

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по подготовке и защите курсового проекта по дисциплине "Основы проектирования
высокоавтоматизированных подстанций"

по направлению подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль)
подготовки

«Цифровые технологии в электроэнергетике» очная форма обучения

Ставрополь, 2025

Содержание

Введение

1 Нормативные ссылки

2 Обозначения и сокращения

3 Общие положения

4 Цели и задачи выполнения курсового проекта

5 Перечень оцениваемых компетенций

6 Выбор темы курсового проекта

6.1 Порядок определения темы, получение задания

7 Организация и контроль выполнения курсового проекта

8 Структура и содержание курсового проекта

8.1 Объем курсового проекта

8.2 Структура курсового проекта

8.3 Расчет и проектирование релейной защиты одного из элементов сети (линия, трансформатор, секционный выключатель, система сборных шин)

Список рекомендуемой литературы

Приложение А

Введение

Курсовой проект по дисциплине «Основы проектирования высокоавтоматизированных подстанций» является самостоятельной работой студента и выполняется согласно учебного плану подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

Наличие многообразного материала в учебной литературе создает определенные трудности в проектировании и оформлении работы. Данная учебно-методическая разработка предназначена для оказания помощи студентам при выполнении курсового проекта.

1 Нормативные ссылки

Настоящее методическое указание разработано в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (в редакции приказа от 15.01.2015 г. № 7);

- Положения о формировании фонда оценочных средств в ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», утвержденного приказом ректора СКФУ от 08.09.2014 г. № 1377-о;

- Положения об учебно-методическом обеспечении образовательных программ высшего образования в ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», утвержденного приказом ректора СКФУ от 08.09.2014 г. № 1376-о;

- Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов Университетом (СУ ОС);

- Устава федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.04.2012 г. № 355 (с изменениями, утвержденными приказом Минобрнауки России от 13.08.2012 г. № 615, приказом Минобрнауки России от 11.08.2014 г. № 981);

- иных локальных нормативных актов СКФУ.

2 Обозначения и сокращения

Сокращения, используемые в тексте:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

БНТ – бросок намагничивающего тока;

БП – блок питания;

ВЛ – воздушная линия;

ВН – высшее напряжение (силового трансформатора)

ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора;

ДТ – датчик температуры;

ЖК – жидкокристаллический;

ИМС – интегральная микросхема;

КЗ – короткое замыкание;

МТЗ – максимальная токовая защита;

НН – низшее напряжение силового трансформатора;

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;

ПТЭ – правила технической эксплуатации;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

РПВ – реле положения выключателя – «включено»;

РПН – регулирование напряжения под нагрузкой;

РПО – реле положения выключателя – «отключено»;

РУ – руководящие указания;

СН – среднее напряжение силового трансформатора;

ТН – измерительный трансформатор напряжения;

ТТ, ИТТ – измерительный трансформатор тока;

УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателя;

ШУ – шины управления.

3 Общие положения

Дисциплина «Основы проектирования высокоавтоматизированных подстанций» относится к (модулям) базовой части дисциплин по выбору. Ее освоение происходит в 8 семестре.

4 Цели и задачи выполнения курсового проекта

Цели – изучение общих принципов и нормативной документации, регламентирующей проектирование высокоавтоматизированных подстанций, и формирование навыков проектирования.

Задачи выполнения курсового проекта состоят в формировании у учащегося следующих способностей:

- уметь применять знания по конфигурированию подстанции для описания функций первичных и вторичных устройств цифровой подстанции; читать, анализировать и создавать конфигурационные SCL файлы, в которых приводится функциональное и структурное описание цифрового энергообъекта и настройки коммуникации его компонентов;;
- классифицировать и определять основные преимущества и недостатки различных архитектур построения цифровых подстанций; настраивать вторичное оборудование с поддержкой МЭК 61850 для осуществления коммуникационного обмена в сети цифровой подстанции и реализации элементов его функционала; использовать современный международный стандарт МЭК 61850, а также другие стандарты, сопутствующие внедрению цифровых энергообъектов в области электроэнергетики в задачах их проектирования, конфигурирования, тестирования и наладки.

5 Перечень оцениваемых компетенций

ПК-4	Способность использовать современные цифровые технологии для решения режимно-технологических задач
ПК-5	Способен участвовать в организации процесса функционирования оборудования высокоавтоматизированных подстанций

6. Выбор темы курсового проекта

Выбор тем курсового проекта выполняется следующим образом. Преподаватель случайным образом выбирает тематику курсового проекта из следующего перечня тематик курсового проекта по дисциплине «Основы проектирования высокоавтоматизированных подстанций»:

1. Разработка релейной защиты понижающего трансформатора на подстанции «N» на основе оборудования **«название фирмы производителя»**;
2. Проектирование релейной защиты системы шин 10 кВ на подстанции «N» на основе оборудования **«название фирмы производителя»**
3. Разработка релейной защиты секционного выключателя подстанции «N» на основе оборудования **«название фирмы производителя»**
4. Разработка релейной защиты линии электропередач «N» – «M» на основе оборудования **«название фирмы производителя»**
5. Проектирование системы дистанционного определения мест повреждений районной электрической сети и защиты линии электропередач «N»-«M» на основе оборудования **«название фирмы производителя»**/

Название фирм производителей оборудования релейной защиты принимаются руководителем в соответствии с перечнем:

1. ООО «НТЦ Механотроника»;

2. ООО «НПП ЭКРА»;
3. ЗАО «РАДИУС Автоматика».

Схема электрической подстанции берется из приложения к методическим указаниям».

7 Организация и контроль выполнения курсового проекта

Контроль за выполнением согласно графику, разработанному и приведенному в задании, осуществляет преподаватель путем проверок наличия прогрессивных результатов по выполнению курсового проекта.

Далее приведена методика применения программного средства автоматизации проектирования высокоавтоматизированных подстанций, следуя которой необходимо реализовать выданное задание по курсовому проекту. Программный продукт автоматизированного проектирования используется STS Helinks.

Содержание	
Теоретическая часть	3
ПО для конфигурирования систем по МЭК 61850	
Создание однолинейной схемы подстанции	5
Подключения: виртуальные ИЭУ	14
Спецификация связи	24
Спецификация приложений GOOSE и SV	
Спецификация клиент-сервер (Отчеты - MMS)	31
Импорт SCL файлов	36
Конфигурация связи, проверка и экспорт SCD	50
SCD экспорт	56
Задание	60
Список использованных источников	61
Приложение А	62

Теоретическая часть

ПО для конфигурирования систем по МЭК 61850

В настоящее время наиболее распространенными независимыми программными комплексами для конфигурирования систем по стандарту МЭК 61850 являются следующие:

- Visual SCL (Applied Systems Engineering Inc.)
- Helinks STS (Helinks LLC)
- Kalki SCL Manager (KALKI Communication Technologies Limited)

Демонстрационные версии каждого из программных продуктов доступны для загрузки на сайтах разработчиков.

На сегодня накоплен определенный (хоть и крайне ограниченный) опыт в работе с демоверсиями этих программ. Из этого опыта можно отметить следующее.

1. Ограниченная по времени (20 дней) демоверсия программы Visual SCL предоставляет пользователю доступ ко всем функциям программы. Функционал программы в части подготовки SCD и CID файлов крайне ограничен. Фактически, ПО предоставляет пользователю возможность визуализации раздела <Substation> SCD-файла. Дальнейшее конфигурирование ведется “вручную”. В программе нет встроенного модуля для установки соответствия (mapping) между логическими узлами первичной схемы и функциями IED. Однако программа позволяет визуализировать процесс редактирования SCL файла и вполне подходит на начальном этапе освоения процедуры конфигурирования.

2. Helinks STS доступна для загрузки в режиме демо-версии (на 2 месяца) в составе Standard Edition. Программа обладает весьма удобным графическим ядром для изображения однолинейной диаграммы с учетом ограничений, накладываемых стандартом МЭК 61850. По опыту работы над проектом interopLAB данная программа более удобна в плане работы с однолинейными диаграммами и последующим экспортом SLD (single line

diagramm) в SCD-файл. В полной версии программы имеется также возможность импорта ICD-файлов с последующим установлением соответствия логических узлов первичной схемы с функциями IED. Однако, к сожалению, данная функция недоступна в версии Standard Edition.

3. Демонстрационная версия Kalki SCL Manager, загруженная с официального сайта, к сожалению, загружается лишь 1 раз после установки, после чего требует зарегистрировать ее в связи с истечением срока демонстрационной версии. К сожалению, за 1 загрузку отметить ее достоинства и недостатки не удалось.

Создание однолинейной схемы подстанции

Основное внимание в руководстве будет уделяться воссозданию трех отсеков подстанции IOP и настройке обмена данными между их IED и, наконец, экспорту файла SCD.

Как видно из рисунка 1, в этом руководстве созданы следующие отсеки:

Incomer A: IncA1

Incomer B: IncB1

Tie breaker: BT1

Для ускорения процесса из однолинейной схемы исключено некоторое силовое оборудование.

Каждый этап проектирования подробно описан, и даны инструкции по созданию спецификации и интеграции для подстанции IOP. Спецификация заключается в рисовании однолинейной схемы и описании функций. Интеграция вращается вокруг импорта и внедрения IED в систему, настройки коммуникационных приложений и экспорта файла SCD.

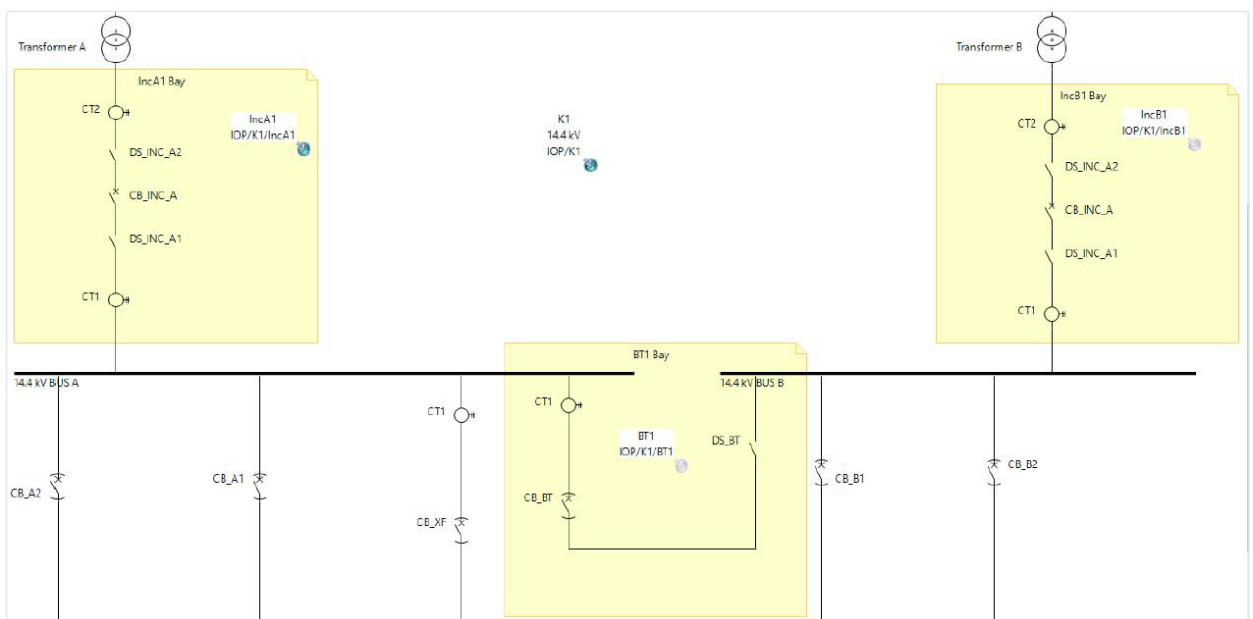


Рисунок 1 – IOP Подстанция, сторона низкого напряжения

Спецификация системы

Спецификационная часть проекта направлена на разработку однолинейной схемы и описание функций подстанции.

Однолинейная диаграмма

Однолинейная схема подстанции отображается при открытии функции «Single Line» на панели инструментов HELINKS STS.



В правой части экрана отображается палитра. Каждая вкладка помогает рисовать однолинейную схему в соответствии с иерархией IEC61850. Разработка однолинейной схемы подстанции может начаться с указания названия подстанции и имени уровня напряжения с помощью «Substation» и «Voltage Level» в разделе «Substation Structure». Каждый уровень напряжения может иметь одну или несколько шин и отсеков, используя две опции на вкладке «Bus and Bus Bar». Наконец, в каждом отсеке может быть различное силовое оборудование, которое можно выбрать на вкладке «Power Equipment Library».

