

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем
электроснабжения
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Разработка автоматизированной системы управления
технологическим процессом инженерной инфраструктуры
ПАО «Тольяттиазот» в области телемеханики»

Студент

А.А. Тетёкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

А.Н. Черненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2018 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

Оглавление

Введение.....	4
1 Анализ проблем существующей системы сбора электрической энергии на предприятии ПАО «ТООАЗ».....	7
1.2 Преимущества и основные технические решения в организации учета при помощи автоматизированных систем	9
1.3 Решения по структуре системы, подсистем, способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы	9
1.4 Решения по взаимосвязям автоматизированной системы со смежными системами и обеспечению ее совместимости	11
1.5 Решения по режимам функционирования работы Подсистемы ТМ	11
1.6 Решения по квалификации, функциям и численности персонала АС, порядку взаимодействия и режимам его работы	12
1.7 Состав функций, комплексов задач, реализуемых Подсистемой	13
1.8 Решения по комплексу технических средств и его размещению на объекте	15
1.9 Первичные средства измерения и учета	15
1.10 Шкафы автоматики с контроллерами и модулями сбора и передачи данных	18
1.11 Средства синхронизации системного времени	20
1.12 Локальный диспетчерский пункт (ЛДП) с оборудованием визуализации мнемосхемы (видеостена и контроллер видеостены)	21
1.13 Программно-аппаратный комплекс (ПАК) видеостены	22
1.14 Выводы по первой главе.....	23
2 Описание свойств и характеристик системы и выбор оборудования	25
2.1 Структура системы и назначение ее частей	25
2.2 Обслуживание и режимы функционирования системы.....	26
2.3 Сбор и первичная обработка аналоговой информации.....	28
2.4 Сбор и первичная обработка дискретной информации	30
2.5 Передача сигнала телеуправления на РПН	33
2.6 Отображение текущего режима объектов на автоматизированном рабочем месте диспетчера	34
2.7 Ведение архивов информации	34
2.8 Формирование отчетных документов.....	35
2.9 Описание взаимосвязей подсистемы с другими системами и подготовка объекта автоматизации к вводу системы в действие	36

2.10	Описание взаимосвязей АС с подразделениями объекта автоматизации...	37
2.11	Сбор и первичная обработка дискретной информации	39
2.12	Мероприятия по обучению и проверке квалификации персонала	39
2.13	Цели АСУ ТП и автоматизированные функции	40
2.14	Перечень подсистем АСУ ТП с указанием функций и задач, реализуемых в каждой подсистеме.....	41
2.15	Сбор и первичная обработка дискретной информации	42
2.16	Защита технических средств от механических, тепловых, электромагнитных воздействий.....	42
2.17	Решения по защите информации в автоматизированной системе управления (АСУ)	45
2.18	Описание размещения комплекса технических средств и требования к монтажу	56
2.19	Установка и перечень оборудования	61
2.20	Вывод по второй главе.....	68
3	Оценка экономической эффективности внедрения системы телемеханики ...	69
3.1	Стоимость пусконаладочных работ	69
3.2	Стоимость устанавливаемого оборудования	73
3.3	Стоимость капиталовложений	81
3.4	Вывод по третьей главе	82
	Заключение	83
	Список используемых источников.....	85

Введение

Отрасль химической промышленности является комплексным решением, показывающим, так же как и машиностроение, уровень прогресса страны, обеспечивая разные отрасли народного хозяйства инновационными материалами и химическими технологиями, а также производящая товары народного потребления. Промышленность в области химии занимается выпуском множества различных видов продукции, по количеству уступая только машиностроению. Комплексно используя разнообразие сырья и утилизируя производственные отходы химическая индустрия создает систему связей со многими направлениями промышленности [1].

Публичное акционерное общество «Тольяттиазот» (ПАО «ТОАЗ») - запустившееся в 1979 году, является одним из самых больших химических предприятий страны, входящее в десятку лидеров по производству аммиака по всему миру, а также способное выпускать около трех миллионов аммиака в год.

Принимая в расчет стремительный производственный экономический рост, усложнение и развитие структур систем электроснабжения и ввод в эксплуатацию информационно – вычислительной техники в больших объемах, надежность и экономичность сетей должна также расти. Так как влияние Российской рыночной экономики расширяется, появляется интерес к изучению, использованию и созданию новых различных методик и моделей в энергетике.

Управление технологическим процессом предприятия такого масштаба является сложной задачей, требующей современного решения для повышения качества производства [2].

Из вышеизложенного следует вывод о необходимости введения новой системы управления технологическим процессом инженерной инфраструктуры, в том числе электроснабжения, предприятия ПАО «ТОАЗ».

Основной целью магистерской диссертации является повышение надежности и долговечности работы электрооборудования, сокращение затрат на его ремонт, повышение экономичности работы электрооборудования.

Достижение поставленной цели обеспечивается следующими способами:

- применением функций автоматизированного управления;
- совершенствованием информационной поддержки оперативного и технического персонала;
- повышением надежности и живучести средств контроля и управления за счет применения более надежной элементной базы, избыточности и самоконтроля технических и программных средств;
- внедрением непрерывных методов технической диагностики электротехнического оборудования.

«Телемеханика энергетики» (ТМ) Цеха №18», системы «Автоматизированная система управления технологическим процессом инженерной инфраструктуры ПАО «ТОАЗ» - в дальнейшем Подсистема ТМ, выполнена на базе современных информационных технологий имеет возможность интеграции ее в систему управления производством (АСУ ТП), для создания автоматизированного производственно-технологического комплекса, соответствующего мировым стандартам, а также обеспечить эффективное управление технологическим процессом, полностью соответствующего современным концепциям в этой области.

Подсистема телемеханики цеха №18 формируется как основное средство ведения технологического процесса, которое гарантирует требуемый уровень эффективности эксплуатации и надежности основного оборудования во всех режимах ее функционирования.

Внедрение этой системы обеспечивает автоматизацию технологических процессов для создания надежного электроснабжения потребителей, повышение эффективности, сокращения эксплуатационных затрат и безопасности обслуживающего персонала.

Основными задачами магистерской диссертации являются:

- Анализ проблем существующей системы сбора электрической энергии на предприятии ПАО «ТОАЗ»

- Описание системы и выбор оборудования
- Оценка экономической эффективности внедрения системы телемеханики.

1 Анализ проблем существующей системы сбора электрической энергии на предприятии ПАО «ТООАЗ»

У имеющейся системы телемеханики ПАО «ТООАЗ» имеется определенное количество недостатков, на которые стоит обратить внимание так как если и дальше продолжать придерживаться такой системы, это ухудшит состояние текущих проблем:

- основной проблемой является возраст оборудования, с момента последней модернизации системы телемеханики прошло более 25 лет. Клеммные колодки и контакты не надежные, во многих случаях нет свободных контактов, требуется размножение контактов. Кабели передающие информацию в плохом состоянии и не обеспечивают надежности передачи сигнала, отсутствует экранирование, алюминиевая жила.

- некоторые приборы не имеют необходимых интерфейсов для подключения к современной системе телемеханики.

- отдаленность пунктов сбора телеметрической информации, что приводит к значительным затратам времени, а это ведет к увеличению численности персонала;

- существующая система телемеханики выдает информацию (напряжение, на секциях шин ГПП, частоту на трансформаторах) через преобразователи класса точности 2. Такие преобразователи не позволяют получить точное значение, а также частые сбои приводят к потере информации.

- система коммерческого учета электрической энергии сделана по современным требованиям и обеспечивает учет электроэнергии по всему заводу, а технический учет (учет по отдельным производствам) остался на старых счетчиках с импульсным обменом информации, устройство сбора и передачи данных (УСПД) и устройства сбора (УС) уже не удовлетворяют современным требованиям, бывают частые отказы этих устройств что не позволяет сделать точные расчеты потребления электроэнергии по цехам.

- мозаичный щит частично не функционирует, нет мониторинга текущих процессов, а также нет возможности реализовать функционал новой системы, мозаичный щит представлен на рисунке 1.

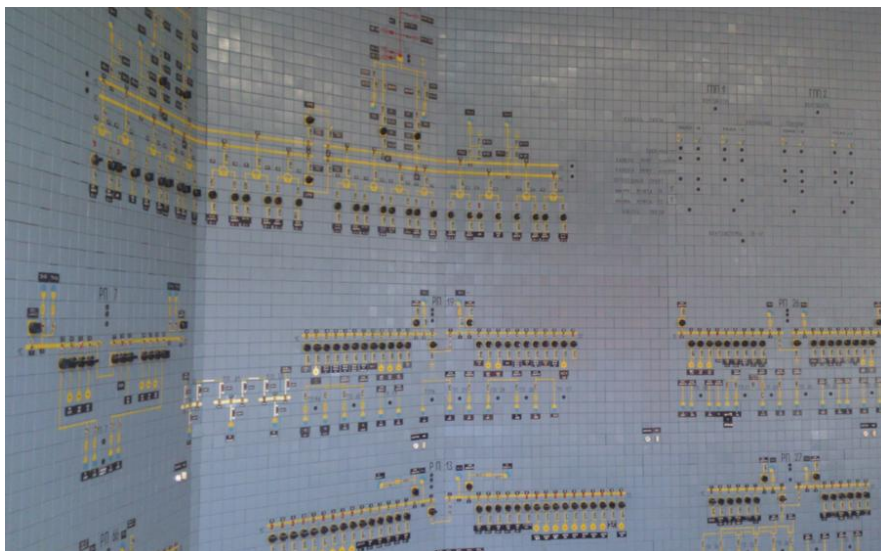


Рисунок 1 – Мозаичный щит

Таким образом должен быть установлен перечень параметров подсистемы, информацию о которых необходимо выводит на локально диспетчерские пункты, перечень оборудования/узлов, являющихся наиболее значимыми с точки зрения оптимизации потребления энергоресурсов, а также перечень точек для проектирования вновь устанавливаемого оборудования.

Определены наличие и достаточность транспортной информационной сети передачи данных, обозначены места и необходимые технические мероприятия для приспособления помещений под размещение рабочих мест локальных диспетчерских пунктов [3].

Должен быть установлен объем и способ отображения информации о параметрах сети.

1.2 Преимущества и основные технические решения в организации учета при помощи автоматизированных систем

Внедрение этой системы обеспечивает автоматизацию технологических процессов для создания надежного электроснабжения потребителей, повышение эффективности, сокращения эксплуатационных затрат и безопасности обслуживающего персонала.

Основными преимуществами подсистемы ТМ обеспечивать автоматизацию технологических процессов для создания надежности и экономичности работы основного оборудования, находящегося на подстанциях и прилегающих участках электрических сетей, вдобавок минимизировать эксплуатационные затраты и повысить эффективность и безопасность обслуживающего персонала.

Средства Подсистемы ТМ цеха №18 обеспечивают решение задач управления, контроля, измерений и диагностики с передачей телеметрической информации на вышестоящие уровни иерархии диспетчерского управления.

Подсистема «Телемеханика энергетики» цеха №18 является частью АСУ ТП инженерной инфраструктуры ПАО «ТОАЗ». Создаваемая Подсистема базируется на основе расширенной системы автоматизации 800xA, включающей в себя средства сбора, обработки, регистрации, управления, отображения, передачи информации в реальном времени и хранения информации.

1.3 Решения по структуре системы, подсистем, способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы

Структура Подсистемы организована по иерархическому принципу. Каждый уровень структуры комплектуется набором средств технического обеспечения. Укрупненная структура Подсистемы приведена на рисунке 2.

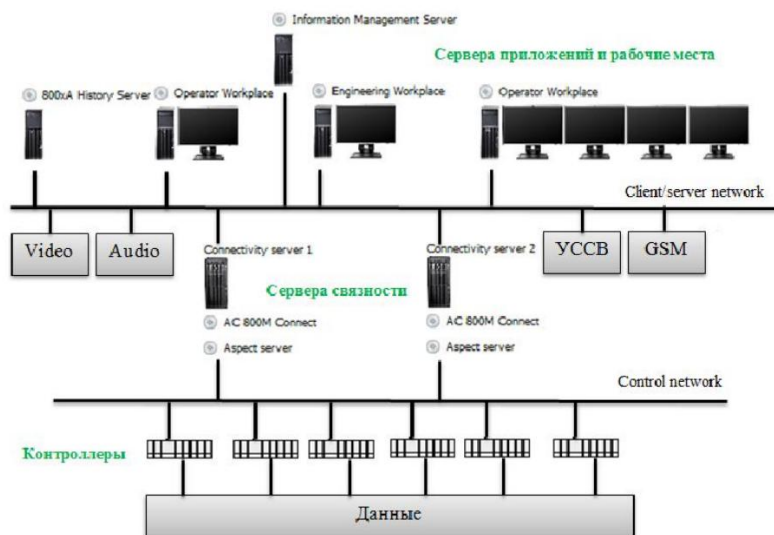


Рисунок 2 – Укрупненная структура Подсистемы

«Автоматизированная система управления технологическим процессом» инженерной инфраструктуры ПАО «ТОАЗ» включает в себя перечисленные ниже уровни иерархии:

1. Нижний уровень:

– сбор дискретных и аналоговых сигналов с существующего оконечного оборудования.

2. Производственный уровень:

– первичная обработка информации и передача её на контроллеры и модули ввода - вывода; вторичная обработка информации (контроллеры 800xA); передача информации в сеть передачи данных технологического сегмента и прием управляющих команд.

3. Верхний уровень:

- обработка сигналов оборудованием серверов;
- регистрация параметров;
- протоколирование событий и аварийная сигнализация;
- предоставление оператору (диспетчеру) графического отображения однолинейных электрических схем ГПП и РП;
- генерация и печать отчетов;

- формирование управляющих команд;
- представление оперативной и исторической информации АСУ ТП инженерной инфраструктуры ПАО «ТОАЗ».

1.4 Решения по взаимосвязям автоматизированной системы со смежными системами и обеспечению ее совместимости

В процессе функционирования Подсистема «Телемеханика энергетики» взаимодействует с «Центром мониторинга и потребления энергоресурсов». Взаимодействие Подсистемы с системой АСУ ТП инженерной инфраструктуры ПАО «ТОАЗ» происходит в части передачи в АСУ ТП результатов измерения количественных и качественных параметров электроэнергии и состояния объектов измерений. Передача параметров между системами осуществляется по локально- вычислительной сети, которая построена в виде информационного кольца на основе выделенных волокон существующих сетей предприятия [4].

1.5 Решения по режимам функционирования работы Подсистемы ТМ

Подсистема обеспечивает функционирование в следующих режимах:

- в штатном режиме;
- в сервисном режиме.

После подачи напряжения электрического питания на оборудование выполняется, тестирование оборудования и, в случае успешного завершения тестов, переход в штатный режим работы.

