

Министерство науки и высшего образования 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
_____ 2019 г.

«Разработка автоматизированной системы диспетчерского
управления ПС «Ильменская» 110/10 кВ»

ПОЯНТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
к.т.н. доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Руководитель работы
к.т.н. доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Экономическая часть
к.т.н. доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-403

_____ К.А. Киселев
_____ 2019 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2019 г.

Златоуст 2019

АННОТАЦИЯ

Киселев К.А. Разработка автоматизированной системы диспетчерского управления ПС «Ильменская» 110/10 кВ – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2019 г., 61 с., 2 ил., библиогр. список – 26 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе произведена разработка системы автоматизации диспетчерского управления (АСДУ) подстанцией (ПС) «Ильменская». Выполнен расчет электрических нагрузок и токов короткого замыкания.

Разработана структурная схема АСДУ ПС «Ильменская». Выбрано современное микропроцессорное оборудование для организации автоматизированной системы диспетчерского управления. Рассмотрено функционирование основной схемы подстанции «Ильменская».

Выполнены технико-экономические расчеты. Произведен расчет сметной стоимости внедрения системы на подстанции. Проведен сравнительный анализ годового экономического эффекта от внедрения АСДУ за счет, экономии энергоресурсов, улучшения качества электроэнергии и рассчитан срок окупаемости проекта.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы организации рабочего места оператора. Отдельно рассмотрены вопросы экологической безопасности и обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Киселев К.А.				Разработка автоматизированной системы диспетчерского управления ПС «Ильменская» 110/10 кВ Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Трофимова С.Н.					Д	4	61
Т. Контр.	Сандалов В.М.					Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.							
Утверд.	Сергеев Ю.С.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
1.1 Автоматизированная система диспетчерского и технологического управления.....	8
1.2 Сравнение отечественных и зарубежных SCADA – систем.....	8
2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ».....	11
2.1. Общие сведения о ПС «Ильменская».....	11
2.2. Анализ электрооборудования ПС «Ильменская».....	11
2.3 Анализ потребителей ПС «Ильменская».....	12
2.4 Анализ показателя надёжности работы ПС «Ильменская».....	14
3 ПОВЕРКА ЧИСЛА И МОЩНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	19
4 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.....	21
4.1 Основные сведения.....	21
4.2 Расчет токов короткого замыкания на стороне высокого напряжения.....	21
4.3. Расчет токов короткого замыкания на стороне низкого напряжения.....	24
4.4. Расчет теплового импульса тока короткого замыкания.....	27
5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	28
ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ».....	28
5.1 Структура автоматизированной системы диспетчерского управления.....	28
5.2 Архитектура автоматизированной системы диспетчерского управления.....	29
5.3 Структурная схема автоматизированной системы диспетчерского управления.....	30
6 ВЫБОР АППАРАТУРЫ СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ».....	32
6.1 Техническое решение.....	32
6.2 Основной канал связи.....	32
6.3 Режимы функционирования системы передачи данных.....	33
6.4 Устройства коммутации/маршрутизации локальной технологической сети.....	35
6.5. Заземление технических средств.....	39
7 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	40
7.1 Основные показатели экономической эффективности.....	40
7.2 Расчет капитальных затрат.....	40
7.3 Расчет средних затрат на ликвидацию аварий.....	41
7.4 Расчет эксплуатационных затрат.....	44
7.5 Расчет приведенных затрат.....	47
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	48
8.1 Описание ПС «Ильменская».....	48
8.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	48

8.3	Выбор нормативных значений факторов рабочей среды	48
8.4	Охрана труда.....	52
8.5	Производственная санитария.....	53
8.5	Эргономика и производственная эстетика	54
8.6	Противопожарная и взрывобезопасность.....	57
8.7	Экологическая безопасность	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		60

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Подстанция «Ильменская» - один из главных энергетических узлов, который входит в состав Златоустовских электрических сетей.

ПС «Ильменская» расположена в городе Миасс, была введена в работу с 1985 года. Подстанция предназначена для распределения и передачи электроэнергии по кабельным линиям к ТП потребителей.

Потребители данной подстанции имеют II и III категории.

ПС «Ильменская» рассчитана на передачу мощности 13 МВА, которую получает от подстанций «Тургояк» и «Непряхино». Модернизации подстанции не проводилась за всё время её использования.

На данный момент коэффициент готовности электрооборудования составляет 0,84, при норме не менее 0,87 для потребителей 2 категории надежности.

Для перехода к цифровой сети, а также предотвращения возникновения аварийных ситуаций при оперативных переключениях и обеспечения эксплуатации объектов без постоянного обслуживающего персонала, существует необходимость в использовании автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ).

АСДУ позволяет установить количество собранной и переданной в центры управления технологической информации, необходимой для анализа и надежной оценки текущего состояния распределительных устройств, а так же своевременно обнаружить и снизить риск аварийных ситуаций. Кроме того, появляется возможность удалённого управления оборудованием.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение коэффициента готовности электрооборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести анализ работы и анализ коэффициента готовности электрооборудования ПС «Ильменская»;
- произвести поверку силового оборудования;
- разработать структурную, функциональную и принципиальную схему АСДУ;
- выбрать оборудование для АСДУ;
- провести анализ экономической эффективности работы;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект: ПС «Ильменская» 110/10 кВ.

Предмет: автоматизированная система диспетчерского управления.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Автоматизированная система диспетчерского и технологического управления

Автоматизированная система диспетчерского управления технологическими процессами подстанции – система управления технологическими процессами, которая нужна для того чтобы контролировать и управлять режимами работы оборудования подстанции.

Разработанная система предназначена для организации обмена информацией технологических систем контролируемого пункта с соседними и вышестоящими системами.

Этот проект предусматривает организацию каналов связи для передачи информации о телеметрии и диспетчерской телефонной связи.

Автоматизированная диспетчерская система управления (АСДУ) ЕЭС предполагает собою иерархически выстроенную человеко-машинную систему, что применяется в целой местности электросетей, сбора, преобразования, передачи, обработки и отражения данных о состоянии и режиме энергосистемы, создание на базе скопленной информации, передачи и осуществлении команд управления с целью предоставления системой (за счет существующих средств) функций надежного и экономного обеспечения электрической и тепловой энергией требуемого качества абсолютно всех её потребителей.

1.2 Сравнение отечественных и зарубежных SCADA – систем

Система SCADA – это инструментальная программа, которая обеспечивает создание программного обеспечения для автоматизации управления и управления процессом в режиме реального времени. Основная цель программы, созданной с помощью SCADA – предоставить оператору, который контролирует технологический процесс, полную информацию об этом процессе и необходимые средства для его влияния.

Genesis (IconicsCo) - США

Sitex (JadeSoftware) – Великобритания

WinCC (Siemens) – Германия

MasterSCADA (InSAT) – Россия

ОИК Диспетчер (НТК «Интерфейс») – Россия

SCADA - система Genesis32 компании IconicsCo имеет систему промышленной автоматизации высшего уровня управления. Часть GENESIS32 поставляется со средой разработки и запускает сценарные процедуры VBA.

SCADA-система Sitex отвечает самым сложным требованиям в области систем мониторинга и управления. Производительностью и структурой Sitex обязана операционной системе QNX.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

SCADA-система SIMATICWinCC (WindowsControlCenter) — система HMI, создающая человеко-машинный интерфейс для программного обеспечения, неотъемлемая часть семейства систем автоматизации SIMATIC, выпускаемая компанией Siemens AG. Работает под управлением операционных систем семейства MicrosoftWindows NT и использует базу данных Microsoft SQL Server 2000.

SCADA-система MasterSCADA—предназначена для сбора, архивирования, просмотра и управления различными технологическими процессами. С MasterSCADA можно создавать единый комплексный проект автоматизации (SCADA система + ПЛК). Вся система, включая все компьютеры и все контроллеры, настроена в одном проекте, поэтому не нужно настраивать внутренние связи в системе.

Преимущества национальной SCADA-системы, есть большая её приспособленность к российским условиям, удобная служба технической поддержки и, как правило, она имеет низкую стоимость по сравнению с зарубежными аналогами.

«ОИК Диспетчер» - это программный пакет для создания систем управления информацией для автоматизации технологического процесса передачи и распределения электрической энергии. Комплекс анализирует телемеханические устройства, хранит собранную информацию в базе данных, позволяет диспетчерам видеть на экранах рабочих мест схемы работы с реальными значениями телесигналов и телеизмерений, производить телеуправление. Пользователи могут создавать, редактировать и удалять мнемосхемы, бланки переключений, оперативные журналы, текстовые документы.

«ОИК Диспетчер» это сложная многоуровневая иерархическая система, нижний уровень которой состоит из автоматизированных систем управления технологическими процессами на подстанциях (АСДУ ПС) и в электрической части электростанций (АСУ ТП ЭЧС). Эти системы управления позволяют выполнять ввод и обработку необходимой для диспетчерского и организационно - технологического управления подстанцией информации, включая автоматическое и автоматизированное управления технологическими процессами, средства связи информирования верхних уровней диспетчерского управления и приема от них управляющих команд.

Основной целью SCADA-системы «ОИК Диспетчер НТ» — является повышение надежности и качества производства, передачи и распределения электрической и тепловой энергии.

Была выбрана SCADA-система «ОИК Диспетчер НТ» российского производства. Самым лавным плюсом является то, что производителем является отечественная компания, благодаря чему, вопросы об установке и обслуживании практически исключены. Кроме того продукт постоянно совершенствуется. Также многие российские компании уже используют эту систему или хотят ее установить. Тем не менее, один и тот же производитель выпускает все необходимые устройства для внедрения автоматизированных систем диспетчерского управления. Эта система совместима с существующими программными комплексами, установленными на вышестоящих диспетчерских пунктах, с которыми она будет взаимодействовать.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР					

Scada-система «ОИК Диспетчер НТ» специально разработана для объектов электроснабжения, находится на высоком уровне и отвечает международным требованиям. Система «ОИК Диспетчер НТ» популярна в использовании в России и в ближнего зарубежья. Оборудование, произведенное отечественной компанией «НТК Интерфейс» обеспечивает гарантийное и послегарантийное обслуживание, проводит техническую подготовку и обучение специалистов заказчика по эксплуатации предлагаемого оборудования. ОАО МРСК «Урала» давно работает с компанией НТК Интерфейс и использует их продукцию в своём технологическом комплексе.

Сравнение SCADA-систем по стоимости представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Сравнение SCADA-систем по стоимости

Название SCADA	Страна	Стоимость (руб.)
Genesis (IconicsCo)	США	680.000
Sitex (Jade Software)	Великобритания	450.000
WinCC (Siemens)	Германия	923.000
MasterSCADA (InSAT)	Россия	817.000
ОИКДиспетчер (НТК «Интерфейс»)	Россия	755.000

Вывод по разделу один:

В данном разделе была выбрана российская SCADA-система «ОИК Диспетчер НТ», которая была разработана специально для объектов электроснабжения. Она не уступает по техническим характеристикам зарубежным аналогам, и имеет более низкую цену, чем аналогичные передовые технологии за рубежом.

2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ»

2.1. Общие сведения о ПС «Ильменская»

ПС «Ильменская» расположена в городе Миасс в Северном территориальном округе.

ПС «Ильменская» предназначена для передачи электроэнергии по кабельным линиям и трансформаторным подстанциям потребителей (жилые и нежилые здания и т.д.)

Территория подстанции ограждена забором высотой 2.5 метра по всему периметру. Площадка трансформаторов ограждена стальными цепочками с предупредительными табличками.

ПС «Ильменская» является необитаемой, поэтому на нее регулярно отправляются дежурные ремонтные бригады, для проверки ее работоспособности.

Принципиальная схема ПС «Ильменская» представлена в графической части выпускной квалификационной работе 13.03.02.19.026.00.05 ЭЗ.

2.2. Анализ электрооборудования ПС «Ильменская»

На подстанции используются два силовых трансформатора для собственных нужд ТДН-10000/110 У1 с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла;

- на секциях шин 10 кВ для коммутации применяются маломасляные выключатели ВМПЭ-10-20;

- для контроля и управления режимами работы на секциях шин 10 кВ установлены однотипные трансформаторы тока и напряжения ТПЛ-10 и 2НОМ-10 соответственно.

Вся релейная защита – электромеханическая и рассчитана на номинальное напряжение 110 кВ постоянного тока.

Защита от перенапряжения выполнена комплектом разрядников РВС-110М.

Оборудование заземлено, через заземляющие устройства.

Описание отходящих линий приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Отходящие линии ПС «Ильменская».

Наименование линии	Напряжение, кВ	Номер ячейки ЗРУ
В 10	10	1-5
В 10 БСК-2	10	6
В 10 РП-2 раб.	10	7
В 10 ЦРП 4-2	10	8
ПП 2ТН 2С 10	10	9
В10 Т-2	10	10

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Окончание таблицы 2.1.

Наименование линии	Напряжение, кВ	Номер ячейки ЗРУ
В10 ЦРП 3-2	10	11
В10 ЦРП 2-2	10	12
В10 ЦРП 1-2	10	13
ПП 10ТСН-2	10	14
ПП 1ТН 2С 10	10	15
ПП 1ТН 1С 10	10	18
ПП 10ТСН-1	10	19
В10 ЦРП 3-1	10	20
В10 ЦРП 2-1	10	21
В10 ЦРП 1-1	10	22
В10 Т-1	10	23
ПП 2ТН 1С 10	10	24
В10 ЦРП 4-1	10	25
В 10 РП-107	10	26
В 10 БСК-1	10	27
В 10 РП-2 рез.	10	28
Резерв	10	29-31

2.3 Анализ потребителей ПС «Ильменская»

Согласно ГОСТ 19431-84 потребители электроэнергии - предприятие, организация, территориально обособленный цех, строительная площадка, квартира, приёмники электрической энергии, подключенные к электрической сети и использующие электрическую энергию.

