}$$

где $I_{НОМ.ОТКЛ.} = 25$ кА – номинальный ток отключения выключателя из каталога.

Для проверки выключателя на термическую стойкость необходимо определить тепловой импульс, выделяемый током короткого замыкания, для чего найдем сначала время от начала короткого замыкания до его отключения по формуле (4.11):

$$t_{ОТК} = 1,5 + 0,07 \text{ с,}$$

где $t_{рз} = 1,5$ с – максимальное время действия основной защиты;

Тепловой импульс по формуле (4.10):

$$B_K = 22.12^2 * (1.57 + 0.05) = 792.7 \text{ А}^2 \text{ с.}$$

Все расчетные и каталожные данные сводим в таблицу 5.

$i_{уд}$ – ударный ток короткого замыкания по расчету, кА.

$$i_{уд} = 56,3 \text{ кА}$$

$i_{дин}$ – предельный сквозной ток короткого замыкания (амплитуда), определяемый по каталогу, кА;

$$i_{дин} = 25,14 \text{ кА}$$

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Таблица 4.3 – Выбор выключателей на стороне НН.

Расчетные данные	Каталожные данные
	Выключатель LF1
$u_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$u_{НОМ} = 10 \text{ кВ}$
$I_{МАХ} = 69,3 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 630 \text{ А}$
$I_{П,т} = 22,12 \text{ кА}$	$I_{НОМ.ОТКЛ.} = 25 \text{ кА}$
$i_{А,т} = 9,4 \text{ кА}$	$i_{А,НОМ} = 9,55 \text{ кА}$
$I_{П,0} = 22,12 \text{ кА}$	$I_{ДИН} = 25,14 \text{ кА}$
$i_{уд} = 56,3 \text{ кА}$	$i_{ДИН} = 64 \text{ кА}$
$В_{к} = 792,7 \text{ А}^2 \text{ с}$	$I_{ТЕР}^2 \cdot t_{ТЕР} = 31,5^2 \cdot 3 = 2977 \text{ А}^2 \text{ с}$

Из таблицы 4.3 видно, что условия выполняются, следовательно, устанавливаем выключатели типа LF1.

4.2 Выбор датчиков системы

Измерительный преобразователь постоянного тока ФЕ1875-АД – предназначен для преобразования:

- 1) электрических сигналов постоянного тока, постоянного напряжения,
- 2) сигналов от стандартных термопреобразователей сопротивления (ТС) и термопар

в унифицированные сигналы постоянного тока или напряжения с возможностью выдачи измерительных данных в цифровом виде и передачи их по стандартному интерфейсу [11].

Преобразователь постоянного тока ФЕ1875-АД может иметь релейные выходы для обеспечения сигнализации / регулирования.

Внешнее управление преобразователями ФЕ1875-АД может осуществляться с персонального компьютера по интерфейсу RS-485 или RS-232. Использование двухпроводного интерфейса RS-485 позволяет включать преобразователи ФЕ1875-АД в состав систем измерения и управления совместно с другими приборами, управляемыми от одного компьютера, с общей длиной линии связи между преобразователями и компьютером до 1,2 км.

В измерительных преобразователях постоянного тока, напряжения постоянного тока и температуры ФЕ1875-АД обеспечивается гальваническая развязка между входными и выходными цепями и корпусом.

4.3 Выбор микропроцессора и стабилизированных источников питания

Всем заданным параметрам соответствует 8-разрядный высокопроизводительный AVR микроконтроллер с малым потреблением ATmega64. Характеристики микроконтроллера:

RISC архитектура:

-130 высокопроизводительных команд, большинство команд выполняется за один тактовый цикл

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ					40

- 32 8-разрядных рабочих регистра общего назначения
- Полностью статическая работа
- Производительность приближается к 16 MIPS (при тактовой частоте 16 МГц)

- Встроенный 2-цикловый перемножитель
- Энергонезависимая память программ и данных:
 - 64 Кбайт внутрисистемно программируемой Flash памяти (In-System Self-Programmable Flash)
- Обеспечивает 1000 циклов стирания/записи
- Дополнительный сектор загрузочных кодов с независимыми битами блокировки

Внутрисистемное программирование встроенной программой загрузки:

- Обеспечен режим одновременного чтения/записи (Read-While-Write)
- 2Кбайта EEPROM
- Обеспечивает 100000 циклов стирания/записи
- 4 Кбайт встроенной SRAM
- До 64 Кбайтов пространства дополнительной внешней памяти
- Программируемая блокировка, обеспечивающая защиту программных средств пользователя

- SPI интерфейс для внутрисистемного программирования пользователя
- Интерфейс JTAG (совместимый с IEEE 1149.1)
- Возможность сканирования периферии, соответствующая стандарту JTAG
- Расширенная поддержка встроенной отладки
- Программирование через JTAG интерфейс: Flash, EEPROM памяти, перемычек и битов блокировки

Встроенная периферия

- Два 8-разрядных таймера/счетчика с отдельным предварительным делителем, один с режимом сравнения
- Два 16-разрядных таймера/счетчика, с расширенными возможностями, с отдельным предварительным делителем и режимами захвата и сравнения
- Счетчик реального времени с отдельным генератором
- Два 8-разрядных канала PWM
- Шесть каналов PWM с возможностью программирования разрешения от 1 до 16 разрядов

- 8-канальный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь
- 8 несимметричных каналов
- 7 дифференциальных каналов
- 2 дифференциальных канала с программируемым усилением в 1, 10 или 200 крат
- Байт-ориентированный 2-проводный последовательный интерфейс
- Сдвоенный программируемый последовательный USART
- Последовательный интерфейс SPI (ведущий/ведомый)
- Интерфейс I2C

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

- Программируемый сторожевой таймер с отдельным встроенным генератором
- Встроенный аналоговый компаратор
- Специальные микроконтроллерные функции
- Сброс по подаче питания и программируемый детектор кратковременного снижения напряжения питания
- Встроенный калиброванный RC-генератор
- Внутренние и внешние источники прерываний
- Шесть режимов пониженного потребления: Idle, Power-save, Power-down, Standby, Extended Standby и снижения шумов ADC
- Программная установка тактовой частоты
- Режим обеспечения совместимости с ATmega103 (перемычки)
- Глобальный запрет подтягивающих резисторов
- Выходы I/O и корпуса
- 53 программируемые линии ввода/вывода
- 64-выводной корпус TQFP
- Рабочие напряжения от 4,5 до 5,5 В
- Рабочая частота от 0 до 16 МГц

В качестве дисплея для отображения вводимых команд диспетчера выбираем модуль МТ-24С. Модуль позволяет отображать 4 строки по 10 символов. Символы отображаются в матрице 5x8 точек. Между символами имеются интервалы шириной в одну отображаемую точку. Каждому отображаемому на ЖКИ символу соответствует его код в ячейке ОЗУ модуля. Модуль содержит два вида памяти — кодов отображаемых символов и пользовательского знакогенератора, а также логику для управления ЖК панелью. Модуль управляется по параллельному 4-х или 8-ми битному интерфейсу. Модуль содержит контроллер HD44780 фирмы HITACHI. В нем ОЗУ размером 160 байт для хранения данных (DDRAM), выводимых на ЖКИ.