В штатном режиме работы Подсистема телемеханики выполняет следующие задачи:

- контроль параметров электрической сети и состояния КА;
- предоставление оператору (диспетчеру) графического отображения однолинейных электрических схем ГПП и РП в динамике изменений состояния

коммутационных аппаратов, срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации;

- аварийная сигнализация при выходе параметров технологических процессов происходящих на РП и ГПП за допустимые пределы, а также протоколирование событий;

- предоставление численных значений технологических параметров ГПП и РП;

- регистрация параметров, нужных для оценки и анализа работы технологического оборудования РП и ГПП, действий персонала и состояния средств автоматизации, кроме того:

- диагностика комплекса технических средств Подсистемы;

- протоколирование технологических событий нормального режима;

- генерация отчётов оперативной информации (оперативный журнал событий);

- формирование и представление оперативной информации верхним уровням управления (начальнику цеха, главному энергетiku, ПДС).

В сервисном режиме работы производится добавление новых устройств и изменение конфигурации Подсистемы. Изменения вносятся в конфигурацию Подсистемы при помощи сервисного программного обеспечения, которое поставляется совместно с базовым и в соответствии с руководством на ПО.

При успешном окончании сервисного режима (прохождении всех тестов и проверок по функционированию) Подсистема переводится в штатный режим работы.

1.6 Решения по квалификации, функциям и численности персонала АС, порядку взаимодействия и режимам его работы

Вид оперативного обслуживания Подсистемы ТМ - постоянный дежурный оперативный персонал (начальник смены). Управление Подсистемой ТМ ведется единолично посменно. Непосредственные переключения в системе

электроснабжения ПАО «ТОАЗ» выполняются оперативным дежурным персоналом цеха №18 [5].

Персонала Подсистемы обязан уметь обеспечить эффективное функционирование системы во всех режимах работы. Подготовка персонала Подсистемы должна быть в соответствии с инструкциями организационного обеспечения для того чтобы выполнять свои обязанности. Каждый член персонала, должен уметь применять подобающие информационные модели и работать с документацией и техническими средствами, определяющими порядок его деятельности. Квалификация и количество персонала устанавливается действующим штатным расписанием. Эксплуатационный и технологический персонал обязан пройти соответствующее обучение перед вводом Подсистемы в эксплуатацию. Пользователи Подсистемы ТМ обязаны иметь квалификацию, обеспечивающую:

- основные знания информационной безопасности. Специальные требования к квалификации предъявляются техническому персоналу эксплуатационной группы (системные администраторы и специалистам технической поддержки);

- базовые навыки работы на ПК с новыми операционными системами.

К сотрудникам эксплуатационной группы также предъявляются требования, помимо базовых навыков работы на ПК:

- навыки владения серверными технологиями (весь персонал);
- знания в области поддержки пользователей.

Требования к уровню квалификации и компетенции пользователей в предметной области Подсистемы, определяются их должностными инструкциями и другими нормативно – методическими документами.

1.7 Состав функций, комплексов задач, реализуемых Подсистемой

В процессе работы Подсистемы реализует следующие функции:

- первичная обработка и сбор дискретной информации;

- первичная обработка и сбор аналоговой информации;
- передача сигналов управления на РПН;
- ввод инициативных сигналов изменения состояния оборудования;
- отображение текущего режима работы объектов автоматизации на АРМ-ах Подсистемы и мнемосхеме видеостены, в виде динамических однолинейных схем;

- контроль основных параметров силового электрооборудования подстанций в виде результатов телеизмерений на отдельном локальном экране с выводом событий, происходящих в Подсистеме, включая аварийные;

- ведение архивов информации;
- формирование отчетных документов;

- подготовка всех необходимых данных и их передача в сеть (начальнику цеха, главному энергетiku, ПДС). С помощью программно-технического комплекса Подсистемы производится решение следующих задач:

- Диагностика состояния основного технологического оборудования и мониторинг эксплуатационных параметров.

- Диагностика и мониторинг комплекса программно-технических средств Подсистемы.

- Регистрация параметров, нужных для оценки работы технологического оборудования и анализа, действий персонала и средств автоматизации, а также: запись и регистрация технологических событий нормального режима; запись аварийных процессов и регистрация аварийных ситуаций.

- Регистрация параметров переходных процессов в не естественных режимах.

- Технический учёт мощности и электроэнергии.

- Обеспечение информационной и общей безопасности Подсистемы.

- Учет параметров основного технологического оборудования.

1.8 Решения по комплексу технических средств и его размещению на объекте

В целом в состав комплекса технических средств подсистемы «Телемеханика энергетики» цеха №18 входят:

- первичные преобразователи
- измерительные трансформаторы тока и напряжения, контакты реле и конечных выключателей;
- первичные средства измерения и учета;
- цифровые счетчики электроэнергии и анализаторы сети;
- шкафы автоматики с контроллерами и модулями сбора и передачи данных;
- каналы связи с первичными средствами измерения и учета;
- каналы связи с сервером и субъектами обработки информации;
- серверное оборудование Подсистемы;
- средства синхронизации системного времени;
- локальный диспетчерский пункт (ЛДП) с оборудованием визуализации мнемосхемы (видеостена и контроллеры видеостены);
- автоматизированные рабочие места пользователей системы;
- серверное оборудование технологического видеонаблюдения;
- серверное оборудование системы регистрации телефонных переговоров диспетчера.

1.9 Первичные средства измерения и учета

Для технического учета электроэнергии применяется многофункциональный счетчик для технического и коммерческого учета электроэнергии компании АББ А44 Platinum.

Преимущества счетчика А44 Platinum:

- прямое подключение до 80 А или трансформаторное;

- класс точности 0,5S;
- измерение параметров сети;
- встроенные интерфейсы для удаленного считывания данных: ИК-порт, импульсный выход, RS485 (Modbus);
- рабочий диапазон температур: - 40 +70 °С;
- зарегистрированы в Госреестре средств измерений РФ;
- возможность опломбирования.

В помещении ГПП 1, 2, 3, 10 счетчики А44 Platinum устанавливаются в панелях, в помещениях РП - в ячейках. Установка счетчиков производится на дин-рейку.

Анализатор сети M2M Modbus - это прибор для измерения основных электрических параметров в трехфазной и однофазной сети, предназначенный для мониторинга и локального или удаленного анализа данных [6]. Анализатор сети M2M Modbus показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Анализатор сети M2M Modbus

Характеристики анализатора сети M2M Modbus представлен в таблице 1

Таблица 1 - Характеристики анализатора сети M2M Modbus

Диапазон напряжения	От 24 до 240 В пер./пост.тока В
Частотный диапазон	45 – 65 Гц
Защитный плавкий предохранитель	T 0.5 А от 24 В до 100 В
Потребление энергии	макс. 7 ВА
Габаритные размеры	96 мм x 96 мм x 77 мм
Вес	0,400 макс

Прибор M2M измеряет и обрабатывает приведенные ниже параметры:

- Напряжение (фаза-нейтраль и линейное напряжение) и соответствующие пиковые величины;
- Сила тока и соответствующие пиковые величины;
- Коэффициенты мощности отдельной фазы и трехфазной системы с отличительными пиктограммами для индуктивной и ёмкостной нагрузки;
- Частота (измеряемая в фазе L1-N);
- Энергия активная, реактивная и полная каждой фазы и трехфазной системы;
- Средние величины мощностей на период времени, программируемый пользователем;
- Максимальная нагрузка, рассчитанная по активной и полной мощности;
- Полный счётчик часов работы с возрастающим отсчетом T1 и счетчик часов работы с обратным отсчетом T2.

Анализаторы сети M2M Modbus устанавливаются на дверях релейных отсеков ячеек отходящих фидеров. Приборы устанавливаются в отверстия 92x92мм вырезанные в двери релейного отсека ячейки.

1.10 Шкафы автоматики с контроллерами и модулями сбора и передачи данных

Тип и конфигурации контроллеров АС 800М определялись с помощью конструктора средств управления 800хА с учетом количества входных/выходных данных и необходимых портов ввода/вывода. Ниже приведены их основные технические характеристики. Распределение модулей по шкафам управления ГПП и РП сведено в таблицу 1.

а) Процессорный модуль РМ856

- Тактовая частота 24 МГц;
- Память (оперативная) 8Мб;
- Рабочая температура от +5 до +55оС.

б) Модуль CI853K01 двойной интерфейс RS232-C

- Главное устройство Modbus;
- Определяемые пользователем протоколы;
- Скорость передачи 75 – 19200 б/с;
- Разъем розетка RJ-45.

в) Модуль ввода дискретных сигналов DI 818

- Количество каналов ввода 32 (2 группы по 16);
- Входное напряжение логической «1» 15...30 В;
- Входное напряжение логического «0» -30...5 В;
- Номинальный входной ток 6 мА при 24 В;
- Тип входа источник тока.

г) Модуль ввода дискретных сигналов DI 810

- Количество каналов ввода 16 (2 группы по 8);
- Входное напряжение логической «1» 15...30 В;
- Входное напряжение логического «0» -30...5 В;
- Номинальный входной ток 6 мА при 24 В;
- Тип входа источник тока.

д) Модуль вывода дискретных сигналов DO 810

- Количество каналов вывода 16 (2 группы по 8);
- Макс. постоянный ток 0,5 А;
- Рабочее напряжение 12...24 В;
- Тип выхода транзисторный, источник тока;
- защита от короткого замыкания [7].

Перечень оборудования, устанавливаемого в шкафах контроллеров приведено в таблице 1

Таблица 1 – Перечень оборудования, устанавливаемого в шкафах контроллеров

№ п/п	Объект	PM856AK01	CI853	DI 818	DI 810	DO 810	DO 820	AI 810	ILPH RS232/ RS422-485
1	ГПП-1	2	4	4	1	1	1	1	6
2	ГПП-2	2	4	4	1	1	1	1	6
3	ГПП-3	2	2	2	2	1	1	1	3
4	ГПП-10	2	4	4	1	1	1	1	6
5	РП-1	1	2	1	1	1	-	-	4
6	РП-4	1	2	1	1	1	-	-	4
7	РП-5	1	2	1	1	1	-	-	4
8	РП-6	1	2	1	1	1	-	-	4
9	РП-7	1	2	1	1	1	-	-	4
10	РП-8	1	3	2	-	1	-	-	5
11	РП-10	1	3	2	-	1	-	-	5
12	РП-13	1	3	2	1	1	-	-	6
13	РП-13А	1	3	2	-	1	-	-	6
14	РП-19	1	3	2	-	1	-	-	5
15	РП-26	1	3	2	-	1	-	-	5

Продолжение таблицы 1

16	РП-27	1	2	2	-	1	-	-	4
17	РП-33	1	2	1	1	1	-	-	4
18	РП-48	1	3	2	-	1	-	-	5
19	РП-51	1	2	1	1	1	-	-	4
20	РП-54	1	3	2	-	1	-	-	5
21	РП-56	1	2	1	1	1	-	-	3
22	РП-61	1	2	2	-	1	-	-	4
23	РП-62	1	2	1	1	1	-	-	3
24	РП-66	1	2	1	1	1	-	-	4
25	РП-67	1	2	1	1	1	-	-	4
26	РП-69	1	3	2	-	1	-	-	5
27	РП-70	1	2	1	1	1	-	-	4
28	РП-79	1	2	1	1	1	-	-	4
29	РП-81	1	2	1	1	1	-	-	3
30	РП-83	1	3	2	-	1	-	-	5
31	ПП-110кВ	1	-	1	1	-	-	-	-
32	КП корп.173	1	1	2	-	-	-	-	-
33	КП Стендовое	1	1	2	-	-	1	4	-
34	КП Резервное	1	1	2	-	-	1	4	-
	Всего	38	78	59	21	30	6	12	134

1.11 Средства синхронизации системного времени

Источником общесистемного времени выступает сервер точного времени Метроном- 200/GLN. Приемник точного времени принимает GPS сигнал для синхронизации времени от спутника и передает его SNTP-серверу Метроном-200/GLN.

Подсистема обеспечения единого времени (СОЕВ) привязана к единому календарному времени.

Привязка оборудования Подсистемы ко времени SNTP-сервера осуществляется каждый час с порогом синхронизации ± 1 с. Сервер поддерживает единое системное время, выполняя автоматически коррекцию хода часов подключенных к нему серверов, АРМ, контроллеров и счетчиков А44 Platinum. Измерение времени в оборудовании происходит автоматически внутренним таймером [8].

1.12 Локальный диспетчерский пункт (ЛДП) с оборудованием визуализации мнемосхемы (видеостена и контроллер видеостены)

Локальный диспетчерский пульт представляет собой расширенное рабочее место оператора, оснащенного следующим оборудованием:

- Программно-аппаратный комплекс (ПАК) видеостены;
- 23-дюймовые мониторы – 4 шт;
- Эргономичный стол;
- Клавиатурой и др.

На 1 мониторе - отображаются однолинейные схемы выбранной подстанции, с отображением сигналов телесигнализации.

На 2 мониторе - отображаются все события в формате бегущей строки.

На 3 мониторе - отображаются результаты телеизмерений по подстанциям и телеуправление РПН.

На 4 мониторе - отображается информация с микропроцессорных устройств РЗА «Сириус».

1.13 Программно-аппаратный комплекс (ПАК) видеостены

Все мнемосхемы, отображаемые на мониторах и видеостене, отвечают требованиям предъявляемым к мнемосхемам по ГОСТ 21480-76. Система "человек-машина".

Угловые размеры мнемознака простой конфигурации должны быть не менее 20 угл. мин.

Угловые размеры сложного мнемознака (с наружными и внутренними деталями) должны быть не менее 35 угл. мин, а угловой размер наименьшей детали - не менее 6 угл. мин.

Яркостный контраст между мнемознаками и фоном мнемосхемы должен быть не менее 65%.

Для отображения однолинейной схемы распределительной сети 110/6 кВ всего предприятия, с наличием резерва под расширение не менее 10% на мнемосхеме необходимы размеры полиэкрана (видеостены) 11000x2200 мм.

ПАК видеостены состоит из:

- профессиональных панелей Samsung 46" (38шт.)
- сетевых Full HD медиаплееров;
- программного обеспечения видеостены;
- металлического каркаса и инсталляционного комплекта.

ПАК видеостены:

- обеспечивает возможность создания произвольной конфигурации (объединения отдельных сегментов в единое поле);
- дает возможность управления правами доступа пользователей, допущенных к управлению ПАК видеостены;
- обеспечивает графическое разрешение не менее 13640x2728 пикселей;
- имеет изгиб каркаса табло;
- имеет встроенную систему автоматического сведения яркости и цветопередачи панелей.

Характеристики панелей:

- диагональ экрана – 46 дюймов;
- разрешение экрана – 1920x1080 пикселей;
- яркость экрана – 450 кд/м²;
- динамический контраст – 3500 : 1;
- угол обзора по горизонтали: 178°;
- угол обзора по вертикали: 178°;
- LED подсветка экрана;
- межмодульный зазор не более 10 мм;
- напряжение электропитания – 90-240 В, 50-60Гц;
- гарантийный срок работы – не менее 2 лет;
- срок службы не менее 5 лет.

Оборудование видеостены должно быть запитано от источника бесперебойного питания мощностью не менее 8 кВт [9]. Внешний вид видеостены представлен на рисунке 4.