Качество электроэнергии напрямую влияет на условия работоспособности её потребителей. Повышение качества электроэнергии влечёт за собой дополнительные затраты, связанные с установкой дополнительного оборудования.

Качество электрической энергии оценивается по технико-экономическим показателям, учитывающим технологический процесс и ущерб, причиняемый оборудованию. ГОСТ 32144-13 устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии в точках передачи электрической энергии пользователям электрических сетей низкого, среднего и высокого напряжения систем электроснабжения общего назначения переменного тока частотой 50 Гц.

Электроприемники 1 категории в стандартных условиях обязаны питаться электричеством с 2-ух самостоятельных друг от друга источников питания, а прекращение их электроснабжения при перерыве электроснабжения от 1-го из источников питания может быть допустимо лишь в момент автоматического возобновления электроснабжения.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

С целью электроснабжения особой категории электроприемников 1 группы следует гарантировать вспомогательное электропитание с третьего самостоятельного взаимозависимого источника питания.

В качестве 3 самостоятельного источника питания к конкретной группе электро приемников и в качестве 2-го самостоятельного источника питания в интересах других электроприемников 1 категории, могут быть применены районные электростанции, энергосистемы электростанции (в частности, шины генераторного напряжения), назначенные для этих целей постоянные блоки питания, аккумуляторные батареи и т. п. В случае если резервированием электроснабжения нельзя гарантировать исправность технологического процесса либо в случае если резервирование электроснабжения экономически бессмысленно, обязано быть реализовано технологическое резервирование, к примеру, посредством установки обоюдно резервирующих технологических аппаратов, специализированных приборов безаварийного останова технологического процесса, функционирующих при нарушении электроснабжения.

Снабжение электроприемников 1 категории с наиболее сложным постоянным технологическим процессом, требующим продолжительного периода для возобновления стандартной работы, при присутствии технико-экономических обоснований рекомендовано осуществлять добавочные требования, обусловленные характеристиками технологического процесса, с 2-ух самостоятельных обоюдно резервирующих источников питания.

Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны питаться электроэнергией от двух независимых друг от друга источников питания в нормальном режиме работы.

Для электрических приемников второй категории при отключении питания от одного из источников питания допускается прерывание электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может быть произведено от одного источника питания, если перерывы в работе сети, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

Основными потребителями электроэнергии в системе электроснабжения рассматриваемого района являются жилые дома с плитами на природном газе. Согласно ГОСТ 32144-13 качество электрической энергии — степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭ.

Непрерывный контроль качества электрической энергии — контроль качества электрической энергии, при котором непрерывно предоставляется информация о контролируемых показателях от средств измерений и их оценка.

Систематический контроль качества электрической энергии — контроль качества электрической энергии, в котором информация о контролируемых показателях и оценка их происходит в заранее определенное время или через регулярные интервалы, определяемыми организацией контроля.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Потребители ПС «Ильменская» представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Потребители ПС «Ильменская»

Потребитель электроэнергии	Категория надежности	Потребляемая мощность, кВт
АО «Научно-производственное объединение электромеханики», г. Миасс, ул. Менделеева, д. 31	II	1870
МУП «Городская управляющая компания», г. Миасс	III	6300
МУП «Городская управляющая компания», г. Миасс, Машгородок	II	2141,5
МУП «Городская управляющая компания», г. Миасс, район остановки Спортивная	II	1556
ЗАО «МиассЭнерго», г Миасс, Северная часть	III	1137
ЗАО «МиассЭнерго», г Миасс, Северная часть	III	672
Итого		13276,5

Различают следующие показатели качества электрической энергии:

- отклонение напряжения;
- размах изменения напряжения;
- доза колебаний напряжения (доза Фликера);
- коэффициент не синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент «n-ной» гармонической составляющей;
- коэффициент обратной последовательности напряжения;
- коэффициент нулевой последовательности напряжения;
- длительность провала напряжения;
- импульсное напряжение.

2.4 Анализ показателя надёжности работы ПС «Ильменская»

Согласно ГОСТу 27.002-89, вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, называется коэффициентом готовности.

Для расчета коэффициента готовности оборудования необходимо выявить наиболее уязвимые элементы подстанций. В ходе анализа литературных данных и данных годовых отчетов ПО ЗЭС, были установлены доли отказов (включая развивающиеся дефекты, которые можно рассматривать как скрытые отказы) по видам оборудования подстанции таблица 2.3.

Таблица 2.3 Распределение количества отказов по видам оборудования

Вид оборудования	Доля отказов, %	Количество отказов за 2016-2018 год
Изоляторы	29,2	17
Масляные выключатели	18,9	11
Силовые трансформаторы	12	7
Шины сборные	10,3	6
Разъединители	6,8	4
Разрядники	6,8	4
Предохранители	5,1	3
Измерительные ТТ	1,7	1
Измерительные ТН	1,7	1
Цепи управления выключателями	3,4	2
Вакуумные выключатели	1,7	1
Ограничители перенапряжения	1,7	1
ИТОГО	100	58

Из таблицы видно, что наибольшее количество отказов приходится на долю изоляторов, силовых трансформаторов, а также масляных выключателей. Повреждение, которое происходит в оборудовании, является следствием развития недостатков, которые на начальном этапе их существования находятся в скрытом состоянии, тем самым давая возможность оборудованию работать в нормальном режиме. Под влиянием внешних факторов и особенностей рабочего режима скрытые недостатки могут перейти в видимый разряд и могут стать причиной аварийного режима.

В ПС «Ильменская» зачастую совершаются аварийные отключения в фидерах. Один из более частых разновидностей дефектов на линиях электропередачи считаются однофазные замыкания на землю (80%). При продолжительной работе сети с ОЗЗ случается форсированное изнашивание изоляции сети. Это, в свою очередь ведёт к увеличению аварийности и внушительному повышению стоимости наладок оборудования. Замыкание фазы на землю никак не меняет симметрии линейных напряжений и никак не нарушает электроснабжения потребителей. Но угроза замыкания фазы на землю заключается в том, что в зоне повреждения, как правило появляется перемещающаяся заземляющая дуга, продолжительное горение которой при немалом ёмкостном токе приводит к тепловому эффекту и существенной ионизации находящегося вокруг места, что образует благоприятные условия на возникновение междуфазных коротких замыканий. Из всех факторов аварийных отключений, 90% отключений совершаются из-за коротких замыканий на линиях электропередачи.

На ПС «Ильменская» за время 2017 года 95% однофазных замыканий на землю привели к замыканиям на землю прочих фаз и появлению двойных

замыканий на землю, являющимися короткими замыканиями, которые сопровождались немедленным отключением аварийного места сети.

Всё это приводило к уменьшению коэффициента готовности и простоя электрооборудования.

Причины отключений оборудования перечислены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Причины отключений оборудования

Название	2016		2017		2018		Всего	
	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%
Излишние срабатывания	-	-	3	14,3	4	19	7	12
Повреждения кабельной линии	14	87,5	18	85,7	16	76,1	48	82,5
Взаимодействие с животными	2	12,5	-	-	1	4,9	3	5,5
Всего	16	100	21	100	21	100	58	100

Причины повреждений оборудования перечислены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Причины повреждений оборудования

Название	2016		2017		2018		Всего	
	шт	%	шт	%	шт	%	шт	%
Механические повреждения	-	-	4	21	3	12,64	7	11,3
Старение изоляции	10	66,6	12	63,2	15	62,4	37	63,7
Атмосферные перенапряжения	5	33,4	2	13,3	6	24,96	13	22,3
Коммутационные перенапряжения	-	-	1	6,6	-	-	1	1,7
Всего	15	100	19	100	24	100	58	100

Коэффициент готовности электрооборудования в настоящее время

$$k_{\Gamma} = \frac{t_{\text{раб}} - t_{\text{пр}}}{t_{\text{раб}}}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{раб}}$ – планируемое время работы электрооборудования, ч/год;

$t_{\text{пр}}$ – время простоя электрооборудования, ч/год.

Существующий коэффициент готовности электрооборудования

$$k_{Г1} = \frac{8760 - 1344}{8760} = 0,84$$

Ожидаемый коэффициент готовности электрооборудования от внедрения на ПС «Ильменская» АСДУ.

$$k_{Г2} = \frac{8760 - 503,1}{8760} = 0,95$$

Коэффициент готовности ПС «Ильменская» в настоящее время

$$k_{ГПС1} = \frac{8760 - 25,5}{8760} = 0,997$$

Ожидаемый коэффициент готовности электрооборудования от внедрения на ПС «Ильменская» АСДУ.

$$k_{ГПС2} = \frac{8760 - 4,5}{8760} = 0,999$$

Ожидаемый процент повышения коэффициента готовности электрооборудования

$$\begin{aligned} & (k_{Г2} - k_{Г1}) \square 100\% & (2.2) \\ & (0,95 - 0,84) \square 100\% = 11\% \end{aligned}$$

Ожидаемый процент повышения коэффициента готовности электрооборудования

$$\begin{aligned} & (k_{Г2} - k_{Г1}) \square 100\% & (2.3) \\ & (0,999 - 0,997) \square 100\% = 0,2\% \end{aligned}$$

В таблице 2.6 приведены показатели работы ПС «Ильменская».

Для того чтобы уменьшить недоотпуск и количество аварий электричества, а кроме того повысить показатель готовности, следует непрерывно осуществлять контроль состояние и режимы работы электрооборудования. Это возможно обеспечить при помощи автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ).

Основные вопросы АСДУ:

- реализация оперативно-диспетчерского управления слаженной работой электрической сети;
- контроль режимов работы сети;
- надёжное и бесперебойное снабжение электроэнергией потребителей по соответствию с категориейностью;

- предоставление экономичности деятельности электрической сети при соблюдении режимов потребления;
- местоположение аварий и возобновление нормальных режимов работы;
- предотвращение и ликвидация аварий и других технологических нарушений при распределении и передаче электрической энергии;
- подготовка оборудования к производству ремонтных работ.

Таблица 2.6 – Показатели работы ПС «Ильменская»

Наименование	Показатели работы		
	Существующие	Ожидаемые	Динамика
Среднее значение временного промежутка от начала сбоя эл. снабжения до информирования диспетчера, ч/год	5,7	$5,9 \cdot 10^{-2}$	-99,9%
Среднее значение временного промежутка с момента возникновения аварии до обнаружения аварии, ч/год	360	$11,6 \cdot 10^{-2}$	-99,9%
Среднее время перерыва электроснабжения при аварии, ч/год	25,5	4,5	-17,6%
Время ремонтно-восстановительных работ, ч/год	984	503	-51,1%
Время нахождения оборудования в простое, ч/год	1344	503,1	-37,4%
Коэффициент готовности электрооборудования	0,84	0,95	+11%
Коэффициент готовности ПС «Ильменская»	0,997	0,999	+0,2%

Вывод по разделу два:

Период простоя электрооборудования в ПС «Ильменская» согласно обстоятельству неимения оперативного информирования диспетчера о предаварийных и аварийных состояниях составляет 1344 часа в год, который приводит к уменьшению коэффициента готовности и недоотпуску электричества. Сокращение времени простоя возможно достичь вследствие введения АСДУ, то что даст возможность увеличить коэффициент готовности электрооборудования с 0,84 вплоть до 0,95, и коэффициент готовности подстанции в 0,2% с 0,997 до 0,999, тем самым станет возможным подключение потребителей первой категории надежности.

3 ПОВЕРКА ЧИСЛА И МОЩНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Правильное решение выбора числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции это одно, из главных вопросов правильного построения схем электро-снабжения. В нормальном режиме трансформаторы должны обеспечивать питание всех электроприемников.

Понизительная подстанция 110/10 кВ «Ильменская» выполнена в двухтрансформаторном варианте. Определение мощности понизительной подстанции основывается на расчетной мощности потребления электрической энергии в нормальном режиме работы.

В послеаварийном режиме (при отключении одного трансформатора) ответственность за надежное электроснабжение потребителей лежит на оставшемся в работе трансформатора.

Учитывая полную мощность потребителей S_p — 13276 кВА, берутся два трансформатора ТДН-10000/110. Трёхфазный, двухобмоточный, масляный трансформатор, с регулированием напряжения под нагрузкой, с охлаждением вида «Д» – принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла, работает в умеренном климате в условиях наружной установки. С диапазоном регулирования $\pm 9 \times 1,78\%$, используются для преобразования напряжения в сетях 110 кВ.

Проверка силовых трансформаторов по мощности проводится по [4]. Учитывая, что на подстанции «Ильменская» устанавливаются два трансформатора 10000/110 кВ (причем каждый питает свою секцию шин) проводится проверка этих трансформаторов и по возможности работы при аварийных и плановых отключениях одного из них.