Таблица 4.4- Функции выводов МТ-24С

Вывод	Назначение
GND	Общий вывод (0В)
U _{CC}	Напряжение питания (5В/3В)
U _o	Управление контрастностью
A0	Адресный сигнал — выбор между передачей данных и команд управления
R/W	Выбор режима записи или чтения
E	Разрешение обращений к модулю (а также строб данных)
Вывод	Назначение
DB0	Шина данных (8-ми битный режим)(младший бит в 8-ми битном режиме)
DB1	Шина данных (8-ми битный режим)

Окончание таблицы 4.4

Вывод	Назначение
DB2	Шина данных (8-ми битный режим)
DB3	Шина данных (8-ми битный режим)
Вывод	Назначение
DB4	Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы)(младший бит в 4-х битном режиме)
DB5	Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы)
DB6	Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы)
+LED	+ питания подсветки
-LED	- питания подсветки

Структура контроллера HD44780 приведена на рисунке 4.1.

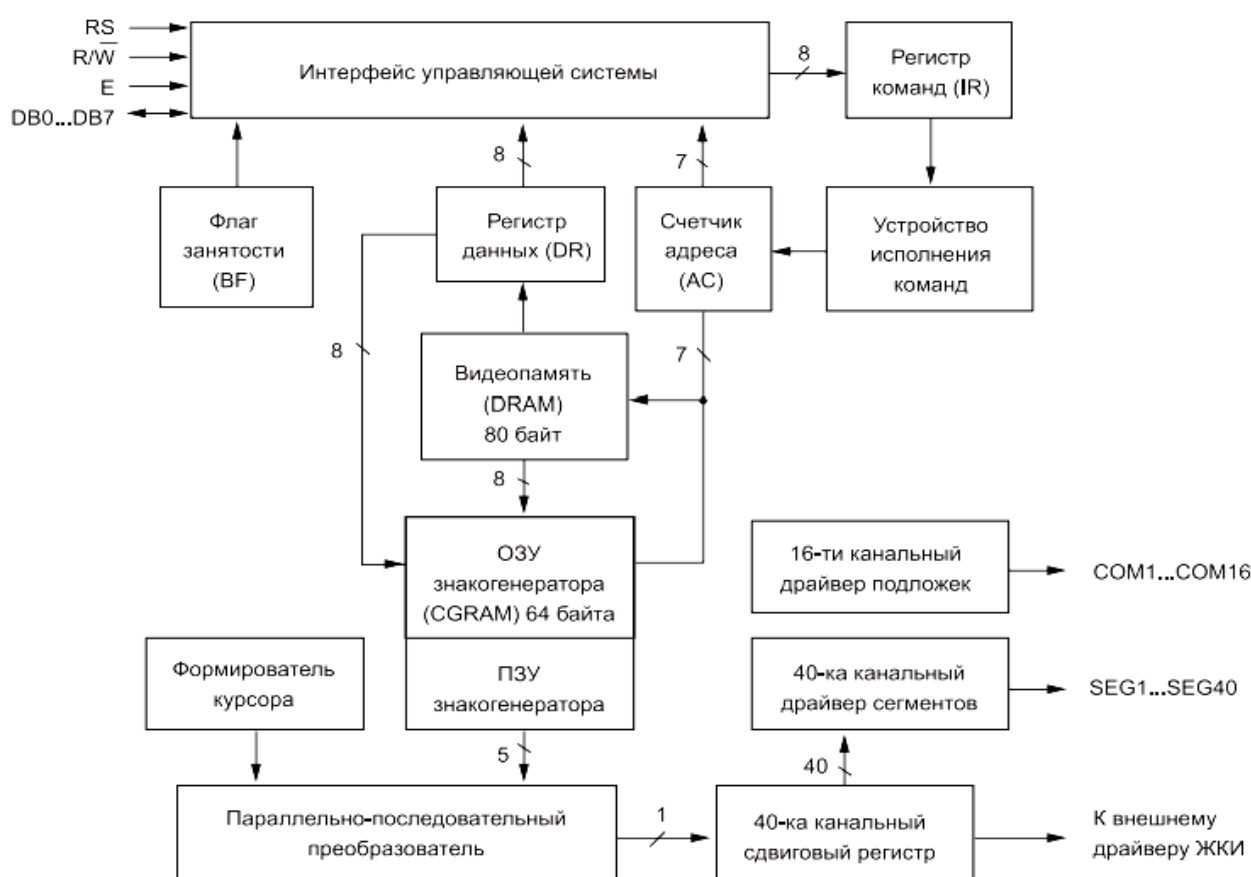


Рисунок 4.1-Структура контроллера HD44780.

4.4 Выбор бесперебойного электропитания

В качестве устройства бесперебойного электропитания, а так же организации стабилизации электропитания предлагается устройство гарантированного питания серии УГП «ДУБНА»

Предназначено: для обеспечения бесперебойного электроснабжения вспомогательных систем и системы автоматизации объектов.

Устройства гарантированного питания систем электроснабжения серии УГП являются комплектными источниками переменного тока и обеспечивают электроснабжение подключенных приемников электроэнергии с необходимыми показателями надежности и качества электроэнергии при следующих нарушениях в системе электроснабжения:

- 1) понижение напряжения ниже допустимого уровня, в том числе его пропадание;
- 2) повышение напряжения выше допустимого уровня;
- 3) отклонение частоты.

УГП обеспечивают электроснабжение подключенных приемников электроэнергии с необходимыми показателями надежности и качества электроэнергии при следующих внешних воздействующих факторах:

- 1) нелинейные искажения напряжения;
- 2) импульсные перенапряжения;
- 3) магнитные поля;
- 4) электромагнитные и радиочастотные помехи;
- 5) переходные процессы коммутации.