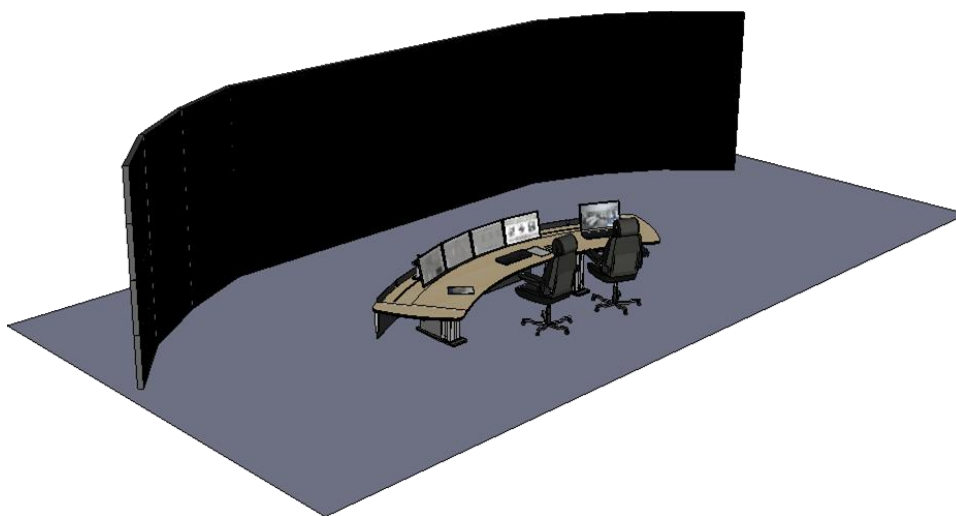


Рисунок 4 – Видеостена

1.14 Выводы по первой главе

Произведен анализ существующей системы телемеханики ПАО «ТОАЗ». Выделены основные проблемы старой системы предприятия, при которой

кабели, передающие информацию, не обеспечивают надежной передачи сигнала, старые преобразователи не позволяют получить точное значение, а также частые сбои приводят к потере информации, а также имеются следующие проблемы:

- клеммные колодки и контакты не надежные;
- во многих случаях нет свободных контактов;
- некоторые приборы не имеют необходимых интерфейсов для подключения к современной системе телемеханики;
- мозаичный щит частично не функционирует, нет мониторинга текущих процессов, а также нет возможности реализовать функционал новой системы;
- отдаленность пунктов сбора телеметрической информации, что приводит к значительным затратам времени, а это ведет к увеличению численности персонала.

Выделены преимущества и основные технические решения в организации учета при помощи автоматизированных систем.

Основными преимуществами подсистемы ТМ является обеспечение автоматизации технологических процессов с целью повышения надежности и экономичности работы оборудования подстанции и участков прилегающих электрических сетей и, как следствие, обеспечения надежного электроснабжения потребителей электроэнергии, а также сокращения эксплуатационных затрат, повышения эффективности и безопасности обслуживающего персонала.

2 Описание свойств и характеристик системы и выбор оборудования

2.1 Структура системы и назначение ее частей

Структура Подсистемы организована по иерархическому принципу. Каждый уровень структуры комплектуется набором средств технического обеспечения. Структура Подсистемы включает в себя перечисленные ниже уровни иерархии:

Нижний уровень:

– сбор дискретных и аналоговых сигналов с существующего и устанавливаемого окончного оборудования: измерительных трансформаторов тока и напряжения, датчиков температуры масла силовых трансформаторов, контактов положения коммутационных аппаратов (силовых выключателей), контактов указательных и промежуточных реле, контактов концевых выключателей и герконов.

Производственный уровень:

– первичная обработка информации (масштабирование, кодирование, присвоение меток времени) и передача информации на контроллеры и модули ввода-вывода (счетчики А44 и анализаторы сети А44); вторичная обработка информации (контроллеры 800xA); передача информации через сеть передачи данных технологического сегмента в сервера Подсистемы. Производственный уровень обеспечивается шкафами автоматики, устанавливаемыми в помещениях ГПП и РП.

Верхний уровень

– обработка сигналов оборудованием серверов: выдача управляющих сигналов, получение и регистрация параметров, протоколирование событий и аварийных сигналов, ведение краткосрочного и долгосрочного архивов,

контроль за аппаратным обеспечением, представление информации и архивных данных центра мониторинга анализа (ЦМА) (резервируемый Connectivity server и Aspect server – два аппаратных сервера, аппаратный Information Management server и аппаратный History server);

- предоставление оператору (диспетчеру) графического отображения однолинейных электрических схем и численных значений технологических параметров ГПП и РП, срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации, отображение данных архивов (трендов) и формирование отчетов (расширенное рабочее место оператора и видеостена из профессиональных дисплеев Samsung);

- графического отображения однолинейных электрических схем, отображение данных архивов и формирование отчетов [10].

2.2 Обслуживание и режимы функционирования системы

Главными требованиями к эксплуатации Подсистемы составляют требования к круглосуточному и еженедельному обслуживанию в нормальных режимах и нештатных ситуациях.

Подсистема обеспечивает функционирование в следующих режимах:

- в штатном режиме;
- в сервисном режиме.

После подачи напряжения электрического питания на оборудование выполняется тестирование оборудования и, в случае успешного завершения тестов, переход в штатный режим работы.

В штатном режиме работы Подсистема реализует следующие функции:

- первичная обработка и сбор дискретной информации;
- первичная обработка и сбор аналоговой информации;
- передача сигналов управления на РПН;
- ввод инициативных сигналов изменения состояния оборудования;

- отображение текущего режима работы объектов автоматизации на автоматизированном рабочем месте (АРМ) и мнемосхеме видеостены, в виде динамических однолинейных схем;

- контроль основных параметров силового электрооборудования в виде результатов телеизмерений на отдельном локальном экране с выводом событий,

- происходящих в Подсистеме, включая аварийные в виде «бегущей строки»;

- ведение архивов информации;

- формирование отчетных документов;

- подготовка данных, и их передача в центр мониторинга и анализа.

В сервисном режиме работы производится добавление новых устройств и изменение конфигурации системы. Изменения вносятся в конфигурацию системы при помощи сервисного программного обеспечения (ПО), которое поставляется совместно с базовым и в соответствии с руководством на ПО.

При успешном окончании сервисного режима (прохождении всех тестов и проверок по функционированию) система переводится в штатный режим работы.

В штатном режиме функционирования Подсистема обеспечивает безотказную работу пользователей в режиме – 24-х часов в день, 7-и дней в неделю (24x7).

В сервисном режиме Подсистема должна обеспечивать возможность проведения

следующих работ:

- техническое обслуживание;

- модернизацию аппаратно-программного комплекса;

- устранение аварийных ситуаций.

Общее время проведения профилактических работ (ремонт и обслуживание) не превышает 20 часов в год с максимальным временем восстановления после сбоев не более 2-х часов.

2.3 Сбор и первичная обработка аналоговой информации

Аналоговые сигналы с измерительных трансформаторов тока и измерительных трансформаторов напряжения по многожильным контрольным кабелям поступают на измерительные входы микропроцессорных измерительных приборов (МИП) (счетчиков A44 Platinum / анализаторов сети M2M Modbus) [11].

В ходе первичной обработки информации в МИП выполняются:

- масштабирование;
- присвоение меток времени событиям (в счетчике A44 Platinum);
- определение расчетных величин.

Счетчики A44 Platinum, установленные на вводах ГПП передают на контроллер PM856 по цифровому интерфейсу RS-485 через преобразователь интерфейсов RS-485 в RS-232 (ILPH RS232/RS422-485) и модуль связи CI853 следующие измеренные и расчетные величины:

- токи I_a, I_b, I_c, I_n ;
- напряжения фазные и линейные $U_a, U_b, U_c, U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}$;
- мощность активную по фазам и суммарную $P_a, P_b, P_c, \Sigma P$;
- мощность реактивную по фазам и суммарную $Q_a, Q_b, Q_c, \Sigma Q$;
- мощность полную по фазам и суммарную $S_a, S_b, S_c, \Sigma S$;
- коэффициент мощности $\cos\varphi$;
- частота сети F_a , гармонические искажения THD $I_a, THD I_b, THD I_c, THD U_a, THD U_b, THD U_c, THD U_{ab}, THD U_{bc}, THD U_{ca}$.

Счетчики A44 Platinum, установленные на вводах РП передают на контроллер PM856 по цифровому интерфейсу RS-485 через преобразователь

интерфейсов RS-485 в RS-232 (ILPX RS232/RS422-485) и модуль связи CI853 следующие измеренные и расчетные величины:

- токи I_a, I_b, I_c, I_n ;
- напряжения фазные и линейные $U_a, U_b, U_c, U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}$;
- мощность активную по фазам и суммарную $P_a, P_b, P_c, \Sigma P$;
- мощность реактивную по фазам и суммарную $Q_a, Q_b, Q_c, \Sigma Q$;
- мощность полную по фазам и суммарную $S_a, S_b, S_c, \Sigma S$;
- коэффициент мощности $\cos\varphi$;
- частота сети f_a .

Внешний вид счетчика A44 Platinum представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Счетчик A44 Platinum

Технические характеристики счетчика A44 Platinum представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики счетчика A44 Platinum

Количество тарифов	Четырехтарифный
Номинальное напряжение	3 x 57.7/100...288/500 V AC
Класс точности	0,5S класс
Температура эксплуатации	-40...+70°C
Номинальный ток	80 ампер
Функция	Platinum
Класс защиты по электробезопасности	2 класс
Межповерочный интервал	16 лет
Количество модулей (17,5 мм)	7 модулей
Степень защиты	IP 20

Анализаторы сети M2M Modbus на контроллеры PM856 (установленные на отходящих фидерах в ГПП и РП) по цифровому интерфейсу RS-485 через преобразователь интерфейсов RS-485 в RS-232 (ILPX RS232/RS422-485) и модуль связи CI853 следующие измеренные и расчетные величины:

- токи I_a, I_b, I_c, I_n ;
- напряжения фазные U_a, U_b, U_c ;
- мощность активную суммарную ΣP ;
- мощность реактивную суммарную ΣQ ;
- мощность полную суммарную ΣS .

Для измерения температуры масла автотрансформатора необходимо выполнить замену существующих манометрических показывающих сигнализирующих термометров ТКП-160 на сильфонные термометры с удаленной индикацией АКМ Gen2 OTI/WTI. Аналоговый сигнал (4-20мА) с термометра по многожильному контрольному кабелю поступает в контроллер на модуль ввода аналоговых сигналов AI 810 [12].

2.4 Сбор и первичная обработка дискретной информации

В состав дискретной информации входят сигналы положения коммутационных аппаратов подстанции, аварийно-предупредительная сигнализация, сигналы срабатывания устройств РЗА, сигналы положения дверей электроустановки, сигналы об изменении давления масла в кабелях, сигналы об изменении температуры масла силовых трансформаторов, сигналы об изменении уровня масла силовых трансформаторов, сигналы о работе устройств РПН, сигналы о неисправности шин оперативного тока и сигналы о неисправности щита постоянного тока.

Дискретные сигналы напряжением 24 В подаются на модули ввода дискретных сигналов DI 818 (DI 810) контроллера с контактов или клемм источников этих сигналов по многожильным контрольным кабелям.

В состав дискретной информации входят:

- сигналы положения коммутационных аппаратов подстанций;
- аварийно-предупредительная сигнализация;
- сигналы срабатывания устройств РЗА;
- сигналы положения дверей электроустановки;
- сигналы об изменении давления масла в кабелях;
- сигналы об изменении температуры масла силовых трансформаторов;
- сигналы об изменении уровня масла силовых трансформаторов;
- сигналы о работе устройств РПН;
- сигналы о неисправности шин оперативного тока;
- сигналы о неисправности щита постоянного тока.

Перечень и характеристики дискретной информации определяются в соответствии с рабочей документации по объекту: «Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) инженерной инфраструктуры ПАО «ТООАЗ».

В состав входят следующие дискретные сигналы:

- сигналы положения выключателей 110, 6 кВ ГПП и РП. Источником данных сигналов являются блок-контакты выключателей, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;
- обобщенные сигналы срабатывания аварийной сигнализации подстанции. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств центральной сигнализации подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;
- обобщенные сигналы срабатывания предупредительной сигнализации подстанции. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств центральной сигнализации подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;
- сигналы о коротком замыкании на землю на шинах 6 кВ. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств релейной защиты подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о работе устройств РПН. Источником данных сигналов являются доп. контакты состояния устройств РПН, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о положении дверей подстанции. Источником данных сигналов являются контакты концевых выключателей или герконов, установленных на входных дверях, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы об исчезновении рабочего напряжения на шинках оперативного тока. Источником данных сигналов являются контакты промежуточных указательных реле, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о срабатывании газовой защиты трансформаторов. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств релейной защиты силовых трансформаторов подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о понижении уровня масла трансформаторов, сигналы о перегреве масла трансформаторов. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств релейной защиты силовых трансформаторов подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы неисправности цепей оперативного тока устройств защиты и автоматики трансформаторов. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств релейной защиты силовых трансформаторов подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы отклонения давления масла в кабеле 110кВ. Источником данных сигналов являются доп. контакты манометров установленных на маслонеполненных кабелях 110 кВ, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о неисправности оборудования щита постоянного тока. Источником данных сигналов являются контакты промежуточных указательных реле, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигналы о превышении температуры силовых трансформаторов на ТП. Источником данных сигналов являются контакты промежуточных указательных реле, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания;

- сигнал отказа реле центральной сигнализации подстанции. Источником данных сигналов являются доп. контакты реле устройств центральной сигнализации подстанции, напряжение сигнала – постоянное 24 В с блока питания.

Дискретные сигналы с блока питания напряжением 24 В подаются на модули ввода дискретных сигналов DI 818 (DI 810) контроллера через контакты или клеммы источников этих сигналов по многожильным контрольным кабелям.

Во время первичной обработки дискретной информации выполняется:

- присвоение значков времени дискретному сигналу для однозначного распознавания технологических ситуаций при последующем анализе;

- устранение влияния «дребезга», возникающее при замыкании или размыкании контактов.

В Подсистеме имеется возможность формирования групповой сигнализации, суммирующей заранее заданный набор сигналов [13].

В Подсистеме обеспечена возможность получения аварийных сигналов с помощью осциллографирования аварийных режимов приборами «Сириус». Сигналы осциллографирования аварийных режимов с этих устройств будут заведены после выполнения отдельного проекта.

Дискретные сигналы подаются на модули ввода дискретных сигналов DI 818 (DI 810) контроллера с контактов или клемм источников этих сигналов по многожильным контрольным кабелям.

2.5 Передача сигнала телеуправления на РПН

Телеуправление РПН осуществляется с АРМ диспетчера. Управляющие сигналы для РПН формируются контроллером при замыкании контактов

модуля вывода дискретных сигналов DO820 и подачи дискретного сигнала напряжением 5-250В в цепи управления РПН [14].