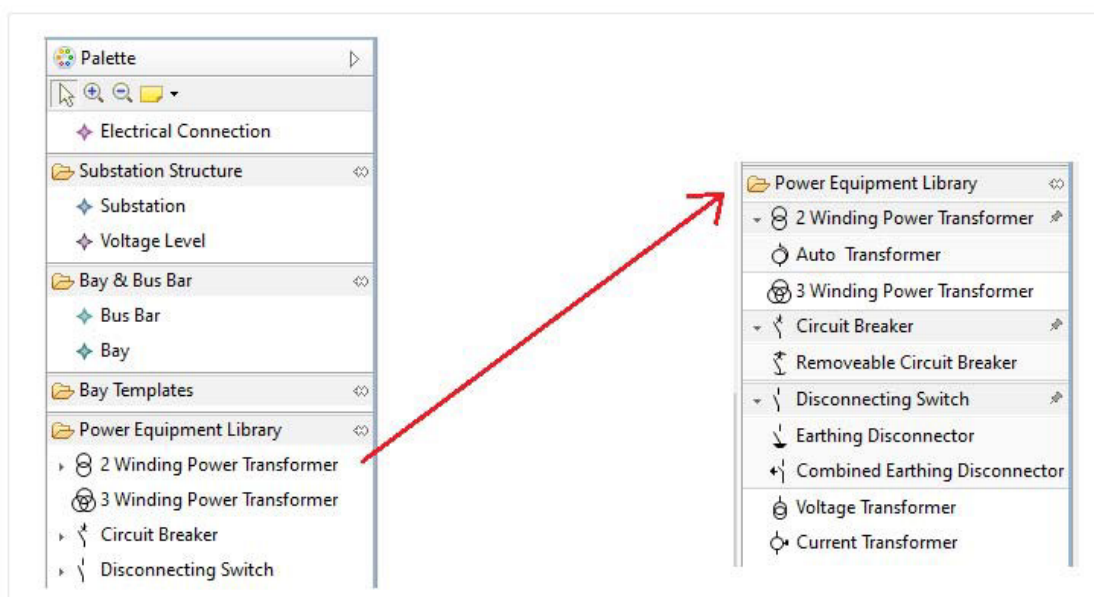


Рисунок 2 – Палитра однолинейной диаграммы

Подстанция IOP в «IOP2019_DemoStart» не имеет трех отсеков и выглядит как показано на следующем рисунке.

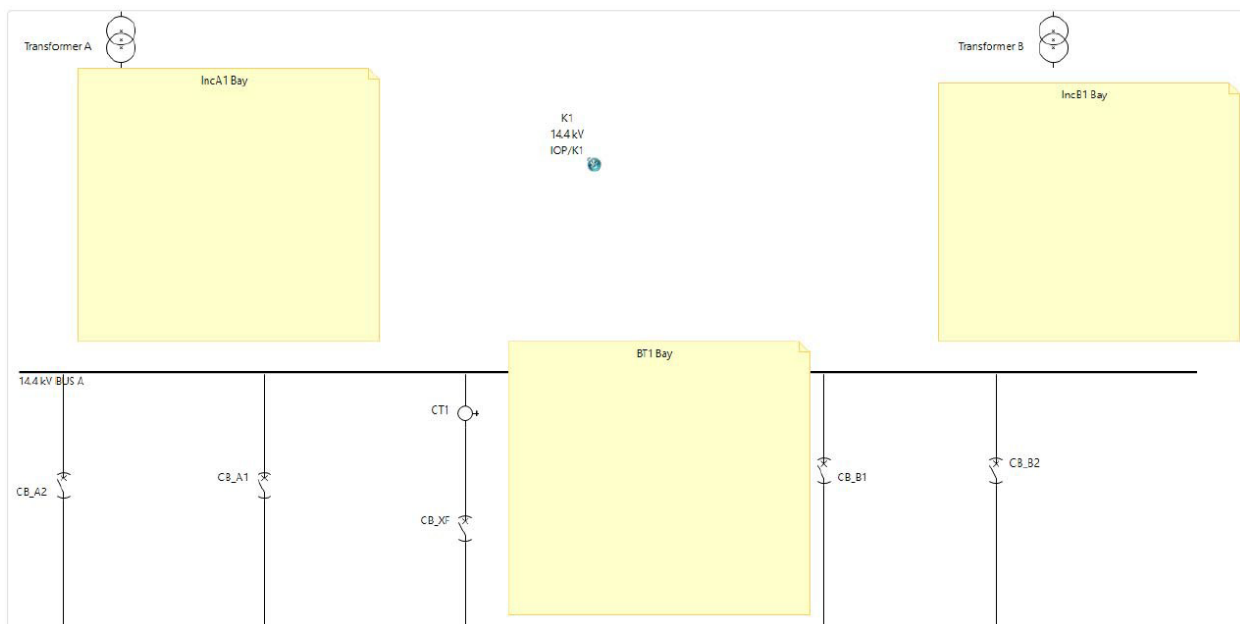


Рисунок 3 – Однолинейная схема IOP без отсеков

Энергетическое оборудование, отсутствующее в каждом отсеке, указано в таблице ниже:

Таблица 1 – Список силового оборудования IOP

IncA1	Current Transformer	2	CT1 CT2
	Disconnecting Switch	2	DS_INC_A1 DS_INC_A2
	Circuit Breaker	1	CB_INC_A
IncB1	Current Transformer	2	CT1 CT2
	Disconnecting Switch	2	DS_INC_B1 DS_INC_B2
	Circuit Breaker	1	CB_INC_B
BT1	Current Transformer	1	CT
	Disconnecting Switch	1	DS_BT
	Removable CircuitBreaker	1	CB_BT

Инструкции

Откройте HELINKS STS и выберите правильную рабочую область.
(IOP2019_DemoStart - IOP2019)

Щелкните Однострочная диаграмма на панели инструментов, чтобы открыть однолинейную диаграмму.

Убедитесь, что уровень напряжения K1, который является нижним уровнем напряжения подстанции, выделен, а затем создайте два из трех недостающих отсеков в соответствии с информацией из Таблицы 1, показанной на Рисунке 1. Назовите их так же, как показано в выделенных областях: IncA1, IncB1 и BT1.

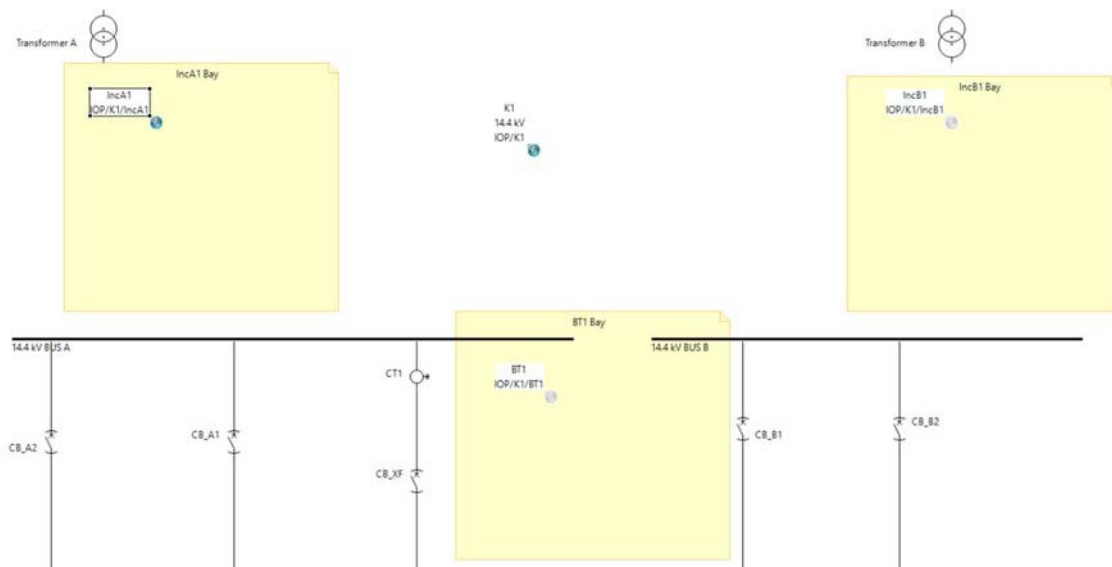


Рисунок 4 – Отсеки IOP без оборудования

На рисунке 4 показаны созданные отсеки. По таблице 1 известно, какое силовое оборудование следует использовать для каждого отсека.

Очень важное примечание:

Для размещения оборудования на экране необходимо убедиться, что вы размещаете его в соответствующем отсеке. Просто щелкните отсек, чтобы выделить его, затем щелкните силовое оборудование и щелкните экран.

Убедитесь, что отсек IncA1 выделен. Сделать это можно, просто нажав на отсек.

Щелкните блок Current Transformer из библиотеки и щелкните экран. Назовите его CT2. Создайте еще один и назовите его CT1.

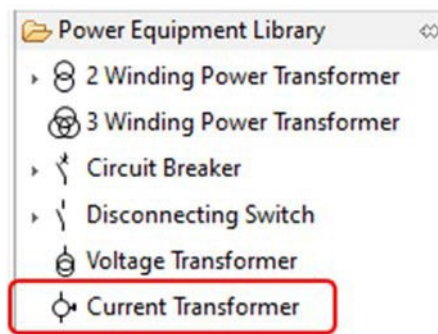


Рисунок 5 – ТТ в библиотеке силового оборудования

Затем создайте два Disconnecting Switches, щелкнув его значок и присвоив им имена в соответствии с таблицей 1.

Поместите автоматический выключатель на экран для IncA1, щелкнув «Автоматический выключатель» в библиотеке и щелкнув по экрану. Используйте название из Таблицы 2.

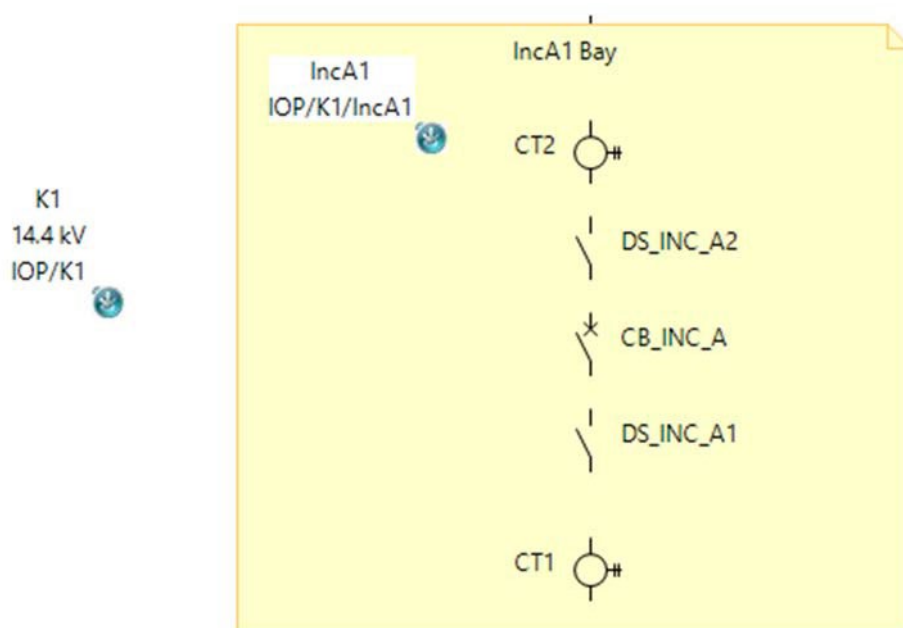


Рисунок 6 – Оборудование IncA1

Чтобы убедиться, что оборудование размещено в правильном отсеке, щелкните правой кнопкой мыши на отсеке IncA1 и выберите «Select Children».

