

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации имени А.Буркитбаева

УДК 665.622.43.046.6-52 (043)

На правах рукописи

Қарағай Абай Талғатұлы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Исследование и разработка цифровой подстанции на принципе векторных измерений в распределительных сетях среднего напряжения
Направление подготовки	6M071800 – «Электроэнергетика»

Научный руководитель
ассоциированный профессор, к.т.н.

 Е.Хидолда
«10» августа 2020 г.

Рецензент
доктор PhD, доцент АУЭиС

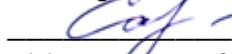
 Н.К.Алмуратова
«10» августа 2020 г.

Нормоконтроль,
сениор-лектор

 А.О.Бердибеков
«08» августа 2020 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой «Энергетика»
доктор PhD

 Е.А. Сарсенбаев
«11» августа 2020 г.

Алматы, 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

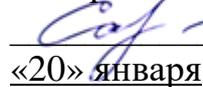
Институт промышленной автоматизации и цифровизации имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

6M071800 – «Электроэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Энергетика»

 Е.А. Сарсенбаев
«20» января 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Қарағай Абай Талғатұлы

Тема: Исследование и разработка цифровой подстанции на принципе векторных измерений в распределительных сетях среднего напряжения

Утверждена приказом ректора университета №1208-М от «30» октября 2018 г.

Срок сдачи законченной диссертации «22» июня 2020 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

Особенности применения современных цифровых элементов в электрических подстанциях блочно-модульного характера.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Электротехнические объекты на нефтеперерабатывающих предприятиях;

б) Блочно-модульные сооружения заводской сборки типа E-House;

в) Элементы цифровой подстанции.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Презентационный материал на 15 стр.

Рекомендуемая основная литература:

1. Чичёв С.И. Методология проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий / С.И. Чичёв, В.Ф. Калинин, Е.И. Глинкин. М.: Издательский дом «Спектр», 2014. 228 с.

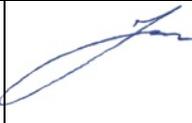
2. Горелик Т.Г. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / Т.Г. Горелик, О.В. Кириенко // Энергетик, 2013. № 2. С. 15-17.

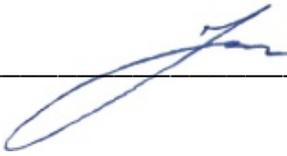
ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Электротехнические объекты на нефтеперерабатывающих предприятиях	01.07.2019 г.	нет
Блочно-модульные сооружения заводской сборки типа E-House	07.02.2020 г.	нет
Элементы цифровой подстанции	10.03.2020 г.	нет
Подготовка диссертации к защите	15.05.2020 г.	нет

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Электротехнические объекты на нефтеперерабатывающих предприятиях	Е.Хидолда, канд.техн.наук	08.08.20 г.	
Блочно-модульные сооружения заводской сборки типа E-House	Е.Хидолда, канд.техн.наук	08.08.20 г.	
Элементы цифровой подстанции	Е.Хидолда, канд.техн.наук	08.08.20 г.	
Нормоконтролер	А.О.Бердибеков	08.08.20 г.	

Научный руководитель  Е. Хидолда

Задание принял к исполнению обучающийся  А. Қарағай

Дата: "20" января 2020 г.

АНДАТПА

Бұл магистрлік диссертацияда 10 кВ орта кернеудегі тарату құрылғысы бар қосалқы станцияның заманауи сандық қорғанысы қарастырылған. Бұл қосалқы станция Schneider Electric, ABB, Motorola және т.б. жетекші өндірушілердің жабдықтарын пайдаланады.

Заманауи техникалық құралдарды қолдана отырып, сенімділікті, энергия тиімділігін арттыру шаралары көрсетілген, атап айтқанда блок-модульдік ғимарат, мұнай-газ саласына арналған E-House қосалқы станциясы қарастырылған.

Сонымен қатар, E - House қосалқы станцияларын пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В этой магистерской диссертации рассмотрена современная цифровая защита подстанции с распределительным устройством среднего напряжения 10 кВ. В данной подстанции используются оборудования ведущих производителей таких как Schneider Electric, ABB, Motorola и др.

Показаны мероприятия для повышения надежности, энергоэффективности с использованием современных технических средств, а именно рассмотрено блочно-модульное здание, подстанция типа E – House для нефтегазовой промышленности.

Дополнительно показан анализ преимуществ и недостатков использования подстанций E – House.

ANNOTATION

This master's thesis discusses the modern digital protection of a substation with a 10 kV medium voltage switchgear. This substation uses equipment from leading manufacturers such as Schneider Electric, ABB, Motorola, etc.

Measures to increase reliability, energy efficiency using modern technical means are shown, namely, a block-modular building, an E-House substation for oil and gas industry is considered.

Additionally, an analysis of the advantages and disadvantages of using substations E - House is shown.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	6
1	Электротехнические объекты на нефтеперерабатывающих предприятиях.....	8
1.1	Оценка состояния нефтеперерабатывающей промышленности Казахстана.....	8
1.2	Современные тенденции в развитии электротехнических объектов	10
1.3	Принципы проектирования электротехнических комплексов на промышленных объектах.....	11
1.4	Цифровизация электротехнических комплексов.....	14
2	Блочно-модульные сооружения заводской сборки типа E-House...	14
2.1	Краткий обзор возможностей E-House.....	14
2.2	Модули 10/0,4 кВ сборки E-house.....	21
2.3	Сухой трансформатор 10/0,38 кВ.....	26
2.4	Распределительное устройство среднего напряжения 10 кВ сборки "RM6".....	32
2.4.1	Структура распределительного устройства RM6.....	32
2.4.2	Элегаз и его применение в различных аппаратах ВН и СН.....	39
2.5	Низковольтное распределительное устройство сборки "ОККЕН"...	44
2.6	Источник бесперебойного питания (ИБП) 220 В DC.....	49
3	Элементы цифровой подстанции.....	53
3.1	Контроллеры ACE3600 производства MOTOROLA.....	53
3.2	Шкаф GSM с возможностью беспроводной связи.....	59
3.3	Центральная панель сигнализации.....	68
3.4	Упрощенная блок-схема устройства векторного регистратора.....	69
3.5	Достоинства применяемых цифровых устройств в подстанции.....	70
	Заключение.....	72
	Сокращения, принятые по тексту диссертации.....	74
	Список использованной литературы.....	75
	Приложение.....	77

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в странах, где происходит добыча нефти, современные направления на этом рынке определяют важное значение для постройки заводов и их технического оснащения. Помимо самих заводов и технологий меняется так же структура, то есть модернизируются системы мониторинга и управления, увеличиваются мощность и требования к надежности производственных процессов. Чаще всего сооружения нефтегазовой промышленности находятся в труднодоступных, отдаленных местах. Данные объекты, удалены от ближайших операторных на десятки, сотни километров, так же важную роль играют климатические условия. В связи с вышеизложенным изначально необходимо сконцентрировать особое внимание на надежности оборудования, его удобстве обслуживания.

Стоит отметить, что комплексы по переработке нефти и газа предполагают взрывоопасные условия, которые распределены по всей их территории. Часто объекты находятся вдали друг от друга, однако имеются и особые случаи, когда они распределяются на малой площади, мощность которых достигает порядка 50 МВт. В таких объектах используются в большом количестве синхронные двигатели, в связи с чем к ним предъявляют высокие требования. Причинами могут быть климатические воздействия, такие как атмосферные осадки, перепады температур, влажность и т. д., которые свойственны для разных зон.

Энергетические требования для важных объектов в настоящее время требуют новейшие технологии обработки информации. Данные технологии создают важное звено между передачей, потреблением и распределением энергии. Рассматривая вышеизложенные требования, можно сказать, что компании в нефтегазовой промышленности в современное время постепенно начинают внедрять цифровые технологии.

Немаловажную роль играет легкость транспортировки подстанций, так как они могут служить заменой уже существующей или с таким же успехом могут быть использованы на новых объектах в зависимости от подходящих параметров.

Подводя итог вышеизложенных деталей, основной целью работы является внедрение новейших технологий по цифровизации для увеличения надежности и обслуживания подстанции, а также для повышения энергетической эффективности с применением новейших подстанций E-House.

Все вышесказанные доводы позволяют сделать вывод, что вопрос об исследовании цифровых подстанций является **актуальным**.

Целью диссертационной работы является исследование развития цифровых подстанций в Казахстане, использование блочной-модульной подстанции для внедрения объектов цифровизации, на основе внедрения получить желаемый результат с увеличением надежности и экономической составляющей текущих проектов.

Цель осуществляется за счет решения таких основных задач как:

- 1) Исследование развития цифровых подстанций в Казахстане;
- 2) Рассмотрение блочных-модульных подстанций, применяемых на промышленных объектах, для дальнейшей их цифровизации;
- 3) Моделирование программы на базе приложений Zelio.

В данной магистерской диссертации для решения главных задач использовались методы практической проверки и анализа.

Достоверность и обоснованность данных в приложениях были подтверждены правильным применением последовательности подключения всех оборудования и элементов цифровизации, за счет этих данных была произведена проверка получения сообщения при возникновении повреждения на основных оборудовании.

Научная новизной диссертации является введение цифровых элементов и их использования для дальнейшего увеличения надежности.

Основные результаты работы была опубликована в статье «Исследование цифровой подстанции в распределительных сетях среднего напряжения на основе группы приложений Zelio» в Трудах Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения-2020».

1 Электротехнические объекты на нефтеперерабатывающих предприятиях

1.1 Оценка состояния нефтеперерабатывающей промышленности Казахстана

Запасы нефти и газа. Наряду с Россией Казахстан занимает первые ряды по наличию жидких углеводородистых месторождений среди стран СНГ. По статистическим данным по запасам полезных ископаемых Государственной комиссии Республики Казахстан в стране извлекаемые запасы нефти составляют порядка 4,1 млрд тонн (30 млрд баррелей), при этом учитывая месторождения на суше (составляющие 4 млрд тонн). При этом запасы по газовому конденсату насчитываются в 300 млн тонн [1].

По статистике от Министерства нефти и газа нашей страны, имеющиеся запасы газовых конденсатов и нефти в Республике достигают порядка 40 млрд баррелей (ориентировочно 5,3 млрд тонн). В случае сохранения настоящего уровня производительности и при том же уровне/объеме запасов проработка нефти и газа в Республике может продолжаться до 70 лет.

По информации от Oil & Gas Journal, в начале 2014 года Республика Казахстан занимала 12-ю позицию в мире по запасам нефти. По данной информации запасы нефти в стране составляли уровень порядка 30 млрд баррелей или 4 млрд тонн, что равняется порядка 2% запасов мира.

По информации от Министерства нефти и газа нашей страны, запасы составляющих углеводородов Республики могут увеличиться после рассмотрения нижних частей Прикаспийской впадины. На настоящий момент проводились исследования только начальные предбортовые зоны этих частей бассейна.

В настоящий момент в Казахстане имеются порядка 15 нефтяных осадочных бассейнов, из этого числа пять бассейнов применяются в коммерческих целях (в этих 5-и бассейнах совокупно собрано более 65% получаемых запасов нефти Республики).

Большую перспективу представляют шельфовые месторождения, которые могут понести последующее увеличение базы ресурсов нашей Республики. Многие страны с регионами нефтедобывания в будущем не смогут компенсировать уменьшение производства.

Тенгиз. На территории Республики имеются порядка 200 месторождений газа и нефти. Объем запасов, расположенных на территории страны составляет порядка 11-12 млрд т. Порядка 70% этих запасных ресурсов распространены на западе Казахстана.

Тенгиз считается большим месторождением нефти и газа, который расположен в Атырауской области. Данное месторождение было открыто в 1979 году. Тенгиз приравняется к нефтегазонасосной провинции Прикаспия. Верхняя составная часть нефтеносного коллектора недр доходит до глубины порядка 4 км, а длина составляет – 19 км. По данным от компании

"Тенгизшевройл", запас о котором нам известно, то есть который был разведан в участках коллектора вовремя разбуривания и неразбуривания рассчитывается в сумме 3 млрд т. Получаемы запасы варьируются в районе 750 млн доходя до порядка 1,1 млрд тонн. Данное месторождение на общереспубликанском уровне составляет ориентировочно 30% нефтедобычи.

Рекордное количество по добыче нефти компания ТШО достигла в 2015 году, показатель которого равен порядка 30 млн тонн. В следующем году объемы добычи сырого черного золота были равны порядка 1,5 млн т серы, 15 млн т или 115 млн баррелей нефти. На данном объекте добыча черного золота около 600тыс. баррелей в день или 75тыс. т в сутки, в то же время производство и добыча природного газа равняется около 22 млн кубических метров в день. По данным от компании ТШО в промежутке между 1993-2016 годами финансовые выплаты Республике составили около \$114 млрд. В данную сумму входят поддержка местных товаропроизводителей, заработные платы сотрудникам нашей страны, платежи государственным предприятиям, дивиденды, принадлежащие местным партнерам, дополнительно налоги, которые перечисляются в госбюджет. Однако стоит отметить, что в 2016 году выплаты были равны \$2,6 млрд, показателю который был ниже на 68% аналогичного периода годом ранее \$8,2 млрд. Тенгиз в 2017 году начал инвестирование в расширение проекта для увеличения добычи, сумма была равна \$37 млрд. Данная инвестиция ориентировочно в 2022 году даст возможность увеличить извлекаемые ресурсы. В 2016 году уже было выполнено порядка 55% проектирования по проекту будущего расширения.

Два основных энергетических продукта страны – нефть и уран – пользуются относительно стабильным спросом во всем мире и оправдывают транспортные расходы при поставке на международные рынки. В этой связи они, в первую очередь, идут на экспорт, хотя примерно пятая часть добываемой сырой нефти поставляется на казахстанские нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) [1].

Комплексный подход к развитию электроэнергетического сектора требует разработки новой концепции развития электроэнергетики в период до 2035 г. с перспективой на 2050 г. Перед электроэнергетическим сектором Казахстана стоят три значимые проблемы: обеспечение надежности электроснабжения, соотношение цены-качества для потребителей (вместо дешевизны) и экологической устойчивости. Несмотря на то, что регулирование электроэнергетического сектора Казахстана обширно связано со множеством нужных инициатив, охватывающих большинство из перечисленных аспектов, они, как правило, реализуются не согласованно друг от друга и не скоординированы с существующими механизмами рынка, политикой сектора и международными обязательствами. Комплексный подход должен применяться к общему планированию развития электроэнергетического сектора, рыночным механизмам, регулированию тарифов и использованию технологий (включая технологии со стороны спроса и сетей). Учитывая все вышесказанное,

рекомендуется разработать новую Концепцию развития электроэнергетического сектора до 2035 года с перспективой до 2050 года.

На рисунке 1.1 показаны обзор и прогноз добычи нефти в Казахстане.

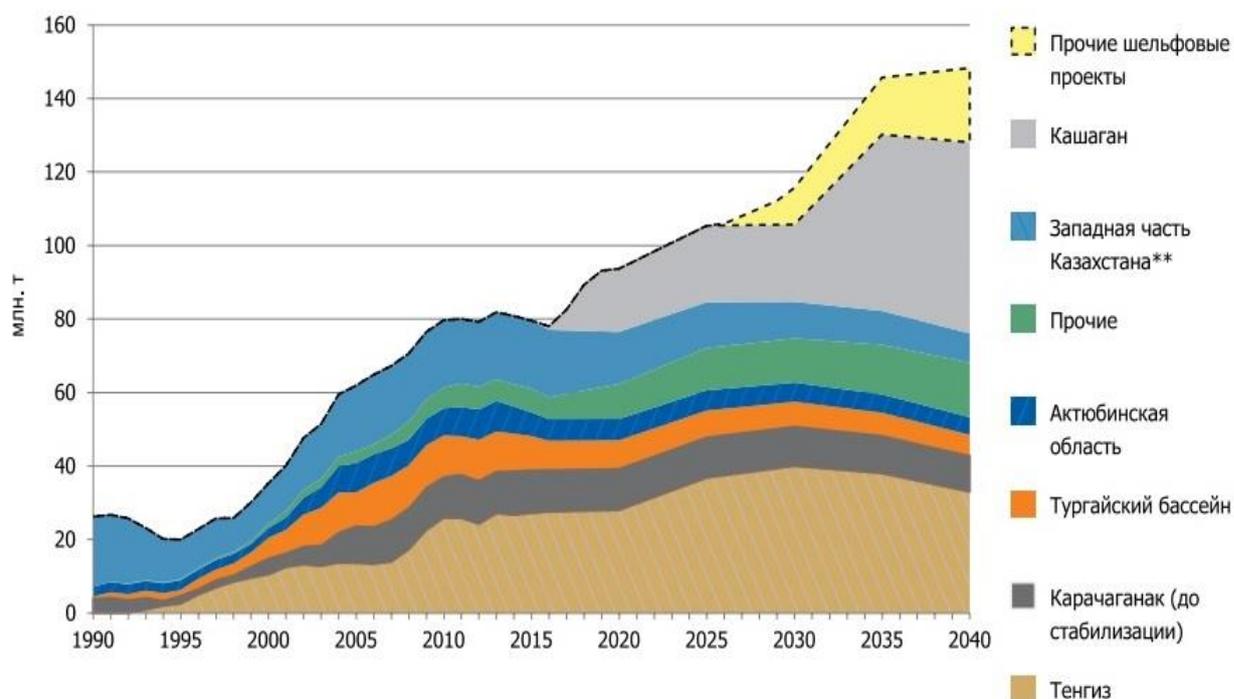


Рисунок 1.1 - Обзор и прогноз добычи нефти в Казахстане

1.2 Современные тенденция в развитии электротехнических объектов

С каждым годом тенденции производства и потребления электроэнергии в Казахстане проходит через изменения и является более неровным. Некоторыми причинами, стимулирующими эти тенденции, являются рост потребления электрификации энергетики Казахстана и возобновляемых источников энергии. Так же претерпят изменения распределительные сети: от обычного перераспределения электричества к базам «Smart Grid» технологий. Для казахстанской энергосистемы были произведены существенные капиталовложения, однако, несмотря на это, местные сети ограничены. По вышеуказанной причине казахстанский электроэнергетический сектор рассматривается тремя сторонами: Северной, Южной и Западной. Каждая из них существенно отличается от другой, по следующим позициям: предложение и спрос, расчеты вырабатываемых мощностей, связей сети и их балансов. Северная и Южная зоны разделены между собой одной линией 220 кВ, так же двумя линиями 500 кВ, однако данные разделения постоянно улучшаются. Западная зона ограничена от предыдущих двух, она имеет связь линиями электрораспределения с соседней Россией. За последние годы Казахстан

усовершенствовал состояние энергосистемы, однако у данной системы имеется нехватка маневрирования вырабатываемых мощностей. Частично причиной этому является большая доля ТЭЦ с низким маневрированием, которые функционируют в комбинированном режиме при производстве электрической и тепловой энергий. Данный факт отмечает немаловажную роль энергосистем соседних стран в поддержке баланса энергосистемы нашей страны.

Во всем мире нефтегазовая промышленность в своих этапах добычи, сбыта, переработки, транспортировки имеет проблемы с электроснабжением. Кратковременные повреждения, события, такие как перенапряжение, отключение электричества, просадка напряжения являются постоянными явлениями. Данные проблемы служат причиной убытков в производстве и приводят к простоям оборудования. Временами нефтегазовые промышленные объекты сами обеспечивают себя распределением и генерацией электрической энергии.

В настоящее время нефтеперерабатывающие компании уделяют большое внимание значению для модернизации и технического развития заводов. Помимо технологического оборудования изменение терпит так же инфраструктура, становятся лучше системы управления и мониторинга, возрастают мощности, требования к надежности и безопасности процессов в производстве. В нефтегазовой промышленности берут во внимание различные факторы как их труднодоступность, климатические условия для того, чтобы увеличить надежность электроустановок, простоту монтажа и их применения. Во многих случаях рассматривается возможность использования имеющегося нового оборудования, подстанции повторно уже на другом объекте.

На данный момент нефтегазовые компании используют большое количество подстанций у себя на объектах. Решением и установкой данных вопросов занимаются большое количество электротехнических международных компаний. Они предлагают решения в качестве оборудования и даже уже построенных функционирующих подстанций под ключ. Подстанции являются основой для распределения электроэнергии и ее подачи до потребителя. Международные компании применяют свой глобальный опыт для постройки и модернизации подстанций с различными свойствами и оборудованием.

1.3 Принципы проектирования электротехнических комплексов на промышленных объектах

Динамика развития процессов в технологии и постоянное совершенствование производства в этапах проектирования требуют от электроснабжения следующие показатели: гибкость, простота и надежность. Стоит отметить, что промышленные объекты разных сфер хозяйства имеют собственные требования к проектированию систем электроснабжения.

Электроэнергия — продукт, который мы получаем в результате

производственного процесса, это означает, что должным образом спроектированное электроснабжение промышленного объекта может в конечном итоге уменьшить себестоимость продукции.

При проектировании системы электроснабжения промышленных объектов необходимо принимать во внимание принципы, описанные ниже.

Масштабируемость. В данных системах не должно быть многоступенчатости, так же необходимо, чтобы способ прокладки был максимально простыми и питающие линии должны быть небольшими. Помимо этого, система должна быть устроена таким образом, чтобы оставалась возможность для будущего масштабирования (внедрение новых систем).

Отсутствие перегрузок. Во время проектирования цехов, заводов промышленных объектов важную роль играют как размещение внутри них оборудования, так же расположение ТП. Исходя из лучших условий все участки должны иметь свое распределительное устройство, которое будет установлено поблизости с нагрузками. Во избежание перегрузки в данных случаях другие участки не должны обладать возможностью подсоединения к данному устройству.

Бесперебойный производственный процесс. В местах производства, где происходит параллельное запитывание сетей, работа должна идти таким образом, чтобы в случае надобности отключения элемента сети (ремонт, авария) отсоединялись только те части, которые запитываются от данного потока. Другие технологические механизмы в таких случаях должны быть в рабочем состоянии.

Безопасность. В производстве все оборудование, которое используется, должно соответствовать степени защиты и условиям работы данного объекта.

При условиях, что все вышеупомянутые факторы учтены во время проектирования электроснабжения, увеличиваются вероятности расширения производства, использования и применения новых технологий, инновационного оборудования.

В составе главных элементов систем электроснабжения числятся:

- различные источники питания сетей;
- электропередача по линиям и от источника к потребителю;
- места приема электроэнергии;
- распределительные сети;
- предприятия, потребители электроэнергии [2].

Так же в систему электроснабжения могут быть включены распределительные и питающие сети. Питающая сеть – это сеть, которая связана линиями электропередачи и отходит от источника питания сетей до пункта приема электроэнергии. Распределительные сети — это сети, которые так же связаны линиями и подводят электрическую энергию от приемных пунктов к потребителям. Схемы источников питания делятся на следующие типы: смешанные, магистральные и радиальные. Магистральная линия питания имеет ввиду подпитку потребителей с большой мощностью и узлов по отдельным линиям, которые присоединены в разных точках к магистрали.

Следующий тип схем, то есть магистральная используется для производств с большой мощностью в разделах экспериментального производства, приборостроения и машиностроения, цветной металлургии. Данный вид схем в основном применяется в местах с ровным распределением оборудования и в местах с нормальной средой, так же они являются высоконадежными. Обычно радиальные схемы используются для любой среды. При подключении через данную схему все потребители подключаются с пунктом распределения и подстанцией по отдельной линии. При последнем типе подключения, то есть смешанных схемах каждая линия магистрали запитывает несколько пунктов, которые дальше распространяются в качестве радиальных линий к потребителям.

Выше были перечислены основные принципы электрического снабжения предприятий промышленности (бесперебойная работа, экономия средств, гибкость, расположение относительно источников питания, применение схем магистрали и др.), дополнительно к ним так же имеются некоторое количество нормативных требований к электрическим сетям объектов промышленности.

Источник питания в случае применения на предприятиях промышленности может являться электрической станцией для системы электроснабжения или своей станцией для предприятия. Своя электрическая станция нужна в случае большого использования энергии, в случаях, когда есть специальные требования к системе электроснабжения и ее надежности, так же в случаях удаленности предприятия от энергетической системы.

Дополнительные требования к точкам источникам питания:

- На предприятиях с электроприемниками I и II категорий должно быть два и более независимых взаимно резервируемых источника питания.
- Для электроприемников особой группы I категории должен быть предусмотрен третий независимый источник питания.
- Питание энергоемких предприятий от сетей энергосистемы следует осуществлять при напряжении 110 или 220 кВ.
- Предприятия с незначительной нагрузкой могут работать при напряжении 6, 10 и реже 35 кВ.
- При малой нагрузке достаточно напряжения 0,4 кВ от сетей энергосистемы либо соседнего предприятия.

Распределительная сеть промышленных предприятий должна работать на напряжении 10 кВ, в некоторых случаях — 6 кВ, энергоемких — на напряжении 110 кВ [2].

Требования к электроснабжению различных типов объектов обширны и регулируются большим числом нормативных актов. В части электроснабжения промышленных предприятий можно выделить следующие документы:

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) — группа нормативных документов, которая не является документом в области стандартизации.

НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий.

СН 357-77. Инструкция по проектированию силового и осветительного

электрооборудования промышленных предприятий.

СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства.

ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998). Межгосударственный стандарт. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования НТП ЭПП 94. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий.