2.6 Отображение текущего режима объектов на автоматизированном рабочем месте диспетчера

Контроль текущего режима и состояния главных схем цеха №18 на АРМ диспетчера включает в себя:

- контроль положения выключателей, разъединителей и заземляющих ножей подстанций с квитированием несоответствия. Сигналы положения выключателей – это физический сигнал, снимаемый с блок-контактов выключателя. Сигналы положения разъединителей и заземляющих ножей – это сигналы «ручного ввода», вводимые в систему диспетчером;

- контроль основных режимных параметров силового электрооборудования подстанций (напряжение на секциях шин всех уровней напряжения, токи на присоединениях, показания активной, реактивной и полной мощности, частота, коэффициент мощности, значения гармонических искажений, температура масла силовых трансформаторов);

Контроль реализован путем отображения всей вышеуказанной информации на АРМ и на мнемосхеме, отображаемой на видеостене, в виде динамических однолинейных схем. Выбор однолинейных схем и их фрагментов на локальном экране рабочей станции АРМ осуществляется дежурным диспетчером. Контроль основных режимных параметров силового электрооборудования подстанций в виде результатов телеизмерений отображается на отдельном локальном экране. Все события, происходящие в Подсистеме, включая аварийные, отображаются на отдельном локальном экране в виде «бегущей строки».

2.7 Ведение архивов информации

Средствами Подсистемы обеспечивается возможность сохранения (архивирования) регистрируемых параметров и событий.

К автоматически архивируемой информации относятся:

- значения аналоговых параметров;
- сигналы выхода аналоговых параметров за аварийные и предупредительные уставки и вхождения в норму;
- изменения дискретных сигналов, технологические события.

Информация хранится в виде двух архивов:

- краткосрочный архив (1 месяц) с дискретностью записи 1 сек.;
- долгосрочный архив (3 года) с дискретностью записи 1 мин.

Средства архивирования в составе Подсистемы обеспечивают:

- доступ к архивной информации с АРМ дежурного оперативного персонала;
- сохранение информации в энергонезависимом архиве.

2.8 Формирование отчетных документов

Из информации, накапливаемой в архиве, средства Подсистемы позволяют формировать и распечатывать отчетные документы, характеризующие технологический процесс.

Отчеты формируются автоматически, с заданной периодичностью и выводятся на печать по запросу оперативного персонала.

Перечень формируемых средствами Подсистемы отчетов включает следующие документы:

- ведомость технологических событий;
- журнал тревог, с возможностью их фильтрации;
- журнал событий, с возможностью их фильтрации.

Генератор отчетов предоставляет оператору гибкий инструмент для выборки данных. В окне работы с отчетами существует возможность ограничить временной промежуток с помощью выбора даты и времени начала

и окончания интересующего временного отрезка. Сортировка конечного списка возможна по времени, по количеству тревог и по номеру подстанции, предоставляя удобный и оперативный инструмент для анализа исторических событий. Система фильтров позволяет ограничить объем выводимого отчета только необходимой информацией. Существует возможность записи отчета в файл, что позволяет использовать сгенерированную информацию для интеграции в документы других офисных приложений [15].

2.9 Описание взаимосвязей подсистемы с другими системами и подготовка объекта автоматизации к вводу системы в действие

В процессе функционирования Подсистема взаимодействует с «Центром мониторинга и анализа потребления энергоресурсов».

Взаимодействие Подсистемы с Системой ПАО «ТОАЗ» происходит в части передачи в АСУ ТП результатов измерения количественных и качественных параметров электроэнергии и состояния объекта измерений.

Для передачи информации с контроллеров на серверы Подсистемы используются выделенные линии существующей сети ВОЛС предприятия. На их основе создается информационная кольцевая структура передачи данных. Передача данных строится на основе промышленных Ethernet-коммутаторов Cisco® 3000 Series (IE3000). На рисунке 5 представлен внешний вид Ethernet-коммутатора Cisco® 3000 Series (IE3000).



Рисунок 6 - Промышленный Ethernet-коммутатор Cisco® 3000 Series (IE3000)

2.10 Описание взаимосвязей АС с подразделениями объекта автоматизации

Локально-диспетчерский пункт (видеостена и расширенное рабочее место оператора) и сервера Подсистемы устанавливаются в цехе №18. Шкафы автоматизации размещаются в помещениях ГПП и РП и осуществляют непосредственную связь с объектами автоматизации (нижнем уровне иерархии системы). Передача данных между этими подразделениями Подсистемы организуется через сеть передачи данных технологического сегмента. Она построена в виде информационного кольца на основе выделенных волокон существующих сетей ВОЛС предприятия. Структурная схема сети передачи данных между подразделениями Подсистемы приведена на рисунке 7.

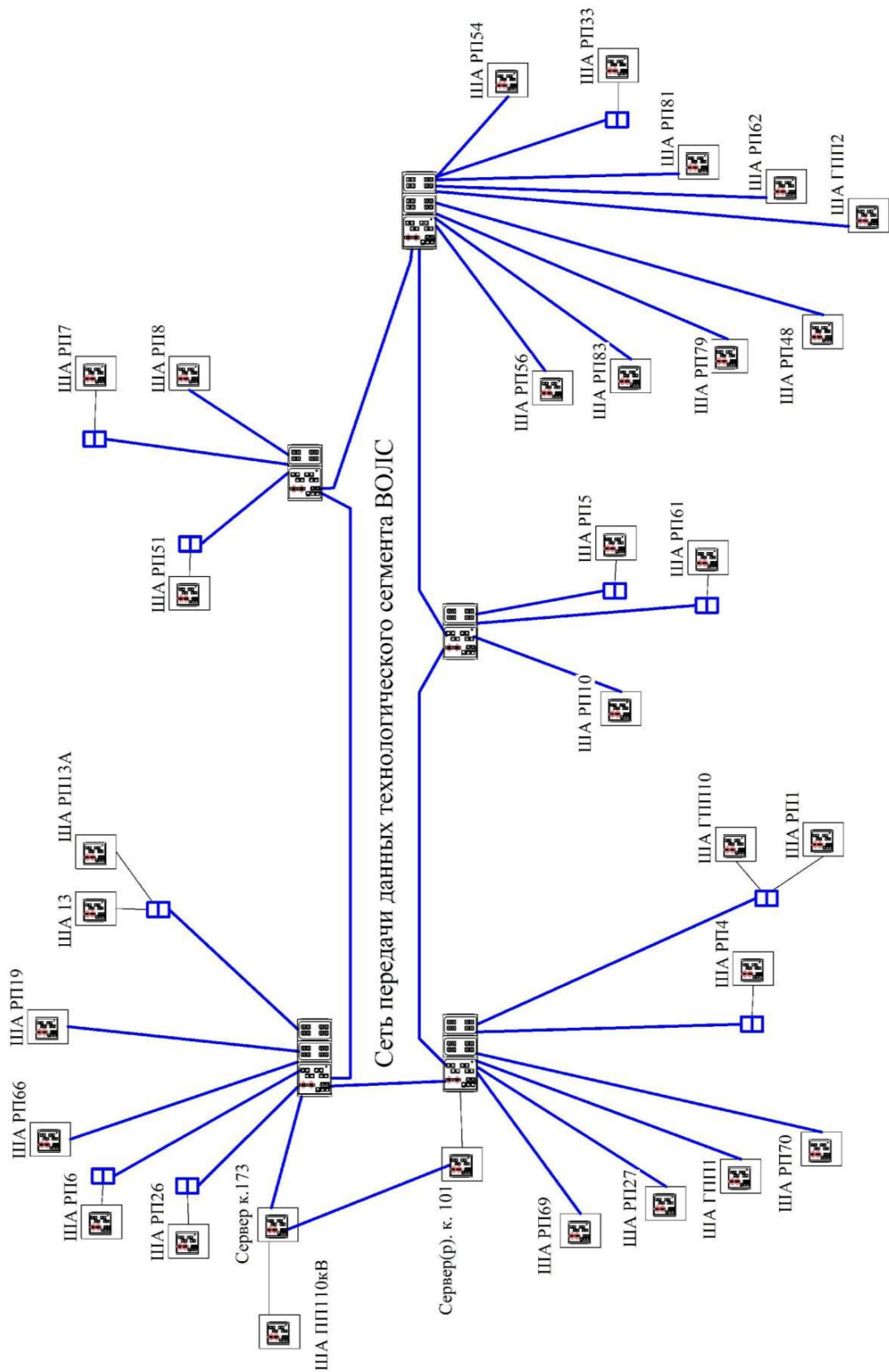


Рисунок 7 – Сеть передачи данных между подразделениями Подсистемы

2.11 Сбор и первичная обработка дискретной информации

В состав дискретной информации входят сигналы положения коммутационных аппаратов подстанции, аварийно-предупредительная сигнализация, сигналы срабатывания устройств РЗА, сигналы положения дверей электроустановки, сигналы об изменении давления масла в кабелях, сигналы об изменении температуры масла силовых трансформаторов, сигналы об изменении уровня масла силовых трансформаторов, сигналы о работе устройств РПН, сигналы о неисправности шин оперативного тока и сигналы о неисправности щита постоянного тока [16].

Дискретные сигналы напряжением 24 В подаются на модули ввода дискретных сигналов DI 818 (DI 810) контроллера с контактов или клемм источников этих сигналов по многожильным контрольным кабелям.

2.12 Мероприятия по обучению и проверке квалификации персонала

Требования к уровню компетенции и квалификации пользователей в предметной области Подсистемы, определяются их должностными инструкциями и другими нормативно-методическими документами.

К составу эксплуатационной группы предъявляются следующие требования:

- обширные знания в области поддержки пользователей;
- навыки владения базовыми серверными технологиями (для всего персонала).

Для получения навыков конфигурирования и расширения Подсистемы, обслуживающий персонал должен пройти курсы и сдать экзамен.

Для получения практических навыков работы с системой 800xA, в рамках проекта организуется инженерное рабочее место Engineering Workplace – АРМ в службе ТМ, связанное с установленным рядом стендовым шкафом [17].

2.13 Цели АСУ ТП и автоматизированные функции

Создание АСУ ТП подсистемы ТМ на подстанциях ПАО «ТООАЗ» имеет следующие цели:

- Повышение эффективности функционирования подстанций;
- Понижение уровня аварийности, сокращение сроков ликвидации аварий, снижение ущерба от аварий;
- Поднятие безопасности и надежности функционирования, улучшение эксплуатационного обслуживания вспомогательного и основного технологического оборудования, а также снижение стоимости ремонтных работ;
- Обеспечение нужных качественных показателей электроэнергии при решении задач передачи, распределения и преобразования электроэнергии;
- Снижение эксплуатационных расходов подстанций;
- Данный комплекс АСУ ТП также предусматривает дистанционное управление переключениями обмоток НН высоковольтных трансформаторов.

В процессе работы Подсистема реализует следующие функции:

- первичная обработка и сбор дискретной информации;
- первичная обработка и сбор аналоговой информации;
- передача сигналов управления на РПН;
- ввод инициативных сигналов изменения состояния оборудования;
- отображение текущего режима работы объектов автоматизации на автоматизированном рабочем месте и мнемосхеме видеостены, в виде динамических однолинейных схем;
- контроль основных параметров силового электрооборудования подстанций в виде результатов телеизмерений на отдельном локальном экране с выводом событий, происходящих в Подсистеме, включая аварийные в виде «бегущей строки»;
- ведение архивов информации;
- формирование отчетных документов;

- подготовка всех необходимых данных и их передача в сеть (начальнику цеха, главному энергетiku, ПДС).

2.14 Перечень подсистем АСУ ТП с указанием функций и задач, реализуемых в каждой подсистеме

Структура Подсистемы организована по иерархическому принципу. Каждый уровень структуры комплектуется набором средств технического обеспечения.

При помощи программно-технического комплекса Подсистемы ТМ достигается решения таких задач как:

- Контроль и мониторинг состояния параметров качества электроэнергии и основного оборудования, а также:

- сигнализация и регистрация при выходе параметров за допустимые пределы;

- представление цифровых значений электрических параметров, существенных для ведения режимов;

- сигнализация и отображение изменений электрических схем, происходящих в процессе работы электроустановок.

- представление оператору электрических схем подстанций;

- Отображение и регистрация параметров, нужных для оценки и анализа работы электротехнического оборудования, средств автоматизации и действий персонала, а также:

- запись и регистрация событий нормального режима;

- запись аварийных процессов и регистрация аварийных ситуаций.

- Формирование и представление оперативной и отчётной информации (главному энергетiku, начальнику цеха, начальнику смены).

- Учёт электроэнергии и мощности.

- Учет параметров основного электротехнического оборудования.

- Диагностика состояния электротехнического оборудования и мониторинг эксплуатационных параметров.
- Диагностика и мониторинг комплекса программно-технических средств АСУ ТП.
- Системная интеграция с системами и средствами автоматического контроля и управления (РЗА, АСКУЭ).
- Обеспечение информационной и общей безопасности Подсистемы.
- Запись телефонных переговоров.
- Запись видео с камер наблюдения.

2.15 Сбор и первичная обработка дискретной информации

В состав дискретной информации входят сигналы положения коммутационных аппаратов подстанции, аварийно-предупредительная сигнализация, сигналы срабатывания устройств РЗА, сигналы положения дверей электроустановки, сигналы об изменении давления масла в кабелях, сигналы об изменении температуры масла силовых трансформаторов, сигналы об изменении уровня масла силовых трансформаторов, сигналы о работе устройств РПН, сигналы о неисправности шин оперативного тока и сигналы о неисправности щита постоянного тока [18].

2.16 Защита технических средств от механических, тепловых, электромагнитных воздействий

– Защита от механических воздействий:

Неустойчивые к механическим воздействиям и повреждениям технические средства монтируются в шкафах, предохраняющих устройства от этих воздействий. Внутри шкафа производятся необходимые подключения, а оборудование внутри шкафа монтируется с учетом обеспечения возможности доступа к входящим в шкаф устройствам и их осмотра.

– Защита от климатических воздействий:

Для автоматического поддержания рабочей температуры $+5 - 50$ °С и исключения образования конденсата в шкафах АСУ ТП устанавливаются нагреватели с термостатами.

– Защита от электромагнитных воздействий:

На предприятии при коммутациях электрооборудования, грозовых перенапряжениях, коротких замыканиях (КЗ), и т.д., возникают электромагнитные поля. Оказывая действие на вторичные цепи, эти поля возбуждают в них импульсные помехи с высоким уровнем токов и напряжения, которые, могут привести к повреждению электрооборудования или вызвать неверную работу.

Для обеспечения нормальной работы устройств, предусматривается заземление устройств и соединительных кабелей.

Заземление реализуется присоединением рабочих (схемных) точек заземления устройств по ближайшему пути к зажимам заземления шкафов и корпусов устройств.

Механическая защита электросчетчиков от несанкционированного доступа обеспечивается наличием крышки клеммного отсека с возможностью её пломбирования. Также предусмотрено пломбирование крышки счетчика заводом-изготовителем.

Механическая защита контроллера от несанкционированного доступа обеспечивается наличием запирающейся на ключ двери шкафа, в котором установлен контроллер.

Защита информации на программном уровне при передаче информации и при параметрировании обеспечивается установкой системы паролей с разграничением прав пользователей для ограничения доступа к контроллерам, серверам и автоматизированным рабочим местам [19].

– Защита данных от несанкционированного доступа:

Согласно Приказа Федеральной службы по техническому и экспортному контролю №31 от 14 марта 2014 года, выделяют следующие ступени защиты:

- На физическом уровне применением аппаратных средств защиты.
- На программном уровне применением специализированных сервисных программ, файрволов и антивирусов.