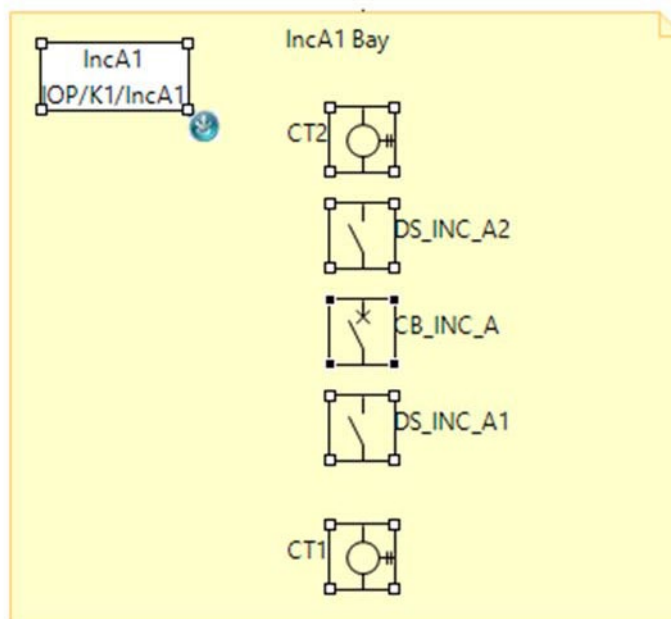


Рисунок 7 – Проверка оборудования IncA1

Наконец, щелкните «Electrical Connection» на палитре, показанной на рисунке 2, наведите указатель мыши на одно из устройств и, удерживая левую кнопку мыши, проведите линию между этим оборудованием и другим, и они смогут подключиться друг к другу. Убедитесь, что CT1 подключен к шине 14,4 кВ BUS A, а CT2 подключен к «Transformer A». Это создает узлы связи и терминалы и завершает часть однолинейной схемы в этом отсеке.

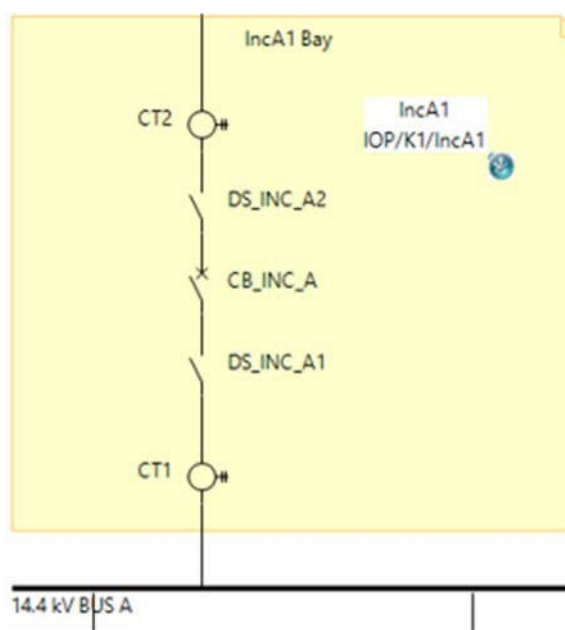


Рисунок 8 – IncA1 с оборудованием и подключениями

Отсек IncB1 идентичен IncA1, поэтому разместите такое же оборудование для IncB1.

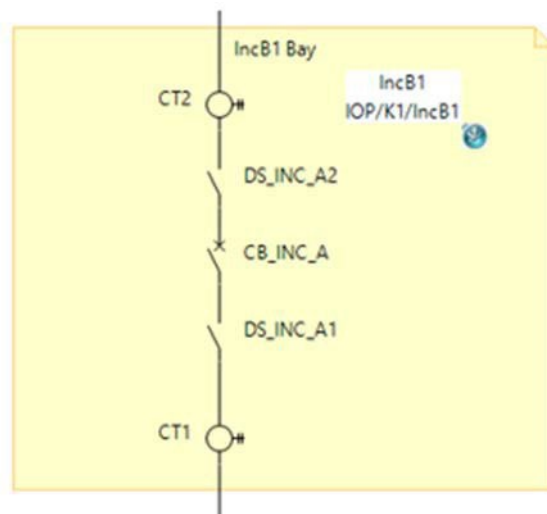


Рисунок 9 – IncB1 с оборудованием и подключениями

Вы можете следовать тем же инструкциям и создать однолинейную схему для ВТ. Щелкните отсек ВТ1 и убедитесь, что он выделен.

Не забудьте взглянуть на Рисунок 1 и Таблицу 1 для справки. ВТ1 имеет выкатной автоматический выключатель. Вы можете выбрать его из библиотеки силового оборудования и расширения возможностей автоматического выключателя.

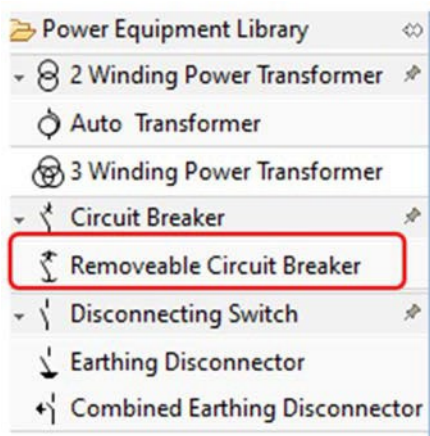


Рисунок 10 – Выкатной автоматический выключатель из библиотеки

Не забудьте подключить все оборудование друг к другу и к шине А 14,4 кВ с помощью функции электрического соединения.

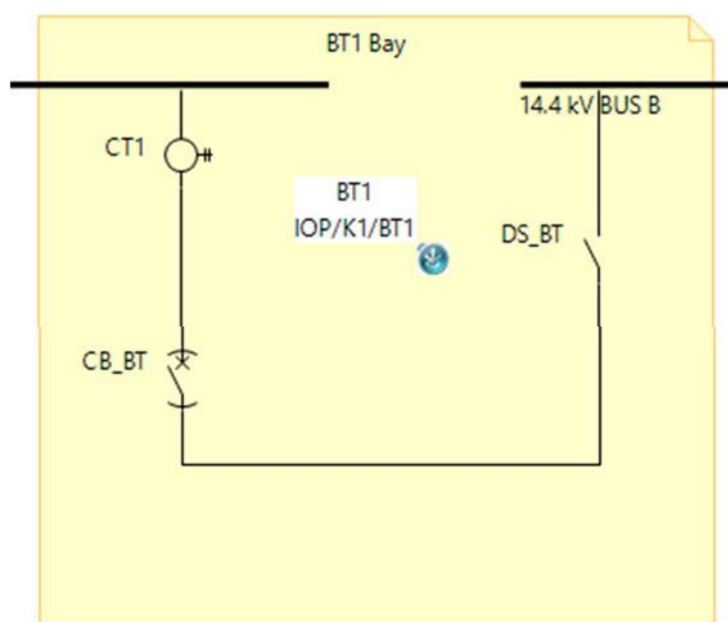
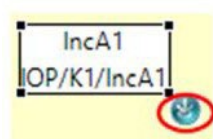


Рисунок 11 – Отсек BT1 с оборудованием

Схема описания функций (Function Specification Diagram)

Спецификации, относящиеся к типам функций каждого отсека и его IED, создаются в диаграмме функциональных характеристик отсеков в Helinks STS. В качестве примера мы попытаемся создать спецификацию для IncA1.

Вы можете открыть диаграмму функциональных характеристик для каждого отсека, дважды щелкнув значок со стрелкой, указывающей вниз, рядом с отсеком.



Диаграмму описания функций отсека IncA1 можно открыть, щелкнув значок, как показано выше.

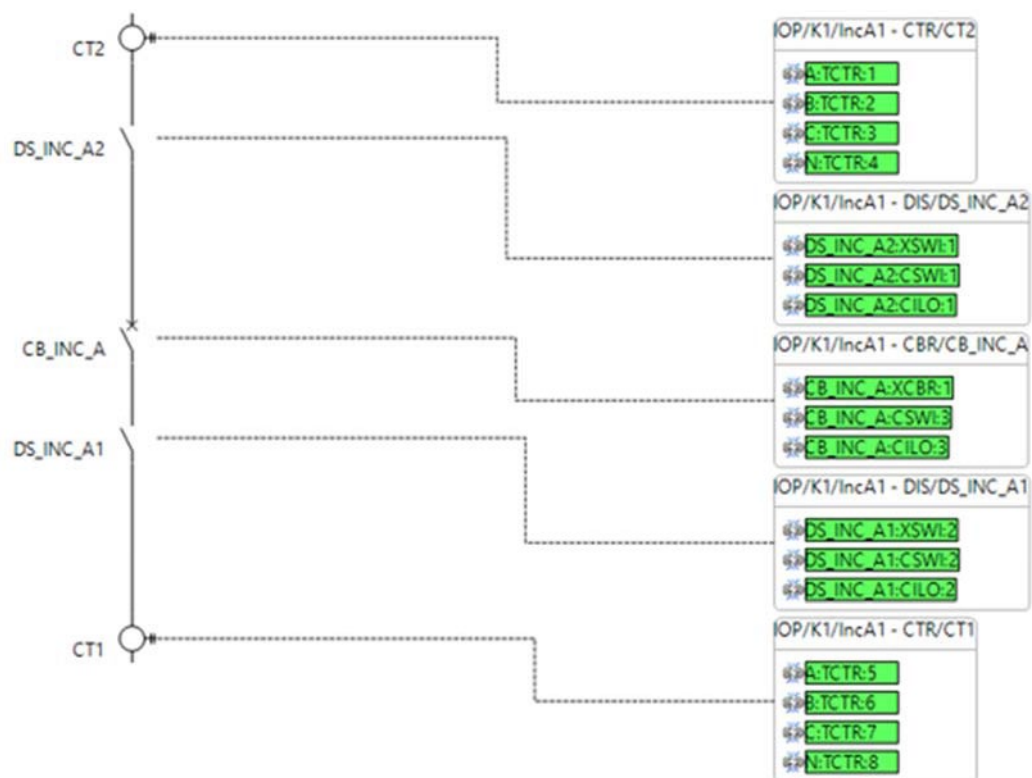


Рисунок 12 – Функциональная схема отсека IncA1

На рисунке 12 показаны функции управления, созданные для силового оборудования для отсека IncA1. Helinks STS выполняет это автоматически всякий раз, когда оборудование создается на однолинейной схеме. Функции управления содержат соответствующие логические узлы управления и мониторинга для каждого оборудования. Например, функция автоматического выключателя CB_INC_A содержит логический узел XCBR (breaker status), CSWI (breaker command) и CILO (interlocking – блокировка).

В правой части экрана вы можете увидеть различные варианты функциональных характеристик отсека.

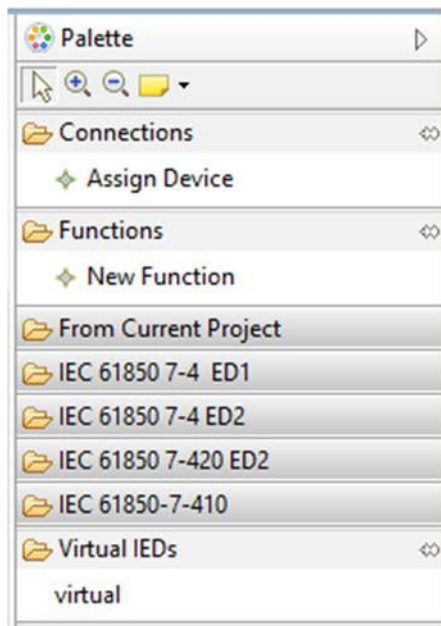


Рисунок 13 – Вкладки диаграммы функциональных характеристик

Функции: «New Function - Новая функция» на этой вкладке может использоваться для создания дополнительных функций для каждого отсека. Он также содержит все функции, сохраненные в библиотеке функций HELINKS STS.

МЭК 61850 7-4 ED1, ED2, 7-420 ED2, 7-410: это совокупность логических узлов на основе модели данных МЭК 61850-7, сгруппированных под своими именами. В этом проекте используются 7-4 логических узла ED2.

Виртуальные ИЭУ: параметр «virtual - Виртуальный» на этой вкладке можно использовать для создания виртуальных ИЭУ на схеме описания функций.

Подключения: виртуальные ИЭУ

Подключения: виртуальные ИЭУ назначаются функциям с помощью «Assign Device – Назначить устройство» на этой вкладке.

Используя палитру, пользователи могут создавать дополнительные функции и выбирать разные логические узлы для каждого и, наконец, назначать виртуальные ИЭУ функциям. Ячейки в этом проекте имеют блоки защиты, управления и объединения ячеек.

В следующих таблицах показаны функции, созданные для силового оборудования, и дополнительные функции для каждого отсека. Они также определяют виртуальные ИЭУ, которые назначаются каждой функции.