1.4 Цифровизация электротехнических комплексов

Постоянное развитие промышленных элементов в подстанциях требует их постоянную модернизацию и улучшение их компонентов. В настоящее время используемые информационные, цифровые технологии раскрывают и дают возможности инновационных, лучших подходов к решению задач управления, автоматизации и цифровизации энергообъектов, предоставляя возможность для создания подстанции современного эталона — цифровые подстанции (ЦПС). ЦПС является объект содержащий в себе высокий уровень автоматизации, за счет и с помощью которой производится почти все работы информационного обмена у элементов ПС, дополнительно еще происходит работа ПС происходит в цифровом виде с помощью международных стандартов серии МЭК-61850. В качестве определяющего основного признака ЦПС применяется ее «глобальная» IT-развитость, т.е. все рабочие процессы информационного обмена для элементов аппаратных и программных комплексов ПС происходит в цифровом виде. Дополнительно необходимо отметить, что данный стандарт МЭК-61850 производит процесс начального проектирования и последующей наладки, различные описания конфигурации автоматизированных систем, различные виды испытаний оборудования и другие отличающиеся аспекты реализации и использования ЦПС.

2 Блочно-модульные сооружения заводской сборки типа E–House

2.1 Краткий обзор возможностей E-House

С помощью подстанций производится передача и распределение электроэнергии. В настоящее время большинство современных ведущих компаний внедряют свои ноу-хау и масштабные опыты для того, чтобы построить и совершенствовать подстанции с воздушными или элегазовыми выключателями без ограничений, которые возникают из-за положений как расположение и уровней рабочего напряжения.

В настоящее время нефтеперерабатывающие компании уделяют большое внимание значению для модернизации и технического развития заводов. Помимо технологического оборудования изменение терпит так же инфраструктура, становятся лучше системы управления и мониторинга, возрастают мощности, требования к надежности и безопасности процессов в

производстве. В нефтегазовой промышленности берут во внимание различные факторы как их труднодоступность, климатические условия для того, чтобы увеличить надежность электроустановок, простоту монтажа и их применения. Во многих случаях рассматривается возможность использования имеющегося нового оборудования, подстанции повторно уже на другом объекте.

На рисунке 2.1 показано фото модуля E-HOUSE (Приложение А с указанием однолинейной схемы).

В конечном итоге на передовом плане стоят подстанции, распределительные устройства, находящиеся в составе модульного сооружения, контейнера. С таким условием они могут транспортироваться в разные места с помощью автомобильных платформ и тралов.

В процессе развития инженерских исследований для решения проблем промышленности касательно уменьшения затрат на монтаж, транспортировку и пусконаладочные работы, так же повышение надежности электроснабжения стали использоваться компактные модульные подстанции — E-House. Модуль электроснабжения E-house – это собранная модульная подстанция, которая целиком построена, произведена, так же протестирована на соответствующем заводе и подключена в необходимое место. Данные подстанции подходят для использования как в качестве генерирующих, так и для промышленных предприятий.



Рисунок 2.1 – Модуль заводской сборки типа E-House

На рисунке 2.2 приведены фото и рисунки с модулями E-HOUSE для использования на месторождении «Тенгиз».

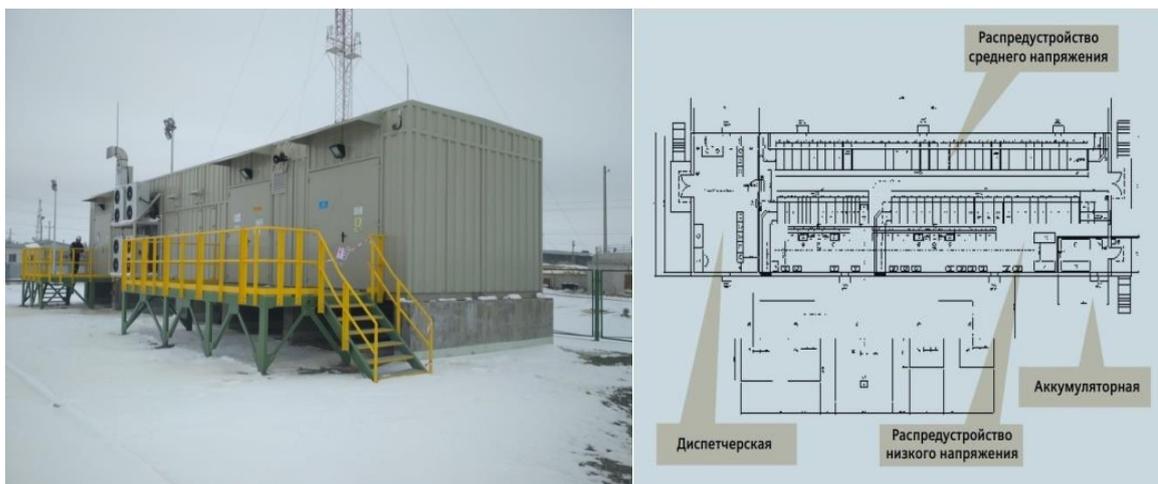


Рисунок 2.2 – Собранные модули E-HOUSE

Особое внимание при проектировании, сборке подобных зданий стоит уделять на стойкость к влиянию климатических условий. Важно знать, что в некоторых случаях отраслей промышленности установка электрического оборудования внутри помещения в качестве защиты от внешнего воздействия среды является недостаточной мерой. Имеется большое количество причин, которые предполагают в качестве разумного решения размещать оборудование по отдельности, к примеру, в случае большого количества опасных частиц в воздухе и в случаях непосредственно прямого контактов с опасными веществами. В решении упомянутых проблем E-house модули – это эффективно быстрое, простое, своевременное, экономичное решение. Стены модулей сцепляются замковыми соединениями и части из кровельных панелей делают барьер против непосредственных воздействий климатических условий. Наружные частицы не имеют шанса попасть внутрь сооружения благодаря настроенной системе по избыточному давлению. Внешний корпус сооружения в зависимости от требований укомплектовывается соответствующие дополнительной изоляцией от климатических воздействий. Внешнее покрытие производит необходимую стойкость к абразивным, химическим воздействиям и к влаге. Данные модульные сооружения могут быть спроектированы для функционирования в условиях больших скоростей ветра, достигающих до 240 км/ч, так же для применения в высоких нагрузках снега и сейсмических зонах. Помимо вышеупомянутого доступны специфичные противопожарные стены для изоляции распределительных устройств от различных аварий трансформатора. Электрификационные установки имеют специфичную отделку, обеспечивающую их соответствие окружающей среде.

Модульные сооружения E-house проектируются таким образом, что должны соответствовать таким требованиям как техники безопасности и охраны труда, условиям окружающей среды. Модули обеспечивают соответствие и временами превышают требования других дорогостоящих современных проектов, а также без проблем проходят через суровые климатические условия. Стоит отметить, что в местах, где планируют

использование модулей E-HOUSE, меньше рискуют от несвоевременного строительства из-за погоды, чем те проекты с обычными бетонными, кирпичными зданиями. Модульные сооружения E-HOUSE чаще всего устанавливаются на поднятых, возвышенных платформах для защиты от паводков, наводнений. Данная опция дает возможность монтажа шинопроводов, кабельных лотков под модулями без дополнительного рытья длинных траншей. При проектировании модульных сооружений снижается необходимость в сборке других строений, так как помещения оперативного персонала, батарейные помещения, технические комнаты изначально могут быть в составе модульных сооружений. Электрификационные установки E-house обеспечивают удобство для уже существующих, запущенных процессов, проектов, так же удваивают гибкость необходимого проекта. Учитывая климатические условия окружающей среды и другие различные требования, модульные сооружения E-house могут быть достойной и выгодной заменой обычным строящимся на месте подстанциям.

Ниже приведены преимущества использования модульных сооружений E-HOUSE сравнительно с местными подстанциями (Рисунок 2.3):

- 1) Удобный и качественный монтаж и введение в процесс после выявления установочного места;
- 2) Нет необходимости в дополнительных проверках, так как заранее были проведены пусконаладочные работы со всеми сторонами на заводе;
- 3) Удобная гибкость за счет исполнения конструкции: качественное расширение и смена схемы мест расположения оборудования, в любое время можно вывести из эксплуатации и произвести демонтаж;
- 4) Высокий уровень безопасности рабочего процесса за счет уменьшения количества нужного обслуживающего персонала;
- 5) Экономические затраты снижаются во время гражданского строительства, так же снижаются связанные с этими случаями возможные задержки, к примеру плохая погода;
- 6) Более простой процесс получения разрешений;
- 7) Более низкие потери по амортизации.

Используемое оборудование. Зачастую блочные модули E-HOUSE могут быть оснащены большим количеством оборудования, которые могут гарантировать высокий уровень надежности и работы. Данные блочные модули – это система, внедренная разными универсальными решениями от одной компании, которая ответственна за документацию, сертифицированные, проектирование и собранную конструкцию. В список устанавливаемых оборудования, устройств в модулях E-HOUSE входят сухие трансформаторы, входа, выхода программируемых логических контроллеров, распределительные устройства среднего и низкого напряжения, соответствующие международным и местным стандартам как МЭК, ANSI, ПУЭ и ГОСТ, устанавливаемая релейная защита, источники бесперебойного питания, аккумуляторные батареи, станции управления электродвигателями

низкого и среднего напряжения, устройства отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, устройства системы обнаружения пожара и газа.



Рисунок 2.3 - Внедренное решение: модульное сооружение собрано, произведено и протестировано на заводе-изготовителе

Наряду с вышеперечисленными основными оборудованьями так же имеется широкий список вспомогательных, дополнительных оборудованья, подбирающиеся в соответствии с региональными, местными требованиями, правилами и стандартами. В данный список оборудованья входят системы освещения, розетки, светильники (обычный режим и аварийный режим), система заземления, распределительные щиты собственных нужд, кабельные несущие конструкции, лотки, шинопроводы, молниезащита и другие. Для взрывоопасного расположения предусматриваются, подходящие под стандарты, электрические установки, системы обнаружения пожара и газа, которые оборудуются соответствующими датчиками, аварийные выходы, которые должны быть доступны с каждого участка подстанции на расстоянии не более 10 м, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, которые так же соответствуют дополнительным требованиям во взрывоопасных средах и опасных средах с высоким содержанием токсичных газов.

Ниже можно увидеть общее расположения оборудованья в модуле (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Вид модуля изнутри

Сооружения E-house. В обычных случаях для модулей E-house стандартным решением является установка конструкции на подготовленную заранее стальную конструкцию или фундамент по краям модуля с обеспечением доступа снизу (данные детали в поставке, так и проектируются стороной заказчика). Высота установки модуля над землей 1,5 м, чему должны соответствовать конструкции под модулем. Данная высота обеспечивает необходимость правильной разводки кабелей, их соответствующий радиус изгиба. Дополнительно к фундаментам и стальным конструкциям под модулями на стороне заказчика производится установка площадок, перил, переходы и лестницы. Под модулем на стороне заказчика производится подключение к уже существующему контуру заземления.

Модульные сооружения E-HOUSE устанавливаются на возвышенной платформе во избежание случаев наводнений, паводков. Так же возвышенная установка модулей способствует удобному монтажу подключаемых снизу кабелей и их лотков, шинопроводов, тем самым нет необходимости копания траншей.

Дополнительные строения как комнаты для аккумуляторных батарей, комната обслуживания персонала технические комнаты идут уже в строении модульных зданий.

Цифровизация и автоматизация модулей. В настоящее время техника и технологии управления и связи, обработки информации создают немаловажный аспект между процессами распределения, генерации, потребления и передачи электрической энергии. Умные сети делают структуру энергораспределения сплошной, способствуют оптимизации производства электрической энергии и создают баланс между меняющимися режимами потребления и генерации.

Попробуем разобраться какому виду технологий мировые эксперты пророчат большое будущее, то есть какая в ближайшем будущем развернется движущей силой технологической революции настоящего. Большое внимание будет уделено изначально технологиям, оказывающим влияние на

промышленность добычи нефти и газа, предприятия, в которых происходит добыча, переработка и транспортировка сырья из углеводорода.

Одно из основополагающих определений умного производства сформулировали учёные из Штутгартского университета в своей работе "Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing" ("Умные предприятия - шаг к новому поколению производства"). Согласно трактовке учёных, умное производство (smart manufacturing) - это система производства, способная учитывать контекст и помогать людям и машинам в решении их задач, благодаря масштабному внедрению информационно-коммуникационных технологий в систему управления рабочим процессом.

Наша страна на данный момент находится в такой экономической реальности, что нефтегазовая промышленность очевидно продолжит развиваться в сторону улучшения нефтехимических и химических производств, увеличения количества переработки материалов. Одним из рядовых способов соответствия современным условиям – внедрение и последующее увеличение «ума» предприятий по переработке. Это приведет к тому, что будет наблюдаться следующая тенденция по более масштабному уровню автоматизации, быстро передаваемой информации и ее циркуляция без препятствий, системы управления с более сглаженными режимами работы и оперативностью, уменьшение непродуктивной рабочей силы.

Датчики, которые устанавливаются на насосах и клапанах, и модернизация инженерных систем, дают возможность сбора в настоящее время различных данных о давлении, температуре и других показателях для сверки анализа. Данные, которые будут собраны с помощью интеллектуальных технологий способствуют развитию таких задач как заблаговременно предусмотреть и предотвратить сложности в эксплуатации, улучшить качество выполнения охраны труда, правил безопасности, исключить неразумные временные излишки, а также определить новые размещения для бурения. Наряду с вышеперечисленным решения в области цифровизации и автоматизации сбора данных способствуют решению следующих глобальных задач как: мониторинг коллекторов и их визуализация, анализ; мониторинг скважин и их дебит; оптимизация добычи работы скважины; управление подключением; системы управления полной, целостной работы всех объектов. Для грамотного введения цифровизации по сбору данных, следует отметить, что персонал должен быть обязательно обучен и готов к работе с такими технологиями.

В настоящее время есть системы по обнаружению утечек в трубопроводах. В трубопроводах как под землей, так и на поверхности нефтегазовой промышленности происходят утечки, что являются одной из серьезнейших проблем для нефтегазовой отрасли нашей страны. Системы по обнаружению утечек и их установка в трубопроводах позволит повысить эффективность работоспособности и минимизировать потери. В системах по обнаружению утечек применяются датчики с функцией быстрого сканирования, что дает возможность для контроля температуры, давления и для

нахождения характерных индикаторов по утечкам. Большую возможность также дает применение кабелей из оптоволокна для датчиков в сфере нефтегазовых труб.

В следующей главе будет детально рассмотрена трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ сборки E-house, так же будут рассмотрены подробные данные по модулю: используемые электрооборудования и их расположение. Принимая во внимание упомянутые выше детали можно отметить следующие области применения модульных сооружений E-House:

- В качестве станции, которая перенаправляет энергию от возобновляемых источников и производств ископаемых;
- Критичные объекты и их электроснабжение;
- В местах с малым пространством для расширения решение будет эффективным.

2.2 Модули 10/0,4 кВ сборки E-house

Современные рассматриваемые мной модули, подстанции включают в себя два отсека, в одном из отсеков стоит силовой сухой трансформатор 10/0,4 кВ и в соседнем отсеке два распределительных устройства 10 кВ и 0,4 кВ, так же в данном отсеке установлены оборудования, шкафы собственных нужд подстанции. Все они стоят в закрытых помещениях. На данный момент рассматривается две опции использования данных подстанций, их две, по первому варианту должны работать параллельно поселки, потребители вахты месторождений, а по второму варианту рассматривается возможность замены уже существующей практически изношенной подстанции. Оборудование, которое устанавливается внутри подстанций происходят от ведущих мировых компаний как АВВ, Schneider Electric, Motorola и т.д., что подтверждает их соответствие как международным стандартам МЭК, так и местным стандартам ГОСТ и ПУЭ. До некоторого времени подстанциями, модулями таких сборок занимались только зарубежные компании страны, однако в настоящее время наблюдается рост местных компаний нашей страны, которые улучшая энергетику и экономику Казахстана, берут на себя ответственность и успешно поставляют, собирают такие современные подстанции E-house.

Ниже на рисунке 2.5 приведен план расположения всего оборудования внутри подстанции.

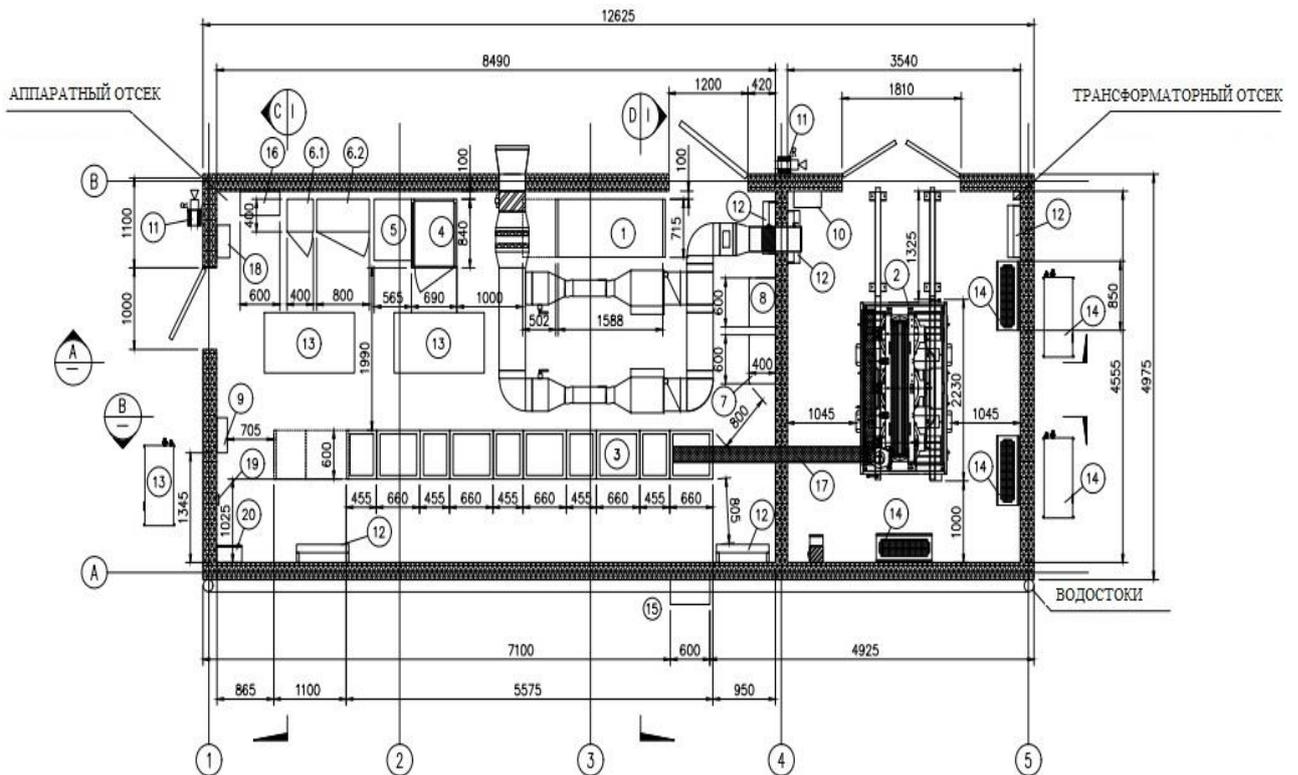


Рисунок 2.5 – Схема расположения электрического оборудования

- 1) RM6, распределительное устройство 10кВ сборки Schneider Electric;
- 2) Сухой трансформатор защиты уровня IP31 мощностью 1600 кВА, напряжением 10/0,4кВ, сборки АВВ;
- 3) ОККЕН, распределительное устройство НН 0,38 кВ сборки Schneider Electric;
- 4) Щит источника бесперебойного питания 220В DC сборки Gutor;
- 5) Батареи на стеллажах для ИБП DC;
- 6.1) Распределительный шкаф для собственных нужд местной сборки;
- 6.2) Встроенный щит ОВКВ;
- 7) Распределительный щит для нужд уличного освещения;
- 8) Шкаф для системы сигнализации;
- 9) Шкаф системы обнаружения пожара и газа;
- 10) Панель по контролю температуры сухого трансформатора;
- 11) Сирена свето-звуковая при аварии, связанная со шкафом обнаружения пожара и газа;
- 12) Обогреватель электрический;
- 13) Внутренний и внешний блоки кондиционирования воздуха;
- 14) Прецизионный кондиционер;
- 15) Соединительная распределительная коробка;
- 16) Распределительный щит при обнаружении аварии 0,38 кВ;
- 17) Для подключения трансформатора и РУ-0,38 кВ шинопровод;
- 18) Антенна АСЕ3600 производства Motorola;
- 19) Панель управления блоками кондиционеров;

Ниже приведены изображения стального металлического каркаса модулей, так же узел между стенами и потолком.

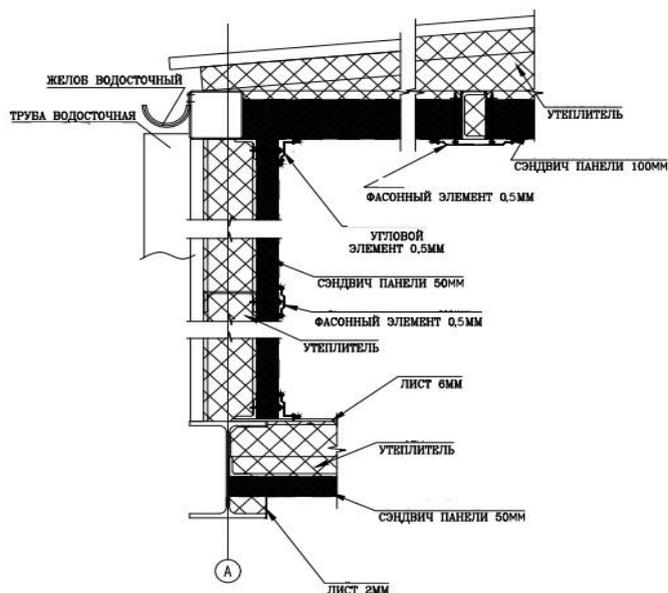
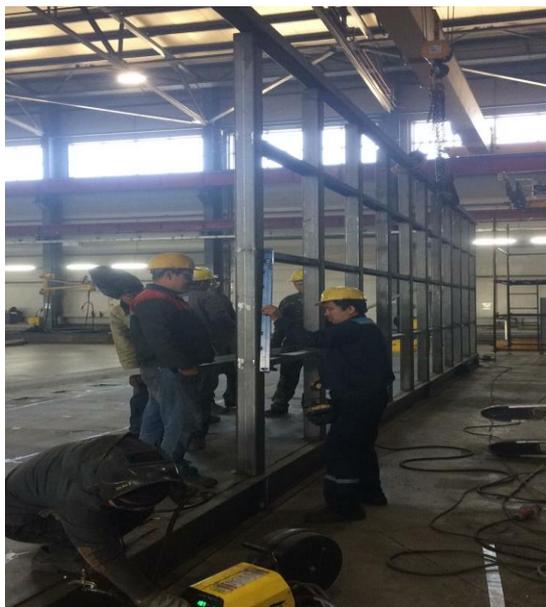


Рисунок 2.7 – Стальной металлический каркас модулей и узел между потолком и стенами

Сэндвич-исполнение применяется в основании данных подстанций. Снаружи, как оговаривается, устанавливается лист горячей оцинковки толщиной 1 мм. Внутри в стене применяется лист из горячей оцинковки толщиной 4 мм. В оставшийся 100 мм промежуток заполняется слой ваты минеральной. По требованиям заказчика определяется высота слоя минваты, так же обращают внимание климатические условия в месте установки модулей E-house. После утверждения и установки всех деталей в основании в конце покрываются покрасочный слой и поверх него в зависимости от оборудования ПВХ ковер, к примеру. Расчетное значение для нагрузки на основание подстанции составляет 400 кг/м², в зависимости от требований заказчика значение может меняться.

Ниже показано изображение основания с установкой сэндвич-панелей.



Рисунок 2.8 – Основание с установкой сэндвич-панелей

Крыша подстанции выполняется из листа горячей оцинковки толщиной 1 мм изнутри, а снаружи используется трапецидальный лист горячей оцинковки толщиной 2 мм. В пустоту между ними в 100 мм устанавливается минеральная вата.

В рисунке 2.9 приведены изображения с полуготовыми вариантами модулей до покраски и финальный вариант после монтажа сэндвич-панелей и покраски.



Рисунок 2.9 – Варианты сборки до покраски и монтаж с установленными сэндвич-панелями и выполненной покраской

Для устанавливаемого распределительного устройства 10 кВ должны быть учтены двери для доступа персоналу, имеющему необходимый уровень допуска. Данный персонал имеет право для подключения устройства, ремонта, технического обслуживания и т.д. Получить доступ возможно только после внедрения необходимой изоляции от всех источников электрической энергии. Все доступы к устройствам, которые находятся под напряжением, должны быть так же изолированы. Двери и панели для съема внутри подстанции должны иметь замок и закрываться. Каждая дверь для доступа в шкафы должны закрываться замками снизу и сверху. Лестничные площадки должны располагаться таким образом, чтобы соответствовало расположению двери. Противоположно распределительному устройству среднего напряжения 10 кВ должны лежать резиновые маты (Рисунок 2.10).