Защита на физическом уровне осуществляется применением закрытой от сети завода сети передачи данных АСУТП. Используются собственные датчики нижнего уровня, коммутационные аппараты на среднем уровне, собственные серверные обеспечения на верхнем уровне. «Точки соприкосновения» системы АСУТП с существующей сетью передачи данных завода (вычислительной сетью завода) защищены промышленным коммутатором межсетевой защиты Tofino Xenon производства Hirschmann.

Tofino Xenon – это второе поколение программно-аппаратного комплекса для защиты сетевой инфраструктуры АСУ ТП от внешних и внутренних угроз безопасности, выпускаемого под известным брендом концерна Belden - Tofino Security [20].

Комплекс состоит из аппаратной платформы и программного обеспечения. Аппаратная платформа является конфигурируемой, позволяет подстроиться под существующую сетевую инфраструктуру, параметры внешней среды. Программная начинка состоит из программы-конфигуратора для комплексной настройки безопасности сети и программных модулей. Программные модули определяют функционал меж сетевого экрана Tofino Xenon. Программно-аппаратный комплекс позволяет сегментировать промышленную сеть и защитить критически важное оборудование с помощью создания безопасных зон в соответствии со стандартами промышленной безопасности NERC CIP и ISA/IEC-62443.

Tofino Xenon обладает следующими ключевыми особенностями:

- функции стационарного меж сетевого экрана для трафика;
- поддержка более 125 IT и промышленных коммуникационных протоколов;
- функции DPI (глубокий анализ пакетов) для протоколов Modbus TCP, EtherNetIP, OPC;

- создание защищенных соединений;
- протоколирование событий.

Платформа Tofino Xenon – легко конфигурируется при помощи графического интерфейса drag-n-drop, просто и безопасно интегрируется в существующую сеть, оптимизирована для работы с инженерами АСУТП, не имеющими глубоких знаний в области IT.

Устройство выполнено в компактном металлическом корпусе с креплением на DIN-рейку, имеет:

- два порта (защищенный и внешний) с возможностью выбора типа интерфейса (передача сигнала по витой паре или по оптическому кабелю);
- широкий диапазон рабочих температур (опционально доступно защитное покрытие печатных плат);
- широкий диапазон напряжений питания, резервирование питания;
- поддержку широкого спектра стандартов и сертификатов (включая сертификаты АTEX и ISA12.12.01 Class 1 Div. 2 для взрывоопасных зон и IEC 61850-3, IEEE 1613 для энергетики);
- легко конфигурируется при помощи адаптера ACA21-USB, по сети или при помощи ПО Tofino Configurator;
- энергопотребление - не более 7Вт [21].

Защита на программном уровне имеет несколько ступеней и определяется как сервисным программным обеспечением используемого оборудования, так и установленным программным обеспечением.

2.17 Решения по защите информации в автоматизированной системе управления (АСУ)

Решения определяются в соответствии с утвержденными приказом ФСТЭК России от «14» марта 2014 г. № 31.

В АСУ объектами защиты являются: управляющая информация, информация о состоянии контролируемого объекта (входная/выходная)

информация, контрольно-измерительная информация; программно-технический комплекс, включающий в себя технические средства (автоматизированные рабочие места, промышленные серверы, телекоммуникационное оборудование, каналы связи, программируемые логические контроллеры, исполнительные устройства), программное обеспечение (микропрограммное, общесистемное, прикладное), а также средства защиты информации [22].

Защита информации в автоматизированной системе управления достигается путем принятия в рамках системы защиты автоматизированной системы управления совокупности организационных и технических мер защиты информации, направленных на блокирование (нейтрализацию) угроз безопасности информации, реализация которых может привести к нарушению штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и контролируемого объекта. Принимаемые организационные и технические меры защиты информации должны:

- обеспечивать доступность обрабатываемой в автоматизированной системе управления информации (необходимо обеспечить исключение неправомерного блокирования информации), ее целостность (необходимо обеспечить исключение неправомерного уничтожения, модифицирования информации), а также, при необходимости, конфиденциальность (необходимо обеспечить исключение неправомерного доступа, копирования, предоставления или распространения информации); должны соотноситься с мерами по промышленной, физической, пожарной, экологической, радиационной безопасности, иными мерами по обеспечению безопасности автоматизированной системы управления и управляемого (контролируемого) объекта и (или) процесса.

Организационные и технические меры защиты информации не должны оказывать отрицательного влияния на штатный режим функционирования автоматизированной системы управления.

Для обеспечения защиты информации в автоматизированной системе управления назначается структурное подразделение или должностное лицо (работник), ответственные за защиту информации.

Класс защищенности автоматизированной системы управления (первый класс (K1), второй класс (K2), третий класс (K3)) определяется в зависимости от уровня значимости (критичности) обрабатываемой в ней информации (УЗ).

Уровень значимости (критичности) информации определяется степенью возможного ущерба от нарушения ее целостности (неправомерные уничтожение или модифицирование), доступности (неправомерное блокирование) или конфиденциальности (неправомерные доступ, копирование, предоставление или распространение), в результате которого возможно нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления или незаконное вмешательство в процессы функционирования автоматизированной системы управления [23].

В системе телемеханики обрабатываются следующие типы информации:

- информация о состоянии объектов;
- информация измерительная.

Информация о состоянии контролируемых объектов имеет низкий уровень

значимости (критичности) (УЗ 3), поскольку для всех свойств безопасности информации (целостности, доступности, конфиденциальности) определены низкие степени ущерба, на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды.

Измерительная информация также имеет низкий уровень значимости (критичности) (УЗ 3), поскольку для всех свойств безопасности информации (целостности, доступности, конфиденциальности) определены низкие степени ущерба. Соответственно класс защищенности системы телемеханики определяется как K3.

Требования к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды определяется состав мер защиты информации для соответствующего класса защищенности:

Идентификация и аутентификация субъектов доступа и объектов доступа:

- разработка правил и процедур (политик) идентификации и аутентификации субъектов доступа и объектов доступа;
- идентификация и аутентификация пользователей, являющихся работниками;
- управление идентификаторами, в том числе создание, присвоение, изменение, уничтожение идентификаторов;
- управление средствами аутентификации, в том числе хранение, выдача, инициализация, блокирование средств аутентификации и принятие мер в случае утраты и (или) компрометации средств аутентификации;
- исключение отображения для пользователя действительного значения аутентификационной информации и (или) количества вводимых символов (защита обратной связи при вводе аутентификационной информации);
- идентификация и аутентификация пользователей, не являющихся работниками (внешних пользователей).

Управление доступом субъектов доступа к объектам доступа:

- разработка правил и процедур (политик) управления доступом субъектов доступа к объектам доступа;
- управление (заведение, активация, блокирование и уничтожение) учетными пользователями, в том числе внешними пользователями;
- реализация необходимых методов (дискреционный, мандатный, ролевой или иной метод), типов (чтение, запись, выполнение или иной тип) и правил разграничения доступа;

- управление (экранирование, фильтрация, маршрутизация, контроль соединений, однонаправленная передача и иные способы управления) информационными потоками между устройствами, сегментами автоматизированной системы управления, а также между автоматизированными системами управления;

- разделение полномочий (ролей) пользователей, администраторов и лиц, обеспечивающих функционирование автоматизированной системы управления;

- назначение минимально необходимых прав и привилегий пользователям, администраторам и лицам, обеспечивающим функционирование автоматизированной системы управления;

- ограничение неуспешных попыток входа в автоматизированную систему управления (доступа к системе);

- разрешение (запрет) действий пользователей, разрешенных до идентификации и аутентификации;

- реализация защищенного удаленного доступа субъектов доступа к объектам доступа через внешние информационно-телекоммуникационные сети;

- регламентация и контроль использования в автоматизированной системе управления технологий беспроводного доступа;

- регламентация и контроль использования в автоматизированной системе управления мобильных технических средств;

- управление взаимодействием с автоматизированными (информационными) системами сторонних организаций (внешние системы).

Ограничение программной среды:

- разработка правил и процедур (политик) ограничения программной среды;

- установка (инсталляция) только разрешенного к использованию программного обеспечения и (или) его компонентов.

Защита машинных носителей информации:

- разработка правил и процедур (политик) защиты машинных носителей;

- учет машинных носителей информации;

- управление доступом к машинным носителям информации;
- контроль подключения машинных носителей информации.

Регистрация событий безопасности:

- разработка правил и процедур (политик) регистрации событий безопасности;
- определение событий безопасности, подлежащих регистрации, и сроков их хранения;
- определение состава и содержания информации о событиях безопасности, подлежащих регистрации;
- сбор, запись и хранение информации о событиях безопасности в течение установленного времени хранения;
- реагирование на сбои при регистрации событий безопасности, в том числе аппаратные и программные ошибки, сбои в механизмах сбора информации и достижение предела или переполнения объема (емкости) памяти;
- мониторинг (просмотр, анализ) результатов регистрации событий безопасности и реагирование на них;
- защита информации о событиях безопасности.

Антивирусная защита:

- разработка правил и процедур (политик) антивирусной защиты;
- реализация антивирусной защиты;
- обновление базы данных признаков вредоносных компьютерных программ (вирусов).

Анализ защищенности информации:

- разработка правил и процедур (политик) анализа защищенности;
- выявление, анализ уязвимостей и оперативное устранение вновь выявленных уязвимостей;
- контроль установки обновлений программного обеспечения, включая обновление программного обеспечения средств защиты информации;

- контроль работоспособности, параметров настройки и правильности функционирования программного обеспечения и средств защиты информации;
- контроль состава технических средств, программного обеспечения и средств защиты информации.

Обеспечение целостности:

- разработка правил и процедур (политик) обеспечения целостности; - обеспечение возможности восстановления программного обеспечения, включая программное обеспечение средств защиты информации, при возникновении нештатных ситуаций [24].

Обеспечение доступности:

- разработка правил и процедур (политик) обеспечения доступности;
- периодическое резервное копирование информации на резервные машинные носители информации;
- обеспечение возможности восстановления информации с резервных машинных носителей информации (резервных копий) в течение установленного временного интервала,

Защита среды виртуализации:

- разработка правил и процедур (политик) защиты среды виртуализации;
- идентификация и аутентификация субъектов доступа и объектов доступа в виртуальной инфраструктуре, в том числе администраторов управления средствами виртуализации;
- управление доступом субъектов доступа к объектам доступа в виртуальной инфраструктуре, в том числе внутри виртуальных машин;
- регистрация событий безопасности в виртуальной инфраструктуре;
- реализация и управление антивирусной защитой в виртуальной инфраструктуре.

Защита технических средств:

- разработка правил и процедур (политик) защиты технических средств;
- организация контролируемой зоны, в пределах которой постоянно размещаются стационарные технические средства, обрабатывающие

информацию, исполнительные устройства и средства защиты информации, а также средства обеспечения функционирования;

- контроль и управление физическим доступом к техническим средствам, средствам защиты информации, средствам обеспечения функционирования, а также в помещения и сооружения, в которых они установлены, исключающие несанкционированный физический доступ;

- защита от внешних воздействий (воздействий окружающей среды, нестабильности электроснабжения, конденсата и иных внешних факторов).

. Защита автоматизированной системы и ее компонентов:

- разработка правил и процедур (политик) защиты автоматизированной системы и ее компонентов;

- разделение функций по управлению (администрированию) автоматизированной системой управления, управлению (администрированию) системой защиты, функций по обработке информации и иных функций автоматизированной системы управления;

- обеспечение защиты информации от раскрытия, модификации и навязывания (ввода ложной информации) при ее передаче (подготовке к передаче) по каналам связи, имеющим выход за пределы контролируемой зоны, в том числе беспроводным каналам связи;

- разбиение автоматизированной системы управления на сегменты (сегментирование) и обеспечение защиты периметров сегментов;

- защита беспроводных соединений, применяемых в автоматизированной системе управления;

- защита автоматизированной системы управления от угроз безопасности информации, направленных на отказ в обслуживании;

- защита периметра (физических и (или) логических границ) автоматизированной системы управления при ее взаимодействии с иными автоматизированными (информационными) системами и информационно-телекоммуникационными сетями.

Обеспечение безопасной разработки программного обеспечения:

- разработка правил и процедур (политик) обеспечения безопасной разработки программного обеспечения;
- анализ уязвимостей и угроз безопасности информации в ходе разработки программного обеспечения;
- документирование процедур обеспечения безопасной разработки программного обеспечения.

Управление обновлениями программного обеспечения:

- разработка правил и процедур (политик) управления обновлениями программного обеспечения (включая получение, проверку и установку обновлений);
- получение обновлений программного обеспечения от разработчика или уполномоченного им лица;
- тестирование обновлений программного обеспечения до его установки на макете или в тестовой зоне.

Планирование мероприятий по обеспечению защиты информации:

- разработка правил и процедур (политик) планирования мероприятий по обеспечению защиты информации;
- определение лиц, ответственных за планирование, реализацию и контроль мероприятий по обеспечению защиты информации в автоматизированной системе управления;
- разработка, утверждение и актуализация плана мероприятий по обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления;
- контроль выполнения мероприятий по обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления, предусмотренных утвержденным планом.

Обеспечение действий в нештатных (непредвиденных) ситуациях:

- разработка правил и процедур (политик) обеспечения действий в нештатных (непредвиденных) ситуациях;
- разработка плана действий на случай возникновения нештатных (непредвиденных) ситуаций;

- обучение и отработка действий персонала в случае возникновения нештатных (непредвиденных) ситуаций;

- обеспечение возможности восстановления автоматизированной системы управления и (или) ее компонент в случае возникновения нештатных (непредвиденных) ситуаций.

Информирование и обучение персонала:

- разработка правил и процедур (политик) информирования и обучения персонала;

- информирование персонала об угрозах безопасности информации, о правилах эксплуатации системы защиты автоматизированной системы управления и отдельных средств защиты информации;

- обучение персонала правилам эксплуатации системы защиты автоматизированной системы управления и отдельных средств защиты информации.

Анализ угроз безопасности информации и рисков от их реализации:

- разработка правил и процедур (политик) анализа угроз безопасности информации и рисков от их реализации;

- периодический анализ изменения угроз безопасности информации, возникающих в ходе эксплуатации автоматизированной системы управления;

- периодическая переоценка последствий от реализации угроз безопасности информации (анализ риска).

Выявление инцидентов и реагирование на них:

- разработка правил и процедур (политик) выявления инцидентов и реагирования на них;

- определение лиц, ответственных за выявление инцидентов и реагирование на них;

- обнаружение, идентификация и регистрация инцидентов;

- своевременное информирование лиц, ответственных за выявление инцидентов и реагирование на них, о возникновении инцидентов;

- анализ инцидентов, в том числе определение источников и причин возникновения инцидентов, а также оценка их последствий;
- принятие мер по устранению последствий инцидентов;
- планирование и принятие мер по предотвращению повторного возникновения инцидентов.