Номинальная мощность каждого из трансформаторов

$$S_{ном.т.} \geq \frac{S_p \Sigma}{(n-1)} \cdot 0,7, \quad (3.1)$$

где $S_p \Sigma$ - полная расчетная нагрузка,

n – число трансформаторов.

$$S_{ном.т.} \geq \frac{13276,5}{(2-1)} \cdot 0,7,$$

$$S_{ном.т.} \geq 9293,55 \text{ кВА.}$$

Коэффициент загрузки для нормального режима работы ($k_{зтр}$)

$$k_{зтр} = \frac{S_p}{n \cdot S_{н.тр.}}, \quad (3.2)$$

где $S_{н.тр.}$ - номинальная мощность трансформатора,

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$k_{зпр} = \frac{13276,5}{2 \cdot 10000},$$

$$k_{зпр} = 0,66.$$

Для аварийного режима работы $k_{зпр}$ рассчитывается по формуле:

$$k_{зпр} = \frac{S_p}{(n-1) \cdot S_{н.тр.}}, \quad (3.3)$$

$$k_{зпр} = \frac{13276,5}{(2-1) \cdot 10000},$$

$$k_{зпр} = 1,32.$$

В данном разделе работы была произведена поверка двух трансформаторов ТДН-10000/110. Мощность, потребляемая районом, который запитан от данной подстанции, составляет 13276 кВА. В аварийном режиме коэффициент загрузки трансформатора составляет 1,32, а в нормальном режиме 0,66. Согласно ГОСТ 14209-97 коэффициент загрузки в аварийном режиме должен находиться в пределах от 1,3 до 1,4 и в нормальном режиме от 0,65 до 0,7.

Вывод по разделу три:

Трансформаторы ТДН-10000/110 полностью справляются со своей задачей, а так же имеют запас по нагрузке, который дает возможность в дальнейшем увеличить количество потребителей.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

4 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

4.1 Основные сведения

Самым опасным нарушением нормального режима работы систем электроснабжения является возникновение короткого замыкания в сети или в электрооборудовании, из-за повреждения изоляции или неправильного обслуживания оборудования.

С целью уменьшения вреда, спровоцированного выходом из строя электрооборудования при протекании токов короткого замыкания, а кроме того с целью быстрого возобновления нормального режима работы системы электроснабжения, следует грамотно подсчитать токи короткого замыкания и согласно ним подбирать оборудование, средства ограничения токов короткого замыкания и предохранительную технику.

4.2 Расчет токов короткого замыкания на стороне высокого напряжения

Начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания, А,

$$I_{no, K1} = \frac{U_{BH}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}, \quad (4.1)$$

где $Z_{\Sigma} = \sqrt{X_c^2 + R_c^2}$ - сопротивление до точки К1, Ом.

Т.к. условие $r_{\Sigma} < \frac{X_{\Sigma}}{3}$ выполняется, то r_{Σ} не учитывается.

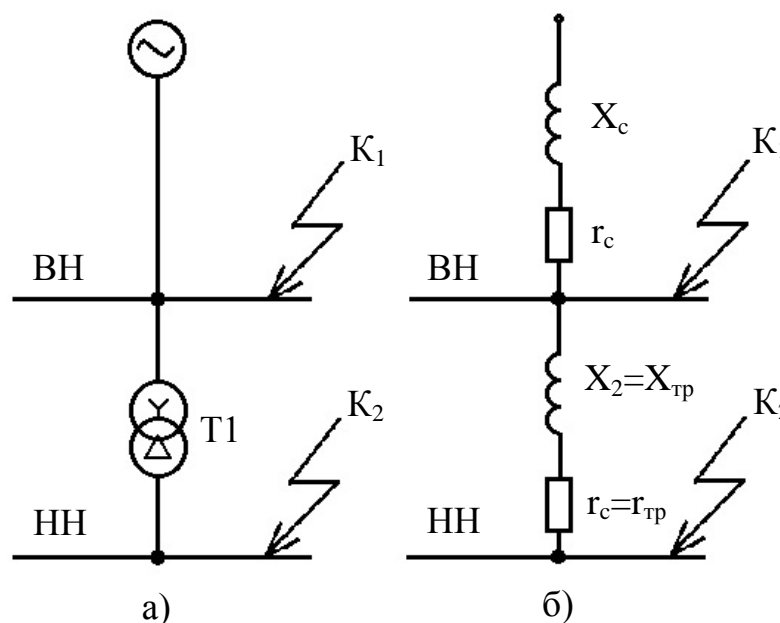


Рисунок 4.1 - Схемы расчетов токов коротких замыканий:
а) расчетная схема; б) схема замещения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

По рисунку 4.1 расчёт токов КЗ в точке К₁.

Начальное значение токов

$$I_{no,к1} = \frac{110000}{\sqrt{3} \cdot 6,04},$$
$$I_{no,к1} = 10514 \text{ А.}$$

Тогда ударный ток

$$i_{y\partial,к1} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial,к1} \cdot I_{no,к1}, \quad (4.2)$$

ударный коэффициент определяем по формуле

$$k_{y\partial,к1} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_{a,к1}}}, \quad (4.3)$$

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

$$T_{a,к1} = \frac{x_c}{r_c \cdot \omega}, \quad (4.4)$$

ω - угловая частота, рад/с,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

f - частота сети, f = 50 Гц

$$\omega = 314,$$

Значит $T_{a,к1}$ будет равняться:

$$T_{a,к1} = \frac{6,04}{0,2 \cdot 314},$$
$$T_{a,к1} = 0,096 \text{ с,}$$

Тогда ударный коэффициент будет равен

$$k_{y\partial,\kappa 1} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,096}},$$

$$k_{y\partial,\kappa 1} = 1,9,$$

Следовательно ударный ток будет равен, А,

$$i_{y\partial,\kappa 1} = \sqrt{2} \cdot 1,9 \cdot 10514,$$

$$i_{y\partial,\kappa 1} = 28251 \text{ А.}$$

Апериодическая составляющая, А:

$$i_{a,\kappa 1,t=0} = \sqrt{2} \cdot I_{no,\kappa 1}, \quad (4.5)$$

$$i_{a,\kappa 1,t=0} = \sqrt{2} \cdot 10514,$$

$$i_{a,\kappa 1,t=0} = 14869$$

$$i_{a,\kappa 1,t_{y\partial}} = i_{a,\kappa 1,t=0} \cdot e^{\frac{-t_{y\partial}}{T_{a,r1}}}, \quad (4.6)$$

где $t_{y\partial}$ – время от начала КЗ до появления ударного тока, с.

$$t_{y\partial} = 0,01 \frac{\frac{\pi}{2} + \varphi_{\kappa}}{\pi}, \quad (4.7)$$

где $\varphi_{\kappa} = \arctg \frac{X_{\Sigma \kappa 1}}{R_{\Sigma \kappa 1}}$ - сдвиг фазы тока.

$$\varphi_{\kappa} = \arctg \frac{6,04}{0,2} = 1,54 \text{ рад,}$$

$$t_{y\partial} = 0,01 \frac{\frac{\pi}{2} + 1,45}{\pi} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ с,}$$

$$i_{a,\kappa 1,t_{y\partial}} = 14869 \cdot e^{\frac{-0,009}{0,096}} = 13538 \text{ А.}$$

Таблица 4.1 - Результаты расчета токов КЗ в точке К₁

Параметры	КЗ в точке К ₁
Напряжение на высокой стороне, U _{ВН} , кВ	110
Индуктивное сопротивление, X ₁ , Ом	0,2
Активное сопротивление R ₁ , Ом	6,04
Полное сопротивление Z ₁ , Ом	6,04
Начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания, I _{по, К1} , А×10 ³	10,5
Ударный коэффициент, k _{уд} , К ₁	1,9
Ударный ток, i _{уд} , К1, А ×10 ³	28,2
Апериодическая составляющая, ia0, А×10 ³	14,8
Время от начала КЗ до появления ударного тока, t _{уд} , с ×10 ⁻³	9
Постоянная времени, T _а , с ×10 ⁻³	9,6
Апериодическая составляющая в момент времени t _{уд} , ia, t _{уд} , А	13,5
Полный ток короткого замыкания в момент времени, I _{к1,t_{уд}} , А ×10 ³	17,1

Полный ток короткого замыкания в момент времени t_{уд}, А,

$$I_{к1,t_{уд}} = \sqrt{I_{n0,к1}^2 + i_{a,к1,t_{уд}}^2} \quad (4.8)$$

$$I_{к1,t_{уд}} = \sqrt{10514^2 + 13538^2} = 17141 \text{ А.}$$

4.3. Расчет токов короткого замыкания на стороне низкого напряжения

Технические характеристики силового трансформатора выбираются из [6] и представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики силового трансформатора

Тип трансформатора	S _{ном} , МВА	U _{ном} , кВ		U _к , %	ΔP _к , кВт	ΔP _х , кВт	I _х , %	r ₂ , Ом	X ₂ , Ом
		ВН	НН						
ТДН-10000/110	10	115	11	10,5	60	14	0,9	6,04	86,9

Активное и реактивное сопротивление до точки К₂, Ом,

$$r_{\Sigma K2} = r_c + r_2, \quad (4.9)$$

$$r_{\Sigma K2} = 0,2 + 0,93 = 1,13.$$

$$X_{\Sigma K2} = X_c + X_2, \quad (4.10)$$

$$X_{\Sigma K2} = 6,04 + 86,9 = 92,94 \text{ Ом.}$$

Т.к. условие $r_{\Sigma} < \frac{x_{\Sigma}}{3}$ выполняется ($1,13 < 92,94$), то реактивное сопротивление до точки К₂ не учитывается.

$$Z_{\Sigma K2} = X_{\Sigma K2} = 92,94 \text{ Ом} \quad (4.11)$$

Начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания, А,

$$I_{по,к2(ВН)} = I_{к.к2(ВН)} = \frac{U_{ВН}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K2}}; \quad (4.12)$$

$$I_{по,к2(ВН)} = I_{к.к2(ВН)} = \frac{115000}{\sqrt{3} \cdot 92,94} = 714,38 \text{ А.}$$

Для вычисления действительного значения тока КЗ на данной ступени, полученный ток необходимо привести к низкому напряжению:

$$I_{по,к2(НН)} = I_{к.к2(НН)} = I_{к.к2(ВН)} \cdot \frac{U_{ВН}}{U_{НН}}; \quad (4.13)$$

$$I_{по,к2(НН)} = 714,38 \cdot \frac{115000}{11000} = 7468,5 \text{ А.}$$

Ударный ток в точке К₂, А,

$$i_{уд,к2} = \sqrt{2} \cdot k_{уд,к2} \cdot I_{к.к2(НН)}, \quad (4.14)$$

$$T_{a,к2} = \frac{92,94}{1,13 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,261 \text{ с,}$$

$$k_{уд,к2} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_{a,к2}}}; \quad (4.15)$$

$$k_{уд,к2} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,261}} = 1,96,$$

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$i_{y0,k2} = \sqrt{2} \cdot 1,96 \cdot 7468,5 = 20701,6 \text{ A.}$$

Апериодическая составляющая тока короткого замыкания в точке К₂,

$$i_{a,k2,t=0} = \sqrt{2} \cdot I_{no,k2}; \quad (4.16)$$

$$i_{a,k2,t=0} = \sqrt{2} \cdot 7468,5 = 10562 \text{ A,}$$

$$i_{a,k2,t=0,01} = i_{a,k2,t,y0} \cdot e^{\frac{-t,y0}{T_{a,k2}}}, \quad (4.17)$$

$$i_{a,k2,t=0,01} = 10562 \cdot e^{\frac{-0,01}{0,261}} = 10164,9 \text{ A.}$$

Полный ток короткого замыкания

$$I_{k2,t,y0} = \sqrt{(I_{no,k2})^2 + (i_{a,k2,t,y0})^2} = \sqrt{7468,5^2 + 10164,9^2} = 12612 \text{ A.}$$

Таблица 4.3 — Результаты расчета токов КЗ в точке К₂

Параметры	КЗ в точке К ₂
Напряжение на низкой стороне U _{НН} , кВ	11
Индуктивное сопротивление X ₂ , Ом	1,13
Активное сопротивление, R ₂ , Ом	92,94
Полное сопротивление, Z ₂ , Ом	92,94
Начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания, I _{по} , К ₂ А x 10 ³	0,71
Ударный коэффициент, k _{уд} , К ₂	1,96
Ударный ток, i _{уд} , К ₂ А x 10 ³	20701,6
Апериодическая составляющая i _{а0} , А x 10 ³	10,164
Постоянная времени T _а , с x 10 ⁻³	261
Апериодическая составляющая в момент времени i _а , t _{уд} x 10 ⁻³	10,562
Полный ток короткого замыкания в момент времени I _{к2,t_{уд}} А x 10 ³	12,612

4.4. Расчет теплового импульса тока короткого замыкания

Импульс тока короткого замыкания определяется из выражения:

$$B_{\kappa} = I_{no}^2 \cdot \left[t_{откл} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2t_{откл}}{T_a}} \right) \right], \quad (4.18)$$

где $t_{откл}$ – полное время отключения выключателя, с.

Импульс тока короткого замыкания на стороне высокого напряжения равен:

$$B_{\kappa 1} = 10514^2 \cdot \left[0,055 + 0,079 \cdot \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot 0,055}{0,079}} \right) \right] = 12,6 \cdot 10^6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Импульс тока короткого замыкания на стороне низкого напряжения равен:

$$B_{\kappa 1} = 7468,5^2 \cdot \left[0,055 + 0,261 \cdot \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot 0,055}{0,261}} \right) \right] = 8 \cdot 10^6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Таблица 4.4 — Результаты расчета теплового импульса

Точка КЗ	Тепловой импульс B_{κ} , $10^6 \times \text{А}^2 \cdot \text{с}$
К ₁	12,6
К ₂	8

Произведенный расчет удовлетворяет требованиям нормативных документов [6].

Вывод по разделу четыре:

В данном разделе были рассчитаны токи КЗ на стороне высокого и низкого напряжения.