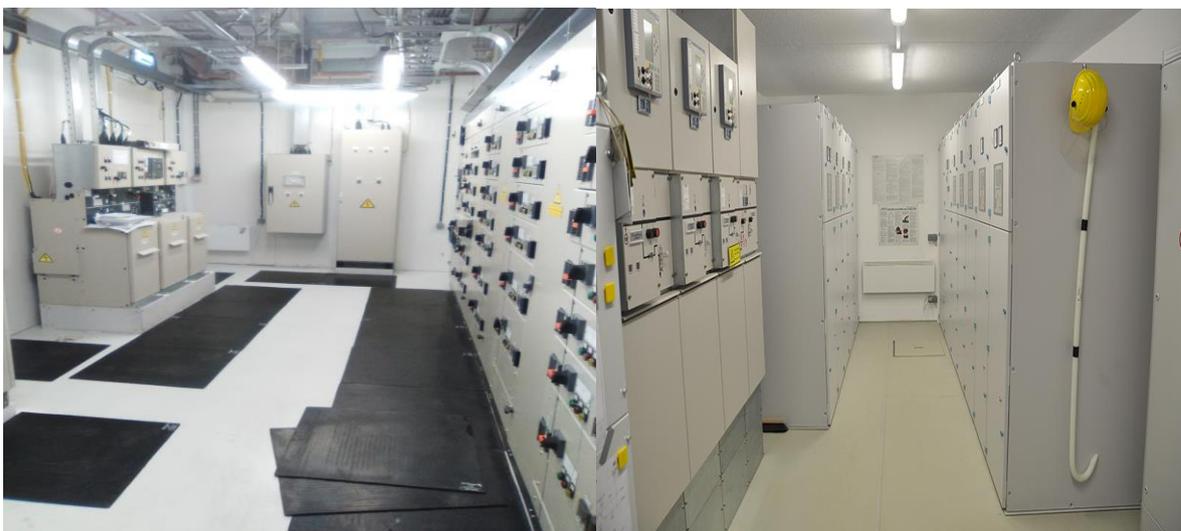


Рисунок 2.10 – Финальная версия после выполнения монтажа

2.3 Сухой трансформатор 10/0,38 кВ

Сухие трансформаторы данного объекта мощностью 1600 кВА и напряжением 10 кВ / 0,38 кВ, со степенью защиты IP31. По требованиям заказчика данные трансформаторы должны быть установлены с удобством обеспечения доступа для их дальнейшего технического обслуживания, так же для их правильной работоспособности. По проекту трансформаторы расположены в специально подготовленных под них отсеках модуля. Находиться они будут в закрытом помещении, что подразумевает их поставку без необходимых защитных кожухов. На своей стороне подрядчик делает проверку обмоток трансформатора, их конструкцию на соответствие выдерживаемых тестов, испытаний на стойкость по расчетному импульсному напряжению. Данные детали прописываются заранее в списке технических данных от завода-изготовителя. При переключениях элегазового оборудования конструкция трансформатора, его обмотки должны быть устойчивыми к возникающим вследствие переключений перенапряжениям. Ограничители перенапряжений устанавливаются на высокой стороне для защиты трансформатора и линии.

У данных сухих силовых трансформаторов внутреннего исполнения должна иметься герметизация с литевой смолой. Данные трансформаторы в свою очередь могут быть спроектированы как с корпусом, кожухом так и без него. Завод-изготовитель собирает и поставляет данные трансформаторы в готовой сборке и с возможностью после поставки для подсоединения как с высокой стороны, так и с низкой стороны. Трансформатор вместо кожуха имеет пластиковую оболочку, защищающая от дождя и пыли. У трансформаторов данного типа могут системы охлаждения как с принудительным воздухом АФ, что достигается с помощью вентиляторов, так и с естественным воздухом АН.

Ниже приведено фото общего вида трансформатора (Рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Сухой трансформатор сборки АВВ

В трансформаторах возникают потери, которые вызваны электрическим током, вызывающим намагничивание магнитных частей, проходя через обмотки, выделяется тепло на линии, что является потерей. Во избежание постоянного нагрева сухого трансформатора, что вызывает собой большие риски эксплуатации, в нем учитывается принудительная или естественная система охлаждения в месте работы. Во время производства трансформатора производят тесты на стойкость работы трансформатора следующим явлениям перегрузки и перенапряжения, короткие замыкания. Так же во избежание аварийных ситуаций амплитуда значений и их магнитуда регулируется при помощи необходимых устройств.

Используемая защита сухого трансформатора. В качестве защиты в данном трансформаторе обеспечено электронное реле с большим рядом функций. Для данных целей в подстанции предусмотрены линии питания постоянным током, что обеспечивается с помощью источников бесперебойного питания подстанции и их аккумуляторных батарей.

При проектировании, закупе трансформаторов необходимо учитывать рабочую загруженность в 100%, в дополнение к которому добавляется запас, что регулируется нормами и правилами нашей страны. Все это в будущем приносит высокую износостойкость и правильный подход к техническому обслуживанию и эксплуатации и не идет разрез с указаниями производителя и международными промышленными стандартами. В сухом трансформаторе предусмотрены следующие защиты по кодам ANSI: 87T (дифференциальная защита трансформатора), 51G (максимальная токовая защита на землю, с обратной выдержкой времени), 50 (максимальная токовая защита), 50N (токовая защита нулевой последовательности) и другие защиты.

Дополнительно к рассмотрению защиты трансформаторов в приложении Б имеется расчет трансформаторов тока модулей.

Защита сухих трансформаторов от перегрева и перегрузки по току.

Короткие замыкания и перенапряжения в трансформаторах вызывают скачки значений, эти скачки побуждают динамические и тепловые воздействия на трансформатор. Для защиты от таких случаев необходимо предусматривать предохранители высоких значений для защиты по токовым нагрузкам и автоматические переключатели по ответвлениям. Это предотвращает потенциально опасные возникновения перенапряжений и больших значений токов, которые превышают рабочие значения в несколько раз.

Вентиляция в сухих трансформаторах. Выше были описаны случаи, когда возникает, перегрев в трансформаторе. Для недопущения перегрева трансформаторов необходима установка вентиляции для поддержания комфортного уровня тепла. В нашем случае трансформатор расположен внутри отдельного модуля, и в данном модуле будет установлена вытяжная система вентиляции для поддержания уровня объема воздуха и тепла в модуле. Так же учитываются размеры воздухопроводов для правильной вытяжки/отдачи воздуха. По требованиям стороны заказчика по бокам трансформатора соблюдается дистанция в 1м, а токопроводящие части высокой и низкой сторон располагаются в 0,35 м минимально.

Дополнительно так как трансформатор не является масляным нет необходимости в сборе жидкости диэлектрика и предоставления устройства к этой жидкости. Эти трансформаторы расположены и установлены так, что из-за выделяемого тепла не создают риск воспламенения ближайших частей, материалов, стен.

Перенапряжения и защита от них в сухих трансформаторах. Возникающие перенапряжения атмосферных факторов и перенапряжения по промышленной частоте должны быть ограничены разрядниками. В данном случае используется разрядник регулируемого сопротивления. Сетевые характеристики и степень изоляции сухих трансформаторов должны указывать на характеристику разрядников. Их заземление проводится соответственно правил высокой стороны в каждом государстве.

Тепловая защита сухих трансформаторов. Вся подробная информация по сигналам тревоги и подключения, приборов управления по их регулированию поставляется вместе с информацией прибора управления. Имеются значения температуры по умолчанию программируемые для сигналов состояния и переключений, когда значение температур 100 К и температура максимальная средняя 40° С для определенных классов равны следующим значениям (Таблица 2.1):

Таблица 2.1 – Параметры датчиков

	Датчик Pt100	Термистор
Сигнал тревоги °С	130	130 Синий-синий
Отключение °С	150	150 Черный-черный
Вентиляторы (соед/разъед) °С	120/110	110 коричневый- коричневый

В рассматриваемом нами случае применяются три разные защиты:

- На рисунке 2.12 рассмотрена защита, которая осуществляется с помощью термисторов, имеющих сигналы по состоянию запуска и тревоги в приборе управления;

- На рисунке 2.13 рассмотрена защита, которая осуществляется с помощью датчиков Pt100, которые имеют сигналы по состоянию тревоги, измерения и запуска в данных приборах управления;

- На рисунке 2.14 рассмотрена защита трансформатора с использованием датчиков ИК оборудованных теплозащитой.

Электрическая схема трансформатора дает возможность увидеть наличие в его схеме термометров для выявления сигнала аварии, сигнала отключения, температуры сердечника и ее измерение. В схемах подключения устройств по контролю температуры и трансформаторных зажимов используются 3-4 провода. На схеме указанные как 1, 2, 4, 3 штепсели трансформатора и штепсели устройств по контролю температуры должны быть подключены друг с другом.

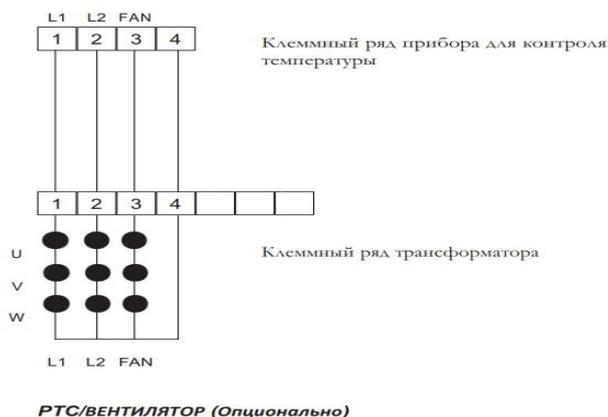


Рисунок 2.12 – Тепловая защита с помощью термисторов с сигналами по состоянию

Каким образом проходит подключение между устройством по контролю температуры и сухим трансформатором:

- Трансформатор содержит в себе 3 или 4 датчика по температуре РТ-100, то есть каждый датчик на отдельную фазу, и далее он подключается к температуре, которая контролируется. Датчики по контролю температуры РТ-100 подключаются с помощью 9 или 12 проводов в промежутке от устройства измерения температуры и самим трансформатором. Все клеммы колодок трансформатора и устройства по измерению температуры соответственно имеют нумерацию. Три канала, и каждый соответствует, то есть 1 канал устройства по температуре подходит под фазу U сухого трансформатора, 2 канал фазе V и 3 канал соответственно фазе W.

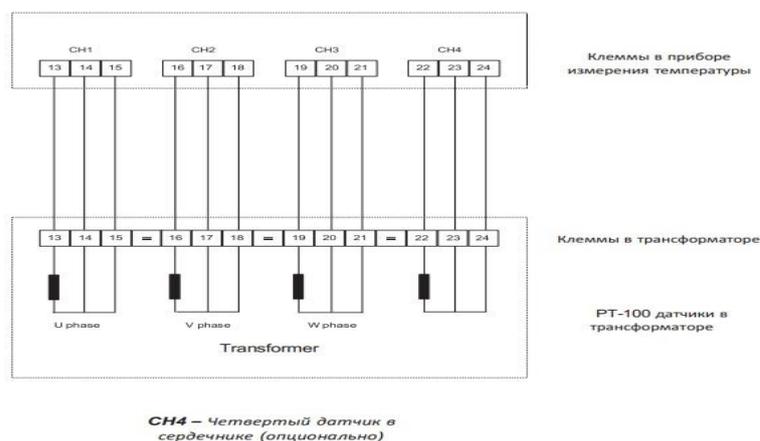


Рисунок 2.13 – Датчики по контролю температуры Pt100

Упомянутые выше подключения и количество могут терпеть изменения в соответствии с моделью устройства по измерению температуры. Нумерация зажимов колодок подходит под нумерацию на устройствах по измерению температуры.

Подключение устройства по контролю температуры и сухим трансформатором:

- В составе тепловой защиты имеется три датчика ИК, каждый используется для одной фазы, так же каждый установлен для измерения температуры в части низкого напряжения верхней катушки. Три датчика измеряют температуру, которая впоследствии передается в сооружение тепловой защиты. Данное устройство программируется, не опираясь на температуру по статусам сигналам отключения и аварии. Вместе с устройством приходит техническое руководство, в котором описывается настройки по смене сигналов отключения и аварии.

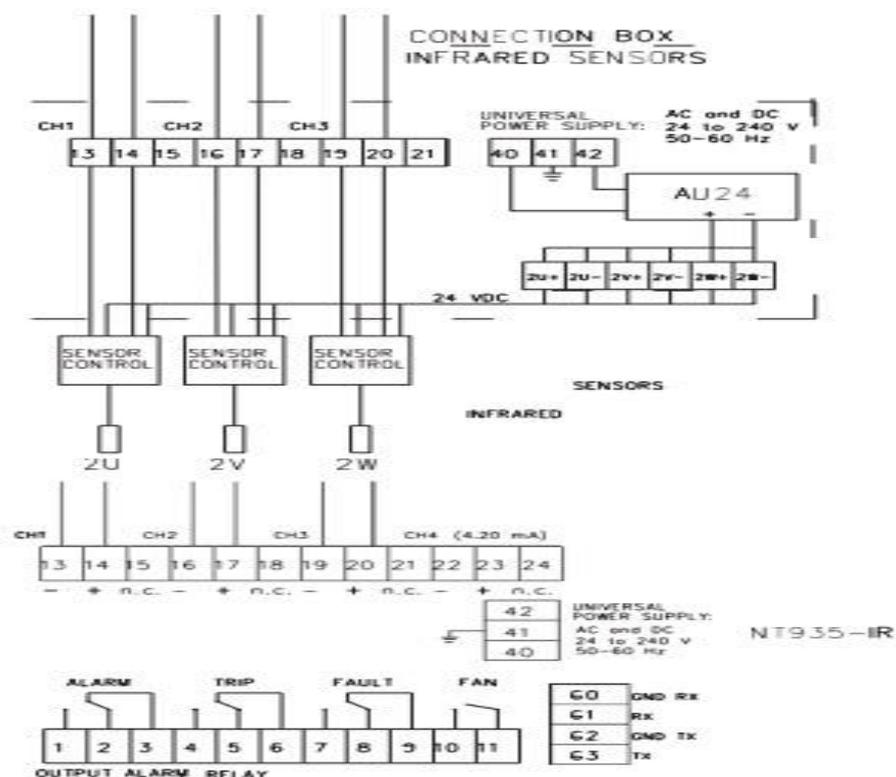


Рисунок 2.14 – Тепловая защита сухого трансформатора совместно с датчиками ИК

Случаи с пожаром. Данный трансформатор имеет стойкость к возгоранию и свойство самозатухания; в любом случае для предотвращения необходимо делать следующие вещи:

- Запрещено использовать воду при тушении;
- Необходимо иметь вещи по пожаротушению, такие как двуокись углерода, сухой порошок и пена.

Все типы трансформаторов являются неподвижными электрическими сооружениями и эффективность в них достигает порядка 98%. Потери по теплу в обмотках и магнитных цепях составляют остальные 2%. Практически у всех типов трансформаторов есть цепь магнитная, в которой происходит магнитострикция. Данное явление происходит из-за магнитного потока и создают шумы, вызывающие неудобство для людей, находящихся поблизости. Они создают вибрации, которые отправляются через конструкцию или основание, что так же создает шумы для людей.

Шумы, звук, исходящие от трансформатора связаны законами местных региональных органов, которые дают классификацию местоположения, а также с международными стандартами UNEEN/IEC. Температура вблизи силовых трансформаторов может увеличиваться в непосредственной зависимости от потерь в обмотках и магнитопроводе при их рассеивании.

В данной главе описывались характеристики силового сухого трансформатора и стоит отметить следующие его преимущества: частичные разряды, равные минимуму, улучшенный дизайн, монтаж и низкие издержки

на него, предотвращение воспламеняемости и возгораемости, высокое сопротивление токам короткого замыкания и другие.

2.4 Распределительное устройство среднего напряжения 10 кВ сборки "RM6"

2.4.1 Структура распределительного устройства RM6

Распределительные устройства среднего напряжения RM6 используются для применения в петлевых, магистральных, радиальных силовых кабельных распределительных сетях напряжением 6, 10 кВ. Данные типы распределительных устройств функционируют для выполнения таких задач как питание, защита, присоединение силовых трансформаторов в количестве одного или двух и номинальной мощностью до 3150кВА. Все вышесказанное осуществляется с помощью выключателя нагрузки, который имеет возможность отсоединения от токов короткого замыкания. Общий вид RM6 с внутренними аппаратами по коммутации и шины сборные, размещенными внутри герметичного корпуса, будут показаны далее. Так же внутри герметичного корпуса имеется элегаз.

Данное устройство по большей части используется для конструкции на узловых подстанциях для того, чтобы увеличить надежность функционирования сетей до потребителей и их электроснабжения.

Краткие характеристики распределительного устройства RM6. Данное устройство является небольших габаритов. В него встроены до 4 блоков по разным функциям. Данный один отдельный блок включает в себя:

- Состоящий из нержавеющей стали, герметичный корпус, закрытого на полный период работы. Внутри данного корпуса имеются токопроводящие элементы как плавкие предохранители в составе выключателей нагрузки, заземляющие разъединители, выключатели нагрузки и данные выключатели с возможностью размыкания токов короткого замыкания;

- Кабельные отсеки, которые подключаются к силовым трансформаторам или питающей сети, так же их число достигает до 4 блоков;

- Предусматривается отсек низкого напряжения вторичных цепей;

- Дополнительно имеется отсек привода, регулирования;

- Имеется отсек выключателей нагрузки, в составе которых предусматриваются плавкие предохранители.

Все технические элементы в составе распределительного устройства подходят международному стандарту МЭК. Данный международный стандарт предусматривается в системах под давлением, закрытым на весь период работы.

Все рабочие требования по использованию, применению заземляющих разъединителей и выключателям нагрузки соблюдены. В корпусе распределительного устройства имеется элегаз и давление его равно 0,2 бар (избыточное). Заполнив часть отсека газом, он герметизируется, закрывается на

изготовительном заводе. Период работы устройства RM6 составляет 30 лет, это достигается за счет правильной и постоянной проверки на герметичность. Техническое обслуживание данного устройства не имеет смысла в течении указанного времени.

а) Принцип автоматическое дутье в элегазе служит для гашения, предотвращения возникновения дуги в выключателях нагрузки;

б) Отключение, размыкание токов короткого замыкания происходит за счет принципа автоматической компрессии в элегазе, а принцип вращающейся дуги служит для гашения дуги. Перечисленные принципы работают в выключателях нагрузки с возможностью отключения токов короткого замыкания.



Рисунок 2.15 – Общий вид блоков РУ RM6

Герметичные отсеки RM6 применяются в целом для обеспечения должной безопасности и компактности, в случаях с неблагоприятным воздействием атмосферной среды. В случаях, когда происходит увеличение сети, необходимо увеличения количества подсоединений в модулях. В настоящее время современные решения RM6 дают возможность - добавления дополнительных функций. С помощью добавления необходимых по количеству блоков происходит увеличение распределительного устройства. Данные блоки подключаются друг с другом при соединении втычных контактов экранирования и это происходит вблизи сборных шин. При подключении дополнительных блоков сохраняется изначальная функциональность и совместимость блоков завода-изготовителя.

Ниже на рисунке 2.16 приведены изображения схем RM6.

Данная операция не является сложной, и она дополнительно не включает в себя:

- не требуется проведения работ с элегазом;
- нет необходимости в использовании подходящих инструментов;
- основание не должно быть специально подготовлено.

Однако имеется ограничение по увеличению количества блоков. Это номинальный рабочий ток шин подключения: 630 А.

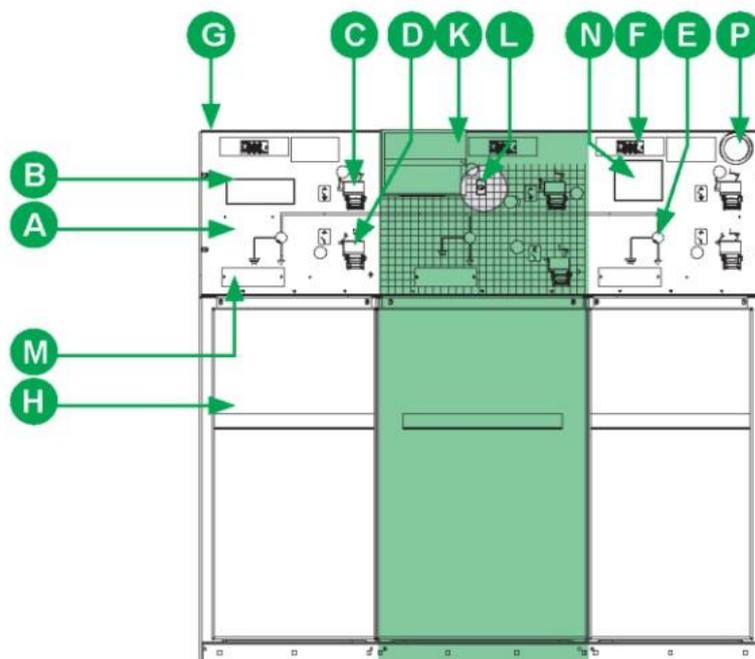


Рисунок 2.16 – Обозначения распределительного устройства RM6

- A: привод и его внешняя панель, на ней показана мнемосхема;
- B: табличка, показывающая дополнительную информацию;
- C: заземлитель и место управления им;
- D: выключатель и место управление им;
- E: показатели контактов аппаратов коммутации;
- F: показатель значения напряжений;
- G: место для доступа к отсеку низкого напряжения;
- H: проходные изоляторы и панель, пульт доступа к ним;
- K: VIP400/410, Sepam10 и VIP40/45 как части релейной защиты;
- L: функции B или D и их кнопка отсоединения;
- M: номинальные характеристики и их табличка;
- N: правила безопасности, показанные на табличке для манометра или датчика давления;
- P: экран с показаниями манометра или датчика давления.

Подключение кабелей к отсекам возможно со всех сторон и снизу, и сверху, и по бокам. В случае, когда не имеется кабельных каналов в конструкции распределительных устройств к данному случаю можно предусматривать цоколь. Проходные изоляторы не должны находиться под воздействием механической нагрузки, что обеспечивается длиной и изгибом силовых кабелей подключения. Когда имеется нижняя панель в кабельном отсеке необходимо установка кабельных глэнд на кабель. Соответственно

разделка кабеля происходит в соответствии требований местоположения проекта (Рисунок 2.17).

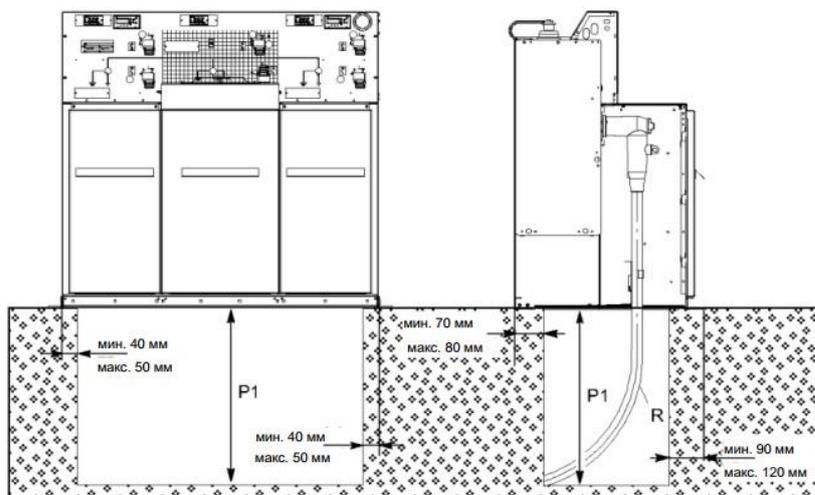


Рисунок 2.17 – Каким образом происходит подключение кабелей ВН

Описание некоторых функций РМб.

Данная сборка РМб имеют в себе свойства СН, что позволяет обеспечивать:

- выключатели нагрузки с возможностью размыкания токов короткого замыкания, которые имеют являющеюся независимой цепь защиты, данные выключатели производят питание, защиту и подключение силовых трансформаторов в кольцевых или радиальных сетях;
- подключение и подпитка линий с участием выключателей нагрузки;
- выключатели нагрузки с возможность отключения токов коротких замыканий 630А производят защиту линий;
- Местные частные понижающие напряжение подстанции с данными на стороне СН и их производство.

Аббревиатура NE означает нерасширяемый. Ниже показаны изображения РМб с некоторыми функциями (Рисунки 2.18, 2.19).

NE - IDI

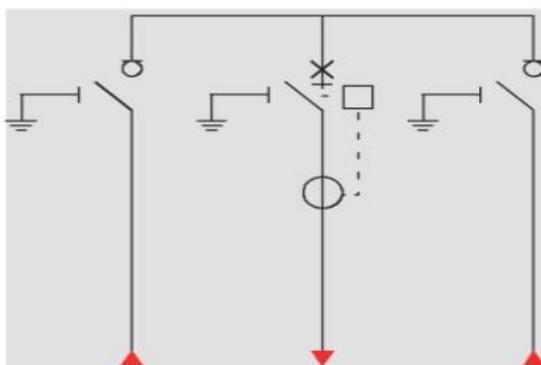


Рисунок 2.18 – Схема однолинейная распределительного устройства РМб

функция	длина (мм)
NE	L = 1532
LE	L' = 1532 + 30 = 15622
RE	
DE	L' = 1532 + 30 + 30 = 1592

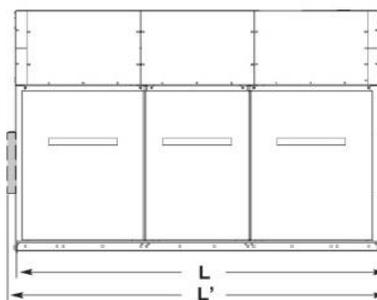


Рисунок 2.19 – Устройство RM6 с тремя свойствами

Выключатель нагрузки сети и его номинальные характеристики.
Ниже приведены технические данные по функции I.

Номинальное напряжение сети (кВ)	6	10
Сетевой выключатель нагрузки (функция I)		
Номинальный ток (А)	630	630
Токи отключения (А)	Ток нагрузки	630
	Ток замыкания на землю	95
	Ток х.х. кабеля	30
Ток термической стойкости (кА, действ., 3 с)	20	20
Ток включения выключателей нагрузки и заземляющих разъединителей (кА, мгн.)	51	51
Вывод		
Тип С, разъемный, M16	С	С

Рисунок 2.20 – Выключатель нагрузки сети и его номинальные характеристики

Защита производимая по функции D с выключателем нагрузки с возможностью отключения токов коротких замыканий.

Ниже показаны характеристики описанного выше выключателя.