Таблица 2 – Функциональные характеристики силового оборудования IOP

Bay	Power Equipment	Function name	Virtual IED
IncA1	Disconnecting Switch	DIS/DS_INC_A1	PUBCU
	Disconnecting Switch	DIS/DS_INC_A2	PUBCU
	Circuit Breaker	CBR/CB_INC_A	PUBCU
	CT2	CTR/CT2	MU
IncB1	Disconnecting Switch	DIS/DS_INC_B1	PUBCU
	Circuit Breaker	CBR/CB_INC_B	PUBCU
	CT2	CTR/CT2	MU
BT1	Disconnecting Switch	DIS/DS_BT	BCU
	Removable CB	CBR/CB_BT	BCU
	CT1	CTR/CT1	MU

Таблица 3 – Спецификация дополнительных функций IOP

Bay	Function	Logical Node	LN Instance	Virtual IED
IncA1	Protection	PTOC	1 – 3	PUBCU
		PTRC	1	PUBCU
	BF	RBRF	1	PUBCU
IncB1	Protection	PTOC	1 – 3	PUBCU
		PTRC	1	PUBCU
	BF	RBRF	1	PUBCU
BT1	Protection	PTOC	1 – 2	PU
		PTRC	1	PU
	BF	RBRF	1	PU

В таблицах 2 и 3 показано, как роль защиты и управления назначается одному IED для отсеков IncA1 и IncB1, в то время как для отсека BT1 эти роли назначаются отдельным устройствам IED.

Инструкции

На схеме описания функций для IncA1 щелкните «New Function – Новая функция» и щелкните экран, чтобы создать две новые функции. Одна из них называется «Protection – Защита», которая отвечает за функции максимальной токовой защиты и отключения. Другой называется «BF» и предназначен для защиты от отказа выключателя.

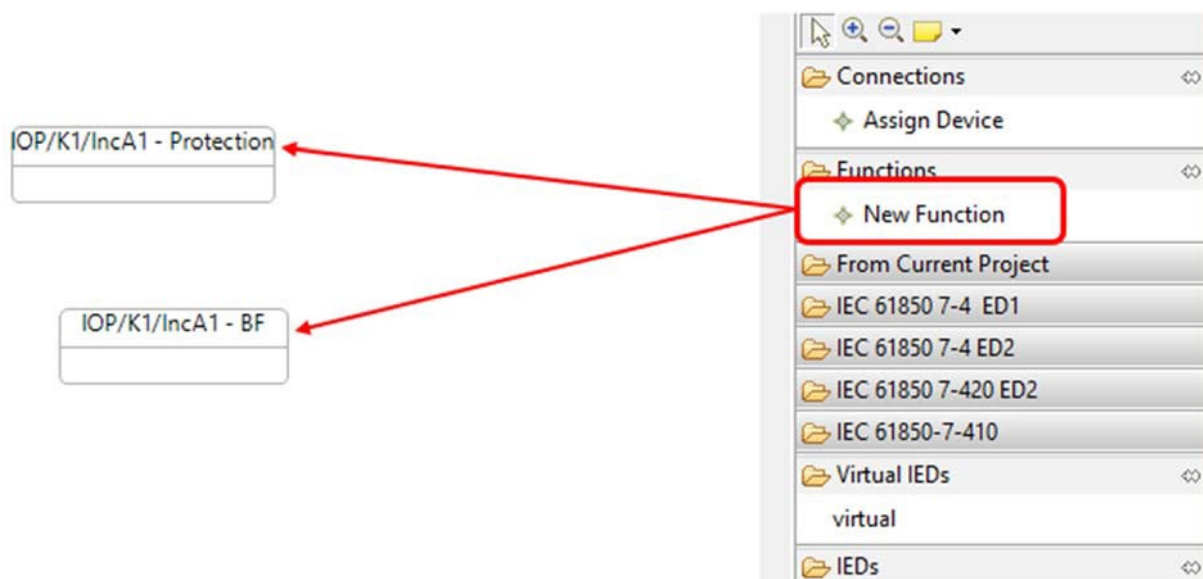


Рисунок 14 – Новые функции для IncA1

Откройте библиотеку IEC 61850 7-4 ED2 и выберите «РТОС» в группе «Р - Функции защиты». Нажмите на РТОС и нажмите на внутреннюю часть функции «Защита», которую вы разместили ранее.

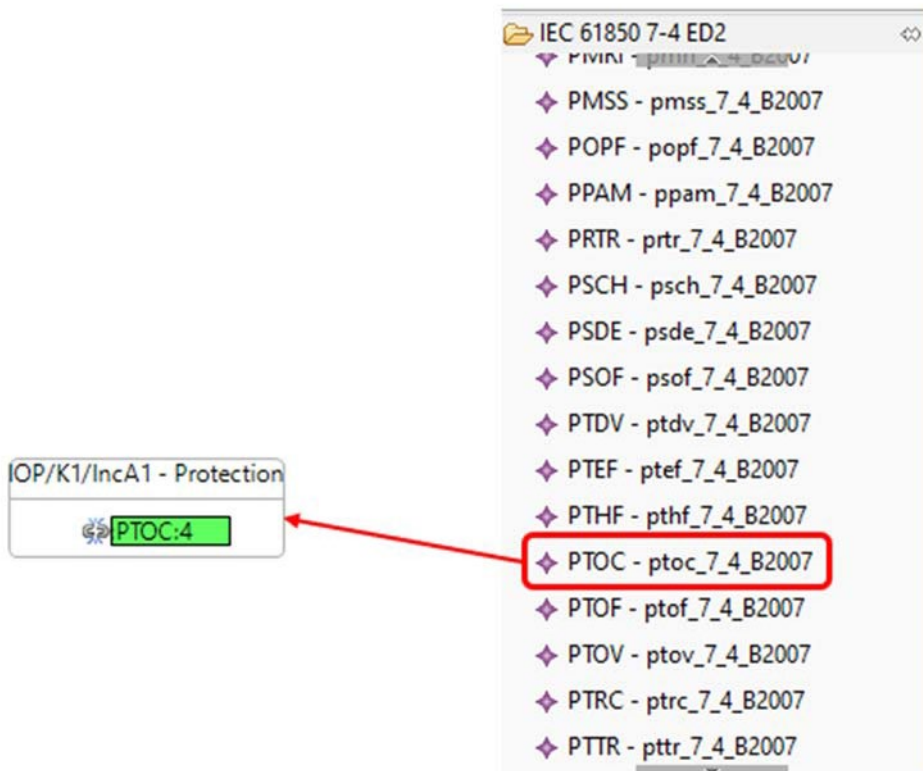


Рисунок 15 – РТОС из IEC 61850 7-4 ED2

Создайте еще два экземпляра РТОС, щелкнув логический узел в библиотеке и щелкнув функцию «Защита». Создайте экземпляр PTRC из той же группы «Функция защиты» из библиотеки ИЕС 61850 7-4 ED2 и поместите его в ту же функцию «Защита».

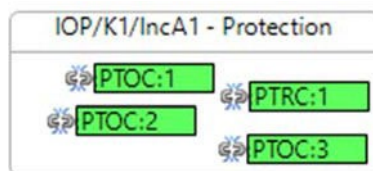


Рисунок 16 – Функция защиты

Выберите логический узел RBRF из ИЕС 61850 7-4 ED2 в группе «R - Функции, связанные с защитой» и щелкните внутри функции BF.

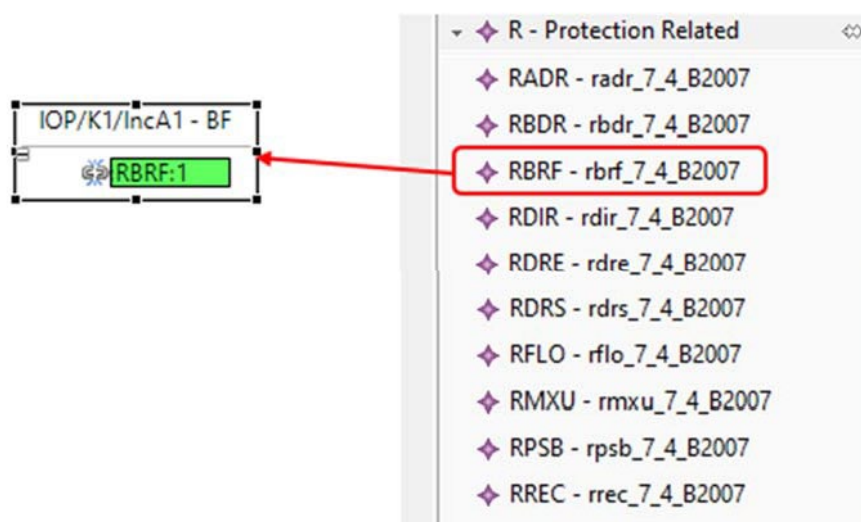


Рисунок 17 – RBRF из раздела «Функции защиты, связанные с R» в МЭК 61850 7-4 ED2

Созданы дополнительные функции, и теперь мы можем создавать виртуальные ИЭУ, указать правила, что должно делать каждое ИЭУ. Выберите «виртуальный» в разделе «Виртуальные ИЭУ» в меню в правой части экрана и щелкните по экрану. Это виртуальное IED называется PUBCU. Создайте еще один с именем MU.

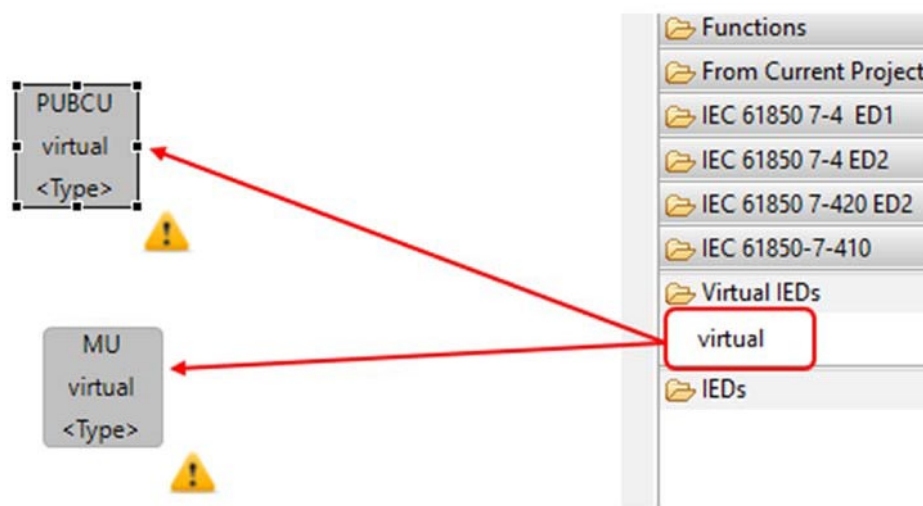


Рисунок 18 – Создание виртуальных IED

На PUBCU должны быть возложены все функции защиты и управления. MU – это объединяющая единица, которая должна быть назначена измерительным трансформаторам. На вкладке «Подключения» выберите «Назначить устройство». Наведите кнопку мыши со значком стрелки на виртуальный блок IED PUBCU, удерживайте левую кнопку мыши и проведите линию к заголовку функции «Защита».

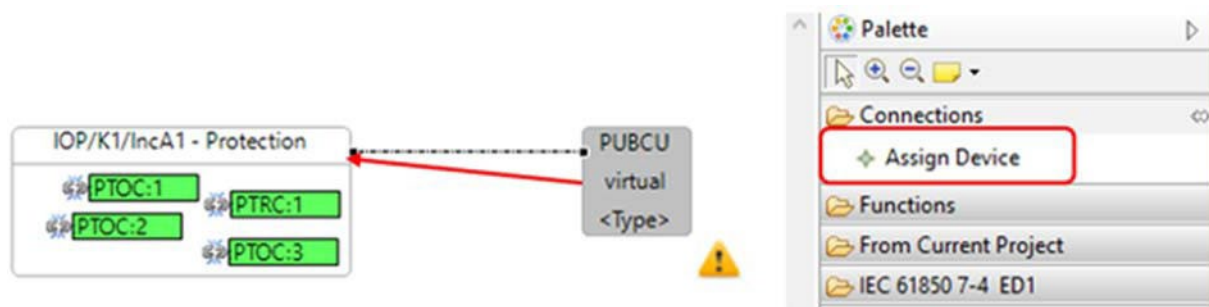


Рисунок 19 – Назначение виртуальных ИЭУ функциям

Выполните тот же метод и назначьте PUBCU для всех функций защиты и функций силового оборудования, кроме одной для СТ. Назначьте MU функциям СТ2. Функция СТ1 предназначена для другого объединяющего устройства, которое не упоминается в этом руководстве и файле SCD.

Вы можете расположить все значки и выпрямить линии, щелкнув по значку «упорядочить все» один или два раза.