5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ»

5.1 Структура автоматизированной системы диспетчерского управления

Главные функции АСДУ подстанции «Ильменская»:

- развитие мнемосхемы электроснабжения с отражением более значимых характеристик в мониторе оператора;
- дистанционное регулирование выключателями основной электрической схемы напряжением больше 1000В и выключателями питания КТП-10/0,4 кВ своих нужд (вводными, секционными, аварийного питания);
- наблюдение операций оператора при исполнении своевременных переключений;
- разбор достоверности входной информации;
- релейная защита шин распределительных приборов и отходящих присоединений;
- обрабатывание, регистрирование и заключение на дисплей монитора данных о действиях в текстовой форме;
- предупредительное и аварийное сигналирование о срывах работы устройств защиты и автоматики нижнего уровня;
- регистрирование очередности срабатывания защит и противоаварийной автоматики;
- руководство во всех контроллерах единого времени;
- регистрирование даты и периода аварийных и предупредительных сигналов с присвоением метки времени;
- наблюдение за режимом аккумуляторной батареи, характеристик сети постоянного тока;
- дистанционное преобразование настроек и конфигурации клемм цифровой релейной защиты и автоматики;
- обрабатывание данных, прибывающих с цифровых терминалов и узлов приборов связи с объектом (УСО), в том числе регистрацию пусков средств защиты и автоматики, а кроме того значений регулируемых характеристик (токов, напряжений, частоты, мощности и др.) в период пуска защиты и в период срабатывания защиты с отметкой времени;
- технический подсчет электричества, образование сведений о потреблении электричества;
- предоставление данных о трате электричества в энергоучетную систему;
- наблюдение качества электричества;
- работа с архивными файлами;
- проверка состояния оборудования и программного обеспечения АСДУ;
- поддержка удаленного допуска к системе;
- формирование базы данных, суточной и сменной ведомости, графиков изменения текущих характеристик, архива;

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- передача важной информации в верхний уровень о состоянии системы электроснабжения и трате электричества.

Система доступна с целью реализации автоматизированного сбора, первичной обработки и отражения данных о состоянии и режимах работы сети и главного электрооборудования в эксплуатационном управлении и ведении ПС «Ильменская». Помимо этого, концепция телемеханики СТМ дает возможность транслировать эти сведения в центральный щит управления (ЦЩУ) в целях операторского технологического контролирования.

5.2 Архитектура автоматизированной системы диспетчерского управления

В системе выделяются три уровня иерархии. На рисунке 5.1 приведена архитектура системы АСДУ.



Рисунок 5.1 – Архитектура АСДУ ПС «Ильменская»

Нижний уровень включает в себя сигналы от контактного блока коммутационных устройств, реле и противоаварийной автоматики. К ним относятся аналоговые сигналы от телеизмерений, которые формируются на измерительных трансформаторах тока и напряжения, датчиках температуры. На нижнем уровне есть первичный сбор и обработка информации полученной с устройств телеизмерений.

Средний уровень включает контроллеры, которые собирают информацию, с нижнего уровня и передают ее на верхний уровень системы.

Верхний уровень включает в себя систему SCADA и рабочая станция персонала, которая управляет и поддерживает систему. На технической стороне, SCADA работает на резервированной серверной платформе HP с операционной системой Windows и комплекса программ «ОИК Диспетчер». Клиентское программное обеспечение этого комплекса так же устанавливается на рабочее место диспетчера. На этом уровне система собирает информацию в системной базе данных (БД), обрабатывает данные и выполняет визуализацию рабочего места персонала. Системная БД является основным хранилищем для всех типов архивов (журналы, ведомости, результаты фиксации и регистрации событий, интервальные приращения) и справочные данные. Каждый уровень имеет свое программное обеспечение и оборудование.

Связь с внешними системами обеспечивает уровень контроллеров (передача данных в систему СО) и уровень серверов SCADA (обмен с СО и АСДУ станции). Обмен с системой АСДУ происходит на уровне серверов SCADA с выходом в ЛВС. Прямые каналы связи с мультиплексированием телемеханических потоков данных для обмена с СО.

5.3 Структурная схема автоматизированной системы диспетчерского управления

При разработке структурной схемы АСДУ имеются следующие условия [3]:

- надёжность - качество системы, предопределенное ее безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью, которые обеспечивают стандартное осуществление установленных функций системы;

- исправность - качество концепции постоянно удерживать функциональность в установленных режимах и обстоятельствах эксплуатации;

- надежность - качество системы длительно, с вероятными интервалами на восстановление, удерживать функциональность в установленных режимах и обстоятельствах эксплуатации вплоть до разрушения либо иного критического состояния;

- ремонтпригодность - качество концепции, выражающееся в адаптации к возобновлению поломок путём предотвращения, или выявления и ликвидации.

Кроме сих условий система АСДУ обязана являться предельно обычной и экономичной, отчего приводит к экономии денежных средств, как при ее внедрении, так и при последующей эксплуатации. Она обязана обладать вероятностью последующего развития с учетом увеличивающихся нужд потребителей электроэнергии.

Система предназначена для решения целого ряда задач:

- контроль, за параметрами электроснабжения;
- регистрация нормальных и аварийных событий;
- ведение архивов измерений;
- представление реальной мнемосхемы электроснабжения;

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

- диагностика главного оборудования, устройств управления, каналов связи и т.д.;
- контроль действий оператора при выполнении оперативных переключений;
- предупредительная и аварийная сигнализация о неисправностях устройств защиты и автоматики нижнего уровня;
- передача информации в районный диспетчерский пункт.

Приём дискретных сигналов системы осуществляется с помощью цифрового ввода «ТОРАЗ РМ7», осуществляющего сбор информации.

Информация, поступающая с нижнего уровня (ТИТ и ТС), передаётся по цифровым каналам связи на контроллеры управления среднего уровня. Кроме того, контроллеры производят самодиагностику, а также диагностику состояния связи с измерительными преобразователями и функциональными модулями.

Мнемосимволы объекта автоматизации представляют собой графическое изображение определённого цвета. В зависимости от состояния объекта могут измениться графический образ и его цвет. В зависимости от заполнения экрана могут использоваться мнемосимволы разных размеров. Отображение мнемосимволов можно выбрать из набора изображений, включенных в графический редактор по умолчанию. Сохранённые данные отображаются пользователю по запросу в соответствии с указанием формата представления. Информация представляется в виде графика или таблицы.

Структурная схема АСДУ ПС «Ильменская» представлена в графической части 13.03.02.19.026.00.07 Э1.

Вывод по разделу пять:

В данном разделе была разработана структурная схема автоматизации ПС «Ильменская», которая позволяет осуществлять непрерывную диагностику всей подстанции и передачу собранной информации по каналам связи.

6 ВЫБОР АППАРАТУРЫ СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПС «ИЛЬМЕНСКАЯ»

6.1 Техническое решение

Согласно принятым решениям, система сбора и передачи информации (ССПИ) Ильменской подстанции будет базироваться на оборудовании, произведенном ООО «ПиЭлСи Технолоджи». Система будет включать в себя: шкаф ССПИ, в котором будут установлены контроллеры, модули ТС и ТУ, шкаф для блока питания и связи для всей системы ССПИ, а в дополнение, к оборудованию для бесперебойного электропитания будет установлена связь, а так же многофункциональные измерительные преобразователи, которые будут установлены на щитах в ОПУ и в ячейках ЗРУ 10 кВ. Для организации цепей ТС на ОРУ 110 кВ, будет установлен промежуточный распределительный шкаф. Для организации цепей ТС и ТУ оборудованием 10 кВ в ЗРУ 10 кВ так же будет установлен шкаф промежуточных клемм.

Для организации каналов связи на ПС будет обеспечена установка узла маршрутизации, в составе коммутаторов и маршрутизаторов, а так же оборудования ООО «ИС-Телеком».

Система ССПИ должна быть совместима с существующими программными системами, установленными на диспетчерских пунктах, с которыми она будет взаимодействовать.

6.2 Основной канал связи

Для организации основного канала телемеханики предусматривается использование волоконно - оптических линий связи между ПС «Ильменская» и ПС «Тургояк». Основной канал организуется до ПС «Тургояк», передача в ПО ЗЭС, ДП Миасского РЭС, ЦУСТУ Челябэнерго и ЧРДУ организуется по существующим каналам связи.

Для организации резервного канала связи в ЦУСТУ Челябэнерго, ДП Миасского РЭС и ЧРДУ устанавливается комплект малой земной станции спутниковой связи (МЗССС) на ПС «Ильменская» и ПО ЗЭС.

Резервный канал связи организуется через существующее оборудование МЗССС установленного в ЦУСТУ Челябэнерго. Организация каналов между ЦУСТУ Челябэнерго и Челябинского РДУ осуществляется через существующие каналы связи.

Резервный канал в ПО ЗЭС, организуется через GPRS/3G сеть оператора связи. В качестве GPRS/3G маршрутизаторов используются роутеры TOPAZ GSM. Для изоляции трафика от сети общего пользования, организуется туннель OpenVPN, с проверкой подлинности с помощью сертификата.

Для организации локальной технологической сети, резервирования каналов связи, а так же маршрутизации данных в комплект «TOPAZ ШС.0767» ПС «Иль-

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

менская» включается узел доступа, состоящий из двух промышленных управляемых коммутаторов Моха EDS-408А и двух маршрутизаторов Моха EDR-810.

Серверы ССПИ подключаются к коммутатору через коммутационные порты Ethernet Base 10/100 TX и поддерживают протоколы TCP/IP.

При подключении к локальной технологической сети энергообъекта, все технологические системы энергообъекта разделяются на виртуальные локальные сети по протоколу 802.1 Q (VLAN).

Функцию маршрутизации между Диспетчерскими центрами, участвующими в информационном обмене выполняет существующий узел маршрутизации ПО ЗЗС.

Для обеспечения передачи данных на более высокий уровень (диспетчерский и оперативно – технологический центры управления), в технологическую сеть включаются сервера ССПИ, для чего серверы подстанции включается в качестве конечных устройств в коммутатор МОХА EDS-408. Сервер ССПИ осуществляет обмен данными с оборудованием сбора и обработки данных диспетчерских центров в соответствии со спецификацией протокола РОСТ Р МЭК 60870-5-104.

Контроллер подстанции осуществляет обмен данными с оборудованием вышестоящего уровня в соответствии с процедурами РОСТ Р МЭК 60870-5-104 в отношении всего объема телеинформации, который для целей обмена с вышестоящими уровнями консолидируется и буферизируется в базе текущих параметров контроллера подстанции.

При настройке параметров обмена данными сервера ССПИ подстанции с оборудованием верхнего уровня, контроллеру подстанции присваивается собственный статический IP-адрес, а также указывается IP адрес основного и резервного серверов ЦППС центров диспетчерского и оперативно-технологического управления. Запросы от серверов с разными IP-адресами не обрабатываются.

Для устройств локальной технологической сети и передачи технологической информации с энергообъектов предусматривается настройка статических IP- адресов в рамках общей схемы IP - адресации Челябинэнерго.

6.3 Режимы функционирования системы передачи данных

В нормальном режиме работа оборудования происходит в автоматическом режиме. Электропитание оборудования системы передачи данных подстанции осуществляется от двух независимых источников системы питания собственных нужд подстанции. В нормальном режиме питание подается с главного входа. Система электропитания дополнительно резервируется собственными контроллерами питания в комплекте с блоками питания и накопителями на базе аккумуляторных батарей. В нормальном режиме аккумуляторы работают в буферном режиме и полностью заряжены. В процессе работы осуществляется периодическая подзарядка аккумуляторных батарей.

Предусматривается автоматический пуск всех элементов системы при подаче питания. При этом очередность запуска функциональных узлов системы значения не имеет.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Система не предоставляет никаких пользовательских настроек при запуске системы.

Работа системы обеспечивается в безостановочном режиме, то есть остановка системы, или ее частей пользовательскими средствами не предусмотрена.

Система выводится из эксплуатации обслуживающим персоналом путем отключения автоматических выключателей на вводе питания и отключения батареи источника бесперебойного питания.

Аварийный режим электропитания возникает при снижении напряжения собственных нужд подстанции ниже 180В, при этом система электропитания СПД автоматически переключится на электропитание от резервного источника путем формирования сигналов в систему мониторинга об аварии основного ввода питания и переключение на резервный ввод. При нормализации напряжения на основном вводе, автоматически восстанавливается нормальный режим работы оборудования системы передачи данных.

При полной остановке внешнего источника питания система формирует сигнал в систему мониторинга об отказе внешнего электроснабжения, и система переключается на электропитание от автономного источника, входящего в состав установленного комплекта оборудования. Система должна работать бесперебойно в течение не менее 6 часов при питании от автономного источника. При возобновлении внешнего электроснабжения в течение этого времени, система автоматически переходит в нормальный режим работы.

В случае, отсутствия внешнего электроснабжения в течение большего времени, и расходовании энергии аккумуляторных батарей, срабатывает защита источника бесперебойного питания от глубокого разряда, и происходит отключение оборудования системы передачи данных. При этом прекращается выполнение функций СПД и нарушается работа технологических устройств энергообъекта в части передачи данных на уровень диспетчерского пункта.

При появлении рабочего напряжения электропитания на основном или резервном вводе, пуск системы происходит автоматически. После старта системы формируются сигналы в систему мониторинга о режимах работы системы электропитания, оборудования СПД и оборудования технологических подсистем. Одновременно начинается заряд аккумуляторных батареи источника бесперебойного электропитания. После полного заряда аккумулятора происходит автоматический переход в нормальный режим.