Номинальное напряжение сети (кВ)	6	10	15	20	20	20	20
Сетевой выключатель нагрузки (функция I)							
Номинальный ток (А)	630	630	630	400	400	630	630
Токи отключения (А)	Ток нагрузки	630	630	400	400	630	630
	Ток замыкания на землю	95	95	95	95	95	95
	Ток х.х. кабеля	30	30	30	30	30	30
Ток термической стойкости (кА, действ., 3 с)	20	20	20	12,5	16	16	20
Ток включения выключателей нагрузки и заземляющих разъединителей (кА, мгн.)	51	51	51	32	41	41	51
Вывод							
Тип С, разъемный, M16	С	С	С	С	С	С	С
Защита трансформатора (функция D)							
Номинальный ток (А)	200	200	200	200	200	200	200
Ток отключения х.х. трансформатора (А)	16	16	16	16	16	16	16
Ток отключения (кА)	20	20	20	16	16	16	20
Ток включения (кА, мгн.)	51	51	51	41	41	41	51
Вывод							
Тип С, разъемный, M16	С	С	С	С	С	С	С

Рисунок 2.21 – Выключатели нагрузки с возможностью отсоединения токов коротких замыканий на 200 А

Система АВР в распределительном устройстве РМ6.

С помощью данной системы обеспечивается надежность переключения в случае возникновения неполадок на одном из источников. Есть свойство Auto Change Over – это переключение автоматически, свойство переключения автоматически при потере источника питания одной из двух линий (например, SW1, SW2).

- АВР в сети, происходит переключение при потере источника питания одной из двух линий сети (например, обозначения SW1, SW2);

- Переключения в генераторе, то есть генератор с АВР, в данном случае производится переключение между генератором и линией питания (например, обозначения SWG, SW2).

В случае потере питания, напряжения в работающей силовой линии переключение на резервную силовую линию питания случается автоматически. В случае необходимости можно сделать функцию с возвратом с резервной в основную, то есть произвести повторное переключение.

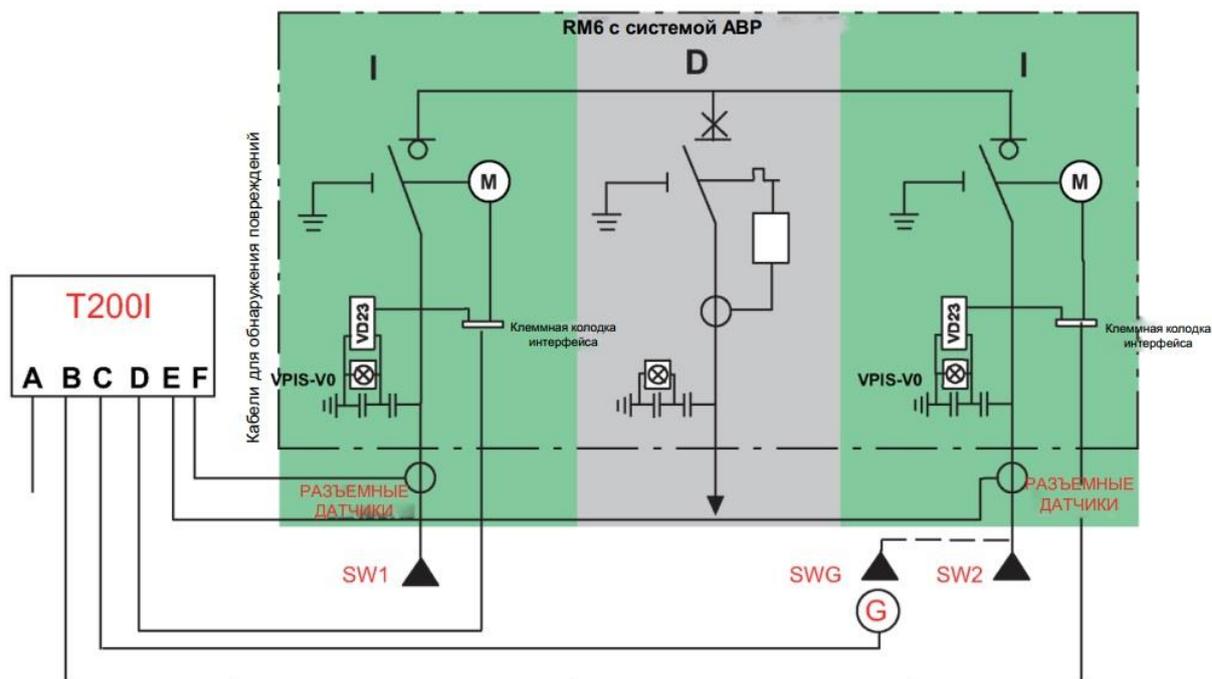


Рисунок 2.22 – Свойство АВР и его схема

Здесь приводится: А: сетевое питание;

Показатели В, С, D являются кабелями управления;

Показатели Е, F являются кабелями для нахождения повреждений.

С помощью дистанционной системы SCADA или местной панели управления T200I свойство АВР может быть успешно включена, отключена.

В моменты, когда происходит возврат автоматически АВР дает возможность на параллельное переключение каналов, в случаях возврата с резервной на главную линию, в эти периоды обеспечивается переключение на

главную линию питания без каких-либо перерывов в подаче питания.

Включение генератора с помощью принудительного сигнала:

Подключение генератора и АВР и их переключение между друг другом можно осуществить с помощью сигнала. Данная функция дает возможность к исполнению временных эксплуатационных свойств, в данном случае это испытание систем АВР и генератор.

Установка систем, свойств АВР/АСО.

Для возможности данной системы АВР/АСО необходимо подключение оборудования, показанного ниже на изображении:

- устройство РУ RM6, имеющий свойство АВР;
- T200I и в составе его один комплект для монтажа;
- данный прибор 1T200I;
- Провода/кабели управления в количестве двух штук;
- Датчики тока в количестве двух штук (они могут поставляться отдельным заказом или предварительно уже в составе);
- Провода/кабели в количестве двух штук датчиков тока.



Рисунок 2.23 – Возможность установки системы АВР/АСО

Ниже будут описаны достоинства решения RM6.

Распределительное устройство RM6 – это устройство, которое:

- 1) создает высокий уровень безопасности
 - предотвращение и своевременное погашение дуги;
 - легко увидеть контакты и их положение в случае заземления;
 - имеет три положения, которые создают блокировку для предотвращения неправильного функционирования;
- 2) стойкость к воздействию атмосферным условиям
 - корпус устройства сделан из высокопрочного металла для обеспечения временного нахождения на улице;
 - в своем составе имеет специальные металлические разделительные места для плавких предохранителей;

- 3) уровень высокого качества и соответствия
- разработан по ведущим международным стандартам;
 - имеет сертификат международного качества конструирования ISO 9001, так же сертификат ISO 9002;
 - имеет большое количество уже установленных устройств по миру порядка 750 000;
- 4) безопасность в экологии
- в случае истечения срока работы можно утилизировать элегаз;
 - производство проходит в соответствии с мировыми экологическими нормами как ISO 14001;
- 5) гибкость и удобство при монтаже
- внутри имеется возможность подсоединения силовых кабелей с фронтальной стороны и установка их на высоких точках;
 - легкое крепление моноблоков с помощью болтов в количестве четырех штук к рамам;
- 6) является экономичным
- присоединения в количестве до четырех размещены в один корпус, в котором имеется изоляционная среда в виде элегаза;
 - период работы порядка 30 лет;
- 7) нет необходимости в постоянном обслуживании в течении всего периода работы
- это обеспечивается за счет герметичного корпуса с имеющимся в нем элегазом, все это происходит на заводе-изготовителе;
- 8) небольшие и удобные габариты.
- Далее будет описан элегаз SF_6 в устройстве RM6.

2.4.2 Элегаз и его применение в различных аппаратах ВН и СН

В настоящее время одним из основных открытых способов получения элегаза является гексафторид серы и его синтез. При данном синтезе после электролиза получается фтор активно вступает в экзотермическую реакцию с серой. Реакция показана ниже:



В ходе процессов данной реакции производится небольшое количество разных серных фторидов, к примеру, SF_4 , SF_2 , S_2F_2 , S_2F_{10} , в дополнении к ним производятся другие примеси по причине имеющимся показателям, которые влияют на электролиз фтора, такие показатели как угольный анод, воздух и влажность. Их возможно устранить разными методами очистки.

Физические показатели элегаза SF_6 .

Масса элегаза приведена на рисунке 2.24 и он является тяжелым газом из списка известных нам. При значениях температуры 20°C и давления $0,1 \text{ МПа}$ его плотность равнозначна $6,14 \text{ кг/м}^3$, данный показатель в несколько раз

превышает значение воздуха. Масса молекул элегаза равна 146,06. Так же элегаз получается без запаха и не имеет цвета. Элегаз имеет жидкое состояние только при повышенных значениях давлений.

Плотность	6,14 кг/м ³
Теплопроводность	0,0136 Вт/м К ¹
Критическая точка:	
■ Температура	45,55 °С
■ Плотность	730 кг/м ³
■ Давление	3,78 МПа
Скорость распространения звука	136 м/с
Показатель преломления	1,000783
Теплота образования	-1221,66 кДж/моль
Удельная теплоёмкость	96,6 Дж/моль К

Рисунок 2.24 – Физические показатели элегаза при значениях атмосферного давления и 25 °С

Значения объемной удельной теплоёмкости элегаза SF_6 выше значения воздуха в 3,7 раз. Данный показатель имеет большую роль для электрических устройств и уменьшения процессов нагрева в них.

Значение тепловой проводимости элегаза находится на уровне ниже чем воздуха, однако стоит отметить, что целая тепловая отдача, в особых случаях, когда конвекция учитывается, имеет хороший показатель как у газов гелия и водорода, и данное значение в сравнении с воздухом выше у элегаза. Когда происходит воздействие больших значений температур значение кривой тепловой проводимости элегаза SF_6 , осуществляет уникальное свойство SF_6 , с помощью которого SF_6 можно применять при дуговом гашении с помощью тепловой передачи. Пиковое значение тепловой проводимости равняется температуре, когда молекулы SF_6 распадаются, то есть при значениях 2100 - 2500 °К. Когда происходит распад большое количество тепла усваивается, данная теплота испускается, когда происходит переход молекул в качестве периферии дуги, в данном случае ускоряется тепловой обмен между прохладными и горячими местами.

Элегаз имеет молекулу с электроотрицательным типом из-за чего он имеет высокие качества диэлектрика. Данный газ проявляет высокую инициативу при закрытии поверх освободившихся электронов, вследствие чего производятся тяжелые ионы с малоподвижностью, из-за этого становится тяжелым формирование и дальнейшее развитие электронных лавин. Значение прочности по диэлектрику у элегаза выше чем у воздуха порядка в два раза при одинаковых условиях. Ниже описаны достоинства элегаза SF_6 в качестве диэлектрика в сопоставлении с азотом (Рисунок 2.25) .

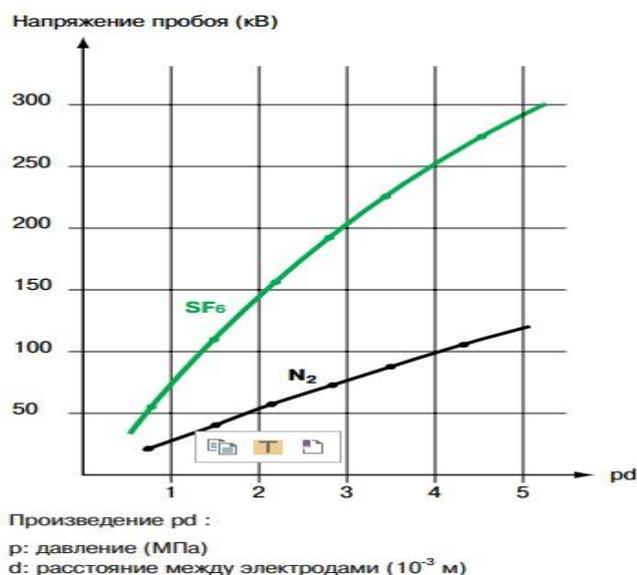


Рисунок 2.25 – Пробойное напряжение как свойство произведения pd находящийся возле двух сфер

По причине того, что у элегаза при распаде значение температуры является низкой и того, что значение энергии является высокой, элегаз – это газ с отличными показателями при дуговом гашении. При охлаждении возникшей дуги элегаза, дуга имеет свойство проводимости до значения низкой температуры, и в данном случае ток реже прерывается при переходе через значение ноля, вследствие чего происходит избегание высоких показателей перенапряжений.

В элегазе имеется низкое значение скорости звука в сравнении с воздухом в 3 раза, из-за чего можно полагать, что элегаз SF_6 – это неплохой изолятор в акустических показателях.

Показатели химических свойств элегаза.

Валентность серного гексафторида целиком соответствует необходимым требованиям серы и ее молекулярной валентности. Структура молекул гексафторида представляет собой восьмигранником, который имеет на каждом краю молекулы фтора. Так же элегаз имеет значение столкновения молекул и их эффективный диаметр, который равен значению 4,77 Е. Все связи в количестве шести ковалентные, и это явление показывает уникальную устойчивость данного соединения.

- есть возможность нагреть элегаз без дополнительного распада до температуры 500°C при не имеющих каталитических металлах;

- элегаз не имеет свойств к воспламенению;

- такие элементы как кислород, хлор, водород никак не влияют на рассматриваемый нами элегаз;

- дополнительно элегаз не имеет такого свойства как растворение в воде;

- так же кислоты не имеют воздействия на данный газ.

Элегаз в своем чистом виде является нетоксичным, данный факт постоянно утверждается на новом поставляемом газе до его отправки. Данная

проверка производится следующим образом: мышей вводят на 24 часа в атмосферную среду, которая состоит из элегаза на 80% и из кислорода на 20% (данный эксперимент рекомендован международной комиссией, стандартом МЭК-376).

Что используется во время разложения дуги.

Во время появления электрической дуги ее температура может равняться значению 15000 °К, при этом небольшая часть элегаза будет распадаться. Части для распада происходят при следующем:

- когда происходит формирование дуги вовремя размыкания контактов, которые обычно являются сплавами на основе металлов как никель, медь, вольфрам, и они содержат в себе в небольших количествах кислород и водород в остатке;

- когда имеются данные примеси: водяной пар, CF_4 , воздух;

- пластмассы, используемые в качестве компонента изолирования, и которые создаются из диоксида кремния, водорода, углерода;

- оставшиеся материалы, сделанные из металла, стойкие к таким проявлениям.

Все перечисленные выше факты дают возможность понять, во время распада кроме серы и фтора в составе газообразных и твердых продуктов имеются следующие элементы: медь, вольфрам, кислород, водород, кремний, углерод и другие. В список побочных продуктов из числа газообразных, которые фиксируются в, занимающихся данными материалами, лабораториях, которые включают в себя спектрометрию, данные материалы следующие: HF, CO_2 , SO_2 , CF_4 , SiF_4 , SOF_2 , SO_2F_2 , SF_4 , S_2F_{10} .

Описание возможных рисков здоровью человека.

В чистом виде элегаз является биологически нейтральным и в то же время нетоксичным. Ранее описанные испытания с участием мышей при наличии элегаза и кислорода в определенных концентрациях дали понять, что не имеется побочных эффектов. Даже с учетом того, что воздух, которым мы дышаем, может потенциально включать в себя большой уровень элегаза, на здоровье человека не будет оказываться любых вредных воздействий. Для производственных помещений с содержанием элегаза предусмотрено значение, которое не должно превышать следующего значения 6.000 мг/м^3 , 1.000 ppmv . В чистом виде элегаз не делает никакого воздействия на окружающую среду, а также канцерогенного или мутагенного влияния на здоровье человека (ДНК, эпигенез). В связи с чем следует, что перед началом работ с новым элегазом необходимо убедиться, что значение максимальной концентрации не превышает и приняты все необходимые меры по этим проверкам. Однако после серийного производства элегаза он является не полностью чистым газом. В ранее упомянутом международном стандарте, комиссии МЭК-376 показаны нормы примесей, которые разрешены и установлены данным стандартом.

Стоит отметить, что имеется небольшой риск здоровью человека, и он зависит от факторов, указанных ниже:

- от имеющихся продуктов при распаде элегаза и степени этого распада;

- используемый элегаз может раствориться в среде;
- количество времени, которое человек проводит в среде с использованием применяемого элегаза.

Стоит отметить, что вещества, используемы человеком и впоследствии, плохо влияющие на атмосферу и загрязняющие ее, разделяются на две основные категории в зависимости от типа воздействия:

- распадение озона в стратосфере (появляющиеся дыры в этих слоях);
- потепление всемирное (эффект парниковый).

Элегаз не влияет сильно на распадение озона в стратосфере, так как в своем составе не имеет хлора, который является основным реагентом в распадении озона, так же ни на парниковый эффект, так как содержание его в атмосфере очень невелико.

Аппараты коммутации СН и ВН.

Выше было сказано, что изготовители аппаратов коммутации применяют специфичные характеристики диэлектрика как изолятора и диэлектрика в процессах проектирования оборудования. Основное предназначение данного газа – это его использование в аппаратах коммутации СН и ВН.

Назначение	Коммутационное оборудование	СН (- 52 кВ)	ВН (> 52 кВ)
Изоляция	КРУЭ	+++	+++
	RM6	+++	NA
Разрыв цепи	Выключатели	++	+++
	Разъединители	++	+++

Доля на мировом рынке:

Низкая	+	КРУЭ (элегазовое изоляционное коммутационное оборудование)
Средняя	++	RM6 (устройство для кольцевых сетей)
Высокая	+++	CB (автоматический выключатель) LBS (разъединитель)

Рисунок 2.26 – Предназначение элегаза в аппаратах коммутации

В новом виде элегаз привозится жидким в баллонах. Уровень давления элегаза равен приблизительно двадцати двум атмосферам по показаниям манометра. Новый поставляемый элегаз должен содержать такое количество концентрации примесей в координации с Международным стандартом и комиссией МЭК-376. Новый поставляемый элегаз можно применять без необходимости соблюдения требований на открытом воздухе. Во время работы в закрытых пространствах с новым поставляемым элегазом нужно брать во внимание следующее:

- Имеется допустимое значение TLV для нового поставляемого элегаза и равно оно 1000 ppmv. Данное значение дает понять, что персонал, работающий с газом при таком значении может находиться пять дней в неделю и восемь часов в день в этой среде. TLV – это не показатель токсичности газа, он применяется как значение для газов, не имеющих в окружающей среде при обычных условиях;

- Распады элегаза происходят при определенных температурах - 500°C, так же в присутствии некоторых типов металла при - выше 200°C. Во время

близких значений к пороговым температурам распад обычно идет замедлительно. В таких случаях нельзя курить, заниматься электросваркой, применять огонь или другие виды источников тепла. Данные вещи могут произвести температуру, близкую к температуре распада элегаза, что является опасным.

- Обязательным является соблюдение простых мер осторожности как в случаях с обычными баллонами внутри которого есть сжатый газ Персонал, который работает с баллонами, должен применять изолирующие тепло перчатки.

Дополнительно нужно внимательно осматривать аппаратуру во время заполнения оборудования во избежание потенциальной утечки элегаза.

Бесспорно, использование элегаза в аппаратах коммутации определило такие достоинства как габариты, затраты, надежность, срок эксплуатации и производительность.

2.5 Низковольтное распределительное устройство сборки "ОККЕН"

Распределительное устройство ОККЕН – комплектное устройство низкого напряжения, которое включает в себя некоторое количество секций по модулям. Данная конструкция по секциям и модулям дает возможность к более удобным процессам как техническое обслуживание, монтаж, транспортировка. Секционные шины, расположенные горизонтально, присоединяются друг с другом внахлестку. В составе шкафов ОККЕН имеются сборки шин и сам каркас шкафа. Данные условия расположения конструкции дают возможность размещения в пределах одного и того же шкафа такие различные по функциям блоки как управление электродвигателями и распределение электроэнергии.

В соответствии со стандартом МЭК-60529 для распределительных устройств НН, ячейки и их разделение внутри должны подходить типу 6, форме 4В. По тому же стандарту уровень защиты внутри должен быть не менее класса IP2X.

front face label	Functional unit label	section	module	App./raw	Quantity
INC NW/1 - 1600 kVA	>	OKKEN	19/72		1
DF NSX 4P+Vigi/1 - NSX100	>	OKKEN	8/72		1
DF NSX 4P+Vigi/1 - NSX160	>	OKKEN	8/72		8
DF NSX 4P+Vigi/1 - NSX250	>	OKKEN	8/72		10
DF NSX 4P+Vigi/1 - NSX400	>	OKKEN	12/72		4
DF NSX 4P+Vigi/1 - NSX630	>	OKKEN	12/72		3
AUX/1 -	>	OKKEN	0/72		1
Heating/1 -	>	OKKEN	0/72		5
VAMP 1X121/1 -	>	OKKEN	0/72		1
INC GEN/1 - NW08	>	OKKEN	19/72		1

Рисунок 2.27 – Функциональные единицы ячеек, модулей и название табличек по компонентам

В составе функциональных блоков имеются выключатели Compact NSX производства Schneider Electric, изначально они устанавливаются стандарты для последующих своих моделей и стоят на передовых позициях в своем классе аппаратов коммутации: в них заложены все функции предшественников и в то же время они имеют компактный удобный размер. Помимо предоставляемой защиты высокой надежности данный тип выключателей включает в себя большой набор функций интеллектуальной электроники таких как анализы сети и их измерение, большая база данных и непосредственный доступ к этой базе, так же подсоединенных к сети с помощью открытых протоколов, что позволяет пользователю иметь хорошие условия для минимизирования рисков управления электрической установкой ОККЕН.

Данный тип выключателей Compact NSX помимо выполнения функций выключателя, дополнительно служит в качестве устройства измерения и коммуникаций. Данное устройство создано с целью удовлетворения потребностей производителей в областях:

- минимизирование избытков и недостатка потребления энергии;
- надежность и ее повышение в системах электрического снабжения;
- дополнительные функции по улучшенной системе управления всей электроустановкой.

Ниже будет приведен внешний вид ОККЕН с указанными ячейками внутри и их названиями.

В современных выключателях данной серии включены новые технологии электронных расцепителей под названием Micrologic, которые предусматривают собой сразу и точное измерение в дополнении ней защиту высокой надежности. Данные расцепители производят отличные функции передачи данных, измерения и анализа системы на всех значениях номинального рабочего тока, начиная со значения в 40 А. Данная установка позволяет сделать большую экономию пространства внутри щита, так же большую экономию времени в процессе монтажа, дополнительно предоставляется возможность для управления установкой. Стоит отметить, что ранее и по сей день выключатели являются изначально защитными аппаратами, который срабатывает при появлении повреждения в системе. Такие решения как электронные Micrologic дают возможность улучшения системы выключателей в быстроте и точности срабатывания, так же они дают возможность делать более правильную настройку уставок, в особенности по времени. В конце концов получается система выключателей с высокой надежностью и с улучшенным свойством селективности. В настоящее время простые устройства расцепителей подразумевается, как блок с возможностью управления и контроля автоматическими выключателями.



Выдвижной ящик в 1/2 ширины шкафа 70-М:
индекс обслуживания = 333



Выдвижной ящик в полную ширину шкафа 70-М:
индекс обслуживания = 333

Рисунок 2.29 – Ячейка автоматического выключателя в ОККЕН

Такие режимы как локального или удаленного доступа для персонала осуществляют отличные условия пользования сетью с данными. Производится отображение таких электрических величин и их значений: U , V , I , f , мощность и энергия и другие показатели. На щите имеется, похожий на дисплей, индикатор по которому можно легко делать перемещения, что удобно для пользователя, показываемое меню дает возможность для удобного просмотра информации и дает быстрый доступ к множеству информации. Подсоединение расцепителя с вышесказанным индикатором производится с помощью разъема RJ45 и его кабеля, дополнительно нет необходимости в каких-либо специфических настройках. Производится подключение и дальнейшая работа.



Рисунок 2.30 – Индикатор с указанием локального или дистанционного режимов

Современные выключатели Compact NSX, включающие в себя электронные расцепители типа Micrologic, в одно и то же время представляют собой измерительные приборы с очень высокой точностью и защитным устройством с высоким уровнем надежности. Данный тип выключателей в многократно раз своими возможностями функций лучше по сравнению с обычными выключателями, этот тип используется в сети в качестве действующего средства коммуникации и выполняют службу по повышению энергетической эффективности электрической установки. Для постоянного мониторинга бесперебойности работы и оптимизирования затрат сети в настоящий момент необходимо получать различные показатели, что позволяет

так же осуществлять необходимые действия. В момент настоящего времени блок измерения данных выключателей предоставляет все нужные данные для успешного мониторинга сети и электрической установки: для уменьшения затрат и избытка энергии показано ее количество в кВт*ч, данные по качеству энергии по такому показателю как общее искажение гармоник, дополнительно приходят оповещения касательно аварийных ситуаций и повреждениях. Точность во время всех измерений обеспечивается за счет имеющихся в составе трансформаторов тока типа тора Роговского. Данные датчики трансформаторов тока взаимодействуют с сердечником ферромагнита для обеспечения питания части электроники, что является важным.

Для собственного удобства при работе с устройствами и возможности использования широкого диапазона функций измерения оперативный персонал может использовать, внедрять собственные данные по усмотрению, например, сигналы аварий и предупреждения совместно с записанными датами и временами абсолютно для различных параметров. В процессе можно сделать такие процессы как присвоение дат и времени различным лампам сигнальным, подтверждение приоритетов по индикации, различные способы настроек, временных выдержек и настройка уставок. Протоколы хронологий и событий так же их таблицы находятся в постоянной работе и предоставляют доступ оператору к большому объему информации, что дает возможность вести контроль функциональности установленного большого количества устройств, так же минимизировать расходы ненужных настроек и по возможности увеличить энергетическую эффективность системы устройств. Информация для оперативного персонала на дисплеях индикатора доступна и может быть отображена так же на русском языке.