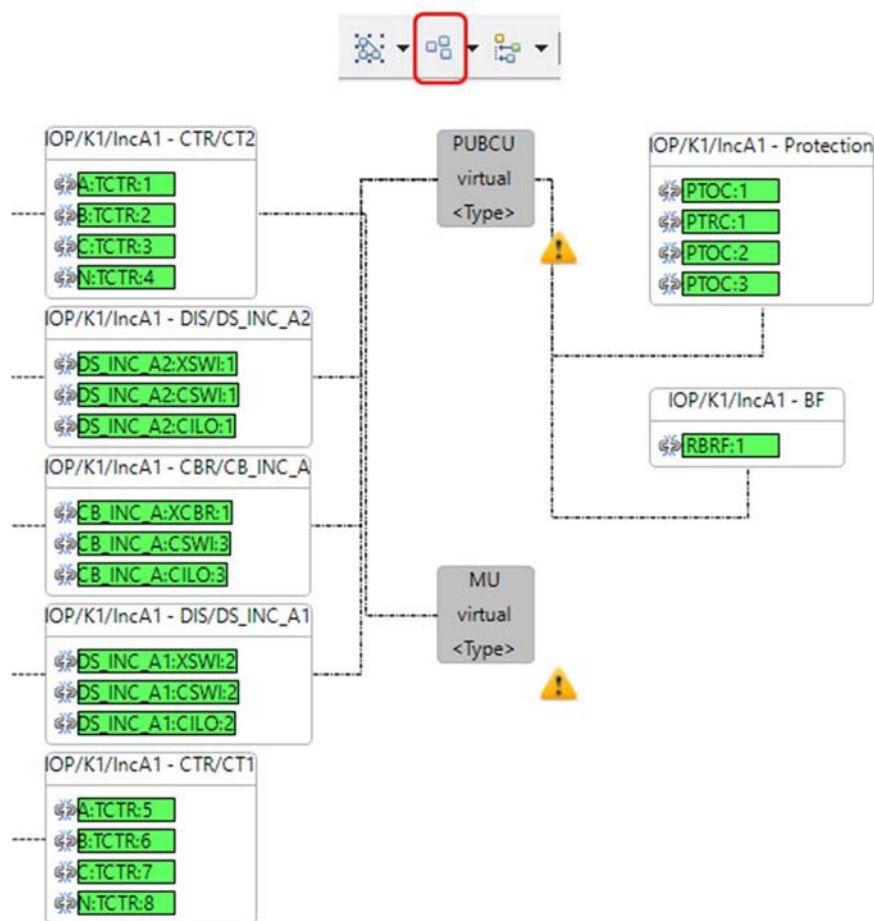


Рисунок 20 – Спецификация функции IncA1 с виртуальными IED

Helinks STS добавляет некоторые сигналы по умолчанию для большинства логических узлов в библиотеке, но не для некоторых других, таких как PTRC. Итак, мы должны указать сигналы для этого логического узла. Щелкните правой кнопкой мыши по PTRC и выберите «Настроить сигналы».

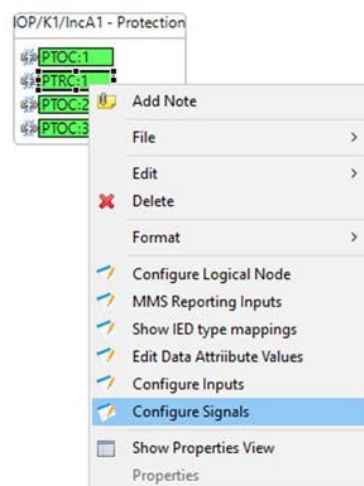


Рисунок 21 – Конфигурационные сигналы для PTRC

На открывшейся странице нажмите «Редактировать». Это открывает другую страницу, которая представляет собой полный набор сигналов для этого логического узла в соответствии с библиотекой HELINKS STS IEC 61850 7-4 ED2. Доступные сигналы могут отличаться, если IED внедрен, и вы выбираете сигналы из модели данных IED.

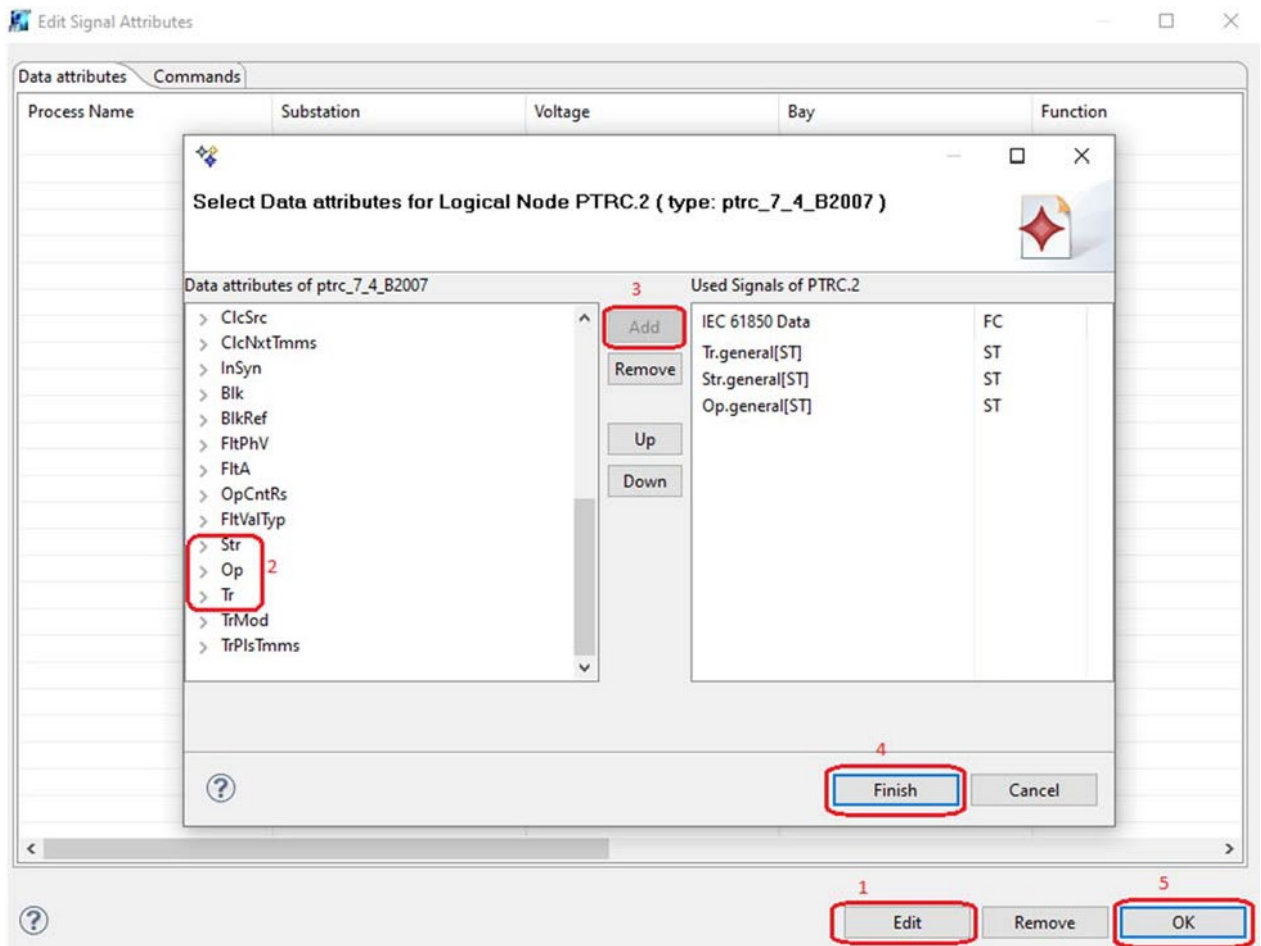


Рисунок 22 – Добавление сигналов для PTRC

Мы пока не знаем, какое устройство IED будет внедрено, поэтому мы не знаем модель данных. Таким образом, мы можем указать все возможные сигналы, которые модель данных IED может содержать для логического узла PTRC. Разверните, Op, Str, Tr объекты данных и выберите сигнал с атрибутом данных «.general» для каждого из них и нажмите «Добавить», чтобы добавить атрибут в список «Используемые сигналы» справа. По завершении нажмите

«Готово» и «ОК». Взгляните на рисунок 28 для справки, поскольку на нем показаны этапы процесса.

Настройте сигналы для RBRF и выберите OpEx.general, как показано на рисунке 23.

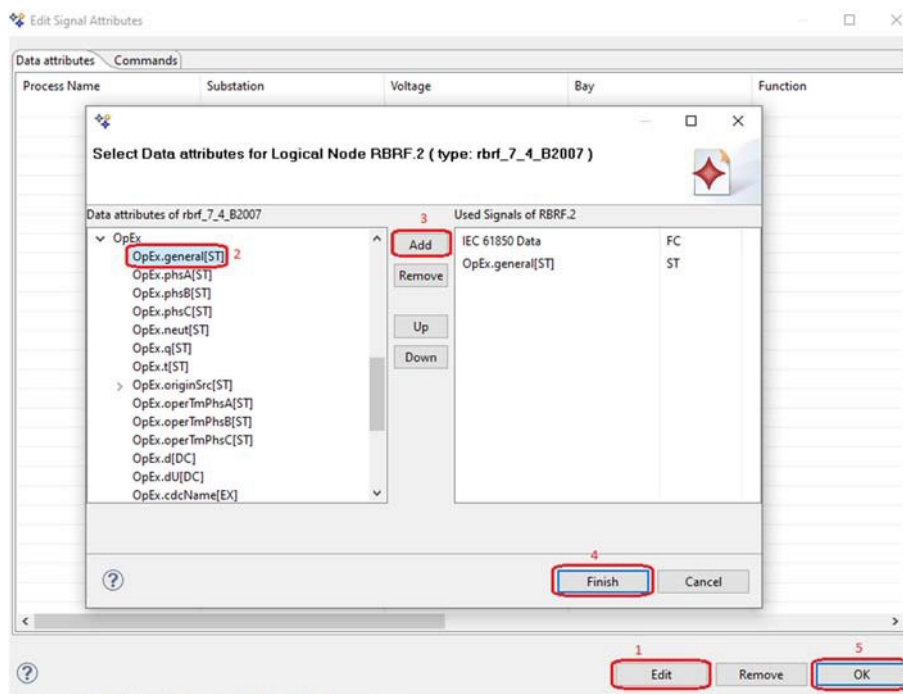


Рисунок 23 – Сигналы RBRF

Наконец, вы также должны добавить сигналы для логических узлов TCTR. Используйте тот же метод и добавьте атрибуты данных «AmpSv.instMag.i» для этих логических узлов для всех 4 экземпляров.

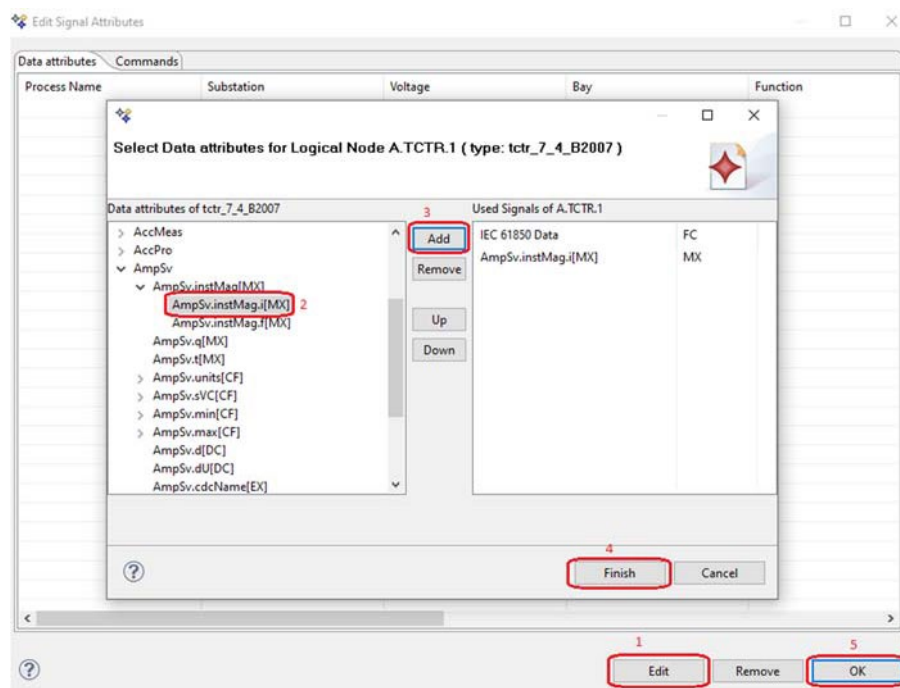


Рисунок 24 – Сигналы TCTR

Проверьте сигналы для PTRC, щелкнув логический узел и щелкнув «Сигналы» внизу экрана.