При выходе из строя одного из каналов передачи данных, но при действующем втором канале, весь поток данных направляется по функционирующему каналу. Время задержки сигналов при переключении каналов определяется алгоритмами функционирования оборудования связи, протоколами резервирования и таймаутами.

При полном разрыве соединения между контролируемым пунктом и диспетчерским центром, передача данных от технологических систем объекта будет прекращена. Система мониторинга и диагностики оборудования получит сообщения от вышестоящих узлов иерархии технологической сети о разрыве соединения с объектом.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Функциональная схема передачи данных приведена в графической части 13.03.02.19.026.00.07 Э2.

6.4 Устройства коммутации/маршрутизации локальной технологической сети

В качестве коммутатора локальной технологической сети выбрано устройство MOXA EDS-408A. Характеристики MOXA EDS-408A приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Характеристики коммутатора MOXA EDS-408A

Технологии	
Стандарты	IEEE 802.3 for 10BaseT, IEEE 802.3u for 100BaseT(X) and 100BaseFX, IEEE 802.3x for Flow Control, IEEE 802.1D-2004 for Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w for Rapid STP, IEEE 802.1p for Class of Service, IEEE 802.1Q for VLAN Tagging
Промышленные протоколы	EtherNet/IP, Modbus/TCP
Протоколы управления	IPv4/IPv6, SNMP v1/v2c/v3, LLDP, Port Mirror, RMON, DHCP Server/Client, DHCP Option 66/67/82, BootP, TFTP, SMTP, RARP, Telnet, Syslog, SNMP Inform, Flow Control, Back Pressure Flow Control
Протоколы фильтрации	802.1Q VLAN, Port-Based VLAN, GVRP, IGMP v1/v2, GMRP
Протоколы резервирования	STP, RSTP, Turbo Ring v1/v2, Turbo Chain
Протоколы синхронизации времени	SNTP, NTP Server/Client
Управление потоками	IEEE 802.3x flow control, back pressure flow control
Таблица MAC-адресов	2000
Размер буфера пакетов	1 Мбит
Интерфейс	
Общее количество портов	8
Разъемы для витой пары	RJ45
Порты Fast Ethernet 10/100 мбит/с	
Витая пара (разъем RJ-45)	8
Требования по электропитанию	
Рабочее напряжение	24 В пост. (от 12 до 45 В пост.)
Потребление тока	0.26 А при 24 В
Возможность подключения резервного источника электропитания	Клеммы
Защита от неверной полярности	Есть

Окончание таблицы 6.1

Требования к окружающей среде	
Рабочая температура, град. С	От -40 до +75
Рабочая влажность, %	От 5 до 95
Температура хранения, град. С	От -40 до +85
Наличие международных сертификатов	
Сертификаты	UL508 EN 60950-1 CSA C22.2 No. 60950-1 EN 61000-4-3 (RS) Level 3 EN 61000-4-4 (EFT) Level 3 EN 61000-4-5 (Surge) Level 3 EN 61000-4-6 (CS) Level 3 EN 61000-4-8 EN 61000-4-2 (ESD) Level 3 EN 55022 Class A FCC Part 15 Subpart B Class A
Среднее время наработки на отказ (MTBF), часов	1102845

В качестве маршрутизаторов локальной технологической сети выбрано устройство MOXA EDR-810-2GSFP. Характеристики MOXA EDR-810-2GSFP приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Характеристики MOXA EDR-810-2GSFP

Технологии	
Стандарты	IEEE 802.3 for 10BaseT, IEEE 802.3u for 100BaseT(X), IEEE 802.3ab for 1000BaseT(X), IEEE 802.3z for 1000BaseX, IEEE 802.1Q for VLAN tagging, IEEE 802.3ad for port trunk
Промышленные протоколы	SNMP v1/v2c/v3, DHCP server/client, TFTP, NTP/SNTP server/client, HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, IPSec, L2TP, IGMP v1/v2/v3, QoS/CoS/ToS, Radius, RSTP/STP, LLDP, DDNS
Управление потоками	IEEE 802.3x flow control, back pressure flow control
Протоколы маршрутизации	Static routing, RIP V1/V2, OSPF
Функции резервирования маршрутизаторов	VRRP
Протоколы Multicast Routing	Static, DVMRP, PIM-SM/SSM
Обработка Broadcast пакетов	IP directed broadcast, broadcast forwarding

Окончание таблицы 6.2

Интерфейс	
Общее количество портов	10
Разъемы для витой пары	RJ45
Порты Fast Ethernet 10/100 мбит/с	
Витая пара (разъем RJ-45)	8
Порты Gigabit Ethernet 1000 мбит/с	
Оптоволокно (разъем для SFP-модуля)	2
Функции безопасности	
Firewall	Stateful inspection, фильтрация по IP- и MAC-адресу, по портам, по протоколам ICMP, DDoS, Ethernet, анализ пакетов Modbus TCP
Quick Automation Profile	EtherCAT, EtherNet/IP, FOUNDATION Fieldbus, LonWorks, Modbus/TCP, PROFINET, IEC 60870-104, DNP, FTP, SSH, Telnet, HTTP, IPsec, L2TP, PPTP, RADIUS
NAT	N-to-1, 1-to-1, двунаправленный 1-to-1 и port forwarding
Требования по электропитанию	
Рабочее напряжение	12/24/48 В пост., резервируемые входы
Потребление тока	0.37 А при 24 В
Возможность подключения резервного источника электропитания	Есть
Защита от неверной полярности	Есть
Требования к окружающей среде	
Рабочая температура, град. С	От -10 до +60
Рабочая влажность, %	От 5 до 95
Температура хранения, град. С	От -40 до +85
Наличие международных сертификатов	
Сертификаты	UL508 UL/cUL Class 1 Division 2 EN ББ022 Class A FCC Part 1B Subpart B Class A
EN 50121-4	
Среднее время наработки на отказ (MTBF), Часов	981954

В качестве первичного мультиплексора выбран М30АЕ производства НТЦ «Симос». Возможности мультиплексора:

- организация соединительных линий аналоговых и цифровых АТС;
- уплотнение абонентских и соединительных линий;

- организация Выделенных каналов передачи данных с интерфейсами V.35, RS-232, RS-530, Ethernet 10 Base-T;
- кросскоммутиция каналов 64 кбит/с;
- локальная диагностика и поддержка сетевой системы мониторинга;
- возможность установки в навесной шкаф в качестве выносного абонентского устройства с организацией дистанционного питания;
- защита линейных и абонентских интерфейсов от грозовых и промышленных перенапряжений в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т К17;
- два дополнительных места для установки стационарных модемов линейного тракта G.SHDSL (G.SHDSL bis, G.SHDSL bis с выделением каналов на НРП) или плат оптического линейного тракта BC-01, OT-01 (OT-02).

Электропитание системы организовывается от ЩСН 1с, ЩСН 2 с, ЩПТ 1 с, ЩПТ 2 с. Для организации резервирования, система электропитания имеет 2 инвертора PS 220/700С-Р-2 и автоматический электронный байпас STS7500К производства ГК «Штиль».

Автоматический электронный байпас обеспечивает автоматическое синхронное и синфазное переключение нагрузки с выхода инверторной системы и обратно при возврате в нормальный режим. Время переключения ≤ 10 мс.

Характеристики инвертора PS 220/700С-Р-2 представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Характеристики инвертора PS 220/700С-Р-2

Входные параметры	
Номинальное входное напряжение	220 В
Диапазон входных напряжений	От 180 до 257 В
Выходные параметры	
Максимальная выходная мощность	1500 Вт
Номинальное выходное напряжение	220 В \pm 3%
Номинальная выходная частота	50 \pm 0,5 Гц
Перегрузка	105% - длительно, 150% - 5 секунд с последующим отключением
КПД	Не более 87%
Защита	
Защита от неправильной полярности	Плавкая вставка
Защита от пониженного входного напряжения	Менее 180 В
Защита от повышенного входного напряжения	Более 257 В
Защита от перегрева	Контроль температуры, отключение с повторным перезапуском
Надежность	
Наработка на отказ	Не менее 200 тыс. часов при +40 °С

Характеристики байпаса STS7500К представлены в таблице 6.4

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 6.4 - Характеристики байпаса STS7500K

Входные параметры	
Номинальное входное напряжение	220 В
Диапазон входного напряжения	От 180 до 250 В
Максимальный входной ток	40 А

6.5. Заземление технических средств

Все внешние элементы технических средств СПД, которые находятся под напряжением, обязаны быть защищенными от случайного прикосновения, а сами технические средства должны быть занулены или заземлены в соответствии ГОСТ 12.1.030 -81 и «Правилами электроустановок» Гл.17.

Для обеспечения электробезопасности рабочего персонала и нормальной работы систем телемеханики выполняются защитное и рабочее заземление устройств этих систем.

Зануление выполняется с учетом существующей заземляющей сети подстанции путем подключений конструкций шкафа к закладным металлическим конструкциям (уголкам, швеллерам и др.) соединенных с контуром заземления здания.

Рабочее заземление допускается осуществлять присоединением рабочих точек заземления устройств, кратчайшим путем к зажимам защитного заземления панелей и корпусов устройств.

Все устанавливаемые технические средства, имеющие металлический корпус, должны иметь наружную клемму для видимого присоединения заземляющего проводника.

В качестве защитного проводника РЕ используется провод ПВЗ. Заземление шкафов выполнено отдельными проводниками РЕ, подключенными к общему контуру подстанции.

Вывод по разделу шесть

В данном разделе был выбран комплекс технических средств для передачи данных и их размещение на объекте. В качестве оборудования выбраны модули дискретного ввода TOPAZ PM7, контроллеры TOPAZ IEC DAS MX240 E6R12, мультиплексоры Cronux FMUX/S-4E1, промышленные маршрутизаторы MOXA EDR 810, коммутаторы MOXA EDS-408. Данные средства построены на базе современных технических средств, что позволяет выполнить полный объем задач с надлежащим качеством.

7 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

7.1 Основные показатели экономической эффективности

Телемеханизация на подстанциях в данный момент занимает одно из первых мест согласно очередности введения. Предоставленная установка дает возможность в полном объеме осуществлять контроль над удаленной подстанцией. Функциями данного комплекса считается проверка параметров подстанции, наблюдение состояния оборудования (напряжение, токи, температура и т.д.). При появлении перегрузок, негативных влияний в спецоборудовании, что влечет за собой поломку, данная установка сигнализирует данные проблемы, выводит на дисплей диспетчера всю информацию о состоянии оборудования (что занимает от 1 до 2 сек.). А так же это спецоборудование способно собственноручно выключить повреждённый аппарат, не доводя его до самого состояния сгорания либо разрушения. Тем самым данная система, предотвращает большие катастрофы и недоотпуск электрической энергии, который тянет за собой крупные финансовые потери.

7.2 Расчет капитальных затрат

В телемеханике обработку сигналов передаваемых с контролируемых подстанций выполняет комплекс оборудования, который расположен в компоновочных шкафах. Рассмотрим капитальные вложения на модернизацию комплекса.

Смета затрат на оборудование телемеханики приведена в таблице 5.1

Таблица 7.1 – Смета затрат оборудования для АСДУ

Оборудование	Цена, руб.	Кол.	Цена, руб.
Комплект «ТОРАZ ССПИ.0767»	1863155	1	1863155
Комплект «ТОРАZ ШС.0767»	756475	1	756475
Шкаф «ТОРАZ ШПК-1.0767»	65426	1	65426
Шкаф «ТОРАZ ШПК-2.0767»	65426	1	65426
Шкаф «ТОРАZ ШПК-3.0767»	95426	1	95426
Шкаф питания «ТОРАZ ШП.0767»	112243	1	112243
АРМ Телемеханика с СПО «ТОРАZ»	315360	1	315360
Модуль измерительный ТОРАZ ТМ РМ7-Pr с НМІ(3Xrs485, 2x24PWR)	19906	25	497670
Датчик температуры ТОРАZ DT RS485	1678	2	3356
Устройство защиты линии RS485 ТОРАZ	1021	2	2042
ЗИП	145620	1	145620

Окончание таблицы 7.1

Оборудование	Цена, руб.	Кол.	Цена, руб.
Кабель КВВГ 30x0,5	75	200м	15000
Кабель КВВГ 37x1	285	25м	7125
Итого			4693298

Капитальные затраты включают в себя следующие составляющие:

- К_о - стоимость оборудования;
- К_м - стоимость монтажа;
- К_т - транспортные и заготовительно-складские расходы.

Стоимость монтажа находим по формуле:

$$K_M = K_o \cdot 0,1,$$

$$K_M = 3944324 \cdot 0,1 = 394432,4 \text{руб}$$

Транспортные и заготовительно-складские расходы находим по формуле:

$$K_T = K_o \cdot 0,05,$$

$$K_T = 469329,8 \cdot 0,05 = 197216,2 \text{руб.}$$

Таким образом, капитальные затраты на оборудование телемеханики находим по формуле:

$$K = K_o + K_M + K_T,$$

$$K = 3944324 + 394432,4 + 197216,2 = 4535972 \text{руб.}$$

7.3 Расчет средних затрат на ликвидацию аварий

Причинами повреждений электрооборудования в сетях являются:

- механические повреждения 11,3%
- старение изоляции 63,7%
- атмосферные перенапряжения 22,3%
- коммутационные перенапряжения 1,7%

Из-за каждой аварии терпит убытки не только объект электроснабжения, но и потребители, зависящие от этого объекта.