Так же устройства обеспечивают гальваническую развязку между сетью питания и сетью потребителя и минимальное время на переключение инвертора на питание от аккумуляторной батареи при возникновении не допустимых отклонений качества электроэнергии на входе, а также обратный возврат схемы на питание от сети при восстановлении качества электроснабжения. Конструктивно УГП представляет собой блок-контейнер с размещенным инженерным оборудованием и источниками бесперебойного питания силового оборудования, автоматики и связи. УГП устанавливается на специально оборудованных площадках и транспортируется автомобильным, железнодорожным и морским (речным) транспортом. При условии наличия соответствующих требований в конструкцию БК УГП вводятся конструктивные элементы, исключающие возможность его перемещения по поверхности фундамента при эксплуатации.

Конструкция БК обеспечивает:

- 1) возможность механизированной крановой установки и снятия его с транспортного средства и крепления на нём за угловые фитинги;
- 2) возможность поддержания в рабочем помещении заданных климатических условий в холодных и жарких климатических районах при помощи системы поддержания микроклимата и за счет выбора рациональной толщины теплоизоляционного слоя в панелях стен, пола и крыши контейнера корпусного;
- 3) пожаробезопасность конструкции за счёт применения негорючих строительных материалов и установки системы пожарной сигнализации;
- 4) ограничение доступа посторонних лиц внутрь УГП;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ					44

5) в зависимости от требований заказчика возможность установки и монтажа в местах дислокации на оборудованные фундаменты или специально подготовленные площадки.

УГП предназначено для эксплуатации на открытом воздухе в любое время года и суток в климатических районах, в зависимости от индекса климатического района эксплуатации по СНиП 23-01.

Условия эксплуатации (стойкость к внешним воздействующим факторам):

- 1) климатическое исполнение – УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69;
- 2) степень огнестойкости IV по СНиП 21-01-97;
- 3) класс конструкции по пожарной опасности СО по СНиП 21-01-97;
- 4) категория взрывопожароопасной УГП Д;
- 5) сейсмостойкость (в зависимости от района установки) - до 9 баллов по ГОСТ 30546.1-98 и СНиП II-7-81.

Показатели надежности:

- 5 Требования к ИБП
 - 6 Средняя Нарботка на отказ – не менее 50 000 ч.
 - 7 Вероятность безотказной работы – не менее 0,9
 - 8 Срок службы – 15 лет, при условии замены комплектующих изделий, срок службы которых ограничен.
 - 9 Гамма-процентный срок сохраняемости – не менее 2 лет.
 - 10 Среднее время восстановления при наличии ЗИП – 1 ч.
- Требования к АБ
- 11 Вероятность безотказной работы – не менее 0,99.
 - 12 Срок службы – 10 лет.
 - 13 Гамма-процентный срок сохраняемости, лет – не менее 2 лет.

Таблица 4.5 – Технические характеристики

Технические данные, параметры и характеристики	Значение
Конструкция	
Масса контейнера брутто, кг, не более	20000
Масса устанавливаемого оборудования, кг, не более	8000
Габаритные размеры блок-контейнера (от низа рамы до конька съемной крыши), ВхШхД, мм	3050 x 3000 x 6100
Габаритные (транспортные) размеры контейнера корпусного (от низа рамы до конька стационарной крыши), ВхШхД, мм	2950-10 x 3100-10 x 6200-20
Устойчивость к взлому по ГОСТ Р 50941	3 класс устойчивости
Входные параметры	
Тип входного соединения	3L+N+PE
Напряжение питания, В	380
Частота питающей сети, Гц	50

Окончание таблицы 4.5

Технические данные, параметры и характеристики	Значение
Допустимые отклонения напряжения питающей сети, %	±20
Допустимые отклонения частоты, %, не более	± 10
Коэффициент нелинейных искажений входного тока, %, не более	10
Коэффициент мощности, не менее	0,9
Выходные параметры	
Номинальная выходная мощность ИБПС при коэффициенте мощности нагрузки ($\cos\varphi=0.8$), кВА, не более	200
Номинальная выходная мощность ИБПА при коэффициенте мощности нагрузки ($\cos\varphi=0.8$), кВА, не более	60
Форма выходного сигнала	синусоидальная
КНИ при номинальной симметричной линейной нагрузке, %, не более	3
КНИ при номинальной несимметричной линейной нагрузке, %, не более	5
Номинальное напряжение ИБПС, В	380 линейное
Номинальное напряжение ИБПА, В	220 фазное
Допустимое отклонение выходного напряжения для номинальной нагрузки и в диапазоне плавных изменений тока нагрузки от 0 до номинального значения, %, не более	±2
Номинальная частота, Гц	50
Допустимое отклонение частоты выходного напряжения, Гц	±0,2
Допустимое отклонение выходного напряжения при скачкообразном изменении тока нагрузки в пределах от 0,5 до 1,1 от номинального, %	±10
Несимметрия выходного напряжения при симметричной нагрузке, %, не более	1
Диапазон регулирования выходного напряжения, %	±5
Крест-фактор нагрузки, не более	3:1
КПД при номинальной выходной мощности, %, не менее	95
КПД при номинальной выходной мощности при работе через байпас, %, не менее	98

Вывод по разделу четыре:

В разделе осуществился подбор датчиков измерительных преобразователей и микропроцессорной системы.

Внешнее управление преобразователями ФЕ1875-АД может осуществляться с персонального компьютера по интерфейсу RS-485 или RS-232. Использование двухпроводного интерфейса RS-485 позволяет включать преобразователи ФЕ1875-АД в состав систем измерения и управления совместно с другими приборами, управляемыми от одного компьютера, с общей длиной линии связи между преобразователями и компьютером до 1,2 км.

В качестве управляющего узла определен 8-разрядный высокопроизводительный AVR микроконтроллер с малым потреблением АТmega64.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

которого входят все адреса запроса. Если полученные адреса совпали с адресами, отправленными в запросе, то высылается подтверждение. В противном случае запрос отправляется снова. После отправки подтверждения, принимаются данные ТС, происходит их декодирование и вывод на индикацию.

Вывод по разделу пять:

Разработанный алгоритм предусматривает: формирование журнала, событий, самодиагностирование.

Алгоритм функционирования обеспечивает логическую связь всех узлов функциональной схемы.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

6 РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

6.1 Экономическая эффективность

Экономическая эффективность телемеханических устройств обусловлена увеличением работоспособности диспетчера энергии, а также сокращением числа оперативных сотрудников.

Повышение эффективности диспетчера энергии приводит к уменьшению количества и продолжительности «окон», необходимых для текущего обслуживания и ремонта контактной сети. В этом случае уменьшается количество и время простоя, уменьшаются потери энергии для ускорения и замедления, уменьшается время оборота вагонов и локомотивов, снижаются эксплуатационные расходы, снижаются амортизационные отчисления для подстанций и жилья.