Управление конфигурацией автоматизированной системы управления и ее системы защиты:

- разработка правил и процедур (политик) управления конфигурацией автоматизированной системы управления и ее системы защиты;
- определение лиц, которым разрешены действия по внесению изменений в конфигурацию автоматизированной системы управления и ее системы защиты;
- управление изменениями конфигурации автоматизированной системы управления и ее системы защиты;
- анализ потенциального воздействия планируемых изменений в конфигурации автоматизированной системы управления и системы защиты на обеспечение защиты информации и согласование изменений в конфигурации автоматизированной системы управления с должностным лицом (работником), ответственным за обеспечение безопасности автоматизированной системы управления;
- документирование информации (данных) об изменениях в конфигурации автоматизированной системы управления и ее системы защиты;
- регламентация и контроль технического обслуживания, в том числе дистанционного (удаленного), технических средств и программного обеспечения автоматизированной системы управления.

При разработке системы защиты автоматизированной системы управления учитывается ее информационное взаимодействие с иными автоматизированными (информационными) системами и информационно-телекоммуникационными сетями.

Анализ уязвимостей автоматизированной системы управления включает анализ уязвимостей средств защиты информации, технических средств и программного обеспечения автоматизированной системы управления.

При анализе уязвимостей автоматизированной системы управления проверяется отсутствие уязвимостей средств защиты информации, технических средств и программного обеспечения, в том числе с учетом информации, имеющейся у разработчиков и полученной из других общедоступных источников, правильность установки и настройки средств защиты информации, технических средств и программного обеспечения, а также корректность работы средств защиты информации, технических средств и программного обеспечения автоматизированной системы управления при их взаимодействии. Для подтверждения выявленных уязвимостей может проводиться тестирование автоматизированной системы управления на проникновение. Указанное тестирование проводится, как правило, на макете (в тестовой зоне) автоматизированной системы управления. В случае выявления уязвимостей в автоматизированной системе управления, приводящих к возникновению дополнительных угроз безопасности информации, проводится уточнение модели угроз безопасности информации и при необходимости принимаются дополнительные меры защиты информации, направленные на устранение выявленных уязвимостей или исключаящие возможность эксплуатации нарушителем выявленных уязвимостей [25].

2.18 Описание размещения комплекса технических средств и требования к монтажу

Оборудование комплекса технических средств (КТМ) телемеханики размещается в помещениях ГПП-1, ГПП-2, ГПП-3, ГПП-10, РП-1, РП-4, РП-5, РП-6, РП-7, РП-8, РП-10, РП-13, РП-13А, РП-19, РП-26, РП-27, РП-33, РП-48, РП-51, РП-54, РП-56, РП-61, РП-62, РП-66, РП-67, РП-69, РП-70, РП-79, РП-81, РП-83, ПП-110кВ, а также в помещении диспетчерской корпуса 173. В ГПП-1,

ГПП-2, ГПП-3, ГПП- 10 шкафы контроллеров устанавливаются в помещении ГЩУ.

Шкафы контроллеров – металлические напольного исполнения производства Rittal типа TS8 800x400x2000мм, 800x600x2000мм, AE 1000x300x1200мм, 800x300x1200мм [26] .

В шкафах управления устанавливаются контроллеры, модули связи, модули ввода-вывода, каналобразующая аппаратура (преобразователи интерфейсов, коммутаторы, GSM- модемы), источники бесперебойного питания, клеммники для подключения кабельных линий, медные шины для заземления.

Счетчики A44 Platinum устанавливаются в релейных отсеках ячеек вводов ГПП и РП. Установка счетчиков производится на DIN-рейку. Подключение измерительных цепей счетчиков произвести через испытательный клеммник типа ЛИМГ. Анализаторы сети M2M Modbus устанавливаются на дверях релейных отсеков ячеек отходящих фидеров. Приборы устанавливаются в отверстия 92x92мм вырезанные в двери релейного отсека ячейки.

Основной серверный шкаф 800x1000x2000мм производства Rittal устанавливается в помещении серверной в цехе электроснабжения.

В серверном шкафу устанавливается серверное оборудование, коммутатор, GSM-модем, оборудование СОЕВ, источник бесперебойного питания.

Резервный серверный шкаф 800x1000x2000мм производства Rittal монтируется в помещении серверной в корпусе заводоуправления. В шкафу устанавливается резервный сервер, коммутатор, источник бесперебойного питания. В корпусе заводоуправления устанавливаются следующие автоматизированные рабочие места:

В помещении начальника смены устанавливаются 2 автоматизированных рабочих места.

1-е рабочее место:

АРМ с ПО Operator Workplace (Рабочее Место Оператора) с 2 мониторами для решения следующих задач:

- отображение событий в формате бегущей строки;
- отображение однолинейных схем выбранной подстанции, с отображением сигналов телесигнализации;
- отображение результатов телеизмерений по подстанциям и телеуправление РПН.

2-е рабочее место:

АРМ с ПО Operator Workplace (Рабочее Место Оператора) с 1 монитором и лазерным принтером для решения следующих задач:

- резервный монитор для телеуправления;
- печать аварийных бланков.

У начальника цеха устанавливается 1 АРМ с ПО Operator Workplace (Рабочее Место Оператора) с 1 монитором и лазерным принтером для решения следующих задач:

- отображение однолинейных схем выбранной подстанции, с отображением сигналов телесигнализации;
- отображение результатов телеизмерений по подстанциям;
- печать аварийных бланков.

В службе ТМ устанавливается 1 АРМ с ПО Operator Workplace (Рабочее Место Оператора) и Engineering Workplace (Рабочее Место Инженера) с 1 монитором, лазерным принтером и плоттером (цветной печати, рулонным) для решения следующих задач:

- администрирование системы ТМ;
- печать бланков осциллографирования;
- печать аварийных бланков.

В корпусе заводоуправления в отделе главного энергетика устанавливается 1 АРМ с ПО Operator Workplace (Рабочее Место Оператора) и 1 монитором (27") для отображения однолинейных схем выбранной подстанции, с отображением сигналов телесигнализации.

В цехе электроснабжения в помещении диспетчерской устанавливается локальный диспетчерский пульт. Локальный диспетчерский пульт представляет собой расширенное рабочее место оператора – диспетчера, включающее в себя эргономичный стол, АРМ диспетчера с 4-мя мониторами и программно-аппаратный комплекс видеостены.

На АРМ диспетчера устанавливается ПО Extended Operator Workplace (Расширенное Рабочее Место Оператора).

На 1-м мониторе отображаются однолинейные схемы выбранной подстанции, с отображением сигналов телесигнализации.

На 2-м мониторе отображаются все события, включая аварийные в формате бегущей строки.

На 3-м мониторе отображаются результаты телеизмерений по подстанциям и телеуправление РПН.

На 4-м мониторе отображается информация, поступающая с микропроцессорных устройств релейной защиты «Сириус».

Помещения, в которых монтируются устройства, должны иметь допустимые нормы по температуре и влажности воздуха, составляющие:

- по температуре воздуха - от 5 до 55 °С;
- по влажности воздуха - от 5 до 75% (без конденсации влаги).

Шкафы по условиям эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды соответствуют климатическому исполнению УХЛ4.

Монтаж оборудования необходимо производить при температуре и относительной влажности окружающего воздуха, оговоренных предприятиями-изготовителями в технических условиях на изделие.

Крепление оборудования осуществлять способами, предусмотренными конструкцией изделий и деталями, входящими в комплект.

Заземление оборудования выполнять в соответствии с требованиями инструкций, ПУЭ и СНиП 3.05.06-85.

Для подключения аналоговых токовых датчиков 4...20мА рекомендуется использовать двухпроводный экранированный кабель с медными жилами сечением не менее 0,5 мм² и иметь связь с общим контуром заземления. Для дискретных и аналоговых сигналов должны предусматриваться отдельные кабели.

При монтаже контроллера в металлическом шкафу экранирующие оплетки рекомендуется подключать к точке заземления шкафа.

Для цепей от первичных измерительных преобразователей, счетчиков, измерителей ПКЭ, сечение кабелей должно быть:

- от трансформаторов тока не менее 2,5 мм²;
- от трансформаторов напряжения не менее 1,5 мм².

Заземление экранов кабелей магистрали RS-485 следует выполнять с обеих сторон. Кабели должны быть жестко закреплены в конечных точках у концевых заделок, на вертикальных участках трассы, с обеих сторон изгибов (кратность радиуса изгиба по отношению к внешнему диаметру кабеля должна быть не менее 10).

В местах крепления оболочки кабелей должны быть защищены от механических повреждений при помощи эластичных прокладок.

В соответствии с РД 34.20.501-95 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» на панелях с устройствами после их монтажа необходимо выполнить следующие мероприятия:

- под каждым измерительным преобразователем нанести надпись, указывающую наименование присоединения, на котором производится измерения;

- на лицевой и оборотной сторонах панелей устройств КТС ТМ нанести надписи, указывающие их назначение в соответствии с диспетчерскими наименованиями, а на установленных на них аппаратах – надписи или маркировку согласно схемам;

-обеспечить возможность установки ограждения при проверке отдельных устройств. Для защиты персонала от поражения электрическим током при контакте с металлическим нетоковедущим частям, которые, из за поврежденной изоляции, могут оказаться под напряжением, предусматривается защитное заземление всех металлических корпусов оборудования [27].

2.19 Установка и перечень оборудования

Шкафы автоматики (ША) в ГПП-1, ГПП-2, ГПП-3, ГПП-10 устанавливаются в помещении ГЩУ, а ША подсистемы устанавливаются в помещениях РП – 1, 4, 5 ,6, 7, 8, 10, 13, 13А, 19, 26, 27, 33, 48, 51, 54, 56, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 79, 81, 83, ПП-110кВ. В качестве примера выбираем РП 13, оборудование устанавливаемое в ША РП 13 в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень оборудования РП-13

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5	6
1	Конструктивные элементы				
1.1	Корпус линейного шкафа TS8 800x400x2000мм	TS8	Rittal	компл.	1
1.2	Боковые стенки, на винтах, листовая сталь (компл. – 2 шт)	TS8	Rittal	компл.	1
1.3	Панели цоколя боковые, 200 мм (компл. – 2 шт)	TS8	Rittal	компл.	1
1.4	Элементы цоколя передние и задние, 200 мм (компл. – 2шт)	TS8	Rittal	компл.	1
1.5	ЭМС-панели основания	TS8	Rittal	компл.	1
1.6	Кабельная шина с Т-образными зубцами, для свободной установки	TS8	Rittal	компл.	2
1.7	Монтажная скоба плоская	TS8	Rittal	компл.	2
1.8	Монтажная перемычка TS для внутр. монт. уровня, длина: 790 mm	TS8	Rittal	компл.	1
1.9	Шина заземления, длина 699 мм, с установленными винтами	TS8	Rittal	компл.	1
1.10	Монтажная плата со встроенной несущей шиной	TS8	Rittal	компл.	2
1.11	Обогреватель распределительного шкафа с вентилятором	TS8	Rittal	компл.	1
1.12	Светильник	TS8	Rittal	компл.	1
1.13	Концевой выключатель двери с кабелем подключения	TS8	Rittal	компл.	1
1.14	Фильтрующий вентилятор TopTherm	TS8	Rittal	компл.	1

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
1.15	Выходной фильтр Стандарт	TS8	Rittal	КОМПЛ.	1
1.16	Ручка под установку замочных вкладышей	TS8	Rittal	КОМПЛ.	1
1.17	Замочный вкладыш	TS8	Rittal	шт.	1
1.18	Регулятор внутренней температуры шкафа	TS8	Rittal	шт.	1
1.19	Несущие шины TS 35/7,5 (DIN-рейка), L=2000 мм	TS8	Rittal	шт.	3
1.20	Монтажная шина PS 23 x 23 мм для TS, длина: 1895 мм	TS8	Rittal	КОМПЛ.	1
1.21	Крепежный уголок PS	TS8	Rittal	КОМПЛ.	1
1.22	Перфорир. кабель-канал для вертик. проф. TS 50x80 мм L=1800 мм	TS8	Rittal	шт.	2
1.23	Перфорированный кабель-канал 40x80 мм L=2000 мм	TS8	Rittal	шт.	1
1.24	Перфорированный кабель-канал 80x80 мм L=2000 мм	TS8	Rittal	шт.	2
1.25	Кронштейн для крепления к полу	TS8	Rittal	шт.	4
1.26	Фиксирующаяся гайка TS M6		Rittal	шт.	40
1.27	Винты со шлицем «звездочка» M6 x 12		Rittal	шт.	40
1.28	Карман для документации		Rittal	шт.	1
2	Оборудование				
2.1	Процессорный модуль PM856AK01 с базовой платой TP830 в составе:	AC 800M	ABB	КОМПЛ.	1

	- PM856A, центральный процессор;				
--	----------------------------------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	- TP830, основание, ширина — 115 мм;				
	- TB850, модуль оконечной нагрузки CEX-bus;				
	- TB807, модуль оконечной нагрузки ModuleBus;				
	- аккумулятор для резервного питания памяти (4943013-6)				
2.2	Коммуникационный модуль CI 853 с базовой платой TP853 в составе:	AC 800M	ABB	компл.	3
	- CI853, интерфейс связи;		ABB	компл.	
	- TP853, основание, ширина — 60 мм.		ABB	компл.	
2.3	Модуль ввода дискретных сигналов DI 818 на 32 канала.		ABB	компл.	2
2.4	Модуль ввода дискретных сигналов DI 810 на 16 каналов.		ABB	компл.	1
2.5	Модуль вывода дискретных сигналов DO 810 на 16 каналов, 24В 0,5А		ABB	компл.	1
2.6	Модуль блока оконечной нагрузки TU818V1 для 50В		ABB	компл.	2
2.7	Модуль блока оконечной нагрузки TU810V1 для 50В		ABB	компл.	2
2.8	Модуль питания SD831, 100-240 В / 24 В		ABB	компл.	1
2.9	Модуль внешней аккумуляторной батареи SB822		ABB	компл.	1

2.10	Промышленный Ethernet-коммутатор Cisco IE3000-8TC	IE3000	Cisco	компл.	2
2.11	Модуль расширения Cisco IEM3000-8TM	IE3000	Cisco	компл.	4
2.12	Модуль SFP Gigabit Ethernet, трансивер LH (одномод.)		Cisco	шт.	4

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
2.13	Преобразователь интерфейсов RS-232 в RS-422/485 ILPH		ABB	компл.	6
2.14	Блок питания CP-E 24/2.5, ~85...264 В/=24 В, 60Вт	CP-E 24/2.5	ABB	шт.	1
2.15	Блок питания CP-E 24/10, ~85...264 В/=24 В, 240Вт	CP-E 24/10	ABB	шт.	1
2.16	Блок питания CP-D 24/0.42, ~85...264 В/=24 В, 10Вт	CP-D 24/0.42	ABB	шт.	7
2.17	Выключатель автоматический S201-C 1P I _н =16А С		ABB	шт.	2
2.18	Выключатель автоматический S202-C 2P I _н =4А С		ABB	шт.	1
2.19	Модульный контактор ESB 24, Уном. 230В AC, 2н.о./2 н.з. конт.	ESB 22-24	ABB	шт.	1
2.20	Реле с 2-мя перекл. контактами 250В, 12А, Упит. 230В AC	CRM230AC2L	ABB	шт.	3
2.21	Лог. розетка для 2 п.к.	CR M2LS	ABB	шт.	3
2.22	Фиксатор для розеток CR-M	CR-MH	ABB	шт.	3
3	Изделия				
3.1	Розетка для установки на дин-рейку M-1173		ABB	шт.	1
3.2	Лампа CL-523G зеленая светодиодная 230V AC		ABB	шт.	2
3.3	Декоративное кольцо с внешним квадратным профилем		ABB	шт.	2