На ПС «Ильменская» вследствие аварий приходят в непригодное состояние кабельные линии. Для их восстановления организация приобретает около 500 метров кабеля в год. Рассчитаем затраты на ремонт, приняв что стоимость кабеля АСБ 3x120-10 составляет 853,50 за метр, тогда 500 метров будут стоить 426750 рублей.

Капитальные затраты включают в себя следующие составляющие:

- К_о - стоимость оборудования;
- К_м - стоимость монтажа;

- K_T - транспортные и заготовительно-складские расходы.

Стоимость монтажа находим по формуле:

$$K_M = K_O \cdot 0,1,$$
$$K_M = 426750 \cdot 0,1 = 42675 \text{ руб.}$$

Транспортные и заготовительно-складские расходы находим по формуле:

$$K_T = K_O \cdot 0,05$$
$$K_T = 426750 \cdot 0,05 = 21337,5 \text{ руб.}$$

Таким образом, капитальные затраты на ремонт кабельных линий находим по формуле:

$$K = K_O + K_M + K_T,$$
$$K = 426750 + 42675 + 21337,5 = 490762,5 \text{ руб.}$$

Сумма затрат на оплату труда Z , руб. определяются по формуле:

$$Z = \sum_i (a_i m_i) \cdot 12 \cdot p$$

где a_i - величина оклада работника i -ой категории;

m_i - число работников i -ой категории;

p - коэффициент, учитывающий 20% премии, составляет 1,2;

12- число месяцев в году.

В таблице 7.2 представлены должностные оклады согласно штатному расписанию компании.

Таблица 7.2 - Должностные оклады сотрудников компании

Должность	Численность персонала	Оклад, руб.
Дежурный оператор	1	18000
Электрик	2	20000

Таким образом, годовые затраты на оплату труда составят:

$$Z = (18000 + 20000 \cdot 2) \cdot 12 \cdot 1,2 = 835200 \text{ руб.}$$

С учетом районного коэффициента равного 15% от заработной платы затраты на оплату труда составят:

$$Z = Z \cdot 1,15 = 960480 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды:

$$O_{C.H.} = 3 \cdot 0,3 = 288144 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию составляют 1% от общих эксплуатационных расходов:

$$\mathcal{E}_{эл} = \mathcal{E}_I \cdot 0,01 \text{ руб}$$

Прочие расходы включают в себя:

- расходы на ремонт оборудования в размере 2% от стоимости оборудования:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{рем} &= K_O \cdot 0,02 \\ \mathcal{E}_{рем} &= 426750 \cdot 0,02 = 8535 \text{ руб.} \end{aligned}$$

- прочие административно-хозяйственные расходы в размере 10% от затрат на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$\begin{aligned} P_{пр} &= 3 \cdot 0,1 \\ P_{пр} &= 960480 \cdot 0,1 = 96048 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Общие эксплуатационные расходы без учета затрат на электроэнергию находятся по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_I &= 3 + O_{C.H.} + K + P_{пр} + \mathcal{E}_{рем} \\ \mathcal{E}_I &= 960480 + 288144 + 490762,5 + 96048 + 8535 = 1843969,5 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Общие эксплуатационные расходы находятся по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_I \\ \mathcal{E} &= 1843969,5 + 18439,6 = 1862409 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Полученные данные сведены в таблицу 5.3

Таблица 7.3 – Расчет затрат на ликвидацию аварий за год

Наименование показателя	Стоимость, тыс. руб.
Капитальные затраты	490,76
Затраты на материалы и электрическую энергию	18,72
Затраты на оплату труда	960,48
Отчисления на социальные нужды;	288,14
Прочие расходы.	96048
Расходы на ремонт оборудования	8,53
Итого:	1862,4

7.4 Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты на оборудование телемеханики.

Определим величину годовых эксплуатационных расходов Э.

Обслуживание оборудования влечет за собой затраты. Расходы на обслуживание за год составят либо фактическая себестоимость, либо годовые эксплуатационные расходы.

Эксплуатационные расходы это показатель деятельности любого хозяйственного субъекта, который показывает, что получает предприятие после создания продукции.

Эксплуатационные затраты считаются важным признаком деятельности любого хозяйствующего субъекта, что демонстрирует, во что обходится предприятию производство продукта либо услуг данного объема, которые затрачены для этого производственные средства.

По соответствию с функционирующей технологией в эксплуатационные затраты включаются:

- амортизация основных фондов А;
- затраты на оплату труда З;
- отчисления на соц. нужды $O_{C.H.}$;
- затраты на электроэнергию $\mathcal{E}_{эл.}$;
- прочие расходы $P_{пр}$

Сумма затрат на оплату труда З, руб. определяется по формуле:

$$З = \sum_i (a_i m_i) \cdot 12 \cdot p$$

В таблице 7.4 представлены должностные оклады согласно штатному расписанию компании.

Таблица 7.4 - Должностные оклады сотрудников компании.

Должность	Численность персонала	Оклад, руб.
Диспетчер отдела телемеханики	1	19 500
Электрик (ремонтная бригада)	2	18 000

Годовые затраты на оплату труда составят:

$$З = (19500 + 18000 \cdot 2) \cdot 12 \cdot 1,2 = 799200 \text{ руб.}$$

При учете районного коэффициента оплата труда составит:

$$З = 3 \cdot 1,15 = 919080 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды составляют 30% от оплаты труда:

$$O_{с.н.} = 3 \cdot 0,3 = 312487 \text{ руб.}$$

Амортизация - процедура передачи доли цены основных средств и нематериальных активов согласно границе их физического либо морального износа согласно себестоимости отпускаемой продукции. Численной мерой амортизации и её валютным формулированием считаются амортизационные отчисления, кои обязаны возобновлять главные производственные фонды. Амортизационные отчисления с финансовой точки зрения считаются валютным эквивалентом овеществленного труда, израсходованного в протяжении 1-го производственного цикла образования продукции. Амортизационные отчисления рассчитываются прямолинейным методом, как поставленный процент отчислений в год от цены основных средств. Далее обуславливается часть отчислений, что находится в зависимости от длительности применения вычислительной техники при эксплуатации этого программного продукта.

Расчет амортизационных отчислений производится выражением:

$$A = \sum_{i=1}^n K_i H_i$$

где H_i - норма амортизации;

K_i - сумма первоначальных затрат (равна капитальным затратам на оборудование телемеханики $K = 5397281,7$ руб.).

Годовые нормы амортизации для вычислительной техники, информационных систем и систем обработки данных составляют 10%. Следовательно, годовая сумма отчислений составит:

$$A = 5397281,7 \cdot 0,1 = 539728,2 \text{ руб.}$$

Прочие расходы включают в себя:

- расходы на ремонт оборудования в размере 2% от стоимости оборудования:

$$Э_{рем} = 5397281,7 \cdot 0,02 = 107945,6 \text{ руб.}$$

- прочие административно-хозяйственные расходы в размере 10% от затрат на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$P_{np} = 3 \cdot 0,1, \\ P_{np} = 919080 \cdot 0,1 = 91908 \text{ руб.}$$

Общие эксплуатационные расходы без учета затрат на электроэнергию находятся по формуле:

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\mathcal{E}_I = \mathcal{Z} + O_{C.H.} + A + \Pi_{np} + \mathcal{E}_{рем}$$

$$\mathcal{E}_I = 919080 + 312487 + 91908 + 107945,6 + 539728,2 = 1971148,8 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию:

Питание оборудования компоновочного шкафа осуществляется источником бесперебойного питания (ИБП) и четырьмя блоками питания (БП). Мощности БП и ИБП представлены в таблице 7.5. Так же произведем расчет годового потребления электрической энергии для каждого из них.

Таблица 7.5 – Потребление электрической энергии питающего оборудование

Наименование	Количество	Мощность, Вт	Потребление за год, кВт
Источник бесперебойного питания Eaton Powerware 9130 1500 RM	2	1200	20236
Блок питания Widemuller PRO MAX 620W	4	720	25228
Итого:			45464

В городе Миасс тариф на электрическую энергию в 2019 году равен 3,19 руб. за кВт

Расходы на потребление электрической энергии ИБП и БП за год составит:

$$\mathcal{E}_{эл} = 45464 \cdot 3,19 = 145030 \text{ руб.}$$

Определим общие эксплуатационные расходы:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_I,$$

$$\mathcal{E} = 145030 + 1971148,8 = 2116178 \text{ руб.}$$

Полученные данные сведены в таблицу 5.6

Таблица 5.6 - Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Стоимостная оценка, тыс. руб.
1. Капитальные затраты	5397,3
2. Годовые эксплуатационные расходы	2116,1
2.1. Затраты на электрическую энергию	14,5
2.2. Затраты на оплату труда	919,1
2.3. Отчисления на социальные нужды	312,5
2.4. Амортизация основных фондов	539,7
2.5. Прочие расходы	91,9

7.5 Расчет приведенных затрат

$$Z_{пр} = Э + K \cdot e_n,$$

где e_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

$$Z_{пр} = 2116178 + 4535972 \cdot 0,15 = 2796573 \text{ руб.}$$

К затратам на устранение аварий нужно прибавить ущерб нанесенный потребителям, недоотпуск электрической энергии и убытки принесённые объекту электроснабжения.

Примем, что ущерб от аварии составляет 100% от затрат на восстановление.

$$E = 1891490 + 1891490 \cdot 1 = 3724800 \text{ руб.}$$

Из расчёта видно, что в случае аварии больше чем, это означает, что внедряемая система окупает себя в первый год эксплуатации и является экономически выгодным.

Расчет годового экономического эффекта производится по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_г &= E - Z_{пр}, \\ \mathcal{E}_г &= 3724800 - 2796573 = 928227 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Так как $Z_{пр}$ ниже E , следовательно внедрение АСДУ является выгодным и годовой экономический эффект будет положительным.

Вывод по разделу семь:

В данном разделе был проведен расчет экономической эффективности от внедрения автоматизированной системы диспетчерского управления. Годовой экономический эффект составил 930 тыс. руб. Срок окупаемости составил 4 года и 9 месяцев.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1 Описание ПС «Ильменская»

ПС «Ильменская» 110/10 кВ находится на окраине города Миасс. На подстанции отсутствует обслуживающий персонал. Управление подстанцией осуществляется через ДП Миасского РЭС.

8.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Диспетчер во время работы подвержен различным вредно воздействующим факторам, монитор и системный блок компьютера, микроклимат; техника; нарушение режима труда и отдыха; эмоциональные факторы.

Важнейший физический фактор представляет собой микроклимат рабочей зоны, в особенности температура и уровень влажности воздуха. Человек все время находится в процессе термического взаимодействия с окружающей средой. Исследования показывают, что высокая температура вместе с высоким уровнем влажности воздуха проявляет существенное воздействие в трудоспособность диспетчера. Возрастает период взаимодействия оператора ЭВМ, срывается координирование перемещений, стремительно возрастает количество неправильных операций.

Условия, сопряженные в главном с патологией порядка работы и развлечений приводят: к недостаточности периода с целью возобновления мощи уже после утомления; неверное применение времени между деятельностью, необдуманное составление плана деятельности и развлечений. К психологическим условиям принадлежат: интеллектуальные и визуальные напряжения; раздражительно-психологические перегрузки; избыток данных; эксплицитность и время прихода утомления человека, цветное формирование здания и спектральные свойства применяемого освещения; от этого находится в зависимости безопасность способа данных, психическое и физическое состояние человека.

Кроме того к небезопасным и вредоносным условиям принадлежат:

- поврежденное оборудование, что способен послужить причиной к поражению гальваническим током, таким образом, равно как недостаток наружных свойств угрожающей опасности поражения гальваническим током, индивид никак не способен предварительно выявить. Серьезность исхода электро-травм способна послужить причиной к утрате способности трудиться, как правило, случается продолжительная, не исключен, в том числе и смертельный исход.

- индивидуальный ПК, дисплей считаются основой электромагнитного испускания, что проявляет воздействие в нервную и сердечнососудистую систему человека.

8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Стандартизация характеристик локального климата в рабочей области выполняются в связи, с временем года, группы работ согласно энерго-затратам и излишку явного тепла. Согласно энерго-затратам, вычислительная деятельность, что станет проводиться в этом помещении, принадлежит к группе «легкая физиологическая», характеристики которой приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Тип работы по энергозатратам

Работа	Категория	Энергозатраты организма	Характеристика работы
Лёгкая физическая	1б	От 500,5 до 625,5 кДж/ч (150 ккал/ч)	Проводится сидя, стоя, или связанная с ходьбой, но не требующая систематического, физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей.

В соответствии с СанПиН 2.2.2.542 – 96 в производственных помещениях, в которых деятельность производится на ПК, температура, условная влажосодержание и темп движения атмосферы в трудовых зонах обязаны отвечать функционирующим санитарным общепризнанным меркам производственных помещений. Подходящие общепризнанные мерки для помещений с ПК приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Оптимальные нормы для помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный (температура наружного воздуха +10°С и ниже)	Лёгкая – 1б	от 21 до 23	от 40 до 60	0,1
Тёплый (температура наружного воздуха выше +10°С)	Лёгкая – 1б	от 22 до 24	от 40 до 60	0,2

Рабочее место ради исполнения трудовой деятельности в сидячем положении обязано отвечать условиям эргономики и условиям промышленной эстетики. В противном случае вследствие неверной выправки способна сформироваться болезнь межпозвоночных дисков шейного либо поясничного отделов, стресс мышцы шеи, плеча и грудной клетки.