Расчет технической и экономической эффективности телемеханизации связан с рядом трудностей, которые являются субъективными или вероятностными. Основными из них являются разная степень эффективности диспетчеров энергии, количество и характер повреждения в контактной сети, неравномерность расписания поездов.

Годовой экономический эффект определяется так:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \sum \mathcal{E}_Г - P_Г, \quad (6.1)$$

где $\sum \mathcal{E}_Г$ – суммарная годовая экономия,

$P_Г$ – условные годовые расходы.

Суммарная годовая экономия включает экономию в результате повышения оперативности диспетчера \mathcal{E}_1 и экономию от снижения затрат на содержание дежурного персонала тяговых подстанций \mathcal{E}_2 . [13]

Экономия в результате повышения оперативности диспетчера \mathcal{E}_1

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_{11} + \mathcal{E}_{12} + \mathcal{E}_{13}, \quad (6.2)$$

где \mathcal{E}_{11} – снижение эксплуатационных расходов, связанных с задержкой от сокращения длительности «окон», необходимых для ремонта устройств энергоснабжения;

\mathcal{E}_{12} – экономия от повышения производительности бригад, выполняющих ремонтно-ревизионные работы;

\mathcal{E}_{13} – экономия от ускорения перевозки грузов.

Величина \mathcal{E}_{11} равна 5743733516 рублей, она связана с длительностью окон, простоев поездов.. [14]

Величина \mathcal{E}_{12} равна 101682583 рублей она связана с производительностью бригад, от количества бригад в разных подразделениях. Также влияет экономия от сокращения штата бригад, которая с каждым годом меняется. Тарифной ставки электромонтёра, электромеханика и руководителей каждого подразделения. Чисел окон дней в году [14].

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ				50

Величина \mathcal{E}_{13} равна 102801200,5 рублей она связана с количеством сэкономленных простоев поездов-часов, средние интервалы по сезонам, от ускорения оборота гружёных вагонов и порожних[14].

$$\mathcal{E}_1 = 5743733516 + 101682583 + 102801200,5 = 5948217299,5 \text{ рублей}$$

Суммарная годовая экономия:

$$\sum \mathcal{E}_r = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 \text{ руб.} \quad (6,2)$$

где \mathcal{E}_2 -экономия от снижения затрат на содержание дежурного персонала подстанции, а равна 4492180 рублей.

$$\sum \mathcal{E}_r = 5948217299,5 + 4492180 = 5952709479,5 \text{ руб.}$$

P_p -условно годовые расходы равны 11805281,8 рублей

Годовой экономический эффект составляет по формуле (6.1):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 5952709479,5 - 11805281,8 = 5940904197,7 \text{ руб.}$$

Вывод по разделу шесть:

Экономический эффект телемеханических устройств обусловлена увеличением работоспособности диспетчера энергии, а также сокращением числа оперативных сотрудников.

Повышение эффективности диспетчера энергии приводит к уменьшению количества и продолжительности «окон», необходимых для текущего обслуживания и ремонта контактной сети. В этом случае уменьшается количество и время простоя, уменьшаются потери энергии для ускорения и замедления, уменьшается время оборота вагонов и локомотивов, снижаются эксплуатационные расходы.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Краткое описание рассматриваемого объекта

Телемеханическая команда входит в зону ремонта и ревизии и выполняет работы, связанные с системами автоматизации, телеуправления и автоматического управления. Выполняет следующие виды работ: осмотр, техническое обслуживание, профилактические испытания устройств дистанционного управления и телемеханики диспетчерских и контролируемых объектов и другие.

Условия и безопасность работ в области ремонта и ревизии определяются мерами по охране труда и мерам безопасности, оснащению рабочих мест механизированными объектами, а также соблюдению санитарно-гигиенических норм и правил.

Для обеспечения безопасности работ все работы на тяговых подстанциях, секционных столбах, ППС, АПР, ТП должны выполняться в соответствии с требованиями «Правил эксплуатации бытовых электроустановок» и «Межотраслевых правил безопасности труда «(правила безопасности) для работы электроустановок».

Санитарно-гигиеническая оценка и определение мер по улучшению условий труда осуществляется аттестационной комиссией в процессе аттестации рабочего места на основании «Положения о порядке аттестации рабочих мест для условий труда» и «Положения о порядке аттестации рабочих мест для условий труда на предприятиях железнодорожного транспорта». Результаты аттестации записываются в протокол и сертификационную карту.

На рабочих местах, расположенных в закрытых помещениях ремонтно-ревизионной зоны, условия труда должны соответствовать следующим санитарно-гигиеническим стандартам и требованиям.

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

При обслуживании рабочий персонал может столкнуться с опасностями, которые могут оказать влияние не только на их здоровье, но и снизить производительность труда. К ним относятся:

- опасность поражения электрическим током;
- опасность нанесения телесных повреждений от незащищенных подвижных элементов производственного оборудования;
- опасность заболевания из-за неправильной организации труда, из-за отличия уровня шума, температуры и влажности в производственном помещении от нормированных, из-за большой запыленности рабочей зоны и недостаточной освещенности помещения;
- при пайке возможность поражение органов дыхания
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ;

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

- повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- пожароопасность;
- брызги припоев и флюсов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело работника.

Во время обслуживания устройств на жизнь и здоровье потребителя могут повлиять следующие факторы:

- недостаточное освещение (ухудшение зрения);
 - электромагнитные (опасность представляет электрооборудование, находящееся под напряжением, а также открытые токоведущие части);
 - механические (опасность представляют разъемы, подключаемые к ЭСУТ;
 - при демонтажных работах по подключению измерительного устройства);
- природного характера (молния, буря, наводнение, землетрясение, селевые потоки и тому подобное).

7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

Для нормальной и высокопроизводительной работы в помещении лаборатории необходимо, чтобы метеорологические условия (температура, влажность и скорость движения воздуха), то есть микроклимат, находились в определенных условиях.

В таблице 7.1 представлены оптимальные нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

Таблица 7.1 – Оптимальные нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Легкая (Iа, Iб)	20-23	30-75	0,2
	Средней тяжести (IIа, IIб)	18-20	30-75	0,2
	Тяжелая (III)	16-18	30-75	0,3
Теплый	Легкая (Iа, Iб)	22-25	30-60	0,2
	Средней тяжести (IIа, IIб)	21-23	30-60	0,3
	Тяжелая (III)	18-21	30-60	0,5

Действующие санитарные нормы микроклимата в производственном помещении в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Нормируемыми параметрами искусственного освещения являются: освещенность рабочей поверхности Е, Лк (должна быть не менее 200 Лк).