В составе расцепителей имеется специальный электронный компонент для управления свойствами защиты и название которого интегральная схема специального назначения (ASIC). Данная схема является общей для всех видов расцепителей, он уменьшает дополнительную установку компонентов, обеспечивает стойкость к приходящим помехам электромагнитным и высокую надежность. Устанавливается добавочный микропроцессор для управления функциями измерения. Повышенные температуры в 150°C) не помеха для работы электронных компонентов, что дополнительно обеспечивает в некоторых тяжелых условиях свою надежность эксплуатации.

Данный тип выключателей имеет сборную систему соединения с интерфейсом модуля Modbus. При получении адреса Modbus данный тип выключателя внедряется в сеть. Учитывая потребности в сети будут расположены четыре уровня функций:

- отправка таких состояний как: включено/отключено, аварийная сигнализация;
- отправка таких команд как: возврат в изначальное положение, включение, отключение;
- отправка результатов измерений значений: тока, напряжения, частоты и других;

- отправка некоторых данных с целью помощи в работе: сигналы аварии и предупреждений, заводские параметры, настройки, протоколы хронологий и событий с таблицами, необходимые индикаторы по техническому обслуживанию.

Ниже приведены достоинства ОККЕН:

- Легкость применения и сопутствующая высокая надежность применения:

- В случае необходимости добавления дополнительных функций имеется непрерывность электрического питания:

- Так же безопасность для оперативного персонала и близстоящим оборудованию:

1) Дуговая защита при возникновении в пределах шкафа выполнена по требованиям международных стандартов таких как AS 3439-1, МЭК-61641.

2) Электрическое питание и его непрерывность осуществляется за счет ограничения дугового воздействия, которая происходит внутри ОККЕН.

3) Возможность осуществления оперативного ремонта в зоне, где произошла дуга.

4) Оперативный персонал будет находиться в полной безопасности в потенциальные моменты возникновения повреждений, неисправностей.

5) Распространение дуги и появление электрического разряда ограничивается за счет шин и их эпоксидного покрытия.

- Устойчивость к атмосферным влияниям:

1) По требованиям международного стандарта МЭК 721-3-3 токопроводящие области в своем составе имеют покрытие антикоррозии.

2) Шкафы имеют степень защиты IP5, это обеспечивает использование данных шкафов во влажных и пыльных средах.

4) Имеют устойчивость 2G, 5G сейсмического воздействия.

5) Данные шкафы могут устанавливаться в помещениях с высоким тепловыделением за счет своей принудительной вентиляции.

6) Имеется сертификат DEP для поверхностей, оболочек, используемых в промышленности нефтехимии.

2.6 Источник бесперебойного питания (ИБП) 220В DC

Данные устройства являются частью компонентов питания системы. ИБП находится в промежутке питающей сети и нагрузки. Основной функцией данного устройства как говорит само название служба для бесперебойного питания. Дополнительно ИБП препятствует появлению помех и защищает от них при этом сохраняя номинальные необходимые параметры для цепей основного источника. Для обеспечения должного уровня качества питания и их источников так же применяются ИБП, при этом сохраняются необходимые заданные пределы характеристик.

Данная система включает в себя следующее:

- Выпрямитель и предназначенное для него зарядное устройство SMPS в количестве одной штуки (дублирование в N+1);
- Диоды в количестве двух штук;
- Батарея типа VRLA в количестве одной штуки;
- Батарея для MCCB в количестве двух штук;
- Разъем для испытаний батареи в количестве одной штуки.



Рисунок 2.31– Общий вид ИБП 220В DC

Подборка ИБП

Необходимые показатели для произведения расчета: полная и активная мощности; время автономной работы после остановки сети, мин.

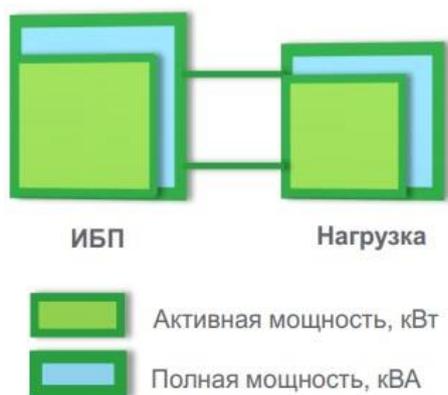


Рисунок 2.32– Выбор системы ИБП по заданной известной мощности

Данные по расчету и техническим характеристикам.

Используемый метод для расчета - IEEE.

По заранее согласованным требованиям мощность равна 2х3400Вт, то есть система ИБП обеспечивает данную мощность в 3400Вт в диапазоне двух минут (данные по расчетам в таблицах 2.2-2.5).

Таблица 2.2 – Характеристики ИБП 220В DC

Требуемая производительность ИБП	556,25Вт / 2х2979,7 Вт	Производительность батарей	790Вт / 2х3400Вт
Минимальное Системное напряжение	201,9 В	Расчетная температура	5°C
Максимальное Системное напряжение	248 В	Время автономной работы	120 минут
Коэффициент мощности	1,0	Проектный запас	1,1
Эффективность инвертора	Н/П	Фактор износа	1,25

Таблица 2.3 – Потребление РУ 10кВ RM6

	Функция I	Функция D	Функция I
Мощность двигателя 220 В пост. тока, Вт	240	240	240
Лампы 220 В пост. тока, Вт	37	37	37
Seram 80, Вт	16	16	16
Command 220 В пост. тока, Вт		300	
Пиковая нагрузка, Вт	293	593	293
Постоянная нагрузка, Вт	53	53	53

Таблица 2.4 – Потребление РУ 0,4кВ ОККЕН

Оборудование на 220 В пост. тока	Пиковая нагрузка, Вт	Постоянная нагрузка, Вт
Zelio gtm электромеханическое реле	0,9	78
Реле отключение цепи	1,35	2
Реле блокировки, 220в пост.тока	21	2
Независимые расцепители мгновенного действия, xf	4,5	4
Двигатель взвода пружины привода	180	2
Независимые расцепители мгновенного действия, mx	30	26
Сигнальные лампы	4,4	88

Полная нагрузка

Пиковая нагрузка, Вт	1800,72
Постоянная нагрузка, Вт	202

Таблица 2.5 – Мощность потребления в Т-154

Электропитание	220 В постоянного тока
Энергопотребление (пост. нагрузка)	5,25 Вт

Выбор батарей для ИБП.

Батареи ENERSYS J13 производят необходимую выбранную мощность. Расчетная мощность батарей равна 780Вт во время непрерывной нагрузки, так же 3400Вт во время максимальной пиковой нагрузки. В указанных таблицах выше произведены расчеты общего потребления подстанции на напряжение 220В DC.

Пиковая мощность, нагрузка равна: 2980Вт

Непрерывная мощность, нагрузка: 570Вт

Принимая во внимание, что значения нагрузок батарей выше чем суммарная нагрузка подстанции, с уверенностью можно сказать, что батареи подходят.

Используемые батареи, зарядные устройства.

Для нужд системы ИБП применяются три типа батарей:

- Первый тип: Свинцовые, содержат в себе электролит жидкий, так же дополнительно клапанами, которые регулируются, типа VRLA.
- Второй тип: Никелевые.
- Третий тип: Литиевые.

Стоит отметить, что большое распространение для ЦОД получили свинцовые (свинцовокислотные), с клапанами, которые регулируются, и содержанием AGM (электролит). Этот тип имеет такие преимущества как более безопасное использование, эксплуатация, низкая своя стоимость, производит очень низкое распространение водорода и герметичны.

3 Элементы цифровой подстанции

3.1 Контроллеры ACE3600 производства MOTOROLA

Описание контроллера. Данный контроллер является станцией для удаленного управления с возможностью программирования. При правильном подходе к выбору данного контроллера могут быть закрыты различные задачи автоматизации и автоматики. Выступая в качестве станции, данные контроллеры производят процессы между функциями управления местным оборудованием и его контроля, так же производится связь с другими станциями и с центром управления. Данная станция ACE3600 является одной из новейших станций по управлению в системе MOSCAD, SCADA. ACE3600 состоит в ряде моделей MOSCAD, так же в качестве центра управления буферным процессором.

Служебные программы контроллера могут воспроизводиться с помощью местного или удаленного компьютера для правильного функционирования операций управления и программирования, в их числе контроль, приложение, настройка, загрузка и другие.

Функциональные блоки контроллера ACE3600.

Данный тип контроллеров включает в себя все достоинства своих предшественников из ряда моделей MOSCAD, MOSCAD-L, включительно с их новейшими технологиями аппаратов и программ.

Такие новейшие технологии как:

- Мощный микропроцессор в составе новейших платформ общего процессора;
- Система операционки VxWorks производства компании Wind River;
- Более широкая связь и возможности сети;
- Конструкция модулей с высокой износостойкостью;
- Температурный диапазон работы более увеличенный;
- Электропитание с большим временем выдержки с использованием батарей;
- Удобная компоновка модулей;
- Дополнительные инструменты системного управления;
- Совместимость с предшественниками и их данными по системе ряда моделей MOSCAD.

Основное описание контроллеров.

Контроллер ACE3600 является устройством, состоящим из заменяемых модулей, которые установлены как большое количество гнезд в корпус. В состав этих модулей входят:

- Части электрического питания;
- Центральный общий процессор;
- Модули по входам-выходам;

Основной вид контроллера (по умолчанию) состоит из одной части электрического питания и одного модуля центрального общего процессора.

Касательно количества модулей по входам-выходам это решается опционально.



Рисунок 3.1 – Изображение контроллера ACE3600

Резервное питание контроллера батареями.

В своем составе контроллер имеет кислотно-свинцовую батарею, которая служит в качестве резервного питания для главного источника. Емкости батарей могут быть 6.5 и 10 А*ч. Данный процесс переключения с главного на резервный источник в качестве батарей осуществляется за счет модуля электрического питания контроллера.

Какие имеются опции модуля входов-выходов.

Имеются следующие опции модулей:

- DI, входы дискретные
- DO, выходы дискретные
- AI, входы аналоговые
- AO, выходы аналоговые
- Так же бывают смешанные входы-выходы

Связь и их интерфейсы.

Центральный общий процессор контроллера состоит из следующих портов, подключенных последовательно:

- Изменяемые порты, подключенные последовательно, RS232, RS485
- Настраиваемый порт RS232 с возможностью функции GPS (происходит временная синхронизация)
- Так же имеется Ethernet с функциями 10/100Мб/сек

Состав конструкции контроллера ACE3600.

Данный тип контроллера поставляется в разных видах:

- Основная часть – это корпус, где располагается некоторое количество модулей разнообразных типов;
- Корпус, батареи для питания в резервном случае, связи и их интерфейс, радиоустройства располагаются внутри металлического шкафа;

- Так же имеется дополнительный защитный шкаф, где располагается основной корпус с его содержимым в виде батарей при резервном питании, связи и их интерфейсов, радиоустройств.

В целом металлический корпус контроллера состоит из:

- Расположенные внутри места посадки из пластмассы, поверх них расположены различные модули центрального общего процессора, модули входов-выходов, блоки электрического питания, так же имеется материнская плата с шиной соединения;

- Так же в составе имеется плата для монтажа, которая служит для присоединения мест посадки из пластмассы друг с другом. Она устанавливается на корпус стенки;

- Шина соединения материнской платы, которая служит для подключения модулей между собой с помощью шин сигнала, которая так же служит для подсоединения модулей к номинальным рабочим напряжениям;

- Блок силовой коммуникации, использующийся для питания источников как постоянного, так и переменного токов и соединений заземления.

Шкаф, его корпус имеет возможность присоединения к стене по запросу клиента или по согласованию с ним. Более детальная информация приведена в главе «Установка».

Корпус шкафа контроллера может включать в себя широкие или узкие места посадки пластмассы:

- В места посадки, выполненных в широком виде, могут быть установлены такие части как части электрического питания, модули входов-выходов в количестве до трех штук и центрального общего процессора;

- В места посадки, выполненных в узком виде, присоединяются модули входов-выходов в количестве до двух штук.

Шкаф и его исполнение.

Шкаф типа NEMA со степенью защиты 4X/IP65. Имеет возможность установки батарей для резервного питания, радиоустройства других электронных и сопутствующих устройств. Данный шкаф имеет возможность установки на стену. Центральный процессор, источник электрического питания, модули входов-выходов в количестве до трех, коробка с некоторыми агрегатами, кислотно-свинцовая батарея для резервного питания в 6.5Ач.

Ниже показан внутреннее расположение составляющих.



Рисунок 3.2 – Внутреннее расположение комплектующих контроллера

Каким образом выполняется заземление.

После детальной установки контроллера заземляющие провода из выходов на всех кабелях модуля входа-выхода и от силовых кабелей присоединяются к шине заземления, установленной в корпусе. Шина заземления в дальнейшем присоединяется с болтом заземления на шкафу или панели. В контроллерах с увеличением портов входов-выходов, шина заземления каждого обязательно должна присоединяться с точкой шины заземления или панели. Ниже приведена схема заземления корпуса расширения.

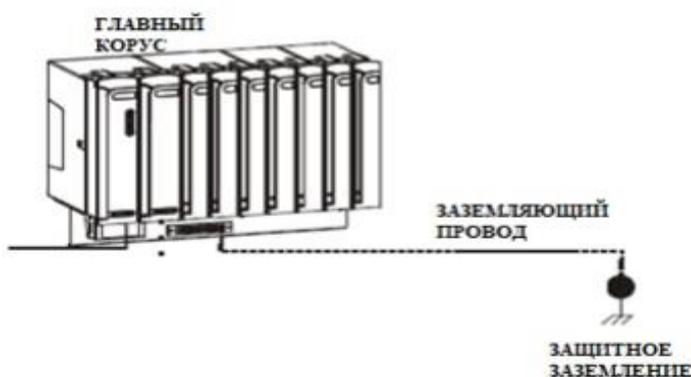


Рисунок 3.3 – Заземление контроллера с корпусом расширения

Проложение кабелей отправки данных.

Кабель CAT5 используется для проложения между контроллером и шкафом пожарной сигнализации. Подключение кабеля необходимо, чтобы было произведено персоналом, который имеет достаточную квалификацию. Концевая часть кабеля должна оставаться такой как указано на схеме, чертеже ниже.

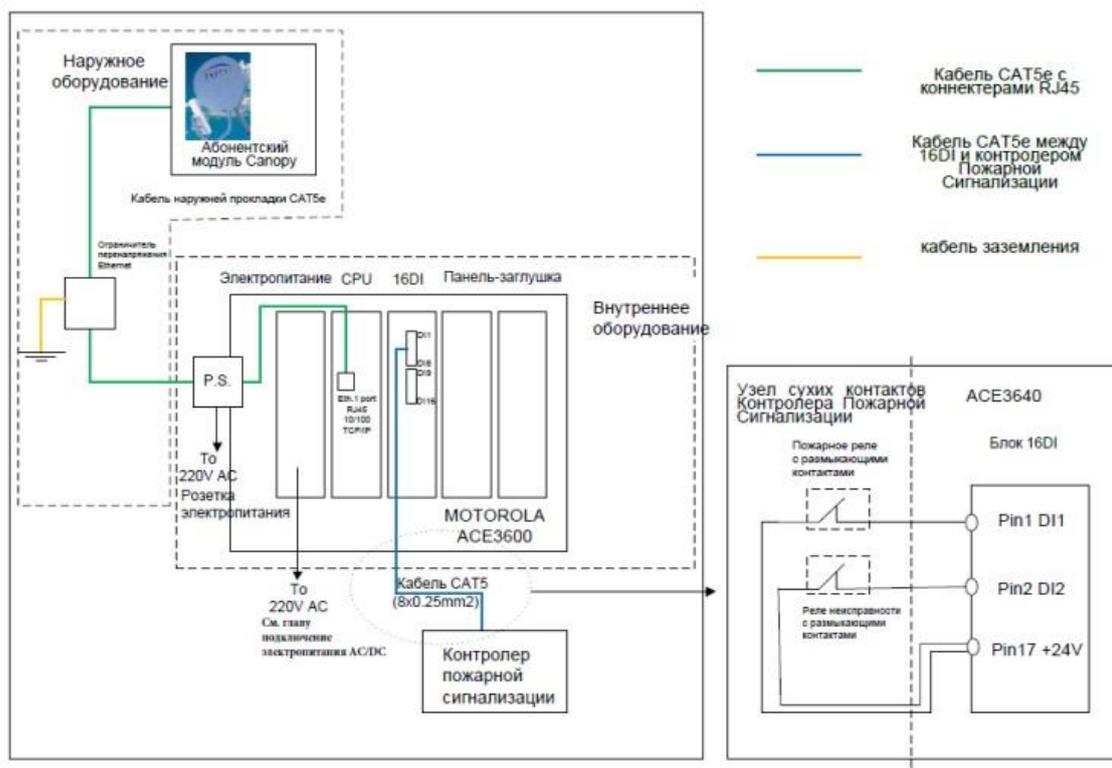


Рисунок 3.4 – Подключение шкафа пожарной к контроллеру

В случае соединения Сапору модуля радиоабонента к контроллеру ACE3600 необходимо проложить специфичный кабель CAT5e от 600SS ограничителя перенапряжения до небольшого шкафа контроллера. ОПН 600SS устанавливается снаружи здания. Присоединяющийся кабель к ОПН должен пролегаться в близлежащей стене к ОПН. Соединение кабеля осуществляется персоналом, имеющим достаточную квалификацию.

При снятии крышки с ОПН 600SS. Ниже показано исполнение ОПН без крышки.

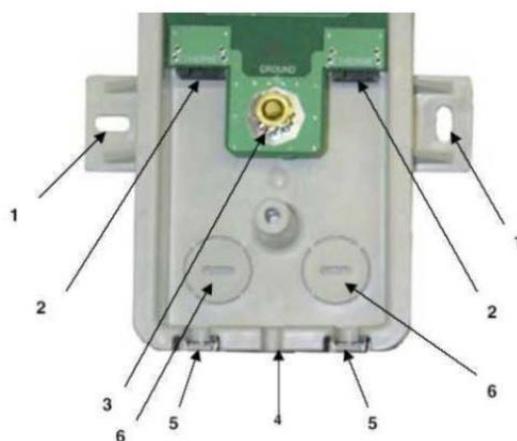


Рисунок 3.5 – Исполнение ОПН 600SS изнутри

1) Указаны отверстия для соединения ОПН на похожую на внешнюю стену ровную поверхность. 108 мм составляет расстояние между разными центрами;

2) Указаны соединители-разъемы RJ-45, которые соединяются с устройством контроллера, двухстороннее подключение может быть осуществлено. С одной из оставшихся сторон подключаются с разъемом адаптера Ethernet AC;

3) Болт или специфичный штырь для заземления, для подключения которого необходимо применять провода заземления из меди немалого сечения, например, 6 мм². Дополнительно необходимо применять местные стандарты и нормы для точного выявления характеристик;

4) Специфичное отверстие, предназначенное для кабеля, провода заземления. Через данное отверстие проводится кабель или провод заземления 6 мм²;

5) Специфичное отверстие, предназначенное для контрольного кабеля CAT-5. Через данное отверстие проходят кабели CAT-5 в количестве двух штук;

6) Специфичное отверстие, предназначенное для прокладки кабельных проводов, которые находятся в коробе вблизи с кнопкой и в задней его части рядом.

В случаях, когда отверстия кабелей смотрят вниз, необходимо расположить ОПН 600SS на абонентские помещения и внешнюю их сторону, то есть необходимо обеспечить близость насколько максимально возможно к месту прохода кабеля Ethernet, пролегающий вдоль здания или жилого помещения, и так же близость к защитному заземлению. Затем необходимо накрутить провод из меди сечением 6 мм² на штырь, болт заземления ОПН 600 SS. После этого необходимо произвести затяжку гайки на штырь, болт заземления в ОПН 600SS на провод из меди. После завершения этого процесса должным образом подключаем провод из меди к системе защитного заземления. С помощью применения таких приборов как длинноносые плоскогубцы или резак по диагонали необходимо убрать предназначенные отверстия, мешающие к переходу кабеля до ОПН. Обе стороны гнезд кабеля Ethernet необходимо отмонтировать с помощью диэлектрической смазки для подавления помех. Данный кабель необходимо подключить к одной из сторон гнезд разъемов Ethernet. Далее производится подключение кабеля разъемов Ethernet к следующему разъему кабеля Ethernet ОПН и параллельно к источнику питания. После этого производится замена крышки ОПН.

Описанные в данной главе контроллеры ACE3600 представляют собой ведущие комплексы в области автоматизации. Они используются для своевременного контроля диспетчерами, для данных и их сбора, так же для технологических процессов, распределенных вдали друг от друга, и их управления. ACE3600 применяются в основном в комплексах нефти и газа и нефтехимии.

3.2 Шкаф GSM с возможностью беспроводной связи

Описание шкафа GSM. Использование связи без проводов не только в сфере телефонной связи, производится в настоящее время для отправки различной информации, данных. Данные разработки являются перспективными и дают хорошие, очень большие достоинства при осуществлении решений многих задач практики. В настоящее время стоит выделить следующие специфики использования технологий GSM в качестве беспроводных систем:

- Их независимость в отличие от телефонных проводных линий;
- Систему безопасности можно сделать на любых объектах, которые находятся в радиусе охвата телефонной связи;
- Совместимость со многими ведущими устройствами производителей разного рода, так как есть общие подходящие протоколы;
- С помощью данной системы есть возможность осуществить комплексную систему контроля и охраны;
- Установка производится на очень высоких скоростях, так же удобные эксплуатация и пуско-наладка;
- Имеется возможность для масштабирования и внесения изменений в заданную структуру;
- Легкий перенос центрального общего пульта управления;
- Большая возможность управления, сеть с одним уровнем, которая имеет некоторое количество пультов управления.

Проектирование и программирование производится за счет многофункциональных языков программирования, это в действительности упрощает работу всех специалистов как автоматчиков, так и электриков.

Ниже приведена общая система связи с помощью простого шкафа GSM.



Рисунок 3.6 - Общая система связи с помощью GSM

ZelioLogic и Zelio 2 COM, подключенный со шкафом GSM, входящие в состав дистанционной станции, представлены на рисунке ниже. Стоит отметить, что получатели применяют компьютер различных рабочих станций, в составе которых модемы GSM и такие ПО как ZelioLogicAlarm и Zelio Soft, а также GSM мобильные телефоны. Во время возникновения какого-либо события ДС направляет сообщение аварии получателям. В случае когда получатель это телефон, то он получает сообщение в виде СМС. Данные сообщения могут состоять как из цифровых, так и из дискретных сигналов. Предоставляемое ПО ZelioLogicAlarm наряду с GSM телефонами принимают сообщения аварии и передают команды на ДС, в некоторых случаях такие команды как изменение значения переменной и о простом считывании команд. Рассматриваемое ПО ZelioSoft2 применяется для удаленного управления станциями Zelio, в некоторых случаях для слежения, программ и их переноса и другие.

Осуществление программирования происходит следующим образом:

- в автономном порядке с помощью ZelioLogic, что является электронным реле. Это осуществляется на языке LADDER лестничных диаграмм;
- с помощью ПО ZelioSoft2 на компьютере.

ZelioLogic в настоящее время используются для осуществления маленьких систем автоматизации. Данные интеллектуальные реле используются в сфере нефтепроизводства и в промышленности. На компьютере можно использовать два языка для программирования такие как FBD, что является языком функциональных блок-схем, и LADDER, что является языком диаграмм лестниц. Подсветка встроенного дисплея ЖК производится клавишами в количестве от одного до шести штук, которые применяются для программирования, так же они располагаются на ZelioLogic, так же они могут быть запрограммированы с помощью ПО ZelioSoft2. Память флэш карты EEPROM дает возможность для резервного копирования на срок до 10 лет.

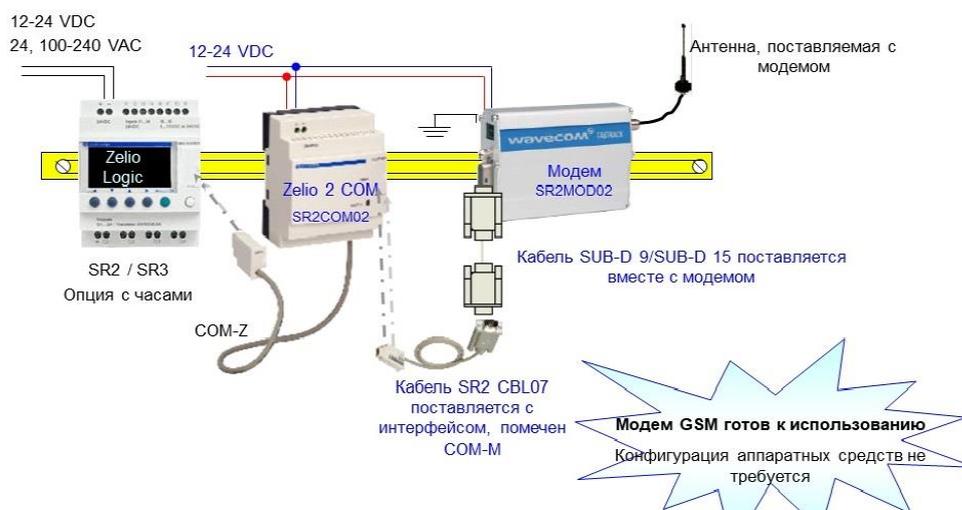


Рисунок 3.7 – Продукты семейства Zelio и GSM модем

Для установки ZelioLogic и Zelio2COM и GSM модема необходимо осуществить следующие вещи:

- Сначала производится установка устройств на монтажной плате или DIN рейке;
- С помощью разъема COMZ производим подключение Zelio2COM и ZelioLogic;
- С использованием кабелей в количестве двух штук подключаем GSM модем к Zelio2COM. Кабели поставляются совместно с модулем Zelio2COM и GSM модемом;
- Далее происходит подключение антенны;
- Производится подключение питания для модулей модема, ZelioLogic, Zelio2COM.