Properties

Problems

Signals

History

External Files

Function	Data	IED	LD Inst	Description	Sort Key	Status
Protection	PTOC4.Str.general[ST]					specified
Protection	PTOC4.Str.dirGeneral[ST]					specified
Protection	PTOC4.Op.general[ST]					specified

Рисунок 25 – Сигналы для PTRC

На рисунке 25 показана вкладка сигналов, которая содержит адрес каждого сигнала в соответствии с МЭК 61850 и их статус, который в этой фазе «определен». Вы можете проверить сигналы для отсека, щелкнув по экрану, или вы можете просмотреть сигналы для всей подстанции, вернувшись к однолинейной схеме и щелкнув название подстанции «IOP».

Необязательно: вы также можете добавить описания или даже изменить названия сигналов, чтобы различать фазы для измерения тока, например, «Ток в фазе А». Посмотрите рисунке ниже.

Process Name	Substation	Voltage	Bay	Power Equipment	Function	Data	IED	LD Inst	Description
Phase A Current	IOP	K1	IncA1	CT2	CT2.L1	A.TCTR1.AmpSv.instMag.i[MX]			Current Phase A
Phase B Current	IOP	K1	IncA1	CT2	CT2.L2	B.TCTR2.AmpSv.instMag.i[MX]			Current Phase B
Phase C Current	IOP	K1	IncA1	CT2	CT2.L3	C.TCTR3.AmpSv.instMag.i[MX]			Current Phase C
N Current	IOP	K1	IncA1	CT2	CT2.L4	N.TCTR4.AmpSv.instMag.i[MX]			Current N

Отсек IncB1 идентичен IncA1, поэтому следуйте тем же инструкциям и создайте функции, виртуальные IED и сигналы для IncB1.

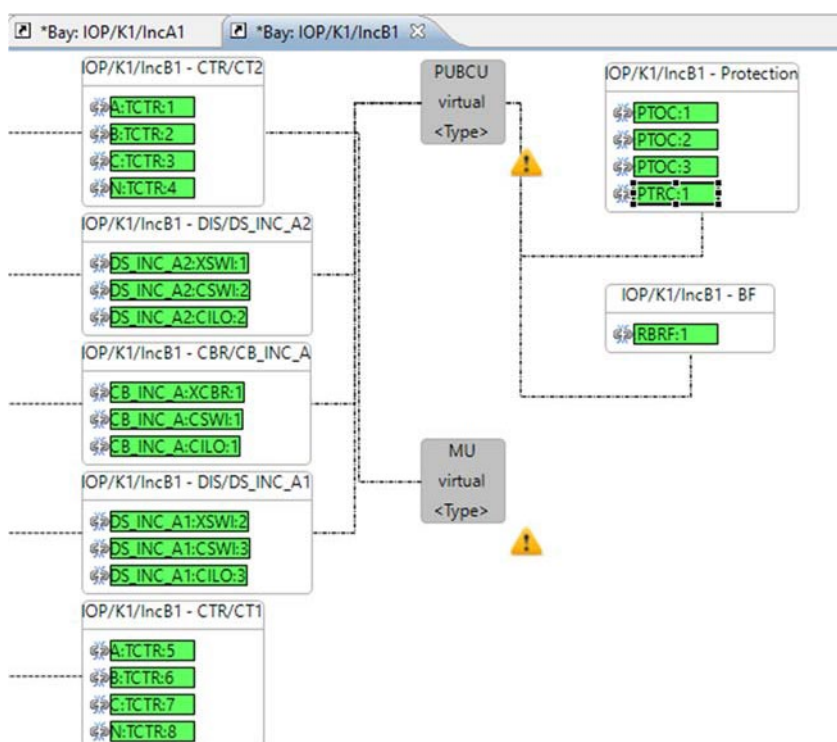


Рисунок 26 – Функциональные характеристики B1

Для отсека BT1 следуйте тем же инструкциям для других отсеков и создайте две дополнительные функции и добавьте соответствующие логические узлы в соответствии с таблицей 3.

Из Таблицы 2 очевидно, что в этом отсеке есть одно ИЭУ, назначенное для функций управления от силового оборудования, одно ИЭУ для защиты и объединяющее устройство. Создайте виртуальные ИЭУ и назначьте им соответствующие функции.

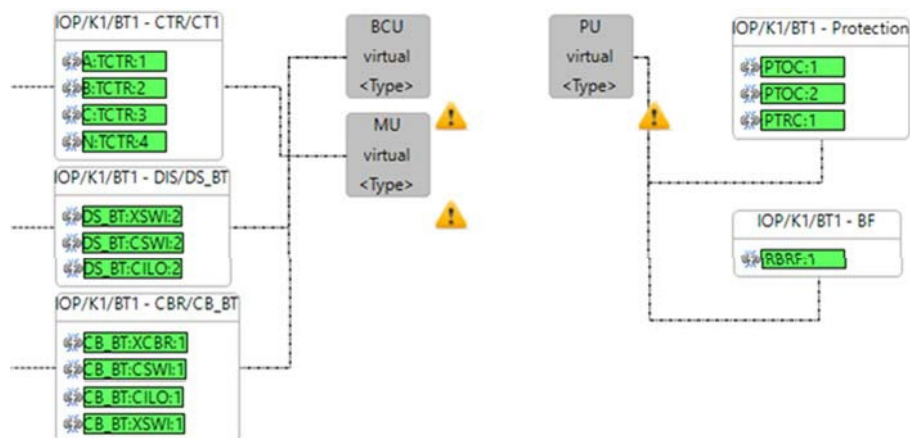


Рисунок 27 – Спецификация функции BT1

Спецификация связи

Обмен данными между IED также можно указать в HELINKS STS. После реализации сигналы, которые используются при обмене, обновляются до сигналов для моделей данных IED. Опция «Приложения» на панели инструментов используется для создания приложений.



В разделе «Приложения» пользователи могут указать одноранговые приложения, такие как GOOSE и SV, или клиент-серверные приложения, такие как отчеты MMS. После внедрения IED в систему, связь может быть сконфигурирована, и блоки управления будут созданы с помощью Helinks STS. В этом руководстве содержатся инструкции по созданию приложений GOOSE и SV. Приложения отчетов должны создавать настраиваемые блоки управления отчетами и наборы данных, которые не являются необходимыми для этого руководства, поэтому спецификация MMS выполняется путем указания входных данных для клиента, которые будут рассмотрены позже в руководстве.

Спецификация приложений GOOSE и SV

В таблице 4 показаны все приложения GOOSE и SV, используемые в этом руководстве.

Таблица 4 – Приложения GOOSE и SV

Publisher	Protocol	Application	Subscriber	IEC61850signal
K1IncA1PUBCU	GOOSE	Breaker Failure	K1BT1BCU	BFR1.RBRF.1.ST.OpEx.general
		Protection GOOSE	K1BT1BCU	TRIP.PTRC.1.ST.Tr.general
K1IncB1PUBCU	GOOSE	Breaker Failure	K1BT1BCU	CC.RBRF.1.ST.OpEx.general
		ProtectionGOOSE	K1BT1BCU	PH3.PTRC.1.ST.Op.general
K1BT1PU	GOOSE	Breaker Failure	K1IncA1PUBCU	BkrFa.RBRF.1.ST.OpEx.general
			K1IncB1PUBCU	
	GOOSE	ProtectionGOOSE	K1BT1IncA1PUBCU	PhsToc.PTOC.1.ST.Str.general
			K1BT1IncB1PUBCU	PhsToc.PTOC.2.ST.Str.general
K1IncA1MU	SV	SVIncA1	K1BT1PU	IAW.TCTR.1.MX.Amp.instMag.i
K1IncB1MU	SV	SVIncB1	K1BT1PU	IL1.TCTR.1.MX.AmpSv.instMag.i
K1BT1MU	SV	SVBT1	K1BT1PU	I01A.TCTR.1.MX.AmpSv.nistMag.i

Откройте опцию «Приложения» на панели инструментов.

Щелкните «GOOSE», щелкните правой кнопкой мыши «Приложения GOOSE» и выберите «Новое приложение».

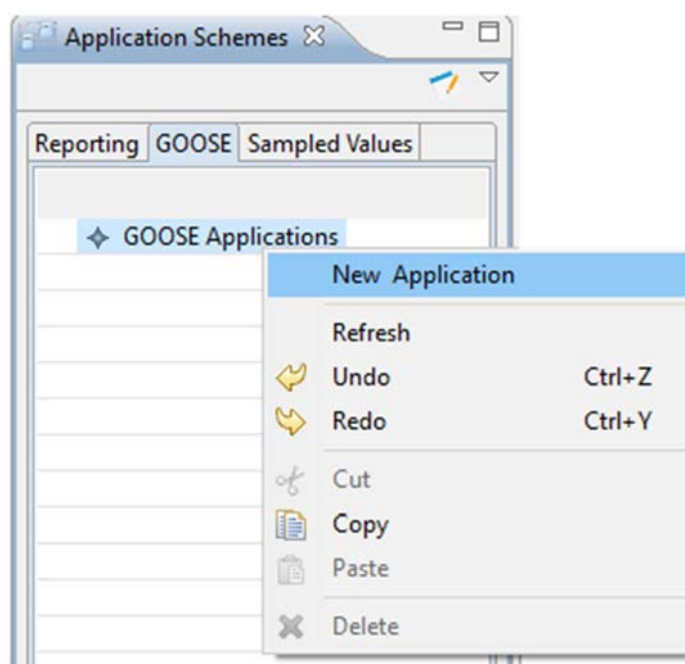


Рисунок 28 – Новое приложение GOOSE

Назовите приложение «Breaker Failure» и нажмите OK.

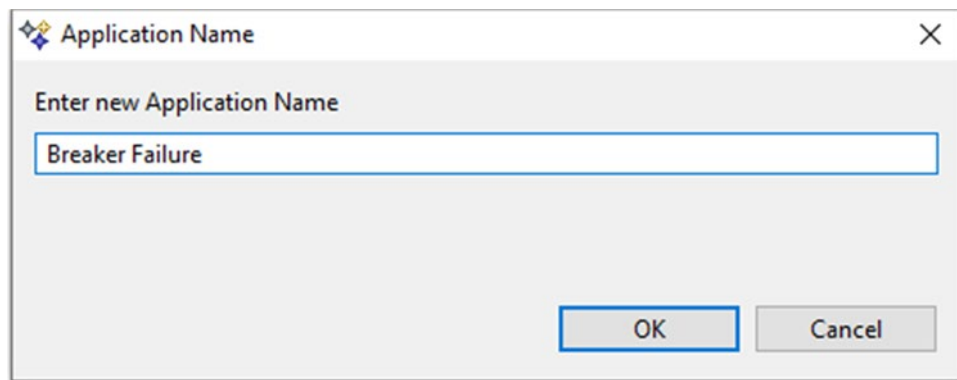


Рисунок 29 – Новое приложение Breaker Failure

Заявка оформлена, необходимо указать обмен. Щелкните правой кнопкой мыши на «Breaker Failure» и выберите «Open Application Editor».