Согласно СанПиН 2.2.4.119-03 предельно допустимый уровень напряженности электромагнитного поля на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

7.4 Охрана труда

Охрана труда представляет собой систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда (ГОСТ 12.0.002-80). Охрана труда и здоровье рабочих на производстве, когда особое внимание уделяется человеческому фактору, становится наиважнейшей задачей. При решении задач необходимо четко представлять сущность процессов и отыскать способы, устраняющие влияние на организм вредных и опасных факторов и исключаящие по возможности травматизм и профессиональные заболевания.

При улучшении условий работы труда важными моментами являются комплексная механизация и автоматизация технологических процессов,

применение новых средств вычислительной техники и информационных технологий в научных исследованиях и на производстве.

Осуществление мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, а также улучшение условий работы труда ведут к профессиональной активности трудящихся, росту производительности труда и сокращению потерь при производстве. Так как охрана труда наиболее полно осуществляется на базе новой технологии и научной организации труда, то при разработке и проектировании объекта используются новейшие разработки.

Охрана труда тесно связана с задачами охраны природы: очисткой сточных вод и газовых выбросов в воздушный бассейн, сохранением и улучшением состояния почвы, борьбой с шумом и вибрацией, защитой от электростатических полей и многим другим. Все эти мероприятия способствуют обеспечению нормальных условий работы и обитания человека и будут рассмотрены с целью использования на предприятии.

Мероприятия по предупреждению опасности поражения электрическим током

Для защиты от поражения электрическим током в соответствии с ПУЭ предусматривается защитное заземление электроустановок напряжением 220В.

Токоведущие части производственного оборудования должны быть надежно изолированы или размещены внутри корпусов с запирающимися дверьми или закрыты защитными кожухами, металлические части, которые в результате пробоя изоляции могут попасть под напряжение, должны быть надежно заземлены.

Для всех электроустановок предусмотрены общие заземлители и общие магистрали заземления. В качестве заземляющего устройства предусмотрено использование естественных заземлителей (проложенные в земле стальные трубы водопроводов, погруженные в землю стальные каркасы зданий и сооружений).

Магистрали заземления должны быть доступны для осмотра. В местах ввода их в здание должны быть установлены опознавательные знаки.

Молниезащита производственного помещения от прямых ударов молнии выполняется отдельно стоящими мачтовыми молниеприемниками высотой 20 м, расположенными по периметру территории через каждые 40 м.

Организация эксплуатации электроустановок

Эксплуатация электроустановок и электросетей осуществляется в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок. Защита оборудования осуществляется путем применения защитных отключений при внешних и внутренних повреждениях. Органы управления должны соответствовать требованиям эргономики: иметь форму и размеры безопасные и удобные для работы, иметь поясняющие схемы и надписи. Кроме того, конструкция производственного оборудования должна исключать возможность накопления зарядов статистического электричества в опасных количествах и обеспечивать исключение или снижение до регламентированных пределов уровней шума.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Для безопасности производства необходимо, чтобы персонал был знаком с требованиями ПЭЭП, ПУЭ, применял электрозащитные средства, был ознакомлен с планом действия в рабочих и чрезвычайных ситуациях, а также чтобы в местах проведения различного ряда работ были установлены знаки безопасности и плакаты по технике безопасности.

Основными задачами энергетического хозяйства предприятия являются обеспечение надежного и бесперебойного энергоснабжения и содержание энергетического оборудования в рабочем состоянии с сохранением его эксплуатационных характеристик (мощности, экономичности). Средством реализации этих задач служит система ремонтного обслуживания, основанная на принципах профилактики и плановости. Наиболее совершенной, сочетающей оба этих принципа, считается система планово-предупредительных ремонтов (ППР).

ППР – совокупность запланированных мероприятий по уходу, межремонтному обслуживанию и ремонту оборудования. Уход за оборудованием состоит в соблюдении правил технической эксплуатации, поддержании порядка на рабочем месте, чистке оборудования. Межремонтное обслуживание заключается в наблюдении за состоянием оборудования, за выполнением рабочими правил эксплуатации, в своевременном регулировании механизмов, устранении мелких неисправностей, которые выполняются без простоя энергетического и технологического оборудования – в обеденные перерывы и в нерабочие смены.

7.5 Производственная санитария

Производственная санитария представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работников вредных производственных факторов.

Обследование санитарно-технического состояния производственных помещений осуществляется на основе действующих межотраслевых и отраслевых правил, норм и типовых инструкций по охране труда и производственной санитарии.

Работы по производству диагностического устройства относятся к третьей категории. Для обеспечения комфортных условий труда предприятие должно быть обеспечено отопительной системой, системой вентиляции и системой подачи холодного воздуха.

Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

В зависимости от способа перемещения воздуха различают вентиляции естественную и механическую.

Производственные помещения имеют как искусственную так и естественную вентиляцию. Отопление помещений осуществляется посредством батарей отопления и тепловых регистров. Температура в помещении поддерживается в

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

пределах 20°С при постоянном присутствии обслуживающего персонала. Это соответствует санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. Температура наружного воздуха при расчёте систем вентиляции воздуха и воздушного отопления принимается в соответствии с требованиями СНиП 11-33-75.

7.5.1 Производственное освещение

Основными понятиями, характеризующими свет, являются световой поток, сила света, освещённость и яркость.

Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению.

Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия. Освещение может осуществляться естественным и искусственным светом. При недостаточности естественного освещения используется совмещённое освещение. Последнее представляет собой освещение, при котором в светлое время суток используется одновременно естественный и искусственный свет. Непостоянство естественного света, который может резко меняться даже в течение короткого промежутка времени, вызывает необходимость нормировать естественное освещение с помощью коэффициента естественной освещённости. Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в тёмное время суток или при недостаточности естественного освещения. Рациональное искусственное освещение должно обеспечивать нормальные условия для работы при допустимом расходе средств, материалов и электроэнергии. Рабочее освещение предусмотрено для всех помещений здания, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. В производственных помещениях освещённость проходов и участков, где работа не производится, составляет не более 25% нормируемой освещённости, создаваемой светильниками общего освещения.

Для освещения помещения, где располагается персонал по обслуживанию диагностического устройства, с размерами 20 на 9 метров и высотой 3 метра выбираем потолочные светильники типа УСП-35 с двумя люминесцентными лампами ЛБ-40. Коэффициенты отражения светового потока от потолка, стены и пола принимаем: $q_{\text{пот}} = 70\%$; $q_{\text{с}} = 50\%$; $q_{\text{пол}} = 10\%$.