Ниже представлен шкаф GSM.



Рисунок 3.8 – Внутреннее расположение всех компонентов

Каким образом происходит рабочий процесс компонентов.

Рабочий процесс происходит таким образом, что необходимо приводить в действие Zelio2COM к GSM модему. При каждом новом подключении кабеля ПК или кабеля GSM модема подключается с Zelio2COM, необходимо заново перезагружать Zelio2COM. Интерфейс Zelio2COM функционирует, когда непрерывно горит лампа по состоянию.

В рассматриваемых нами случаях Zelio2COM соединен с GSM модемом. Данная связь применяется для отправки сообщений СМС на GSM телефон. Далее будет рассмотрен случай с передачей сообщения аварии «предохранитель, находящийся в двигателе, сработал». Так же управление сообщениями ПО ZelioLogicAlarm и GSM телефоном, все системы изображены ниже.

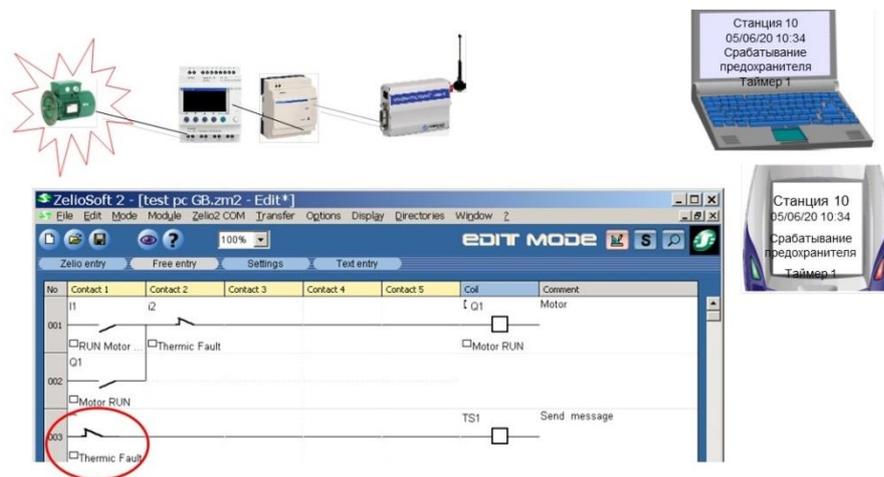


Рисунок 3.9 – Связь между компонентами и модемом для отправки СМС

Аварийные сообщения и их показ с помощью ПО ZelioLogicAlarm показан ниже.

Сначала включаем программу и нажимаем:

- На окошко ожидания сообщений;
- Далее выбираем применяемый модем и нажимаем по окошку Next.

Теперь программа переходит в режим ожидания сообщения аварии;

- В процессе срабатывания в двигателе предохранителя, в наших окошках управления сообщениями аварии воспроизведется такое сообщение. Окошко отобразится как таблица;

В СМС сообщении будет содержаться такая информация:

- Наименование станции отправки;
- Подтверждение GSM модемом о получении сообщения получателем;
- Так же отобразятся время и дата получения и отправки, сообщение и указанный текст.

Дополнительно все сообщения имеют возможность сортировки по разным параметрам: алфавитный порядок и дата отправления, например, и другие.

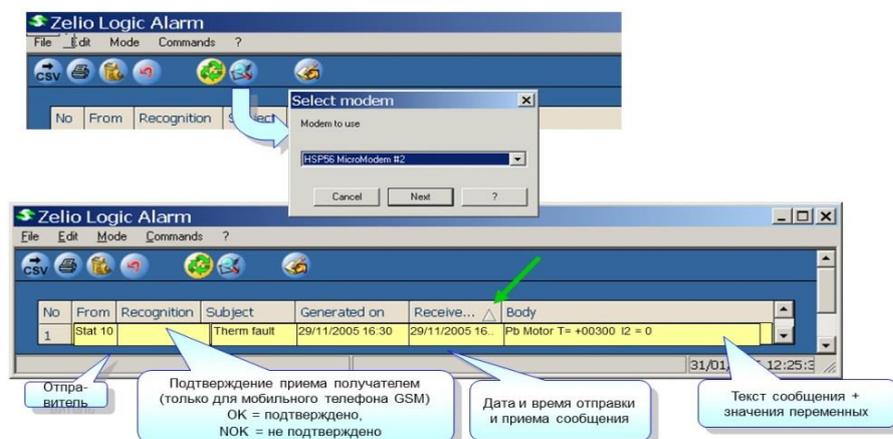


Рисунок 3.10 – Обзор сообщений аварий

С использованием ZelioLogicAlarm есть возможность отправки двух типов СМС сообщений на ДС:

- Есть возможность отправки команды для просмотра или изменения, а также проверить состояние ДС;

- Есть возможность отправки специфичных команд для внесения изменений электронной почты, имен, так же телефонные номера получателей.

Все операции создаются в папке операций, от ZelioSoft2, и данная папка обеспечивает помощь для введения различных команд. Данная папка включает в себя номер телефона ДС, списки потенциальных команд и названия имеющихся переменных. Есть возможность вводить команды вручную.

Ниже отображены два различных типа сообщений.

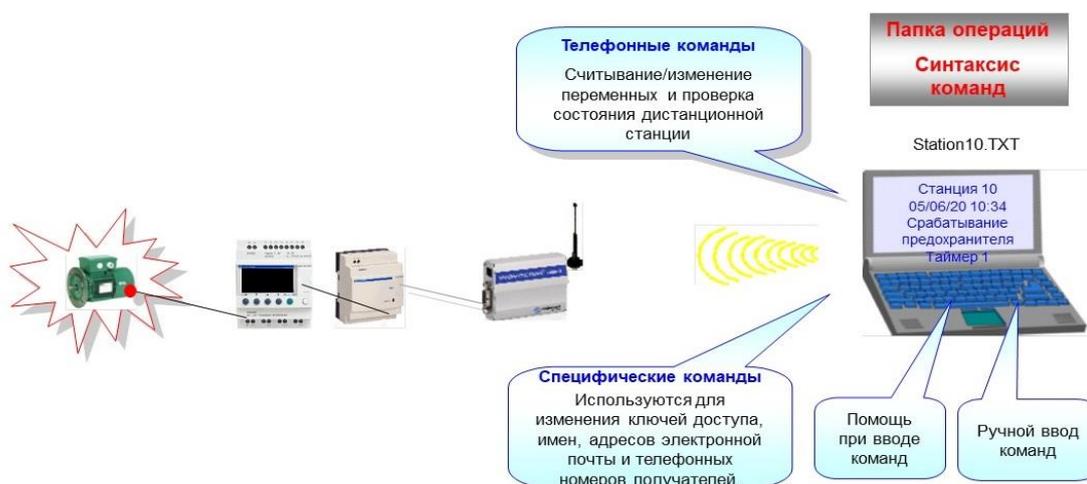


Рисунок 3.11 - Передача сообщений

До момента ввода команды необходимо указать телефонный номер ПК станции, передающая команду как указано на рисунке ниже. Телефонный номер ПК должен быть подходящим под тип применяемого модема.

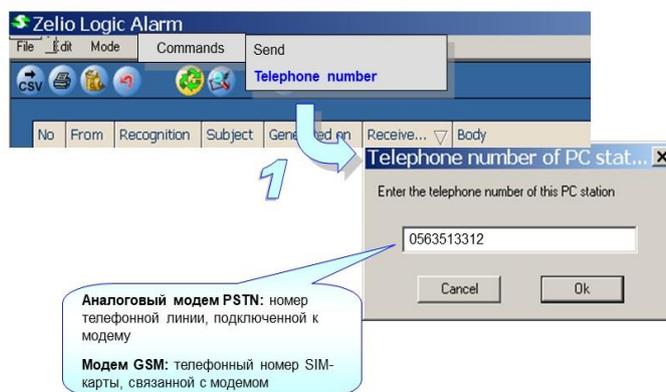


Рисунок 3.12 – Введение телефонного номера

Далее будет рассмотрен этап, который содержит в себе ввод ключа получателей или менеджера технического обслуживания. Данные ключи доступа рассматривались при ознакомлении с меню отправки ZelioSoft2. Далее необходимо подобрать тип ввода, применяемый для создания сообщения команды:

- Нужно учесть при введении: необходимо выбрать надлежащую папку и опцию операций ДС назначения;

- Прямой или ввод от руки: необходимо ввести номер телефона ДС. После выбирается используемый модем.

Телефон GSM дает возможность получать СМС сообщения, которые отправляются с помощью ДС. В сообщениях для телефонов GSM, приходит следующее:

- Наименование ДС, время и дата передачи сообщения;
- Отображается такое Сообщение ОК? В случае запрашиваемом подтверждении отправителем;
- Текст и тема СМС сообщения.

Ниже изображены функции GSM телефона.

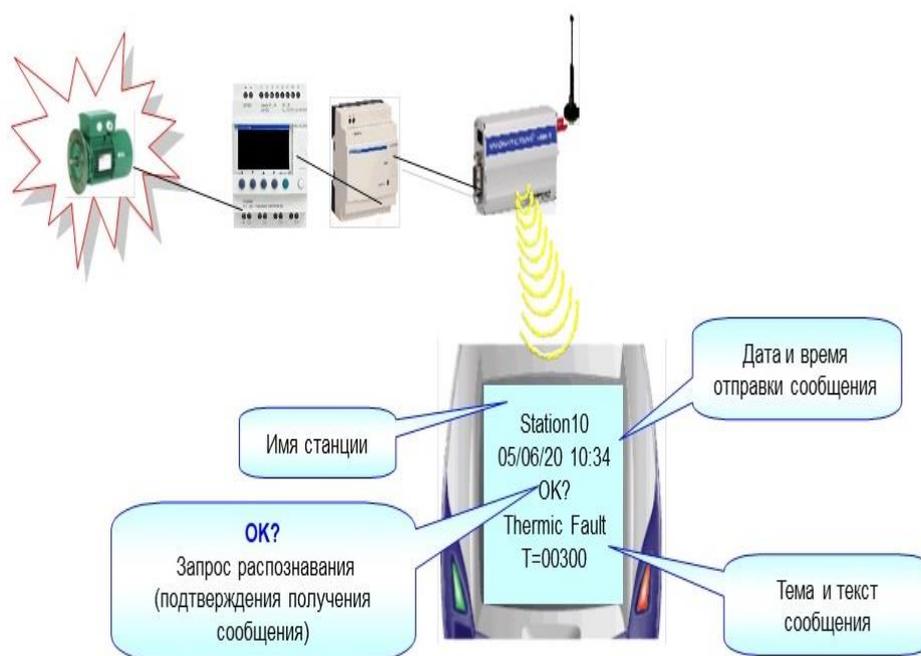


Рисунок 3.13 – Свойства GSM телефона

С помощью применения GSM телефона есть возможность передачи сообщений для изменения значений переменных. Для должной отправки команды необходимо внести следующее СМС-сообщение:

- Такое сообщение Ключ доступа! и Наименование команды.

Для рассматриваемой подстанции, в которой используется распределительное устройство 10 кВ – RM6 компании Schneider Electric. Данная подстанция строится на замену существующей подстанции ввиду износа последней. Распределительное устройство низкого напряжения так же выполнено на основе оборудования Schneider Electric. В качестве распределительного устройства используется ОККЕН. Выше данные устройства были описаны. Для связи распределительных устройств между собой и отправки сообщений дополнительно в подстанции устанавливается панель GSM.

Создается отдельная программа в ZelioSoft 2 для следующих действий:

- Создание аварийных сообщений;
- Конфигурация списка получателей сообщений;

Блоки сообщений программируются следующим образом (рисунок 3.14):

- 1) Выберите контакт (I1, I2), и установите его в строке программы;
- 2) Выберите функциональный блок сообщений, который управляет отправкой сообщений (B000, B011);
- 3) ZelioSoft 2 позволяет использовать до 28 функциональных блоков сообщений.

Функциональные блоки сообщений используются для отправки аварийных сообщений на ZelioLogicAlarm, мобильные телефоны GSM или по электронной почте.

Они также используются для дистанционного считывания или изменения дискретных и/или аналоговых значений. Ниже на рисунке приведены два случая, которые зависят от резервируемых сторон распределительного устройства RM6.

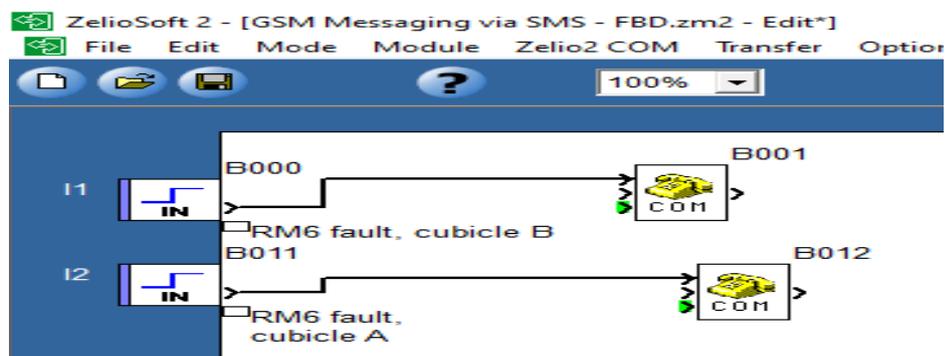


Рисунок-3.14 - Программирование использования блоков сообщений

После нажатия на окно COM в виде телефона всплывает окно как указано на рисунке 3.15. В данном окне видно сперва получателя, указанного как Engineer001 и правее его номер. Окно ниже используется для ввода информации или текста сообщения, которое получит инженер по указанному номеру. Следующий этап включает отправку аварийного сообщения, что произошла ошибка Alarm с текстом на какой из сторон произошла ошибка

«RM6 Fault» (см. рисунок 3.15). В случае возникновения неисправности инженер получит сообщение как ниже.

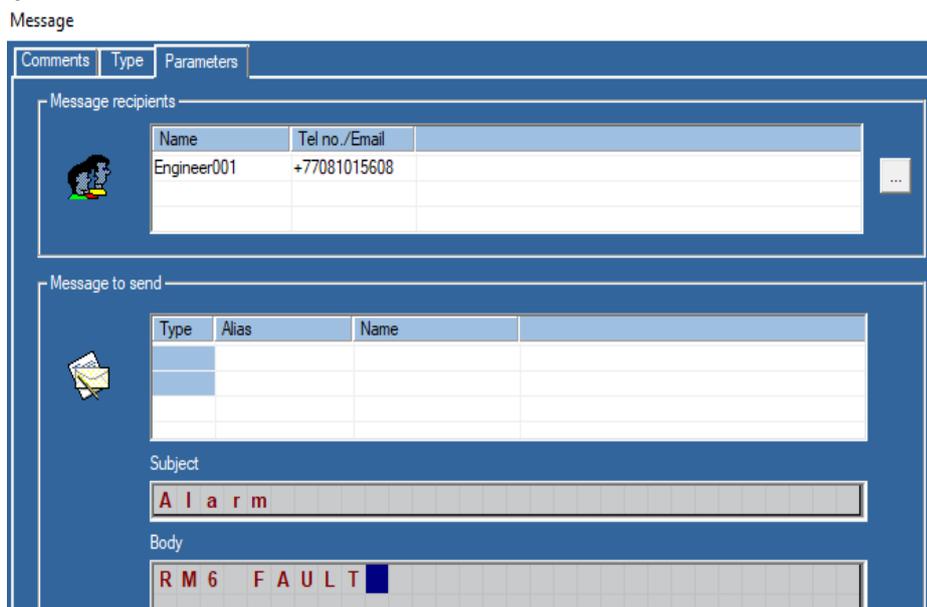


Рисунок-3.15 - Отправка сообщения “RM6 Fault”

Теперь, после создания сообщения, создадим список получателей программы и список дистанционных станций.

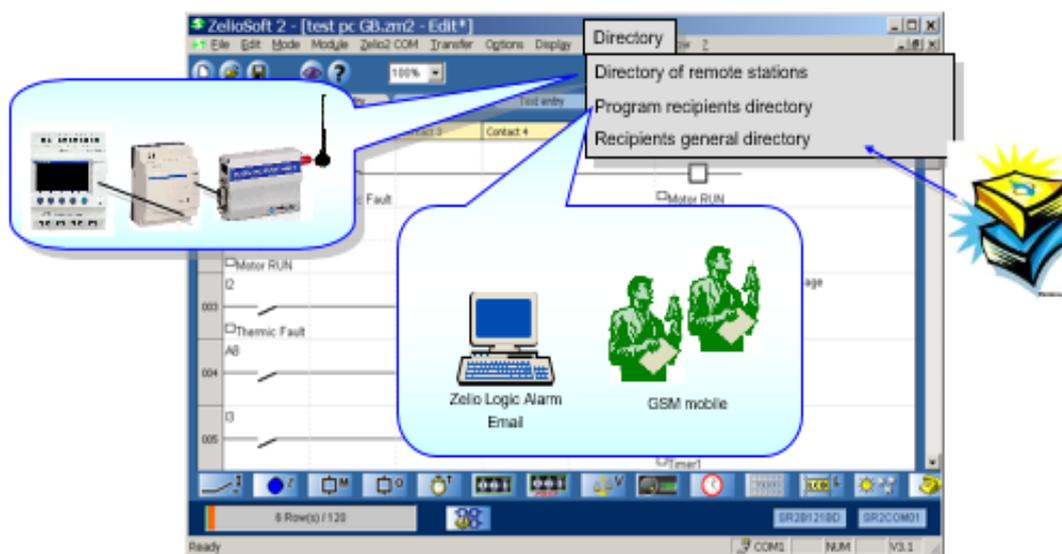


Рисунок-3.16 – Создание списка получателей

Создавая список получателей, указываем их номера, электронные почты, число попыток соединения с телефоном связи, подтверждение от получателя о приеме сообщения.

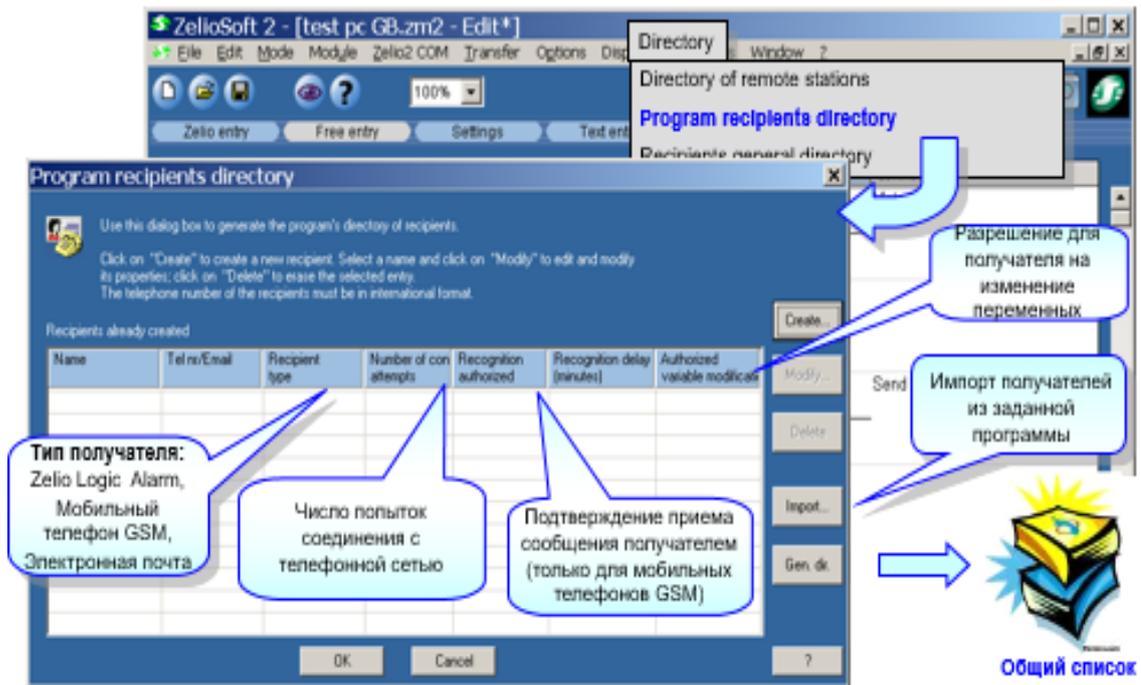


Рисунок-3.17 – Дополнительные конфигурации

Теперь рассмотрим как конфигурировать тип получателя для мобильного телефона GSM.

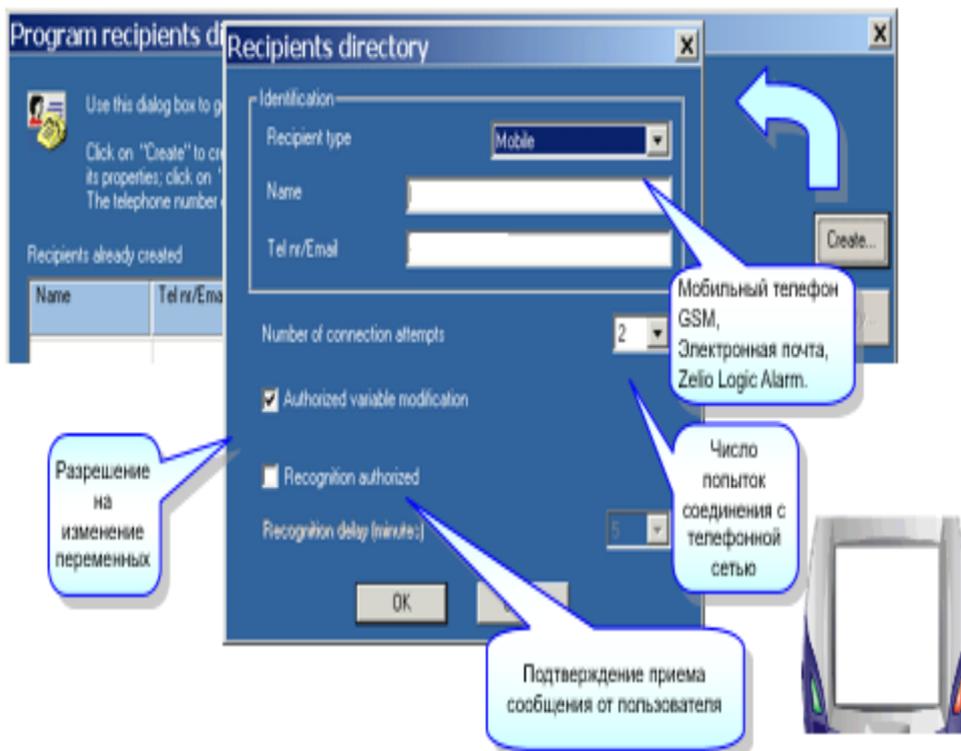


Рисунок-3.18 – Конфигурации получаемого сообщения

3.3 Центральная панель сигнализации

Данная панель собирает все сигналы по авариям и повреждениям внутри подстанции. В приложении Г показаны следующие сигналы и на какие катушки передаются эти сигналы:

- Низкое давление элегаза РУ 10кВ вводной выключатель 1,2;
- РУ 10кВ «Эксплуатация запрещена» вводной выключатель 1,2;
- Низкое давление элегаза РУ 10кВ фидерный выключатель;
- РУ 10кВ «Эксплуатация запрещена» фидерный выключатель;

В следующем приложении Д показаны следующие сигналы как:

- Ошибка реле защиты РУ 10кВ;
- Неисправность реле Т-154 Трансформатора;
- Отключение вводной и генераторный выключатель РУ 0,4кВ;
- Отключение фидерный выключатель РУ 0,4кВ;
- ИБП постоянного тока, сигнал общей неисправности;

Так же описаны сигналы, которые по умолчанию передаются дежурному по смс:

- Аварийный сигнал – Повышенная/пониженная температура в подстанции
- Общий аварийный сигнал ОВКВ;
- Общий сигнал о неисправности ПС.

В приложениях Ж, З, И показаны клеммы, через подключение к которым происходит передача сигнала.

Приложение К описывается подключение сигналов со стороны панели ОВКВ. Там можно заметить, что сигнал общей неисправности ОВКВ передается на панель GSM, что формирует смс для передачи работающему персоналу.

3.4 Упрощенная блок-схема устройства векторного регистратора

Использование векторной регистрации в энергосистеме параметров режимов в ЦПС. Применение ЦПС предоставляет абсолютно хорошие возможности для получения векторной регистрации анализа параметров и их рабочих режимов. В данных случаях есть возможность использовать как уже устройства в наличии, так и осуществлять их путем программирования на различных технологических серверах ЦПС.

На рисунке ниже показана блок-схема подобного устройства. Стоит принять во внимание, что на всех присоединениях ЦПС необходимо установить устройства измерения тока и напряжения, при этом они должны быть присоединены к измерительным трансформаторам высокого качества.