Параметр является надлежащим условиям, в случае если его значимость отклоняется от нормативного никак не более чем на ± 10 миллиметров (согласно линейному параметру) и в 1° (согласно угловому параметру). Источниками вредоносного испускания считаются экран и микропроцессорный источник ПК. В настоящих ситуациях электромагнитные поля сравнительно не

Таблица 8.3 — Нормативные значения эргономических параметров рабочего места

Наименование параметра	База отсчета	Нормативное значение
Рабочий стол (рабочая поверхность)		
- Высота, мм	Полы	От 680 до 800 при регулировке, 725 без регулировки.
- Ширина, мм	Край стола	От 800 до 1400
- Глубина, мм	Передний край стола	От 600 до 800
Рабочий стул		
- Высота поверхности Сиденья, мм	Полы	450
- Угол наклона поверхности сиденья, град	Горизонтальная плоскость	5
- Ширина сиденья, мм	Край сиденья	400
Наименование Параметра	База отсчета	Нормативное значение
- Глубина сиденья, мм	Передний край сиденья	Более 400
- Высота спинки стула, Мм	Поверхность сиденья	350
- Радиус кривизны Спинки стула, мм	Середина спинки, горизонтальная плоскость	Более 400
- Угол наклона спинки Стула, град.	Поверхность сиденья, вертикальная плоскость	25

слишком велики согласно уровню, неоднородны в пространстве и нестационарные во времени. Одним из условий, снижающих степени электромагнитного поля, считается оптимальное заземление.

Здания, в которых размещены ПК, обязательно должно обладать естественным и искусственным освещением. Свет в плоскости стола в области размещения рабочего документа обязан быть 300-500 лк, при этом насыщенность документа в трудовом участке обязана быть никак не меньше 85 кд/м^2 . Местный свет никак не должен формировать бликов в плоскости экрана, насыщенность бликов в экране ПК никак не должна быть выше 40 кд/м^2 . В качестве источников освещения при ненатуральном освещении обязаны использоваться главным образом люминесцентные лампы вида ЛБ. Разрешается использование ламп накаливания и светильников местного освещения. Использование светиль-

ников в отсутствии рассеивателей и защищающих решеток никак не разрешается. Насыщенность светящихся плоскостей (окошка, светильники и др.), пребывающих в области зрения, обязана являться никак не более 200 кд/м², и насыщенность потолка при использовании концепции отображенного освещения никак не обязана быть выше 200 кд/м².

Подходящие соответствия яркостей в поле зрения последующие:

- среди экрана и документа 1:5 - 1:10;
- среди экрана и поверхности трудового стола 1:5;
- среди экрана и клавиатуры, клавиатуры и документом - никак не более 1:3;
- среди экрана и охватываемыми поверхностями 1:3 - 1:10.

Трудовые зоны с ПК согласно взаимоотношению к световым проёмам обязаны размещаться таким образом, для того чтобы естественное освещение опускалось рядом, в большей степени по левую сторону. В таблице 8.4 приведены общепризнанные мерки проектирования естественного и искусственного освещения с целью третьего разряда визуальной деятельности согласно СНиП II-4-710.

Таблица 8.4 - Нормы естественного и искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Максимальный размер объекта, мм	Искусственное освещение, лк		Естественное освещение, КЕО %	
		Комбинированное	Общее	верхнее	боковое
Очень высокой точности	0,15-0,3	1000	300	7	2,5

Пользователи ПК обязаны проходить неперенные (при приёме на работу) и периодические медосмотры. Девушек с периода определения беременности и в промежутки кормления детей грудью к осуществлению абсолютно всех разновидностей труда, сопряженных с применением видеоматериалов дисплейных терминалов, никак не позволяют. В помещениях, в каком месте функционируют инженерно-промышленные сотрудники вибрирование, инфра – и ультразвук отсутствуют. Источниками шума считаются действующие ПК и удаленные аппараты. В соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 89 ПДУ разрешенной степенью голосового давления в октавных полосах частот, степени звука и равносильные степени звука в рабочем участке необходимо брать сведения из таблицы 8.5.

Таблица 8.5 - Допустимые уровни звукового давления

Параметры	Значения							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровни звукового давления, дБ	71	61	54	49	45	42	41	38

Подобным способом, гул в комнатах ДП никак не должен превосходить разрешенного значения.

8.4 Охрана труда

К работе на ДП допускаются личности никак не младше 18-ти летнего возраста, минувшие вводный инструктаж, подготовка безвредным способом и технологиям деятельности, инструктаж в трудовом участке согласно законам внутреннего распорядка, технической защищенности присутствие эксплуатации научно-технического оснащения согласно специальностям и исполнению единичных разновидностей работ, правилам пожарной безопасности в подстанции и благополучно сдавшие экзамены в доступ к самостоятельной службе. Весь техперсонал обязан обладать способностью проявлять главную поддержку потерпевшим. Техперсонал обязан быть снабжен средствами персональной защиты (СИЗ) в согласовании с стандартными отраслевыми нормами и характером исполняемой деятельности.

Смена повреждённых компонентов ведется в отключенном комплексе. Осуществление наружного типа конструкций обязана учитывать отсутствие острых, колющих и режущих кромок, показывающих возможную угрозу травмирования.

При сервисе и починке оснащения применяются последующие ресурсы защиты:

- приборы с диэлектрическими ручками;
- указатель напряжения (ИН – 2).

При оценке обстоятельств работы предусматриваются период влияния электромагнитного воздействия и вид облучения. Ресурсы и способы защиты от электромагнитных полей разделяются на 3 категории: координационные, инженерно-промышленные и лечебно-профилактические. Более оптимальными к использованию считаются инженерно-промышленные мероприятия охраны:

- электрогерметизация компонентов схем, конструкций, участков конструкции в целом;
- разумное расположение оборудования.

С целью предоставления электробезопасности в помещении проверены последующие данные:

- гарантия отсутствия досягаемости токоведущих элементов, будущих под напряжением, в целях ненамеренного прикосновения;
- электрическое распределение сети;
- предотвращение угрозы поражения при возникновении напряжении в корпусах, кожухах и иных составляющих электрооборудования, то что добивается использованием маленьких напряжений, применением двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, защитным отключением, использованием специализированных электрозащитных средств— переносных аппаратов и приспособлений;
- формирование безопасной эксплуатации электроустановок.

Оборудования, пребывающие в помещении функционируют с номинального напряжения 220 В. В нашем случае использовано заземление с изолированной нейтралью. Заземление выведено в заземляющий контур с сопротивлением 4 Ома. Заземление мониторов исполняется посредством системного блока ЭВМ.

Объединение ПК с сетью осуществлено с помощью трёхжильного медного силового кабеля с вилкой, обладающей клеммами заземления. Все без исключения кабеля в рабочем помещении обладают свойствами, надлежащие токам и напряжениям в сети.

8.5 Производственная санитария

Тип трудовой деятельности, тяжесть и напряжение занятий формируются на базе аттестации трудовых мест согласно обстоятельствам работы. Производимая диспетчером деятельность принадлежит к первой категории тяжести, при этом физиологические действия составляют вплоть до 174 Вт. Подобная деятельность производится сидя либо стоя, никак не призывают регулярного мышечного напряжения. С целью обеспечения параметров локального климата в согласовании с общепризнанными мерками производственных помещений ради категорий работ 1а – 1б рекомендовано использовать системы проветривания и отопления.

Мероприятия в области оздоровления воздушной среды разрабатываются ради определенного помещения с учетом действительно сформировавшихся факторов загрязнения атмосферы и климатизационного дискомфорта (к примеру, концентрация пыли в следствии наличия статических полей, дешёвая влагосодержание из-за воздействия концепций отопления и нагреваемых элементов техники).

С целью укрепления установленных значений температуры и влаги рекомендовано использовать кондиционирование и проветривание. Кондиционер гарантирует автоматическое сохранение характеристик локального климата в требуемых границах на протяжении года, очистку воздуха от пыли и вредоносных элементов, формирование незначительного излишнего давления в очищенных комнатах с целью исключения поступления неочищенного воздуха. Вентилирование атмосферы поддерживается посредством воздухообмена в помещении вследствие воздействия ветрового и термического напоров, получаемых из-за различной плотности воздуха внешне и изнутри здания. Сформированная непосредственная вентиляция исполняется аэрацией. Аэрация учитывает бес канальный воздухообмен воздуха посредством окошка, форточки, фрамуги и т.п. С целью увеличения уровня влаги воздуха в комнатах с персональными ПК и вычислительной техникой необходимо использовать увлажнители воздуха, управляемые каждый день очищенной либо прокипячённой питьевой водой.

Естественное освещение в помещении исполняется в варианте побочного освещения. Размер коэффициента естественной освещенности (к.е.о.) отвечает нормативным уровням согласно СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

По конструктивному исполнению выбрано общее искусственное освещение.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Общее искусственное освещение - свет, при котором светильники располагаются в верхней области здания одинаково (общее равномерное освещение) либо применительно к месторасположению оснащения. Помимо освещённости, огромное воздействие на работу диспетчера проявляет тон окраски помещения и спектральные свойства применяемого освещения. Рекомендовано, так чтобы потолок отражал 80-90%, стенки - 50-60%, паркет - 15-30% ложащегося на них освещения. С предосторожностью необходимо использовать сочетания разных тонов, поскольку одновременное применение “теплых” и “холодных” тонов способно спровоцировать положение потерянности и беспокойства.

Оптимальный порядок работы и отдыха сотрудников, определенный с учетом психофизиологической напряженности работы, динамики многофункционального состояния систем организма и трудоспособности, учитывает жесткое выполнение регламентированных перерывов. Ради обслуживающего персонала — диспетчеров, постоянная деятельность за монитором никак не должна быть выше четырёх часов при 8 часовом трудовом дне, а число обрабатываемых знаков (символов) 30 тыс. за 4 часа работы. В согласовании с отличительными чертами рабочей деятельности и характером многофункциональных перемен со стороны разных концепций организма в режиме работы обязаны быть внедрены 2 либо 3 регламентированного отдыха продолжительностью 10 мин. каждый. В протяжении трудового дня следует одинаково разделять и сменять разную согласно уровню напряженности нагрузку (введение информации, исправление проектов, печать бумаг либо прочтение данных с экрана).

8.5 Эргономика и производственная эстетика

Системой трудового зоны обязано быть обеспечено исполнение трудовых операций в границах области досягаемости движкового степь лица. Осуществление интенсивных трудящийся действий обязано являться гарантированно в границах области простой досягаемости и приемлемой области моторного поля.

Строение трудовой зоны диспетчера обязана гарантировать наилучшее состояние, что добивается за счет регулировки высоты сиденья и подставки для ног.

Опора для ног обязана быть регулируемой согласно высоте. Ширина обязана быть никак не меньше 300 мм, длина — никак не меньше 400 мм. Плоскость подставки обязана быть волнистой. Согласно переднему кромке необходимо учитывать бортик высотой 10 мм.

Значимым условием считается место под столом, его должно быть достаточно, для того чтобы комфортно выгибать и разгибать колени.

Стол обязан обладать криволинейной конфигурацией, за счет вогнутости его значительная доля оказывается используемой, т.к. поступает в место досягаемости моторного поля. Так как деятельность диспетчера объединяет в себя работу за ПК и бумажную, в таком случае стол за исключением зоны для монитора, клавиатуры, системного блока обязан включать ещё и вспомогательные полочки и ящики, для того чтобы не нагружать бумагами рабочее место стола. Стол обязан давать возможность изменять глубину положения монитора. Область столешницы

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР					

не должна быть меньше 1 м². Нежели массивнее стол, тем лучше, слабее вибрации от техники.

Дисплей обязан размещаться на рабочем столе непосредственно, и отдален от глаз как минимум на 50-60 см. Верхний предел экрана обязана находиться на уровне глаз либо никак не ниже 15 см ниже уровня глаз.

Кресло обязано гарантировать физически разумную рабочую позу, присутствие каковой никак не срывается циркуляция крови и никак не совершаются иные вредоносные влияния. Ради этого нужно чтобы у кресла имелась гибкая спинка анатомической формы, что убавит нагрузку в позвоночном столбе. Кроме того в интересах того чтобы убирать нагрузку с мышц плечевого пояса кресло непременно обязано быть с подлокотниками и иметь возможность поворота, изменение высоты и угла наклона сиденья и спинки. Немаловажно, для того чтобы все без исключения регулирование были автономными, с легкостью осуществимыми и обладали прочной фиксацией. Кресло обязано быть регулируемым, с осуществлением вращения, для того чтобы дотянуться вплоть до далеко находящихся объектов.

Кроме того значимость имеют не только лишь подходящее положение монитора, однако и его технические характеристики. В первую очередь, данное разрешение монитора и частота обновления изображения. Таким образом, равно как диспетчеру нужно располагать данными графического типа, в таком случае к техническим характеристикам монитора предъявляются специальные условия. В целях деятельности нужен плоскоэкранный дисплей с диагональю как минимум 17 либо 19 дюймов, наилучшее разрешение – 1024x768 либо 1280x1024 соответственно. Но при этом частота обновления изображения никак не обязана являться менее 100 Гц, так как колебания яркости приводят к нервному переутомлению и стремительному спаду зрения.

Неверная позиция рук при печатании на клавиатуре приводит к хроническим растяжениям кисти. Главное не столько отложить клавиатуру от края стола и опереть кисти о спец. площадку, сколько удерживать локти параллельно плоскости стола и под непосредственным углом к плечу. По этой причине клавишная панель обязана размещаться в 10-15 см (в зависимости от длины локтя) от края стола. В данном случае работа приходится отнюдь не на кисть, в каковой вены и сухожилия пребывают вблизи с поверхностью кожи, а в наиболее “мясистую” зону локтя. Углубленность стола обязана давать возможность целиком вложить локти на стол, отодвинув клавиатуру к монитору.