Расстояние от потолка до рабочей поверхности

$$h = H - h_p, \quad (7.1)$$

где H – высота помещения лаборатории от пола до потолка, $H=3$ м;

h_p – уровень рабочей поверхности над полом, $h_p=0,8$ м;

$$h = 3 - 0,8 \approx 2,2 \text{ (м)}.$$

Расстояние между рядами светильников вдоль длинной стены

$$L = \varepsilon \cdot h, \quad (7.2)$$

где ε – оптимальное отношение L/H , $\varepsilon = 1,4$;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.02.2018.135.00.ПЗ				57

$$L = 1,4 \cdot 2,2 \approx 3(м).$$

Число рядов светильников

$$n = \frac{B}{L}, \quad (7.3)$$

где B – длина помещения, $B = 9$ м;

$$n = \frac{9}{3} = 3.$$

Число рядов светильников принимается равным 3.

Расстояние между стенами и крайними рядами светильников l :

$$l = 0,4L; \quad (7.4)$$

$$l = 0,4 \cdot 3 = 1,2(м).$$

Индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (7.5)$$

где A – ширина помещения, $A = 20$ м.

$$i = \frac{20 \cdot 9}{2,2 \cdot (20 + 9)} = 2,82.$$

Световой поток, излучаемый светильником

$$\Phi_{св} = 2 \cdot \Phi_{л}, \quad (7.6)$$

где $\Phi_{л}$ – номинальный световой поток для лампы ЛБ-40, $\Phi_{л} = 3120$ лм,

$$\Phi_{св} = 2 \cdot 3120 = 6240(лм).$$

Необходимое число светильников N :

$$N = \frac{E_n \cdot k_3 \cdot A \cdot B \cdot Z}{n \cdot \Phi_{св} \cdot \eta}, \quad (7.7)$$

где E_n – норма освещенности помещения, $E_n = 400$ лк;

k_3 – коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения, $k_3 = 1,4$;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещения, выбирается для люминесцентных ламп, $Z = 1,1$;

η – коэффициент использования светового потока светильника, зависящий от индекса помещения i , коэффициента отражения стен q_c и потолка $q_{пот}$, $\eta = 0,45$;

$$N = \frac{400 \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 9 \cdot 1,1}{3 \cdot 6240 \cdot 0,45} \approx 13.$$

7.5.2 Молниезащита

Молниезащита – комплекс защитных мероприятий от поражения молнией, обеспечивающих безопасность людей, сохранность зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний, разрушений.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

Устройство, защищающее сооружение от прямых ударов молнии, называется молниеотвод. Он состоит из несущей части (опоры), молниеприемника, токоотвода (спуска), соединяющего молниеприемник с заземлителем. Защитное действие основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения, благодаря чему более низкие здания, входящие в зону защиты молниеотвода, не будут поражены молнией.

Зона защиты молниеотвода – часть пространства, примыкающая к молниеотводу и обеспечивающая защиту сооружения от прямых ударов молнии с достаточной степенью надежности (95...99,5 %).

Молниезащита производственного помещения от прямых ударов молнии выполняется отдельно стоящими мачтовыми молниеприемниками высотой 20 м, расположенными по периметру территории через каждые 40 м.

7.5.3 Воздействие шума и вибрации на человека

Шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что может привести к травматизму и авариям. Слуховой орган человека воспринимает в виде слышимого звука колебания упругой среды, имеющие частоту примерно от 20 до 20000 Гц, но наиболее важный для слухового восприятия интервал от 40 до 10000 Гц.

На рабочем месте максимально допустимый уровень звукового давления по ГОСТ-12.1.003-83 составляет 80 дБА. Защита от шума в помещениях осуществляется применением специальных звукопоглощающих материалов, рациональным размещением рабочих мест и мест отдыха. Если уровень шума в электротехническом помещении составляет более 80 дБА, необходимо применение индивидуальных средств защиты от шума. Производственные помещения должны иметь снабжение водой, иметь шкафы для хранения и сушки спецодежды, душевые и другие санитарно-бытовые удобства. Так же, должна иметься в наличии аптечка с набором медикаментов.

Ветряные энергетические установки производят две разновидности шума:

1) механический шум – шум от работы механических и электрических компонентов;

2) аэродинамический шум – шум от взаимодействия ветрового потока с лопастями установки (усиливается при прохождении лопасти мимо башни ветроустановки).

В настоящее время при определении уровня шума от вентилятора преобразователя пользуются только расчётными методами. Метод непосредственных измерений уровня шума не дает информации о шумности ветроустановки, так как эффективное отделение шума ветроустановки от шума ветра в данный момент невозможно.

Минимальное расстояние от токоведущих частей не менее – 30 см.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

7.6 Эргономика и производственная эстетика

Эргономика и эстетика производства являются составляющими частями культуры производства, т.е. комплекса мер по организации труда, направленных на создание благоприятной обстановки. В основе повышения культуры производства лежат требования научной организации труда. Культура производства достигается правильной организацией производственных процессов и отношений между работающими, благоустройством рабочих мест, эстетическим преобразованием среды.

Рабочее место для выполнения работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-88, ГОСТ 22269-88, ГОСТ 21829-88 и требованиям технической эстетики.

Организацию рабочих мест необходимо осуществлять на основе современных эргономических требований. Используемые предметы и органы управления находятся в оптимальной рабочей зоне.

Допустимые эргономические параметры рабочего места приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Допустимые эргономические параметры рабочего места

Наименование параметра	База отсчета	Нормативное значение
рабочий стол (рабочая поверхность)		
высота, мм	полы	680-800 при регулировке, 725 без регулировки.
ширина, мм	край стола	800-1400
глубина, мм	передний край стола	600-800
рабочий стул		
высота поверхности сиденья, мм	полы	450
угол наклона поверхности сиденья, град	горизонтальная плоскость	5
ширина сиденья, мм	край сиденья	400
глубина сиденья, мм	передний край сиденья	>400
высота спинки стула, мм	поверхность сиденья	350
радиус кривизны спинки стула, мм	середина спинки, горизонтальная плоскость	>400
угол наклона спинки стула, град.	поверхность сиденья, вертикальная плоскость	25°

7.7 Противопожарная безопасность

В настоящее время в Российской Федерации действует следующий перечень норм и правил пожарной безопасности:

- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.1.004-89 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- НПБ 105-03. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
- СНиП 2.01.02-85. Нормы проектирования. Противопожарные нормы.
- ППБ-01-93. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.