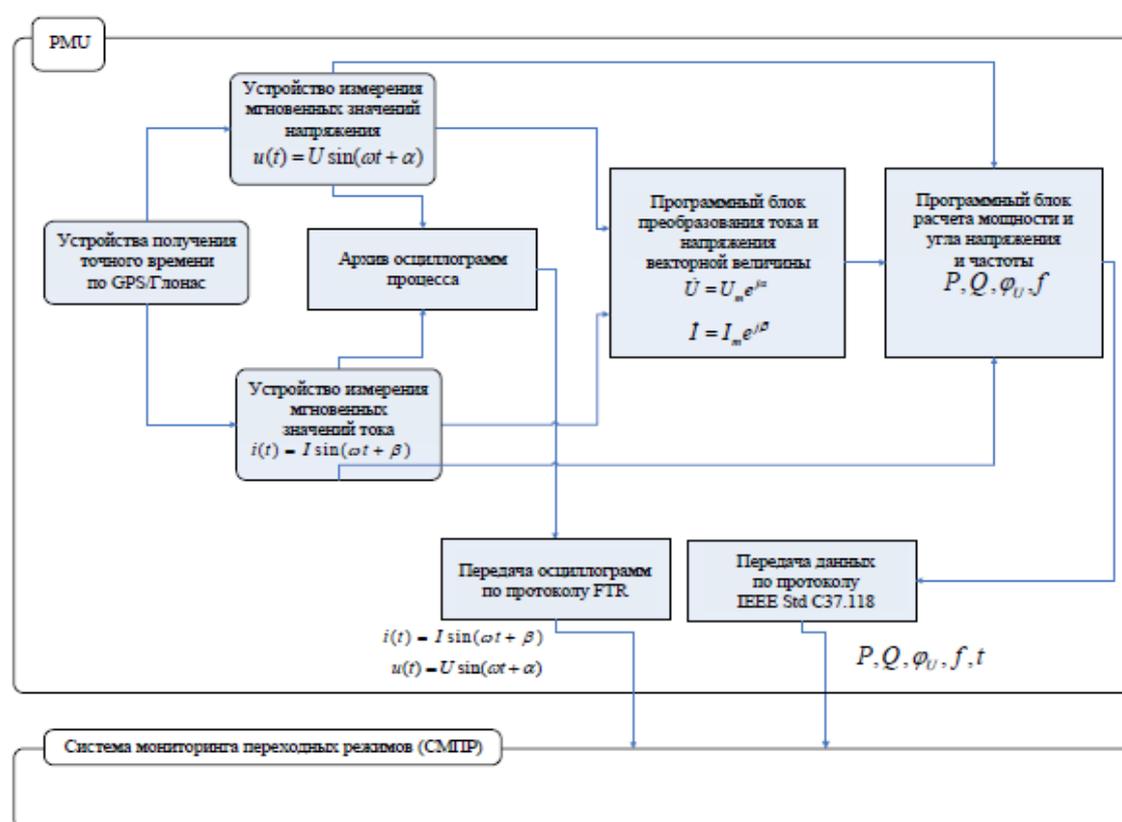


Рисунок - 3.19 – Упрощенная блок-схема регистратора векторного

3.5 Достоинства применяемых цифровых устройств в подстанции

Одними из основных достоинств цифровых подстанций являются уменьшение затрат на количество закупаемых медных кабелей и клемм. Дополнительно используются новые типы устройств на отличающихся принципах работы, они были описаны выше. Сокращаются издержки на обслуживание ввиду необязательного присутствия персонала на подстанциях. Разные производители могут взаимозаменять устройства между собой. Дополнительно снижаются потери при передаче электроэнергии.

При описании цифровых подстанций приводят международный стандарт МЭК-61850. Данный стандарт описывает, каким образом создать стандарт для обмена данными между подстанциями и для вторичных функций подстанций. Стандарт подразумевает абстрактную модель для подстанции, со стороны типовых алгоритмов управления, РЗА, измерений и т.д. Все данные элементы в рамках стандарта МЭК-61850 называются (SAS) системой автоматизации подстанции.



Рисунок - 3.20 – Конфигурации SAS

За последние 30 лет в энергетике не хватало приведения стандартизации всех решений. Можно заметить, что проблемы с этим возникали во всех странах помимо нашей, учитывая тот факт, что были оформлены большие серии международных стандартов.

Вторая часть стандартов МЭК-61850 описывает, как привязать абстрактные сервисы модели МЭК-61850 к реальным протоколам передачи данных (сегодня используется модель TCP/IP или прямое назначение данных на кадр Ethernet). При этом происходит разделение базовых функций системы автоматизации подстанции и транспортной системы передачи сигналов. Раньше их объединение приводило к постоянному изменению алгоритмов вторичных систем, при изменении аппаратной части блоков или применяемых протоколов передачи данных.

Можно предположить, что современная стандартизация в энергетике дает только дополнительные затраты и усложнения. Строящим компаниям необходимо делать новые устройства, приводить в изменения устоявшиеся правила эксплуатации и применения подстанций, дополнительно необходимо вносить немалые средства в переквалификацию персонала и т.д.

В случае, когда мы строим одну ЦПС, при этом в наличии в эксплуатации 100 традиционных, то результаты не улучшатся. Необходимо будет обслуживать разные типы подстанций, при этом строительство ЦПС в настоящий момент дороже обычной. Однако стоит отметить, что с увеличением ЦПС также начнет работать эффект масштаба, вследствие которого будет снижаться общая цена проекта.

В случае, когда все стандартизировано, всем легче производить необходимые устройства потому, как ясны правила, и аппаратная часть подстанции унифицируется по максимуму. Позже продавать будет сложно, однако производить легче. Стоит отметить, что при увеличении использования устройств в стоимости они становятся дешевле.

В случае, когда есть стандартизация и вероятность описать все алгоритмы в формате цифровом, тогда упрощается и ускоряется процесс проектирования подстанций. Дополнительно нет необходимости в схемах подключения терминалов РЗА, у которых постоянно меняются клеммы, разводкой кабелей. Для обмена данными применяется порт Ethernet, при этом есть возможность сделать исследования на правильность связей логики у себя на компьютере. Вводить параметры устройств есть возможность делать внутри проекта и с уже готовыми файлами добираться до ЦПС, для сохранения времени наладки. В данной работе описана ИТ-развитость ЦПС. И на основе ведущих решений были упрощены многие процессы и приведены удобства для работы обслуживающего персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертации производилось рассмотрение сегментов промышленности нефти и газа (помимо ее добычи, так же транспортировка, получение, переработка и дальнейший сбыт), которая в мире часто сталкивается с трудностями обеспечения надежности. Такие явления как просадка напряжения, происходящая кратковременно, отключение электрической энергии и перенапряжения представляют собой часто происходящие явления, что все еще является причиной простоя и выхода из строя оборудования, так же производственных убытков. По последним тенденциям можно заметить, что заказчикам в данной отрасли необходимы частая замена существующих оборудования или дополнительное обеспечение генерации электроэнергии и ее распределения.

В настоящее время широкую популярность обретают важные элементы системы распределения – компактные электрические подстанции. В настоящее время в эпоху развития технологий ведущие компании в данных отраслях применяют свои опыты и улучшают их для модернизации подстанций с различными типами изоляций, принимая во внимание все вышесказанные аспекты и международные стандарты в этой области.

В первой главе проводится краткое описание текущей ситуации в нефтеперерабатывающих предприятиях в Казахстане. Дополнительно к их оценке прибавляется оценка электротехническим сооружениям. Так же рассматривалась данная отрасль Казахстана относительно мировой арены. Были показаны преимущества и недостатки, приведены цифры мощности и дальнейшие перспективы данной отрасли.

Вторая глава акцентировалась на выборе оборудования, используемого в подстанциях. Были произведены разработки принципиальных схем подстанций и дополнительные меры по увеличению энергетической эффективности с использованием современных технологий. Были описаны их принципы работы и их основные потребители. После сравнения основных преимуществ были выявлены причины нецелесообразного использования ресурсов и их расходование.

В третьей главе больший акцент падал на элементы цифровой подстанции, применяемые в данной подстанции. Были указаны преимущества и разработана программа удобного срабатывания защиты в случае возникновения аварийных ситуаций. В целом рассматривалась подстанция 10/0,4кВ закрытого типа на месторождении «Тенгиз». Описывались решения цифровизации сбора данных и их получение. Во многих подстанциях для жилых объектов по сей день используются приборы силовые и автоматики, которые уже давно не выходят в производство. Данная ситуация освещает несколько проблем. Во-первых, в опасности будут находиться обслуживающий персонал и часть потребителей, если выйдут из строя их оборудования. Проблема заключается в том, что руководство не хотят проводить

модернизации. Во-вторых, честно говоря, данные устройства для ЦПС действительно являются дорогими. Устройства производят свою сборку в зарубежных странах. Это повышает их стоимость для Казахстана и использования их в сети, так как дополнительно они так же соответствуют международным стандартам. Производство в Казахстане на стадии развития для сборки оборудования, устройств, которые будут соответствовать этим стандартам. Нам действительно тяжело создавать конкуренцию международным компаниям. Привлечение и получения опыта от международных заводов и компаний, кто занимается такими приборами может послужить хорошим толчком для дальнейшего развития устройств ЦПС в Казахстане. Таким образом в данной работе были рассмотрены принципы работы ЦПС в подстанциях 10/0,4 кВ для применения в Казахстане, так же возможности дальнейшего использования, их дороговизна. Применять их можно и нужно, но все это будет производиться постепенно, заменяя старые устоявшиеся решения.

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ПО ТЕКСТУ ДИССЕРТАЦИИ

РУ	- распределительное устройство
ТП	- трансформаторная подстанция
ИБП	- источник бесперебойного питания
АСЕ	- усовершенствованное оборудование управления
AI	- аналоговый ввод
АО	- аналоговый вывод
AWG	- Американская классификация проводов (по диаметру)
DI	- цифровой (дискретный) канал ввода
DO	- цифровой (дискретный) канал вывода
GND	- заземление
GPRS	- общий сервис пакетной радиопередачи в сетях GSM
LAN	- локальная сеть
LED	- светодиод
RTU	- удаленная станция управления
ТВ	- клеммник
КИП	- контрольно-измерительные прибор
КРУ	- комплектное распределительное устройство
МЭК	- международная электротехническая комиссия
НН	- низкое напряжение
ОВКВ	- отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
РПН	- регулирование под нагрузкой
СИЗ	- средства индивидуальной защиты
ТБ	- техника безопасности
ТШО	- Тенгизшевройл
ЩСУ	- щитовая станция управления
ECS	- электрическая система управления
IP	- степень защиты оболочки электрооборудования
IS	- искробезопасный
SO ₂	- двуокись серы
КТП	- Комплектная Трансформаторная Подстанция
РД	- руководящие документы
СМ	- система молниезащиты
Ng	- плотность ударов молнии в землю

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный энергетический доклад 2017, KAZENERGY, 320 с.
2. Кудрин Б.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Учебно-справочное пособие. М., Интермет Инжиниринг, 2010.
3. Энергия разума 1|16. Журнал для заказчиков АББ, copyright 2016. Выпуск подготовлен Департаментом корпоративных коммуникаций совместно с Техническим советом АББ в России, 2016 – 36с.
4. Автоматизация технологического процесса на базе контроллеров «Motorola»: учебное пособие / Х.Н. Музипов, О.Н. Кузяков, С.А. Хохрин и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 156с.
5. Сипайлов В.А., Букреев В.Г., Сипайлова Н.Ю. Способы повышения энергоэффективности установок электроцентробежных насосов добычи нефти // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – Казань. - №7-8/1, 2008. – С. 31-41.
6. Анучин А.С., Козаченко В.Ф. Архитектура, система команд, технология проектирования и отладки специализированных сигнальных микроконтроллеров для управления двигателями: Лабораторный практикум. М.: Издательство МЭИ, 2001. 96 с.
7. Абрамович, Б.Н. Автоматизированная система управления электроснабжением территориально рассредоточенных объектов / Б.Н. Абрамович, В.П. Ганский, Д.Н. Нурбосынов, П.М. Каменев // В кн.: VI Научно-техническая конференция. Техничко-экономические проблемы оптимизации режимов электропотребления промышленных предприятий. – Челябинск. – 1991.
8. Афанасьев, Н.В. Совершенствование режима напряжения и электропотребления в условия предприятий нефтедобычи / Н.В. Афанасьев, И.А. Чернявская, Д.Н. Нурбосынов // Нефть Татарстана. – 1999. – № (1-2). – С. 64 - 67.
9. Жежеленко, И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
10. Ибрагимов, Н.Г. Создание технологического комплекса повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии: дис.док. техн. наук: 25.00.17 /Ибрагимов Наиль Габдулбариевич.– Москва, 2005. –276 с.
11. Кох Д., Свойства SF_6 и его использование в коммутационном оборудовании среднего и высокого напряжения, Выпуск №2, Техническая коллекция Schneider Electric, февраль 2003г., 22 с.
12. «ОККЕН» Силовой щит высокого уровня безопасности для распределения электроэнергии на токи до 6300А управления электродвигателями, Schneider Electric, 02/2002, 26с.
13. Компактное распределительное устройство «RM6» на 6, 10 и 20 кВ, Schneider Electric, МКР – САТ – RM6 – 11, 07/2011, 44с.
14. Каждан А.Э., Надтока И.И., Ожиганов С.Н. Методические указания

к курсовому проекту по курсу: Системы электроснабжения. ЮРГТУ (НПИ), 2007г.

15. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528с.

16. Латышев М.П. Виды защит электроустановок. Кемерово, 2002г.

17. Федоров А.А. Электроснабжение промышленных предприятий. 3-е издание. Москва: Госэнергоиздат, 1961. – 744 с.

18. Эффективные режимы работы электротехнологических комплексов / Под ред. Шидловского А.К. – Днепропетровск: НГА Украины, 2000. – 184 с.

19. Кудрин Б.И. Организация, построение и управление электрическим хозяйством промышленных предприятий на основе теории больших систем: Дисс... д-ра техн. наук по спец. 05.14.06 – Электрические системы и управление ими. – Томск: Том. политех. ин-т, 1976. – 452 с. — Вып. 24. "Ценологические исследования". – М.: Центр системных исследований, 2002. – 368 с.

20. Кудрин Б.И. Техногенная самоорганизация. Для технариев электрики и философов. Вып.25. "Ценологические исследования". – М.: Центр системных исследований, 2004. – 248 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

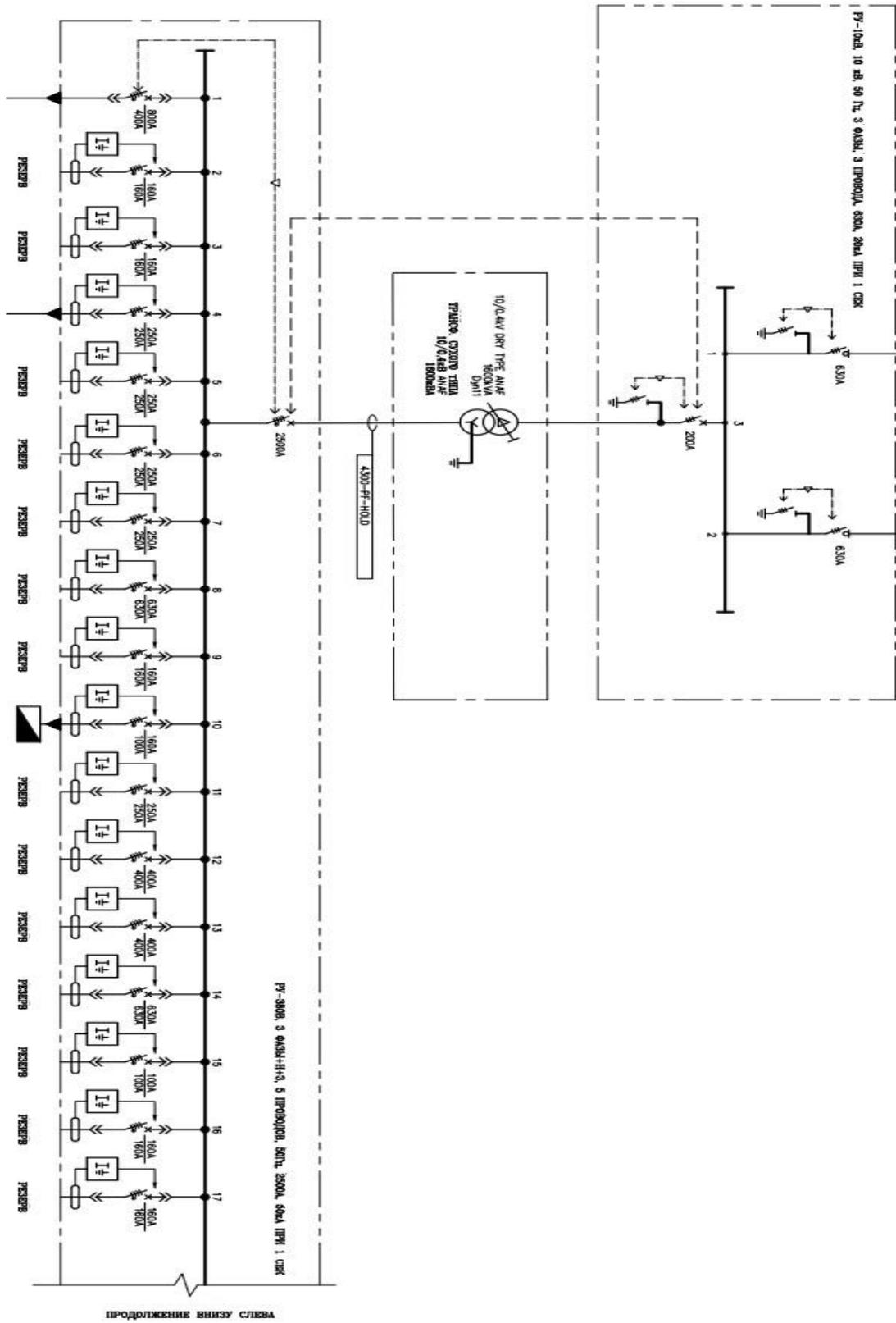


Рисунок А-1 – Однолинейная схема подстанции

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

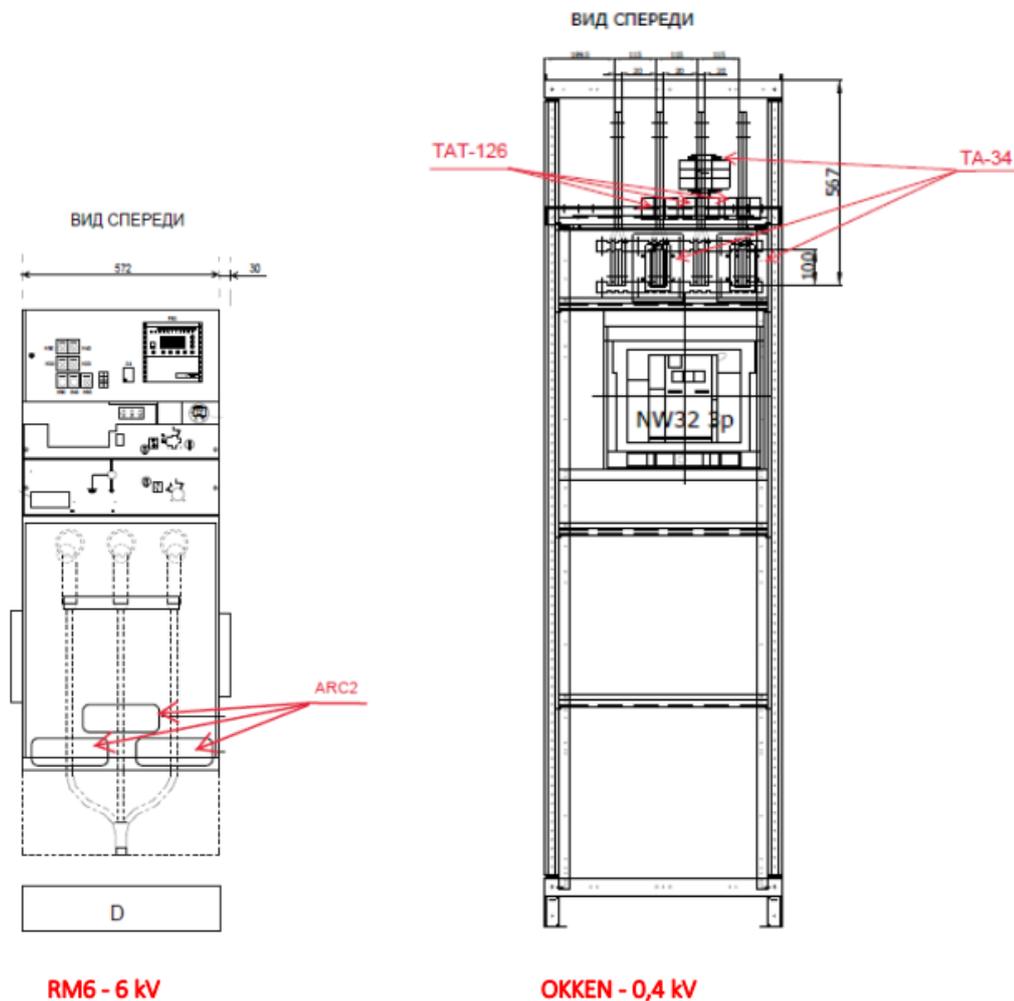


Рисунок Б-1 - Расположение ТТ в шкафах

Quantity	Type	Ratio	Class	Burden	Internal Resistance	Knee-Point Voltage	Location (cubicle – position)	Part Number	Manufacturer
MV									
3	ARC2/N1	150/1A	5P20	5VA			RM6, D function		RS ISOLSEC
1	CSH30						RM6, D function		Schneider Electric
LV									
3	TA34	2500/1A	5P20	5VA	1	380V	Okken, A1		Schneider Electric
3	* TAT126	2500/5A	5P10	4VA		380V	Okken, A1-1		FRER
3	* TAT126	800/5A	5P10	2,5VA		380V	Okken, A1-2		FRER
1	PA50	1/1000					Okken, A3		Schneider Electric
18	IA80	1/1000					Okken, A2, A3, A4, A5		Schneider
2	MA120	1/1000					Okken, A2, A3		Schneider
5	SA200	1/1000					Okken, A2, A3, A4, A5		Schneider