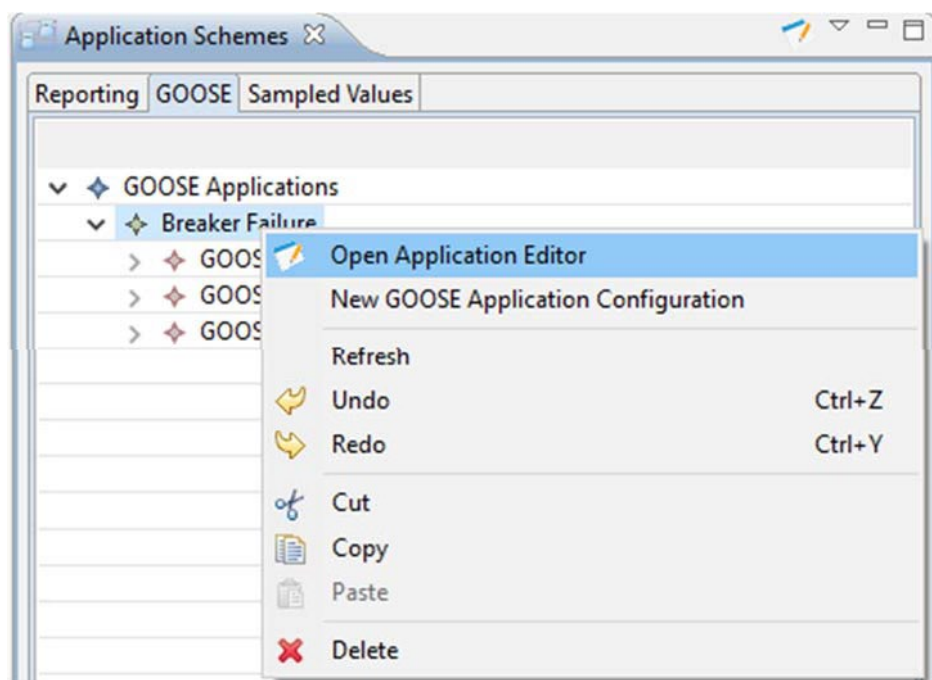


Рисунок 30 – Открытый редактор приложения для Breaker Failure

В редакторе приложения вы можете указать функции издателя и подписчика с помощью параметров в правой части экрана. Щелкните «Функция отправки» и выберите функции BF из IncA1, IncB1, BT1 в соответствии с информацией из Таблицы 5.

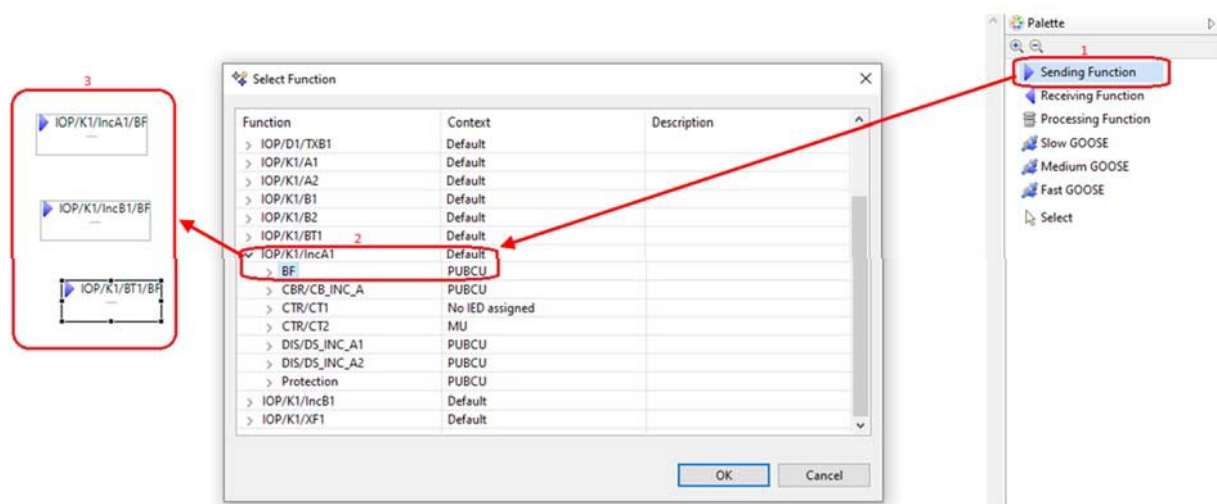


Рисунок 31 – Указание издателей

Согласно таблице 4 публикуется сигнал OpEx.general. Итак, используйте правый щелчок мышью по каждой из этих конечных функций и выберите этот сигнал.

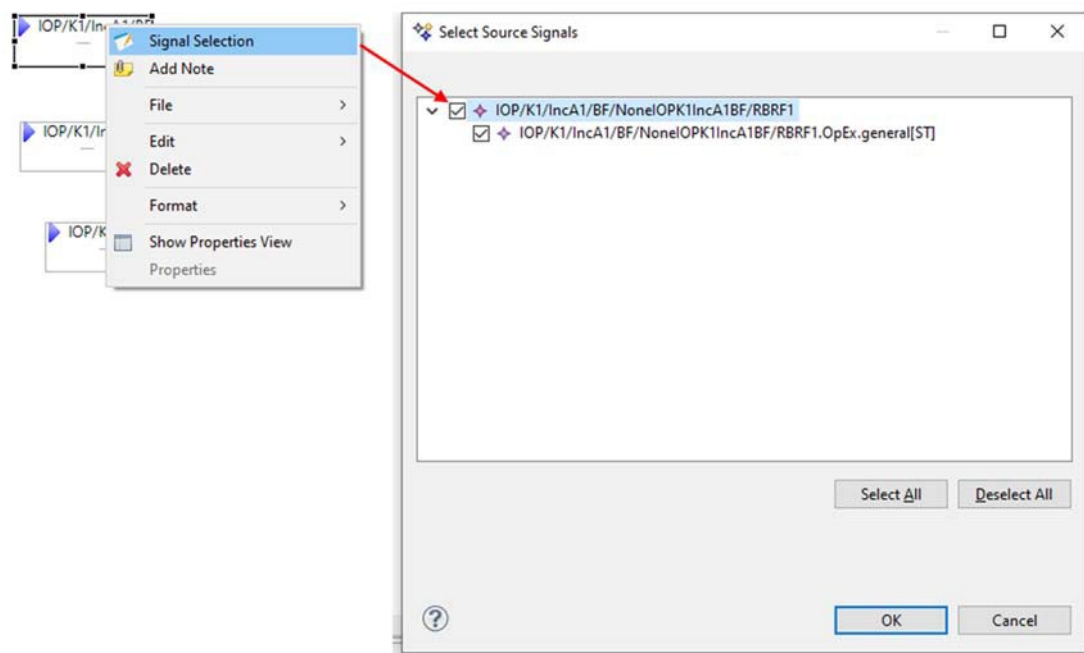


Рисунок 32 – Определение сигнала публикации

в правой части экрана и выберите функцию CBR / CB_BT1.

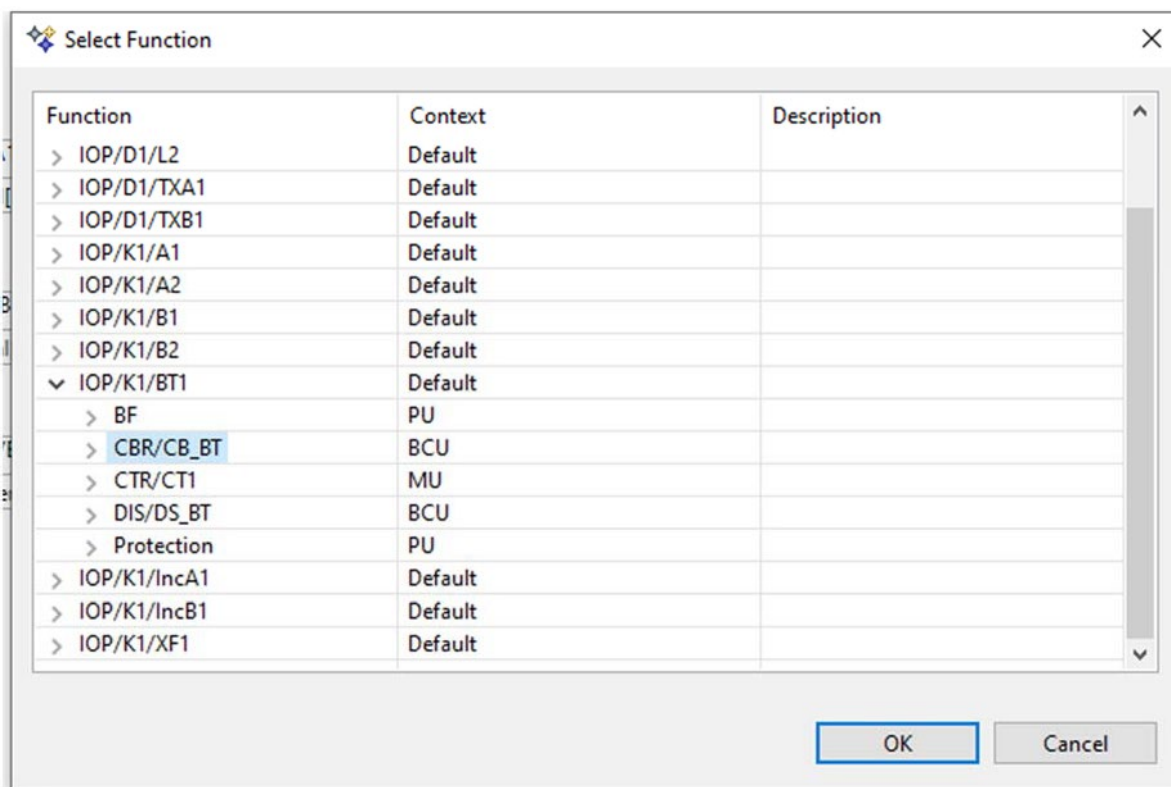
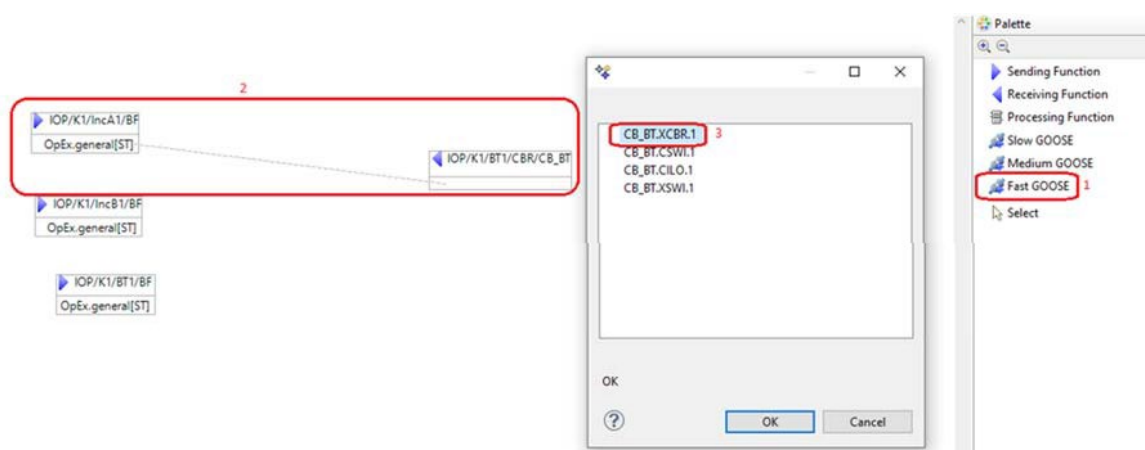


Рисунок 33 – Функция приема

Логическим узлом-получателем будет XCVR, поскольку состояние выключателя, который не срабатывает, отправляется другим выключателям на подстанции. Выберите «Fast GOOSE» в правой части экрана.

Проведите линию от OpEx.general в функции защиты IncA1 до функции подписчика. Еще одно окно открывается, в котором предлагается указать логический узел подписчика. Выберите XCVR.



В следующем окне запрашивается имя входного сигнала для XCVR. Это может быть имя публикующего signalOpEx.general или его можно настроить. Вы можете выбрать имя IncA1.OpEx.general.

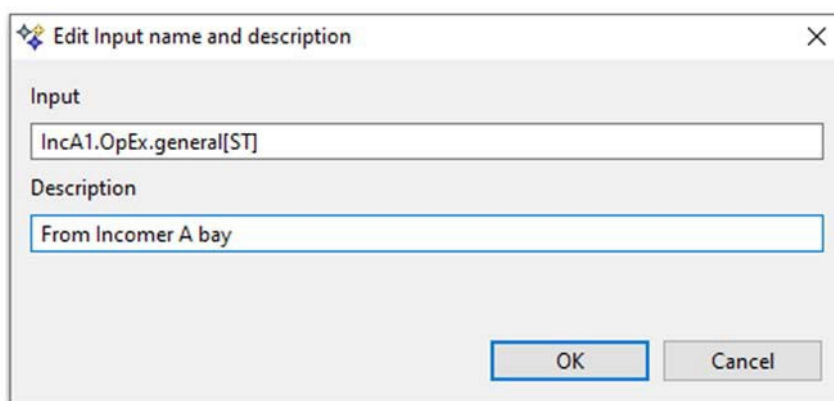


Рисунок 35 – Имя входного сигнала

Сделайте то же самое для функции BF из IncB1 и проведите линию от OpEx.general до функции CBR в качестве подписчика и выберите имя IncB1.OpEx.general в качестве имени входа.