Предприятие по производству диагностических устройств следует относить к категории пожарной опасности Д.

В соответствии с действующими правилами и нормами для предотвращения и распространения пожара предусматриваются следующие конкретные мероприятия:

1) при планировке и строительстве помещений должны быть использованы огнестойкие строительные материалы;

2) помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения: огнетушителями, ящиками с песком, асбестовыми накидками. Возможен монтаж систем пожаротушения, включающих в себя: линию тепловых легкоплавких датчиков типа ДТЛ, блок управления пожарной автоматики (БПА), огнетушители самосрабатывающие порошковые (ОСП);

3) обеспечение селективного отключения поврежденных электроустановок предохранителями и автоматическими выключателями;

4) металлические нетоковедущие части электроустановок, которые могут оказаться под опасным напряжением при повреждении изоляции следует соединить с контуром защитного заземления;

5) электропроводка и электрооборудование должны строго соответствовать требованиям ПУЭ;

6) электродвигатели, аппараты управления, пускорегулирующая, контрольно-измерительная и защитная аппаратура, вспомогательное оборудование должны иметь защиту от токов короткого замыкания и перегрузок;

7) кабели, положенные открыто, не должны иметь наружной джутовой оплетки, предохраняющей броню от коррозии. Взамен снятой джутовой оплетки броня окрашивается огнестойкой краской;

8) кабельные сооружения и конструкции, на которых закрепляют кабели, должны быть выполнены из негорючих материалов;

9) обеспечение корпусов и объектов средствами молниезащиты и защиты от статического электричества;

10) соблюдение санитарных норм освещенности рабочего места и аварийного освещения;

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

11) ко всем зданиям и сооружениям должны быть обеспечены свободные доступы. Производственные помещения должны постоянно содержаться в чистоте;

Выводы по разделу семь:

Таким образом, был проведен анализ производственных опасностей. Произведенный анализ показал, что при производстве и обслуживанию системы телеуправления и телесигнализации устройств основными вредными и опасными производственными факторами являются:

- физические факторы;
- психофизиологические факторы.

Выбраны нормативные значения факторов рабочей среды и трудового процесса. Приведены основные меры и средства защиты от поражения током. Установлены нормативные значения эргономических параметров рабочего места. Был произведен расчет общего равномерного искусственного освещения для производственного помещения

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была модернизирована система телеуправления и телесигнализации трансформаторной подстанции №18. Разработанная система может использоваться на многих производственных объектах, без существенных изменений.

Основной частью схемы контролируемого пункта и пункта управления является микроконтроллер, благодаря которому упрощается схема системы, а также сокращается время на настройку и наладку системы, что немаловажно в настоящее время.

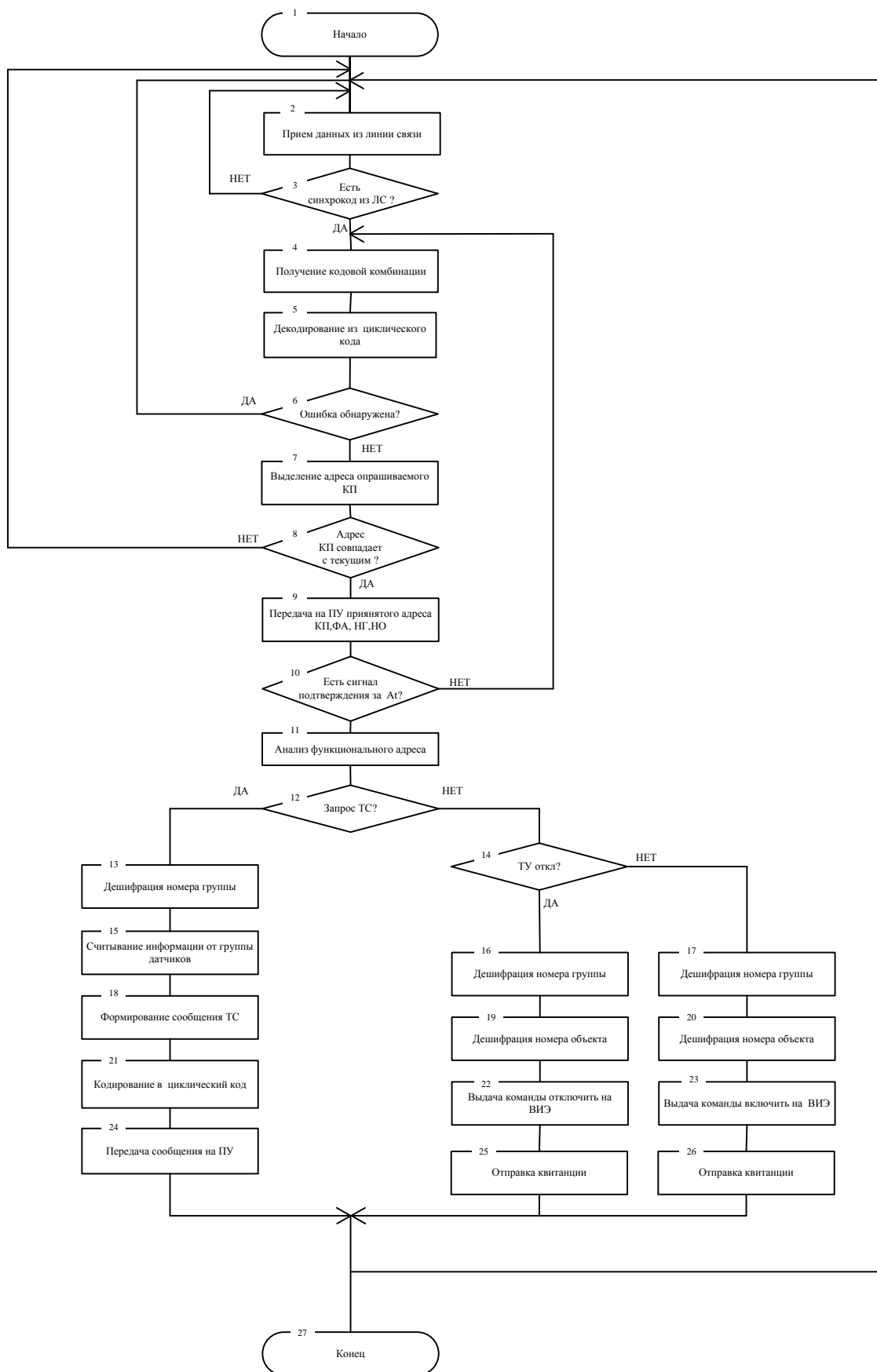
Также следуют отметить, что возможна доработка и усовершенствование системы. В частности использование в качестве пульта диспетчера и средства отображения информации ПЭВМ. Что даст более гибкие возможности для использования системы. Организация архивации получаемых данных с контролируемых пунктов, настройка прав на выполнение различных функций обслуживающему персоналу объектов.