Рисунок Б-2 - Используемые трансформаторы тока

ПРИЛОЖЕНИЕ В

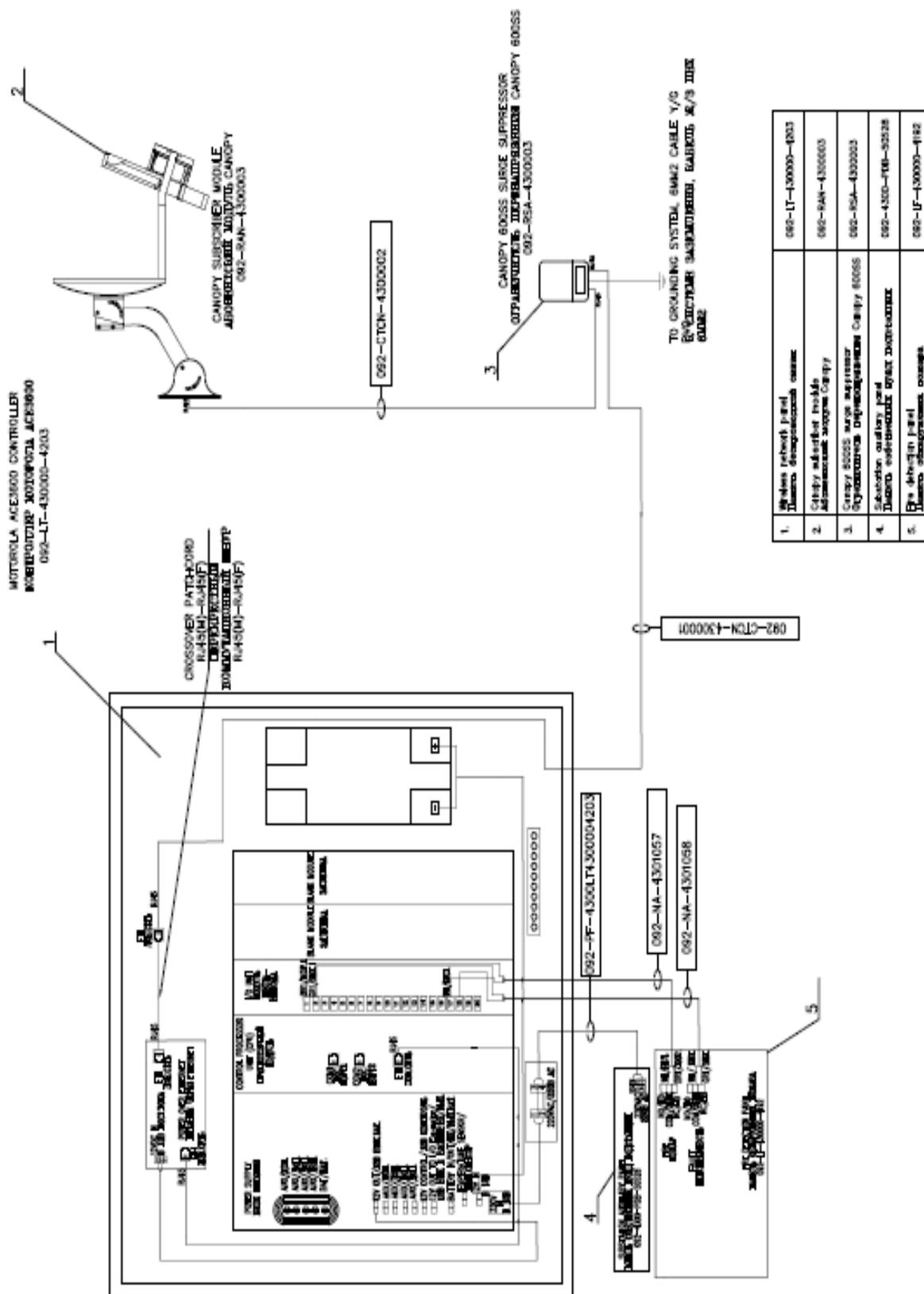


Рисунок В-1 – Соединение контроллера Motorola

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

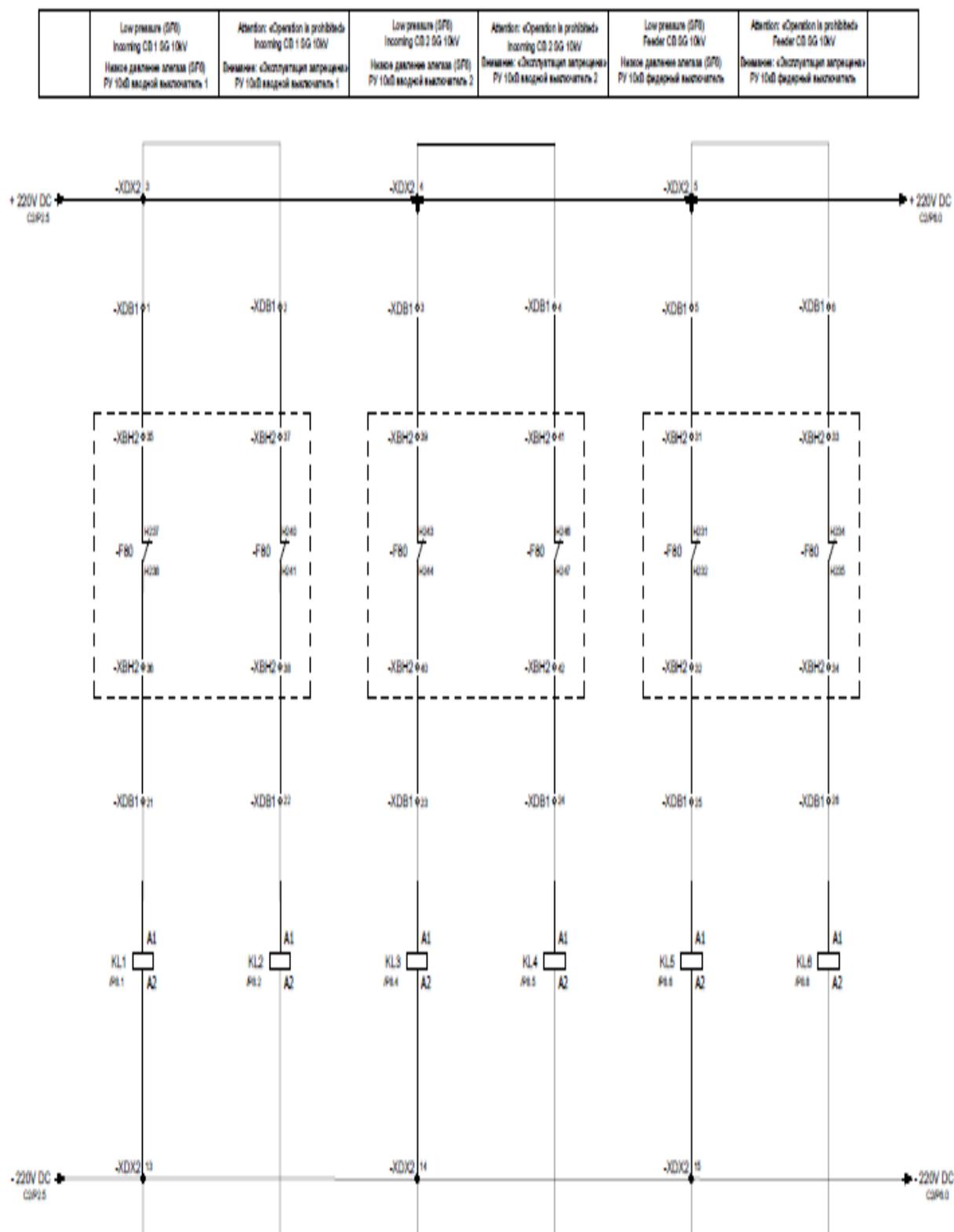


Рисунок Г-1 – Схема центральной панели сигнализации

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

	Protection relay fault on feeder 30 10kV Сбой реле защиты фидера РУ 10В	Feeder trip 30 10kV Срабатывание фидера РУ 10В	Transformer overtemperature alarm, T-15 relay fault Аварийный сигнал перегрева трансформатора Неисправность реле Т-15В	Incoming 4 gen. CB open 30 10kV Срабатывание вводной генераторной выключатель РУ 10В	Feeder CB open 30 10kV Срабатывание фидерной выключатель РУ 10В	UPS DC - common fault signal КВТ fault, 10В - сигнал общей неисправности	
--	--	---	--	---	--	---	--

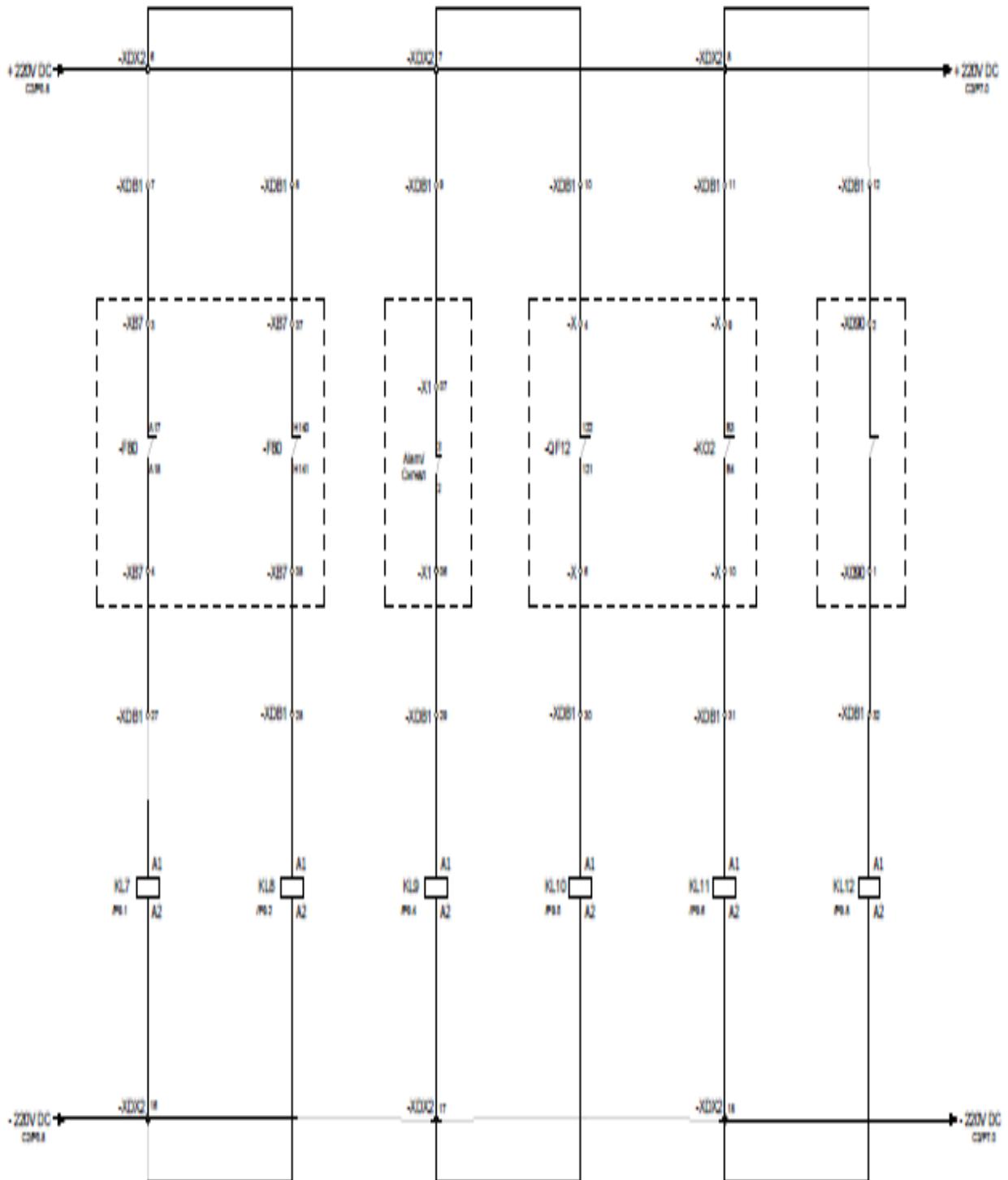


Рисунок Д-1 – Схема центральной панели сигнализации

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

	"Substation high/low temperature" alarm Аварийный сигнал "Повышение/Понижение температуры в подстанции" 00-TC-00001	HVAC common alarm Общий аварийный сигнал ОВВ 00-TC-00001	SPARE РЕЗЕРВ	SPARE РЕЗЕРВ	SS COMMON FAULT ALARM ОБЩИЙ СИГНАЛ О НЕИСПРАВНОСТИ ТС	SACO FAILURE НЕИСПРАВНОСТЬ SACO
--	---	--	-----------------	-----------------	--	------------------------------------

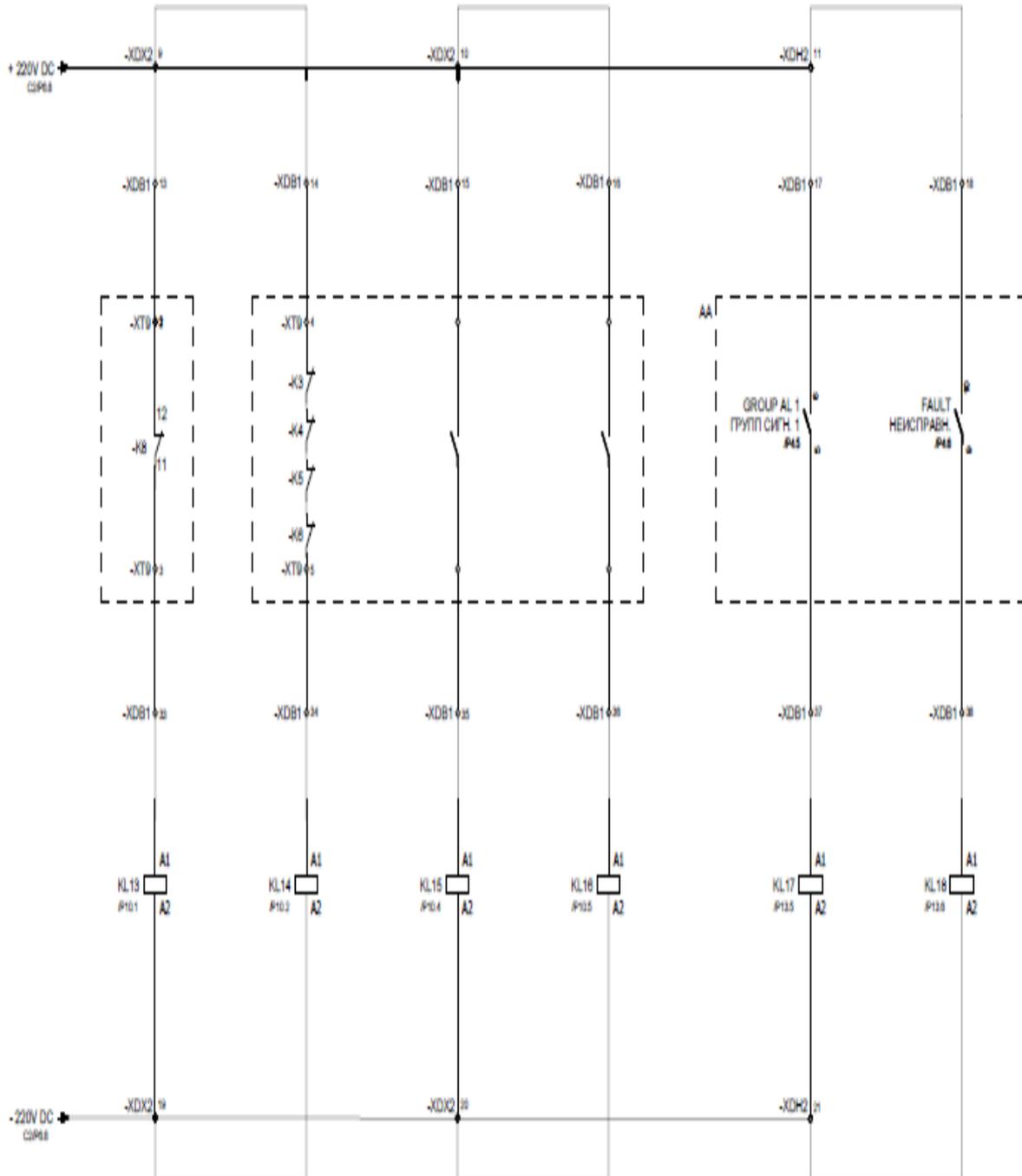


Рисунок Е-1 – Схема центральной панели сигнализации между панелью ОВКВ и пожарной панелью

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

XD22	
1	2.4 (+ 220V DC) Питание реле (+ 220V DC) Power supply relay
2	Резерв Spare
3	5.1 (+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель 1 "Эксплуатация запрещена" (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 1 SG 10kV "Operation is prohibited"
4	5.4 (+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель 2 (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 2 SG 10kV
5	5.6 (+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ фидерный выключатель (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Feeder CB SG 10kV
6	6.1 (+ 220V DC) Ошибка реле защиты фидера РУ 10кВ (+ 220V DC) Protection relay fault on feeder SG 10kV
7	6.4 (+ 220V DC) Аварийный сигнал перегрева трансформатора (+ 220V DC) Transformer overtemperature alarm
8	6.6 (+ 220V DC) Отключение фидерного выключателя РУ 0,4кВ (+ 220V DC) Feeder CB open SG 0,4kV
9	7.1 (+ 220V DC) Температура в помещении РУ отклонение от заданных пределов (+ 220V DC) SG room temperature - deviation from the set limits
10	7.4 (+ 220V DC) Резерв (+ 220V DC) Spare
11	7.7 (+ 220V DC) Общий сигнал о неисправности ПС (+ 220V DC) Common alarm fault SS
12	2.4 (- 220V DC) Питание промежуточных реле (- 220V DC) Power supply relay
13	5.1 (- 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель 1 (- 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 1 SG 10kV
14	5.4 (- 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель 2 (- 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 2 SG 10kV
15	5.6 (- 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ фидерный выключатель (- 220V DC) Low pressure (SF6) Feeder CB SG 10kV
16	6.1 (- 220V DC) Ошибка реле защиты фидера РУ 10кВ (- 220V DC) Protection relay fault on feeder SG 10kV
17	6.4 (- 220V DC) Аварийный сигнал перегрева трансформатора (- 220V DC) Transformer overtemperature alarm
18	6.6 (- 220V DC) Отключение фидерного выключателя РУ 0,4кВ (- 220V DC) Feeder CB open SG 0,4kV
19	7.1 (- 220V DC) Температура в помещении РУ отклонение от заданных пределов (- 220V DC) SG room temperature - deviation from the set limits
20	7.4 (- 220V DC) Резерв (- 220V DC) Spare
21	7.7 (- 220V DC) Общий сигнал о неисправности ПС (- 220V DC) DC- Common alarm fault SS
22	Резерв Spare
23	Резерв Spare

Активаци

Рисунок Ж-1 – Схема подключения к клеммам панели центральной сигнализации

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

XDB1			
• 1	5.1	(+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 1 SG 10kV	
• 2	5.2	(+ 220V DC) Внимание: «Эксплуатация запрещена» РУ 10кВ вводной выключатель 1 (+ 220V DC) Attention: «Operation is prohibited» Incoming CB 1 SG 10kV	
• 3	5.4	(+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ вводной выключатель 2 (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Incoming CB 2 SG 10kV	
• 4	5.5	(+ 220V DC) Внимание: «Эксплуатация запрещена» РУ 10кВ вводной выключатель 2 (+ 220V DC) Attention: «Operation is prohibited» Incoming CB 2 SG 10kV	
• 5	5.6	(+ 220V DC) Низкое давление элегаза (SF6) РУ 10кВ фидерный выключатель (+ 220V DC) Low pressure (SF6) Feeder CB SG 10kV	
• 6	5.8	(+ 220V DC) Внимание: «Эксплуатация запрещена» РУ 10кВ фидерный выключатель (+ 220V DC) Attention: «Operation is prohibited» Feeder CB SG 10kV	
• 7	6.1	(+ 220V DC) Ошибка реле защиты фидера РУ 10кВ (+ 220V DC) Protection relay fault on feeder SG 10kV	
• 8	6.2	(+ 220V DC) Отключение фидера РУ 10кВ (+ 220V DC) Feeder trip SG 10kV	
• 9	6.4	(+ 220V DC) Аварийный сигнал перегрева трансформатора неисправность реле Т-154 (+ 220V DC) Transformer overtemperature alarm, T-154 relay fault	
• 10	6.5	(+ 220V DC) Отключение вводного выключателя РУ 0,4кВ (+ 220V DC) Incoming CB open SG 0,4kV	
• 11	6.6	(+ 220V DC) Отключение фидерного выключателя РУ 0,4кВ (+ 220V DC) Feeder CB open SG 0,4kV	
• 12	6.8	(+ 220V DC) ИБП пост. тока - сигнал общей неисправности (+ 220V DC) UPS DC - common fault signal	
• 13	7.1	(+ 220V DC) Температура в помещении РУ отклонение от заданных пределов (+ 220V DC) SG room temperature - deviation from the set limits	
• 14	7.2	(+ 220V DC) РЕЗЕРВ (+ 220V DC) SPARE	
• 15	7.4	(+ 220V DC) РЕЗЕРВ (+ 220V DC) SPARE	
• 16	7.5	(+ 220V DC) РЕЗЕРВ (+ 220V DC) SPARE	
• 17	7.7	(+ 220V DC) ОБЩИЙ СИГНАЛ О НЕИСПРАВНОСТИ ПС (+ 220V DC) COMMON ALARM FAULT SS	
• 18	7.8	(+ 220V DC) НЕИСПРАВНОСТЬ SAGO (+ 220V DC) SAGO FAILURE	
• 19		Резерв Spare	
• 20		Резерв Spare	

Рисунок 3-1 – Схема подключения к клеммам

ПРИЛОЖЕНИЕ И

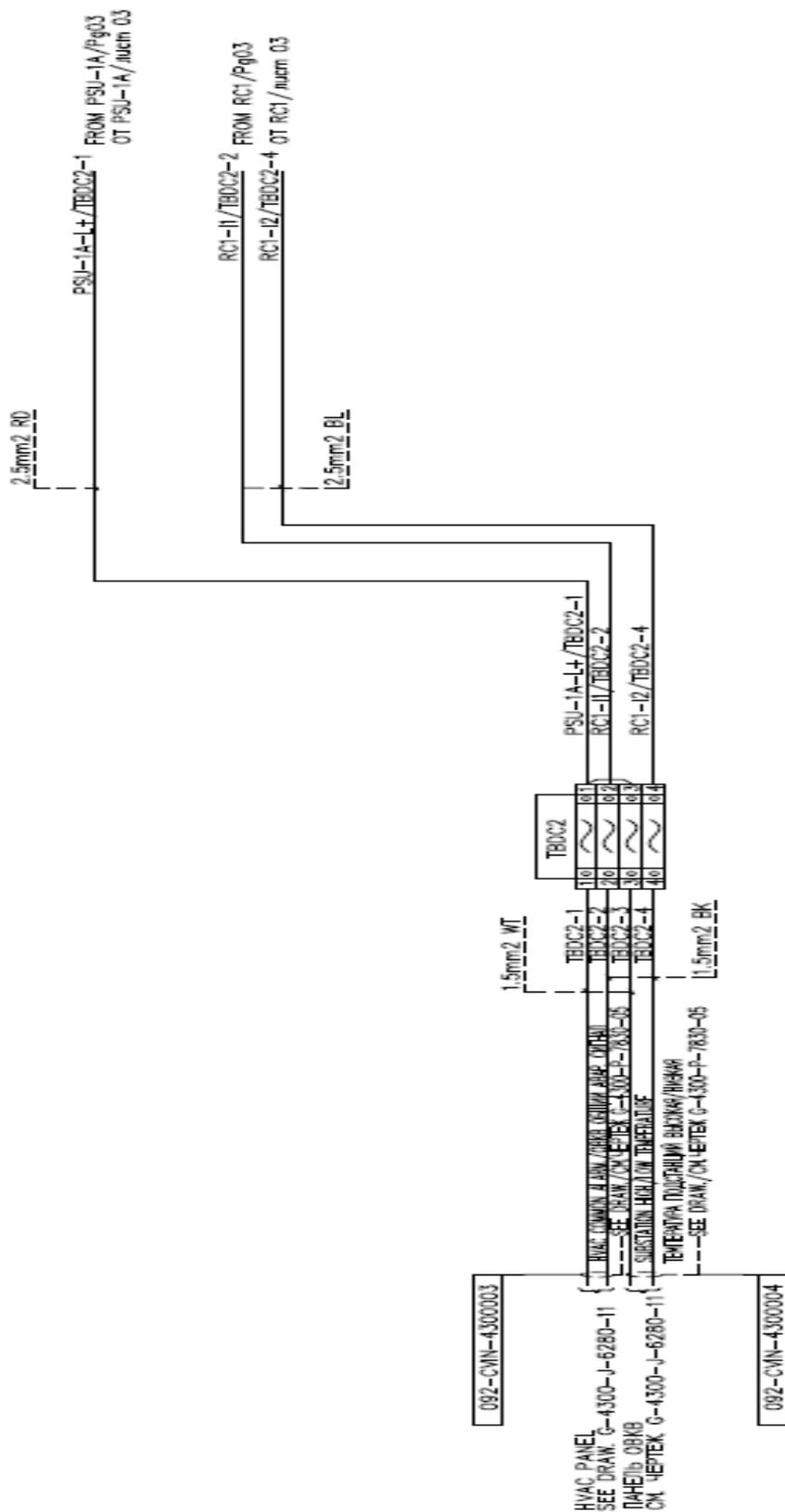


Рисунок И-1 – Схема расключения к клеммам

ПРИЛОЖЕНИЕ К

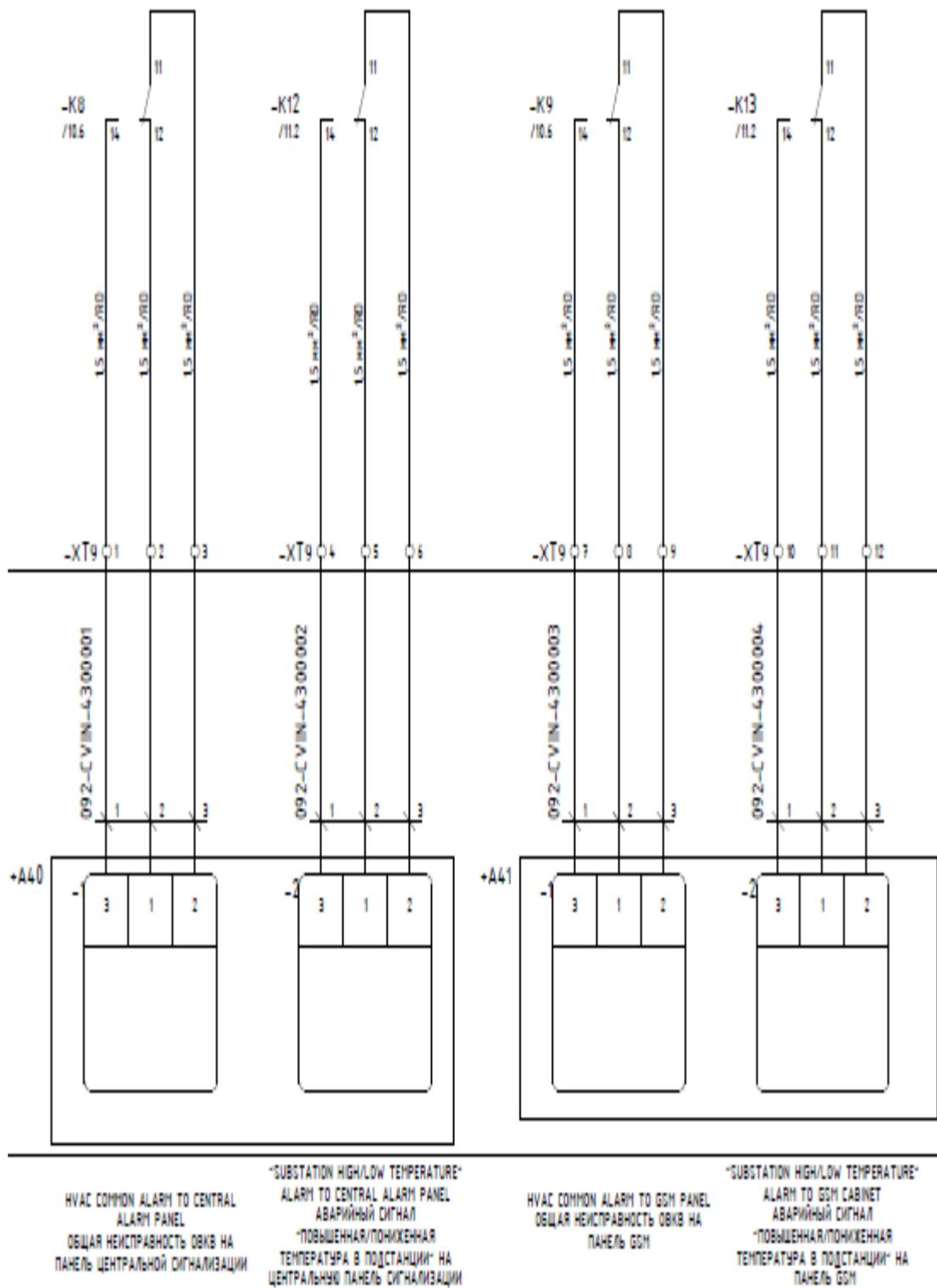


Рисунок К-1 – Схема сигналов на стороне панели ОВКВ