3.4	Держатель шильдика		ABB	шт.	2
3.5	Клеммник ХТ1			компл.	1
	Трехуровневая клемма с заземлением на нижнем уровне, серая	D 2,5/6 DPA1	ABB	шт.	80

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	3
	Торцевой изолятор	FED3E	ABB	шт.	6
	Собранная перемычка 20 полюсов	BJD6	ABB	шт.	4
	Собранная перемычка 10 полюсов	BJD6	ABB	шт.	2
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	3
3.6	Клеммник ХТ2			компл.	1
	Трехуровневая клемма с заземлением на нижнем уровне, серая	D 2,5/6 DPA1	ABB	шт.	16
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	2
	Торцевой изолятор	FED3E	ABB	шт.	1
	Собранная перемычка 20 полюсов	BJD6	ABB	шт.	1
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	1
3.7	Клеммник ХТ4			компл.	1
	Комбинированная двухуровневая клемма с маркировкой цветом	D 4/6 NLP	ABB	шт.	3
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	1

	Торцевой изолятор	FED6	ABB	шт.	1
	Собранная перемычка 3 полюса	BJM62	ABB	шт.	2
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	1

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
3.8	Клеммник ХТ5			КОМПЛ.	1
	Комбинированная двухуровневая клемма с маркировкой цветом	D 4/6 NLP	ABB	шт.	5
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	2
	Торцевой изолятор	FED6	ABB	шт.	2
	Собранная перемычка 3 полюса	BJM62	ABB	шт.	2
	Собранная перемычка 2 полюса	BJM62	ABB	шт.	2
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	1
3.9	Клеммник ХТ6			КОМПЛ.	1
	Комбинированная двухуровневая клемма с маркировкой цветом	D 4/6 NLP	ABB	шт.	5
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	1
	Торцевой изолятор	FED6	ABB	шт.	1
	Собранная перемычка 5 полюсов	BJM62	ABB	шт.	2
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	1
3.10	Клеммник ХТ7, ХТ8, ХТ9			КОМПЛ.	3

	Трехуровневая клемма с заземлением на нижнем уровне, серая	D 2,5/6 DPA1	ABB	шт.	3
	Торцевой фиксатор	BAM2	ABB	шт.	2
	Торцевой изолятор	FED6	ABB	шт.	1

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	Собранная перемычка 3 полюса	BJD6	ABB	шт.	2
	Регулируемый держатель для маркеров	PEAD-TT	ABB	шт.	1
3.11	Торцевой фиксатор		ABB	шт.	20
3.12	Пустые карты для держателей 40 маркеров		ABB	шт.	2
3.13	Маркировка для клемм (чистые карты)		ABB	шт.	3
4	Кабель и провод				
4.1	Кабель витая пара 2x2xAWG26/7, гибкий, ETHERLINE	P Flex Cat.5e	LAPPGROUP	м.	10
4.2	Патчкорд RJ45-RJ45 CAT.5E, 2м		LAPPGROUP	шт.	1
4.3	Патчкорд одномодовый дуплексн., LC-LC		LAPPGROUP	шт.	1
4.4	Провод монтажный гибкий 1x0.75 белый	ПВ-3 0,75		м.	80
4.5	Провод монтажный гибкий 1x0.75 красный	ПВ-3 0,75		м.	25
4.6	Провод монтажный гибкий 1x0.75 черный	ПВ-3 0,75		м.	25
4.7	Провод монтажный гибкий 1x2.5 коричневый	ПВ-3 2,5		м.	10
4.8	Провод монтажный гибкий 1x2.5 синий	ПВ-3 2,5		м.	10

4.9	Провод монтажный гибкий 1x1.5 коричневый	ПВ-3 1,5		м.	20
4.10	Провод монтажный гибкий 1x1.5 синий	ПВ-3 1,5		м.	20

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
4.11	Провод монтажный гибкий 1x2.5 желто-зеленый	ПВ-3 2,5		м.	10
4.12	Провод монтажный гибкий 1x4 желто-зеленый	ПВ-3 4		м.	5
4.13	Провод монтажный гибкий 1x10 желто-зеленый	ПВ-3 1x10		м.	10
5	Материалы				
5.1	Кабельный наконечник	AI 0,14-8 GY	Phoenix cont.	шт.	30
5.2	Кабельный наконечник	AI 0,75-10 GY	Phoenix cont.	шт.	300
5.3	Кабельный наконечник	AI 2,5-12 BU	Phoenix cont.	шт.	70
5.4	Кабельный наконечник	AI 2,5-13 BU	Phoenix cont.	шт.	40
5.5	Кольцевой кабельный наконечник, неизолированный	C-RC 6/M6	Phoenix cont.	шт.	20
5.6	Контактные шайбы M8		Rittal	шт.	20
5.7	Самонарезающий винт с шестигранной головкой M8			шт.	20
5.8	Кабельные хомуты 150мм			шт.	300
5.9	Алюминиевая заклепка АЛ/СТ 4,0 x 8,0 Стандартный бортик	АЛ/СТ 4,0x8,0		шт.	30
5.10	Самонарезающий винт с шестигранной головкой 4,8x16 со св.нерж.			шт.	30

5.11	Маркировочные кольца съемные				1
5.12	Штекер RJ45 CAT.5E		LAPPGROUP	шт.	6

2.20 Вывод по второй главе

Выполнен анализ требуемых свойств и определение характеристик системы телемеханики. Структура Подсистемы организована по иерархическому принципу. Каждый уровень структуры комплектуется набором средств технического обеспечения. Подсистема ТМ цеха №18 формируется как основное средство ведения оперативным персоналом технологического процесса, обеспечивающее требуемый уровень надежности и эффективности эксплуатации основного оборудования во всех режимах ее функционирования.

Также приведены методы защиты технических средств от механических, тепловых, электромагнитных воздействий, размещения комплекса технических средств на объекте и требования к монтажу.

3 Оценка экономической эффективности внедрения системы телемеханики

Положительный эффект от внедрения новой системы телемеханики достигается за счет уменьшения отрицательных факторов, влияющих на расчеты потребленной электроэнергии. Различные подсчеты показали, что размер экономического эффекта при внедренной новой системе телемеханики на предприятии равняется примерно 10-20% от годового потребления электроэнергии. Применение современной системы телемеханики на предприятиях позволит более точно следить за качеством электроэнергии, анализировать её потребление, также использование современной системы позволит выявлять дефекты в работе высоковольтного оборудования на более раннем уровне и предотвращать более тяжелые повреждения. Наличие новой системы телемеханики позволит использовать современное оборудование что приведет к минимизации простоя оборудования и, как следствие, к получению более точных расчетов, а также к снижению технических затрат [28].

Также при подготовке к выводу оборудование в ремонт, новая система позволит более точно выявить дефекты, что позволит сделать ремонт в более кратчайшие сроки и в следствии этого будет меньшая задержка по выпуску продукции [29].

Стремительное развитие новых систем телемеханики заключается в уменьшении расходов энергии и сокращение численности персонала, что не может является преимуществами. Также с появлением современных систем телемеханики открывается возможность управления на удаленном расстоянии и возможность организации точного централизованного контроля производства.

3.1 Стоимость пусконаладочных работ

Работы по пуску и наладке в эксплуатацию разного электрического оборудования является целым комплексом мер, в ходе проведения которых

осуществляется комплексная проверка, настройка и испытания оборудования для того, чтобы обеспечить его соответствие всем режимам и параметрам, установленным проектом. Основная цель осуществления таких мероприятий заключается в том, чтобы добиться соответствующего функционирования оборудования, а также произвести проверку на наличие дефектов и изъянов.

Завершенными работами по пуску и наладке электрооборудования можно считать только в том случае, когда полученные данные соответствуют тем значениям параметров, которые содержатся в технической документации и гарантируют стабильность технологического процесса. Стоимость пусконаладочных работ в каждом случае устанавливается индивидуально и зависит от различных факторов и условий.

К пусконаладочным работам относится комплекс работ, выполняемых в период проведения и подготовки индивидуальных испытаний и опробования оборудования [30].

Под периодом индивидуальных испытаний понимается период, включающий в себя пусконаладочные и монтажные работы, обеспечивающие реализацию требований, предусмотренных рабочей документацией, техническими и стандартами условиями, нужными для проведения индивидуальных испытаний отдельных комплексов коммутационного оборудования, информационного оборудования (А44 и М2М) с целью подготовки.

До начала индивидуальных испытаний производятся пусконаладочные работы по электротехническим устройствам, санитарно-техническому и теплосиловому оборудованию, автоматизированным системам управления, выполнение которых обеспечивает проведение индивидуальных испытаний технологического оборудования.

В период комплексного опробования делается регулировка, проверка и обеспечивается совместная взаимосвязанная работа оборудования в предусмотренном проектом технологическом процессе на холостом ходу с

последующим переводом оборудования на работу под нагрузкой и выводом на устойчивый технологический режим.

Сложность пусконаладочных работ заключается в первую очередь непредсказуемостью возникающих проблем, решение которых требует, как слаженности действий и значительных интеллектуальных затрат, мгновенного принятия оптимальных решений персонала, так и опыта проведения пусконаладочных операций [31].

Стоимость пусконаладочных работ по РП-13 приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость пусконаладочных работ по РП-13

№ п. п.	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество единиц	Общая стоимость		Затраты труда, чел.-ч.	
			Всего	Оплата труда	На единицу	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Автоматизированная система управления 3 категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ) 640, 1 система.	1	116432	116432	5497	5497
2	Автоматизированная система управления 3 категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ) за каждый канал свыше 640 до 1279 добавлять к расценке №1, 1 канал.	211,48	30908	30908	6,9	1459

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
3	Снятие, обработка и анализ векторных диаграмм (А44+М2М), 1 диаграмма.	33	890	890	1,62	53
4	Трансформатор тока измерительный выносной напряжением до 1 кВ, 1шт.	99	2107	2107	1,35	134
5	Снятие характеристик коммутационных аппаратов скоростных, 1 характеристика.	3	122	122	2,44	7
6	Выключатель трехполюсный напряжением до 1 кВ с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток до 50 А, 1шт.	2	44	44	1,8	4
7	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром кабельных и других линий напряжением до 1 кВ, предназначенных для передачи электроэнергии к распределительными устройствам, щитам, шкафам, коммутационным аппаратам и электропотребителям, 1 линия.	33	176	176	0,32	11

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
8	<p>Прямые затраты на «Пусконаладочные работы в РП-13» К=1,3</p> <p>Оплата труда рабочих: 150696x1,3=195904,8</p> <p>Затраты труда рабочих 7166x1,3=9315,8</p>		195905	195905		9316
	Итого по разделу «Пусконаладочные работы в РП-13»			363065		

где К – стесненные условия труда рабочих около действующего электрооборудования.

3.2 Стоимость устанавливаемого оборудования

Стоимость устанавливаемого оборудования РП 13 приведена в таблице 5

Таблица 5 – Стоимость оборудования по РП 13

№ п. п.	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество единиц	Общая стоимость		Затраты труда, чел.-ч.	
			Всего	Оплата труда	На единицу	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Анализатор сети М2М (Прибор измерения и защиты, количество подключаемых концов до 12), 1 шт.	31	1387116			

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
2	Вырезка окна под М2М (Вырезка она в желобе для спуска-подъема кабеля), 1 проход.	124	1402	1375	1	124
3	Электрическая проверка мультиплексора (анализатора), 1 шт.	31	40152	39365	66	2046
4	Провод по установленным стальным конструкциям и панелям, сечение до 16 мм ² , 100 м.	7,2	3809	2698	30,64	221
5	Присоединение к зажимам жил или кабелей сечением до 2,5 мм ² , 100 шт.	3	368	360	9,6	29
	Прямые затраты по разделу «Монтажные работы в ячейках»: Оплата труда рабочих 44671х1,35=60305,85 Эксплуатация машин 1160х1,35=1566 Оплата труда машинистов 63х1,35=85,05 Затраты труда рабочих 2490х1,35=3361,5 Затраты труда машинистов 3х1,35=4,05		63235	60306		3362
6	Шкаф телемеханики 800*400*2200 (Щиты и пульты, масса до 250 кг), 1 шт.	1	676	179	14,6	15
7	Присоединение к приборам электрических проводок под винт без изготовления колец с обслуживанием, 100 концов жил.	2,18	371	298	10,3	22

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
8	Оптический бокс настенный (Монтаж оптического кросса с учетом измерений на волоконно-оптическом кабеле с числом волокон 8), 1 оптический кросс.	1	58	42	2,48	2
9	Пигтейл (Перемычки кабельные длиной до 6 м), 100 перемычек.	0,08	24	24	24	2
10	Патчкорд в гофре (Провод, количество проводов в резинобитумной трубке до 2, сечение провода до 6 мм ²), 100 м трубок.	0,2	61	40	16,6	3
11	Коробка (ящик) с зажимами для кабелей и проводов сечением до 6 мм ² , устанавливаемая на конструкции на стене или колонне, количество зажимов до 20, 1шт.	1	152	64	5,17	5
12	Панельный штекер RJ 45 (Разделка и включение кабеля и провода пистолетом, емкость кабеля 5x2), 10 концов кабеля.	8	551	510	5,1	41
13	Шлейфовый барабан (Металлические конструкции), 1 т.	0,0124	144	10	62,2	1
14	Короба пластмассовые шириной до 40 мм, 100 м. При производстве работ на высоте до 8 м. Оплата труда рабочих 201,51x1,05=211,59 Затраты труда рабочих 16,29x1,05=17,1	0,24	71	51	17,1	4

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
15	Кабель до 35 кВ в проложенных трубах, блоках и коробах, масса 1 м кабеля до 1 кг, 100 м кабеля. При производстве работ на высоте до 8 м Оплата труда рабочих $124,1 \times 1,05 = 130,31$ Затраты труда рабочих $9,92 \times 1,05 = 10,42$	0,24	54	31	10,42	2
16	Кабель до 35 кВ по установленным конструкциям и лоткам с креплением на поворотах и в конце трассы, масса 1 м кабеля до 1 кг, 100 м кабеля	25,28	5194	2935	9,28	235
17	Кабель RS 485 (Электрические проводки в щитах и пультах шкафных и панельных), 100 м	8,04	1202	1075	9,27	95
18	Включение в аппаратуру разъемов штепсельных, количество контактов в разъеме до 14 шт., 1 разъем	270	740	726	0,22	59
19	Заделка концевая сухая для контрольного кабеля сечением одной жилы до 2,5 мм ² , количество жил до 4, 1 шт.	56	467	147	0,21	12
20	Заделка концевая сухая для контрольного кабеля сечением одной жилы до 2,5 мм ² , количество жил до 7, 1 шт.	28	266	105	0,3	8