Автоматизация и телемеханизация управления устройствами электропитания, которые были начаты один раз, должны продолжаться и постоянно совершенствовать систему управления энергией.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

ПРИЛОЖЕНИЕ А

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛИРУЕМОГО



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

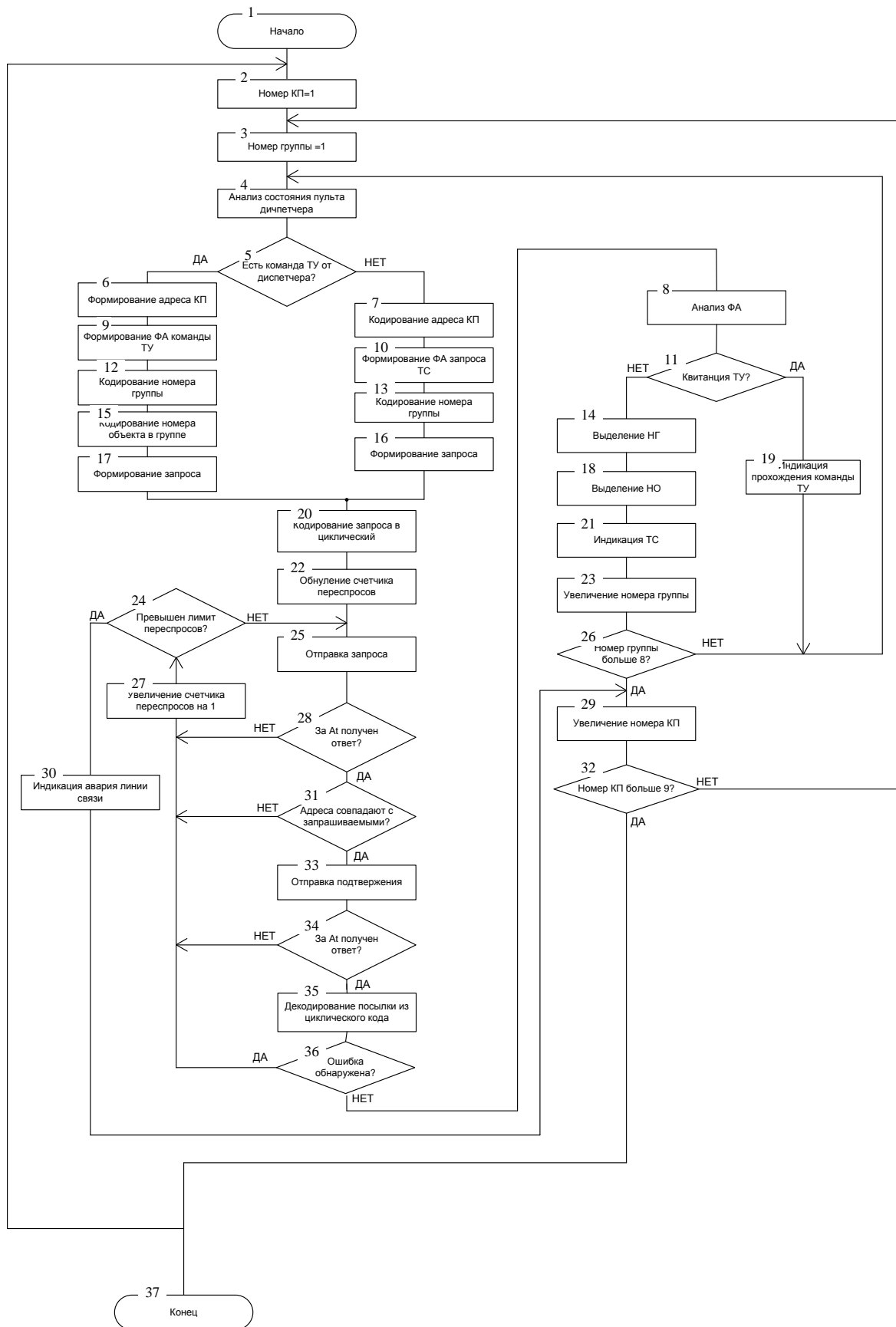
13.03.02.2018.135.00.ПЗ

Лист

64

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ПУНКА УПРАВЛЕНИЯ



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глинкин, Е.И. Схемотехника микропроцессорных систем: учебное пособие / Е.И. Глинкин – Тамбов : Изд-во Тамб. Гос. Университет, 1998.-158 с.
2. Автоматизированная система энергосистемы на базе программно-технических средств MicroSCADA/Open/RTU211 разработки концерна АBB/ АBB Рэле- Чебоксары(Автоматизация).- Чебоксары.1999.-81с.
3. Комплект программно-аппаратных средств телемеханики КОМПАС ТМ 2.0/ ЮГ-СИСТЕМА.- Краснодар, 1999.-34с.
4. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТРМ-016-2001 М: «ТРАНСИЗДАТ», 2004.-24с.
5. Отраслевые нормы времени на техническое обслуживание устройств телемеханики МСТ-95,-М:Издательство НЦ ЭНАС,2001.-65с.
6. Почаевец, В.С. Автоматизированные системы управления устройствами электроснабжения железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта./С.В. Почаевец-М: Маршрут,2003.-318с.
7. Программно-технический комплекс для построения системы сбора данных и диспетчерского управления/ ЗАО «СИСТЕМА».-МОСКВА, 1999-12с.
8. Госэнергонадзор, Издание. Правило устройства электроустановок.- М.: Издательство, 2010.- 5с.
9. Технологические карты на работу по текущему ремонту оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог,-М.: «ТРАНСИЗДАТ»,2004.-208с.
- 10.Технологические карты на работу по техническому обслуживанию и текущему ремонту устройств телемеханики МСТ-95,-М.: « ТРАНСИЗДАТ»,1985.-40с.
- 11.Тутевич, В.Н. Телемеханика: учебное пособие для вузов/ В.Н. Тутевич.-М.: Высшая школа.1958-424с.
- 12.Чичев, С.И. Комплекс систем управления на подстанциях предприятия электрических сетей/ С.И. Чичев С.П. Нестеренко/ Электрика-2004.-258с.
- 13.<http://www.rzd.ru/benjom.html>.
- 14.http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5085/dexin/html.

					13.03.02.2018.135.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66