Освещение регулирует любые функции человеческого организма и оказывает большое влияние в психическое настроение и душевное состояние, обмен веществ, гормональный фон и интеллектуальную энергичность.

Здания с ПК обязаны обладать естественным и искусственным светом. Естественное освещение обязано реализоваться посредством световых проёмов, направленных в большей степени на север и северо-восток.

Свет искусственного происхождения обязан реализоваться системой единого равно-мерного освещения, светильники необходимо размещать локализовано над рабочим столом поближе к его переднему краю, наведенному к диспетчеру. В ка-

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

честве источников освещения при искусственном освещении обязаны использоваться в большей степени лампы накаливания или люминесцентные лампы с высокой частотой сияния.

С целью предоставления нормируемых значений освещенности в помещении необходимо осуществлять очистку стекол оконных рам и светильников никак не реже 2-ух раз в год и осуществлять актуальную смену перегоревших ламп.

При работе на ПК важными считаются вибрационные свойства размещения трудового пространства. Кроме этого, то что вибрирование негативно оказывает большое влияние на саму технику, работа человека кроме того достаточно чувствительна к вибрационным условиям.

Уменьшить степень гула в комнатах с ПК возможно путём применения противозвучных материалов с наибольшими коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 Гц в целях отделки комнат (разрешённых органами и учреждениями Госсанэпиднадзора Российской Федерации), подтверждённых особыми звуковыми расчётами.

Вспомогательным звукопоглощением предназначаются одного тона занавески из крепкой материи, сочетающиеся с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15 – 20 см от ограждения. Ширина занавески обязана являться в 2 раза больше ширины окна.

С целью свершения необходимых параметров воздуха требуется кондиционирование воздуха, при неимении вентиляции в замкнутых комнатах увеличивается сосредоточение углекислого газа и иных вредоносных элементов. Это отрицательно влияет в самочувствии людей, провоцирует головную боль, вялость, утрату трудоспособности. Отчасти проблему возможно разрешить, периодически проветривая рабочее место, но в данном случае совместно со свежим воздухом вовнутрь поступает пылеобразование, различные запахи, уличный гул.

Системы отопления и системы кондиционирования необходимо назначать так чтобы ни нагретый, ни прохладный воздух никак не устремлялся на людей, трудящихся в помещении. Температура воздуха у плоскости пола и на уровне головы никак не должна различаться более чем в 5°C.

Стены помещения могут иметь желтоватый тон с красно-зелеными вкраплениями. Лимонный и алый тона – это теплые тона, иницирующие психическое чувство тепла, вырабатывающие оживляющее эмоций. Это действующие тона, динамические, подстегивающие активность, погружающие к временному росту производительности работы. Зеленый – прохладный тон, успокаивает, упрощает напряженность глаз. Это цвет, содействующий искренней сосредоточенности и хранению стабильной производительности труда. Объединенное комбинирование расцветок убирают интеллектуальное переутомление и содействуют интеллектуальной работе.

Паркет окутан линолеумом темновато-каштанового тона – это утепленный тон, что ослабляет эмоциональность.

Место включает огромное число шкафов с нормативными бумагами. Шкафы бирюзового тона. Данный тон формирует представление бодрости и спокойствия. Лазурный тон уменьшает мышечную напряжённость, кровяное давление, восста-

навликает биение пульса и успокаивает дыхание, стимулирует к размышлениям, содействует наилучшему освоению данных.

Прочая обстановка бледно-каштанового тона. Данный тон выравнивает неудовлетворение.

Данная цветная расцветка здания отвечает многофункциональным целям помещения и характеру деятельности, содействует уменьшению утомляемости и наилучшему освоению данных, то что максимально значимо в этой работе.

8.6 Противопожарная и взрывобезопасность

Пожары предполагают собою особенную угрозу, таким образом равно как стимулируют крупные материальные утраты. Пламя может появиться при содействии горючих элементов и окислителя при присутствии источника зажигания. Горючими элементами считаются строительные материалы отделки здания, двери, полы, обмотки радиотехнических элементов и многое другое. Источниками зажигания имеют все шансы быть электрические схемы, установки питания, где в следствии разных патологий смогут сформироваться чрезмерно разогретые компоненты, электрические искры и дуги, способные спровоцировать возгорание горючих компонентов. Угрозы взрыва нет.

В согласовании с РД34.03.350-98 «Перечень помещений и зданий энергетических объектов с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной опасности», здания щитов управления причислены к группе В4 (пожароопасные). Из чего необходимо, то что электропомещениям, причисленным к группе В4 согласно пожарной опасности, следует приписывать группу П-І в согласовании с систематизацией руководителя 7 ПУЭ.

Результат ликвидации пожара зависит, в первую очередь, от скорости уведомления о его начале. По этой причине место щита следует оснастить пожарной сигнализацией.

С целью предотвращения пожаров следует осуществлять инструктажи с обслуживающим персоналом с оформлением записи в журнал инструктажей под подпись. Обязаны быть осуществлены охраннопожарные указания с учетом особенности производства, а кроме того эффективный проект ликвидации пожара, и проводиться регулярные занятия персонала согласно тушению пожара.

Кроме того следует один раз в квартал осуществлять очистку от пыли мебели и оргтехники. Запрещено в трудовой зоне курить, использовать теплоэлектронагревательные аппараты. Запрещено бросать в отсутствии надзора, введенные в сеть электрические оборудования.

С целью ликвидации пожаров в первоначальной стадии используются основные ресурсы пожаротушения: огнетушители наручные и переносные; сухой песок; асбестовые одеяла и прочие. Виды используемых огнетушителей: ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8. С целью ликвидации пожаров пожарные краны определены в общедоступных и видимых зонах: в коридорах, на площадках, лестничных клетках.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

8.7 Экологическая безопасность

К главным физиологическим условиям находящейся вокруг сферы, оказывающим отрицательное влияние на самочувствие человека, принадлежат электромагнитные испускания и электрический ток.

Электрическое поле в существенной степени проявляет вредоносное влияние на человека. Согласно характеру влияния отличают 3 степени:

- прямое влияние, проявляющееся при нахождении в электрическом поле; результат данного влияния увеличивается с повышением напряженности поля и времени присутствия в нем;

- влияние пульсирующих разрядов (импульсного тока), образующихся при прикосновении человека к отделенным от территории установкам либо при прикосновении человека, изолированного от земли, к растениям, заземленным системам и прочим заземленным предметам;

- влияние тока, протекающего через человека, пребывающего в контакте с отделенными от территории предметами – крупногабаритными объектами, протяженными проводниками – тока стекания.

Рабочее пространство диспетчера с экологической точки зрения никак не предполагает угрозы.

Компоненты, вступающие в структуру методик, никак не опасны для самочувствия людей и никак не являются загрязнителями находящейся вокруг среды. Составные детали системного блока индивидуального ПК имеют все шансы являться источниками пульсации в случае их износа или же неисправности. Вибрирование устраняется сменой повреждённого компонента на новейший компонент, степень шума, производимый ими, никак не превосходит возможных общепризнанных мерок. Экраны считаются основой электромагнитного излучения, однако таким образом как оператор пребывает на расстоянии с ними, в таком случае вредоносного воздействия на тело и на находящуюся вокруг среду не оказалось.

В ходе деятельности организуются отходы, к коим принадлежат бумага, эластичные проводники, электрические компоненты модулей, лампы накаливания. Данные остатки утилизируются в контейнерах для мусора. За утилизацию жестких остатков организация совершает отчисления.

Вывод по разделу восемь

В этом разделе рассмотрена постановка рабочего места оператора автоматизированной системы, отобраны нормативные значения эргономических характеристик рабочего места. Рабочее место оператора никак не предполагает экологической угрозы. Компоненты автоматизированной концепции никак не предполагают угрозы для самочувствия людей и никак не считаются загрязнителями находящейся вокруг среды. Кроме того пересмотрены проблемы природной сохранности.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была разработана автоматизированная система диспетчерского управления ПС «Ильменская».

Проверка силового оборудования показала загрузку трансформаторов, которая в нормальном режиме составляет 66%, что позволяет увеличить число потребителей. Так же были рассчитаны токи КЗ на стороне высокого и низкого напряжения. Произведенный расчет удовлетворяет требованиям нормативных документов[].

Разработана структурная, принципиальная и функциональная схема автоматизированной системы диспетчерского управления ПС «Ильменская» с применением микропроцессорного оборудования фирмы TORAZ.

АСДУ позволит:

- повысить надежность работы оборудования и сократить время восстановления после аварии;
- повысить устойчивость к несанкционированным действиям персонала;
- осуществить более легкое управление оборудованием подстанции;
- улучшить контроль над работой станции;
- улучшить качество электроэнергии;
- экономить 930 тыс. руб.

АСДУ предусматривает:

- представление оперативному персоналу текущей информации об объекте в виде мнемосхем и архивирование ее в течение длительного времени;
- диагностику состояния действующего оборудования;
- автоматизацию процессов контроля и управления ПС;
- дублирование и резервирование на нижнем и среднем уровне АСДУ.

Также эта система имеет возможности для дальнейших усовершенствований подстанции.

Общие затраты составляют 4,5млн.руб., срок окупаемости – 4 года и 9 месяцев, что свидетельствует о целесообразности реализации проекта.

Реализация АСДУ позволяет увеличить коэффициент готовности электрооборудования ПС «Ильменская» с 0,84 до 0,95.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрена организация рабочего места оператора автоматизированной системы. Отдельно рассмотрены вопросы экологической безопасности и безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Трансформаторные подстанции (КТП). Проектирование, производство, монтаж КТП, КРУ, КСО. Компания полного цикла - <http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/859-avtomatizacija-transformatornykh.htm>.

2 Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. Пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.

3 Павлов, А.П. SCADA - системы, общая характеристика, обзор отдельных систем. Автоматизированные системы обработки информации и управления - <http://www.allbest.ru/>.

4 Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов / В.А. Андреев – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 639 с.: ил.

5 Федосеев, А.М. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебник для вузов / А.М.Федосеев, М.А. Федосеев – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.: ил.

6 Правила устройства электроустановок. – 7-ое издание, перераб. и доп.: утверждено Министерством энергетики РФ. Приказ от 8 июля 2003 г. №204.

7 Копьев, В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования: учебное пособие / В.Н. Копьев. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во ЭЛТИ ТПУ, 2005. – 107с.

8 Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110 – 500 кВ: Расчёты. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 96 с.: ил.

9 Волошко, Ю. Модернизация системы телемеханики филиала «Сургутская ГРЭС 2» ОАО «ОГК 4» / Ю. Волошко, А. Данилов, Ю. Дмитриев, А. Перфильев // СТА. – 2011. – Вып.2. – с.66–78.

10 МЭК-61850 — Стандарт «Коммуникационные сети и системы подстанций»

11 Измерительные оптические трансформаторы тока и напряжения. – <http://www.ruscable.ru/doc/analytic/KPD-5/proline.pdf>.

12 Баронин, А.А. Siemens – семейство приборов контроля электрических параметров. / А.А. Баронин, Р.В.Папировский // Промышленная автоматизация в России. – http://www.industrialauto.ru/modules/myarticles/article.php?item_id=2.

13 Станции ET 200M. Общие сведения. – http://www.sinetic.ru/files/catalog/siemens/controllers/ST70/06_ET200M_2008_r.pdf.

14 SIMATIC S7-400. – http://www.intechcom.ru/uploads/files/S7-400_cat.pdf

15 Инженерная компания ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ. Информация о продукте. Цифровой регистратор электрических событий РЭС-3. – <http://www.prosoftsystems.ru/products/product.htm?pid=49>.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

16 Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов энергоснабжения. Автоматика. Современные решения автоматизации - <http://avtomatika.issart.com/production/show/id/1>.

17 Основные положения по созданию автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанций напряжением 35-110 кВ. Министерство энергии и энергетики. Библиотека ГОСТов. РД 34.35.120-90 - <http://www.gostinfo.org.ua/doc/1624061.jsp>.

18 Великанов К.М. и др. Экономика и организация производства в дипломных работах: учебное пособие для машиностроительной специальности вузов/ изд. 2-е перераб. И доп. Под ред. К.М. Великанова. – М.: Изд-во Машиностроение, 1973.

19 Справочник базовых цен на разработку технической документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) - ЗАО "Научно-производственный центр "ВНИПИ САУ-40" и ТП "ЦЕНТРИН-ВЕСТпроект" Минстроя России. – 1997 г.

20 Трофимова, С.Н. Методические рекомендации для студентов электротехнических специальностей. Выполнение разделов «Охрана труда», «Экологическая безопасность», «Гражданская оборона» в дипломном проекте// <http://www.zb-susu.ru>.

21 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / сост. С.Н. Трофимова, В.И. Чуманов, В.А. Шишимиров. – Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 54 с.

22 ГОСТ 12.2.032-88. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – Введ. 1979-01-01.- М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.

23 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по дипломному проектированию для студентов технических специальностей / под ред. С.Н. Трофимовой. С.П. Максимов, Т.Б. Балакина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55 с.

24 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

25 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.- М.: Энергоатомиздат, 2000.- 290с.

26 Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами ПЭВМ в электроэнергетике [текст]: РД 153-34.0-03.298-2001: утв. РАО "ЕЭС России" от 16.05.2001: введ. в действие 01.05.2001. – М.: ЭНАС, 2001. – 90 с.

					13.03.02.19.026.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61