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Прямые затраты по разделу "Кабельные трассы и установка шкафа телемеханики"</p> <p>Оплата труда рабочих $6272 \times 1,35 = 8467,2$</p> <p>Эксплуатация машин $1584 \times 1,35 = 2138,4$</p> <p>Оплата труда машинистов $94 \times 1,35 = 126,9$</p> <p>Затраты труда рабочих $488 \times 1,35 = 658,8$</p> <p>Затраты труда машинистов $5 \times 1,35 = 6,75$</p>		12723	8426		659
21	Извещатель ОС автоматический контактный, магнитоконтактный на открывание окон, дверей, 1 шт.	2	24	21	0,84	2
22	Коммутатор (24+24 порта) (Прибор или аппарат), 1 шт.	2	30	29	1,12	2
23	Электрическая проверка коммутатора, 1 шт.	2	2590	2540	66	132
24	Настройка простых сетевых трактов программирование сетевого элемента и отладка его работы (мультиплексор, регенератор), 1 сетевой элемент	2	785	770	20	40
25	Настройка канала связи по подготовленным линейным трактам, 1 канал связи	1	180	176	10,5	11

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Прямые затраты по разделу "ОС, ВНБ, настройка оборудования"</p> <p>Оплата труда рабочих 27306х1,35=36863,1</p> <p>Затраты труда рабочих 1953х1,35=2636,55</p>		37413	36863		2637
26	Шкаф ША в РП-13 (ТИ14/РРА6714-18-АЭС.В4.РП-13), 1 компл.	1	3636915			
27	Оптический бокс (кросс) IP 55 настенный, 300х250х86 мм, до 8 портов БОН-Н-855, 1 шт.	1	2041			
28	Шнур оптический (пигтейл) FC/UPC 9/125 SM 1,5 м, 1 шт.	8	816			
29	Проходной соединитель FC/UPC-FC/UPC, SM (для одномодового кабеля), simplex, 1 шт.	8	4316			
30	Патчкорд SM (9/125) duplex FC/UPC - LC/UPC 20м, 1 шт.	2	4368			
31	Извещатель охранный точечный магнитоконтактный ИО 102-20 БЗМ, 1 шт.	2	980			
32	Коробка из поликарбоната 140х220х140мм, IP65, 1 шт.	1	3580			
33	Панельный штекер RJ45 CAT5E FM45, 1 шт.	80	62646			
34	Устройство УПМК облегченное (для намотки запаса ОК), 1 шт.	1	1460			

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
35	Кабель экранированный контрольный КВВГЭнг(А)-LS 4x1,5, 1 м.	890	43975			
36	Кабель экранированный контрольный КВВГЭнг(А)-LS 7x1,5, 1 м.	450	36495			
37	Кабель силовой ВВГЭнг(А)-LS 4x2,5, 1 м.	12	1806			
38	Провод установочный гибкий синий (цепи напряжения) ПУГВ-1x1,5 синий, 1 м.	350	3056			
39	Кабель экранированный RS485, ТУ16К99-025-2005 КИПвЭВнг(А)- LS 2x2x0,78, 1 м.	280	34580			
40	Кабель экранированный RS485, ТУ16К99-025-2005 КИПвЭВнг(А)- LS 3x2x0,78, 1 м.	524	80748			
41	Кабель для Industrial Ethernet, cat 5E, экранированный ETHERLINE P Flex Cat5e, 1 м.	1200	208812			
42	Кабель-канал пластиковый 40x40мм L=2000мм, 1 шт.	12	2870			
43	Регулируемый внутренний угол, 1 шт.	1	327			
44	Плоский угол, 1 шт.	1	177			
45	Заглушка, 1 шт.	4	266			

46	Труба гофрированная, с протяжкой оранжевая, Ф40мм OSTOPUS, 1 м.	20	1267			
----	--	----	------	--	--	--

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
47	Держатель оцинкованный односторонний, 1 шт.	20	358			
48	Кабельный наконечник AI-TWIN 2X0,75-8 BU, 1 шт.	220	783			
49	Кабельный наконечник AI 0,75-10 GY, 1 шт.	50	146			
50	Кабельный наконечник AI 2,5-12 BU, 1 шт.	330	1096			
51	Кабельный наконечник AI 1,5-8 BK, 1 шт.	270	788			
52	Маркировочные кольца съемные 200 шт PC, 1 компл.	4	1828			
53	Маркировочные кольца съемные 200 шт PA, 1 компл.	4	1438			
54	Пластмассовая спираль KW5, 1 м.	90	3230			
55	Инструмент для намотки пластмассовых спиралей, 1 шт.	1	60			
56	Стяжка кабельная 160*2,6, 1 шт.	1000	1830			
57	Стяжка кабельная 540*7,8, 1 шт.	500	11305			
58	Бирки кабельные квадратные (для силовых кабелей) У134, 1 шт.	5	8			
59	Бирки кабельные треугольные (для контрольных кабелей) У 136, 1 шт.	300	381			
60	Ярлыки самоламинирующиеся FLEXIMARK LCK 32 WH, 1 уп.	1	5328			

61	Монтажный комплект, 1 компл.	1	30000			
----	------------------------------	---	-------	--	--	--

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
	Итого по разделу «Стоимость оборудования РП 13»		7074533			
	Материалы		5608306			
	Оплата труда рабочих		1466227			

3.3 Стоимость капиталовложений

Поставка, монтаж, наладка и стоимость оборудования - 46027991

АРМ нач.смены, нач.цеха, Рабочая станция Dell Precision T5600 Xeon™
(мониторы, принтеры, плоттер) - 1972000

Диспетчерский щит (2 шт.) - 3000000

Программирование системы, техническое сопровождение ПО, обучение персонала и пуско-наладочные работы - 5000000

Строительно-монтажные работы ВОЛС. Ориентировочная протяженность трассы 8 км. (В стоимость включена поставка кабеля, подвес/прокладка в лоток, сварка, ПНР) - 2000000

Общая сумма капиталовложений в новую систему телемеханики приведена на рисунке 3

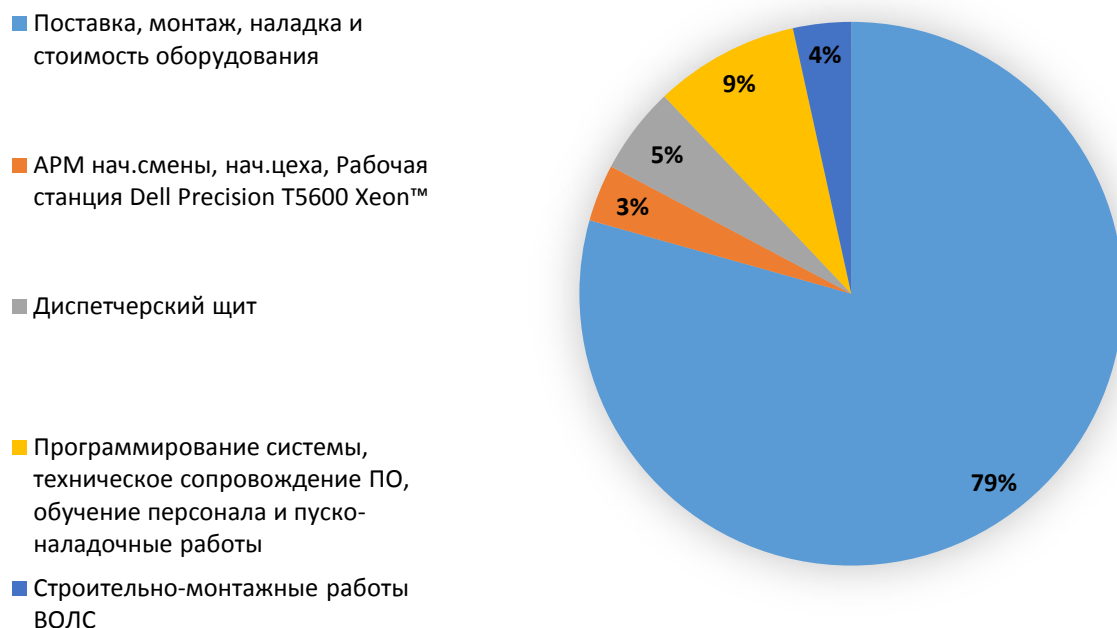


Рисунок 8 – Общая сумма капиталовложение в новую систему телемеханики

3.4 Вывод по третьей главе

Произведено технико-экономическое обоснование внедрения системы телемеханики на предприятие ПАО «ТОАЗ». Показана стоимость пусконаладочных работ и стоимость устанавливаемого оборудования. Стоимость оборудования, установленного на РП 13 составляет 7074533 руб. Стоимость пусконаладочных работ, произведенных на РП 13 составляет 363065

Заключение

Выполнен анализ существующей системы телемеханики на предприятии ПАО «ТОАЗ». Существующая система учета данных была введена в эксплуатацию в 90-х годах и к нынешнему времени имеет массу недостатков:

- клеммные колодки и контакты не надежные;
- во многих случаях нет свободных контактов;
- кабели, передающие информацию, находятся в плохом состоянии и не обеспечивают надежности передачи сигнала, отсутствует экранирование, алюминиевая жила;
- некоторые приборы не имеют необходимых интерфейсов для подключения к современной системе телемеханики;
- мозаичный щит частично не функционирует, нет мониторинга текущих процессов, а также нет возможности реализовать функционал новой системы;
- отдаленность пунктов сбора телеметрической информации, что приводит к значительным затратам времени, а это ведет к увеличению численности персонала;

Предложено внедрение современной системы телемеханики. В работе представлены принципы действия и виды устройств, входящих в новую систему телемеханики.

Использование такой системы телемеханики позволит получить ряд преимуществ:

- повышение безопасности и надежности системы электроснабжения завода;
- сокращение времени реагирования на аварийные ситуации;
- минимизация времени на устранение последствий аварий;
- минимизация человеческого фактора;
- получение объективной информации для расследования инцидентов и анализа ситуаций для исключения аналогичных событий;
- протоколирование ответственных действий персонала;

- параметрирование и сбор осциллограмм с МПУ РЗА;
- передача информации на высшие уровни управления для анализа и планирования производства.

Описаны основные технические решения, требования к монтажу и решения по защите информации в автоматизированной системе управления.

Рассмотрена экономическая эффективность внедрения системы телемеханики.

Список используемых источников

1. Jingah H. Advancer communication system in substation for integrated protection [Электронный ресурс] : Transaction of Tianjin University. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s12209-008-0023-9.html>. (дата обращения: 11.03.2018).
2. Сайт предприятия ПАО «Тольяттиазот» [Электронный ресурс]: / URL: <http://www.toaz.ru/> (дата обращения: 01.12.17).
3. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2012. 397 с.
4. Ступина А. А. Технология надежностного программирования задач автоматизации управления в технических системах. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. 164 с.
5. Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие. М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. 396 с.
6. Афонин А. М., Царегородцев Ю. Н., Петрова А. М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: учеб. пособие. М. : Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 192 с.
7. ABB Group process control systems ABB.com [Электронный ресурс]: / URL: <https://new.abb.com/ru/produkty-i-servisy> (дата обращения: 23.12.17).
8. Вахнина В. В., Шаповалов В. А., Черненко А. Н. Некоторые особенности режимов работы электрических сетей с изолированной нейтралью. // Энергетика и Энергоэффективные технологии: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию ЛГТУ. Липецк : ЛГТУ, 2006. С. 24–27.
9. Вахнина В. В., Чертаков С. С., Черненко А. Н. Анализ особенностей электрических сетей с изолированной нейтралью методами математического моделирования // Энергетика и энергоэффективные технологии: сборник докладов II Международной научно-технической конференции. Липецк : ЛГТУ, 2007. С. 57–58.

10. Калинеченко А.В., Уваров Н. В., Дойников В. В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам в автоматике. М. : Инфра-Инженерия, 2015. 576 с.
11. Пантелеев В. И., Поддубных Л. Ф. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2009. 194 с.
12. Калентионок Е. В., Прокопенко В. Г., Федин В. Т. Оперативное управление в энергосистемах: учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2007. 351 с.
13. Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учеб. пособие. М. : ИД ФОРУМ., 2018. 416 с.
14. Аметистов Е. И. Основы современной энергетики под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова М. : Издательство МЭИ, 2004. 822с.
15. Ившин В. П., Перухин М. Ю., Дюдина И. А., Фафурин А.В. Интеллектуальная автоматика в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие. Казань : КГТУ, 2010. 277 с.
16. Бычков В. В. Основы теории электрических цепей. СПб. : Лань, 2002. 370 с.
17. Брюханов О. Н., Плужников А. И. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения М. :НИЦ ИНФРА-М, 2016. 256 с.
18. Барский А. Г. Оптико-электронные следящие и прицельные системы: учеб. пособие. М. : Логос, 2013. 248 с.
19. Горелик А. В. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Ч.1. М. : ФГБУ ДПО "УМЦ ЖДТ", 2012. 272 с.
20. Горелик А. В. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Ч.2. М. : ФГБУ ДПО "УМЦ ЖДТ", 2012. 205 с.
21. Яковенко Г. Н. Теория управления регулярными системами: учеб. пособие. 2-е изд. (эл.). М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 264 с.
22. Csanyi E. Site selection considerations for the future power substation [Электронный ресурс] : Reference: Jim Bruke (Baltimore Gas & Electric Company)

Anne-Marie Sahazizian (Hydro One Networks, Inc.). URL: <http://electrical-engineering-portal.com/site-selection-considerations-for-the-future-power-substation.html> (дата обращения: 19.02.2018).

23. Хорольский В. Я., Таранов М. А., Жданов В. Г. Организация и управление деятельностью электросетевых предприятий: учеб. пособие. М. : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 144 с.

24. Трофимов В. Б., Кулаков С. М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учеб. пособие Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. 232 с.

25. Родина О. В. Волоконно-оптические линии связи: Практическое руководство М. : Гор. линия-Телеком, 2012. 400 с.

26. Rittal – The System [Электронный ресурс]: / URL: <https://www.rittal.com/ru-ru/content/ru/produkte/produkte.jsp> (дата обращения: 20.02.18).

27. Csanyi E. Power System Stability [Электронный ресурс] : Electrical Engineering Portal. URL: <http://electrical-engineering-portal.com/power-system-stability.html> (дата обращения: 10.02.2018).

28. Elmakias D. New Computational Methods in Power System Reliability. Israel, Haifa, 2008. 416 с.

29. Csanyi E. Location of Current Transformers in HV Substation [Электронный ресурс] : Substation desing/application guide – V AYADURAI BSC, C.Eng, FIEE Engineering Expert. URL: <http://electrical-engineering-portal.com/location-of-current-transformers-in-hv-substation.html>. (дата обращения: 10.02.2018).

30. Головицына, М. В., Зотов С. П., Головицын М. В. Проектирование автоматизированных технологических комплексов: учеб. пособие. М. : Изд-во МГОУ, 2001. 256 с.

31. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы 6 и 7 изд., изм. и доп. по состоянию на 1 февраля 2015 г. - 7-е изд., Литтерра, 2015.