Функция BF в BT передает общий сигнал OpEx для функций CB от IncA1 и IncB1. Итак, создайте этих подписчиков и, используя тот же метод, создайте линию между издателем и подписчиками. Вы можете выбрать имя «BT1.OpEx.general» в качестве имени входа. Вы можете использовать кнопку «Упорядочить все», чтобы упорядочить функции издателей и подписчиков.

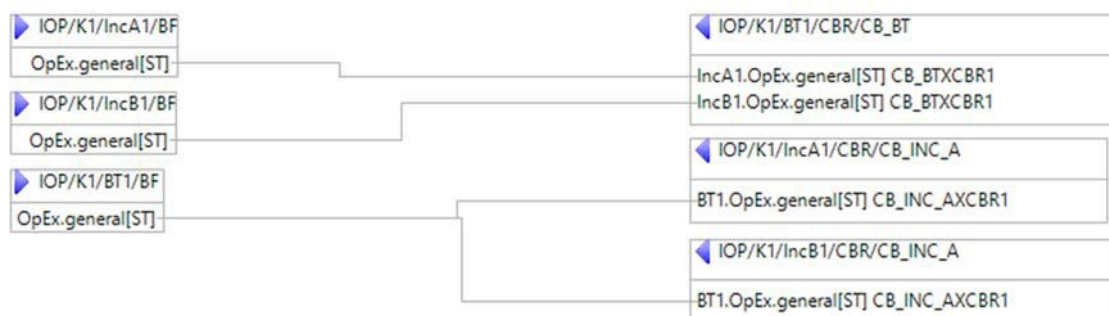


Рисунок 36 – Приложение Breaker Failure

Согласно таблице 4 существует еще одно приложение GOOSE, называемое Protection GOOSE. Создайте приложение и издателей и подписчиков соответственно. Выберите правильные сигналы для издателей.

Нарисуйте линию от издателей к подписчикам. Приемником сигналов PTRC является логический узел XCBR из функции CB IED BT1BCU.

Приемником сигналов РТОС от функции защиты от ВТ1ПУ является логический узел РТОС от функции защиты IED IncA1PUBCU и IncB1PUBCU. Отключение PTRC.



Рисунок 37 – Приложение защиты GOOSE

Из таблицы 4 видно, что в этом обмене данными используются 3 приложения SV, по одному для каждого отсека. Следуя тем же правилам для GOOSE, создайте новое приложение SV с именем SVIncA1.

Выберите функцию CT2 из отсека IncA1 в качестве издателя. Это функция, которой назначено MU IED.

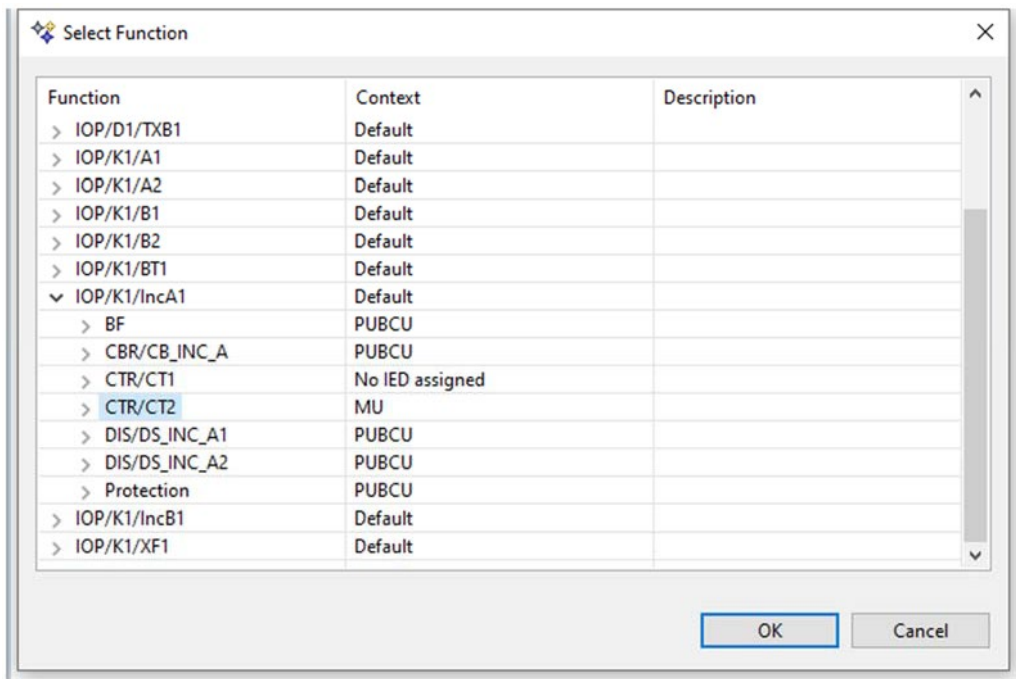


Рисунок 38 – Издатель для SVIncA1

Выберите AmpSv.instMag.i на одном из логических узлов TCTR. Обычно публикуются все четыре сигнала.

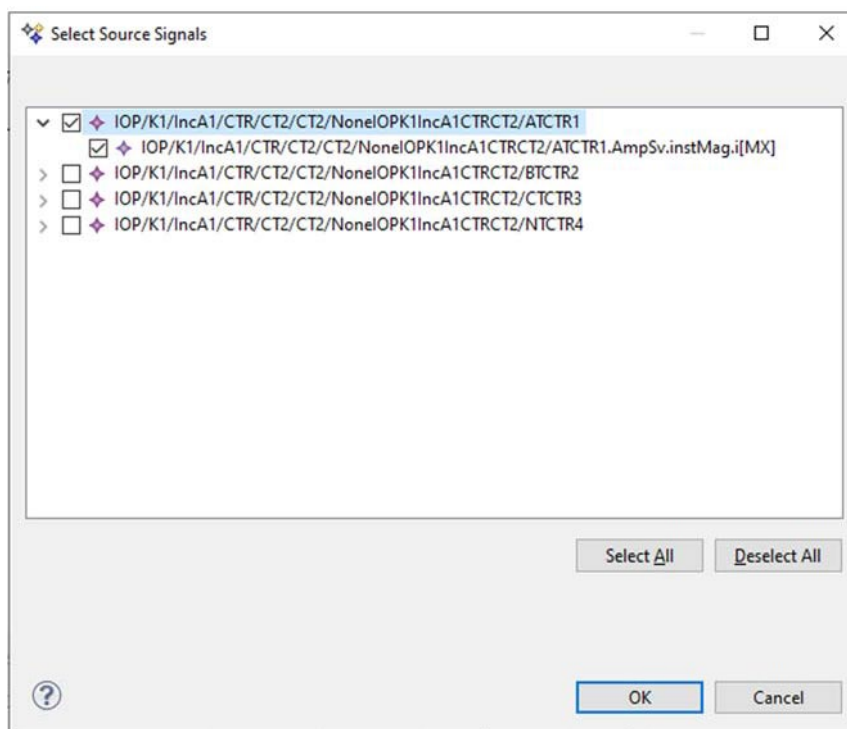


Рисунок 39 – Сигнал TCTR как издатель

У абонента есть функция защиты от отсека BT1. Логическим узлом приемника является РТОС, поскольку он получает измерения от трансформаторов тока из других отсеков. Итак, создаем подписчика.

Проведите линию от публикующего сигнала до подписчика, используя опцию «Конфигурация SMV» в правой части экрана. и выберите РТОС. Вы можете создать имя входа, например, IncA1.



Рисунок 39 – Приложение SVIncA1

Создайте еще два приложения SV и следуйте тому же методу для SVIncA1 и создайте сообщение



Рисунок 40 – Приложение SVIncB1

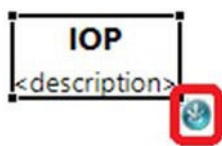


Рисунок 41 – Приложение SVBT1

Спецификация клиент-сервер

Блоки управления отчетами MMS могут быть созданы и определены в Helinks STS. Один из способов - создать индивидуальные приложения, используя один и тот же метод для GOOSE и SV в разделе «Приложения» инструмента. Другой метод - указать входные сигналы для клиента с серверов в системе и предоставить Helinks STS настройку блоков управления отчетами и наборов данных. В этом руководстве даны инструкции для последнего.

Клиент указывается как виртуальное IED на схеме описания функций подстанции. Итак, откройте его для IOP подстанции в одной линии.



Функции, указанные в этом пространстве, относятся к человеко-машинному интерфейсу (HMI), который контролирует сигналы, и центру управления сетью (NCC), который может выдавать команды управления. Логические узлы в этом пространстве - это логические узлы интерфейса, которые начинаются с буквы «I».

Таблица 5 – Спецификация функции подстанции

Function	Logical Node	Virtual IED	Role	IED
HMI	IHMI	HMI1	HMI main	
HMI_red	IHMI	HMI2	HMI redundant	
NCC	ITCI	NCC	Network ControlCenter	

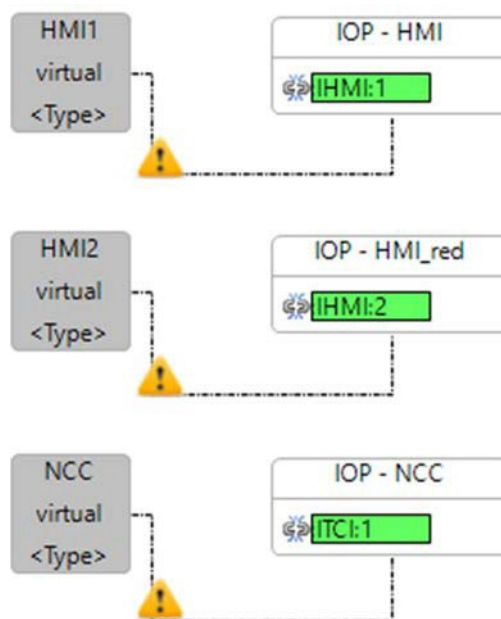


Рисунок 42 – Спецификация функции подстанции

Как видно из таблицы 5, существует две функции HMI. Один из них является основным HMI, а другой - избыточным. Щелкните функцию «HMI_red» и просмотрите свойства внизу страницы. Измените параметр «Redundant» с False на True.

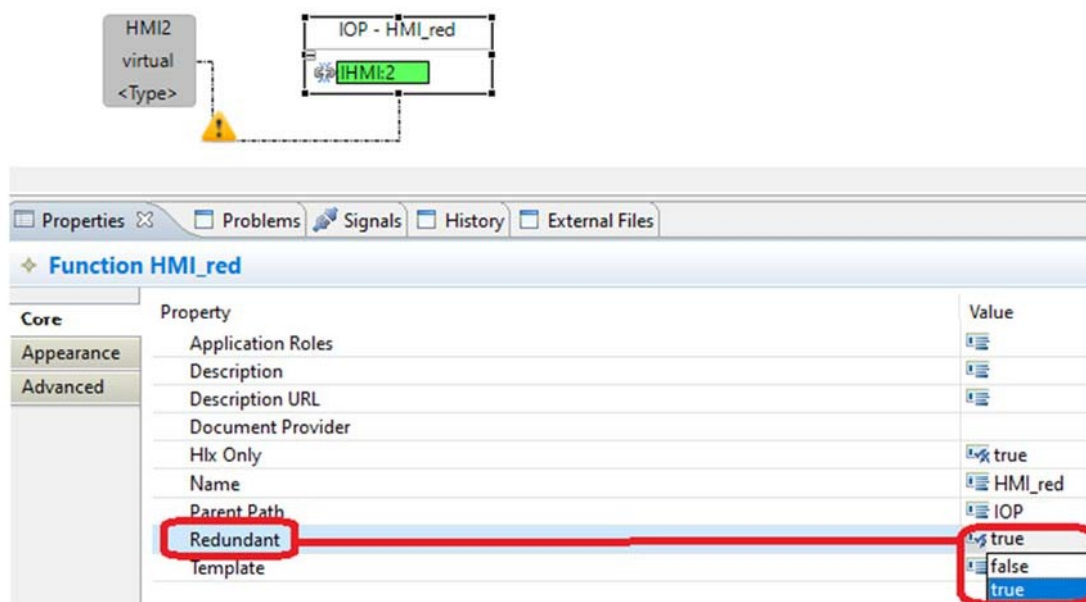


Рисунок 43 – Резервный HMI

Таким образом, вам нужно указать только входные сигналы для одной функции HMI, и за ней последует резервный.

Щелкните правой кнопкой мыши на логическом узле HMI: 1 и выберите «Входные данные для отчетов MMS».

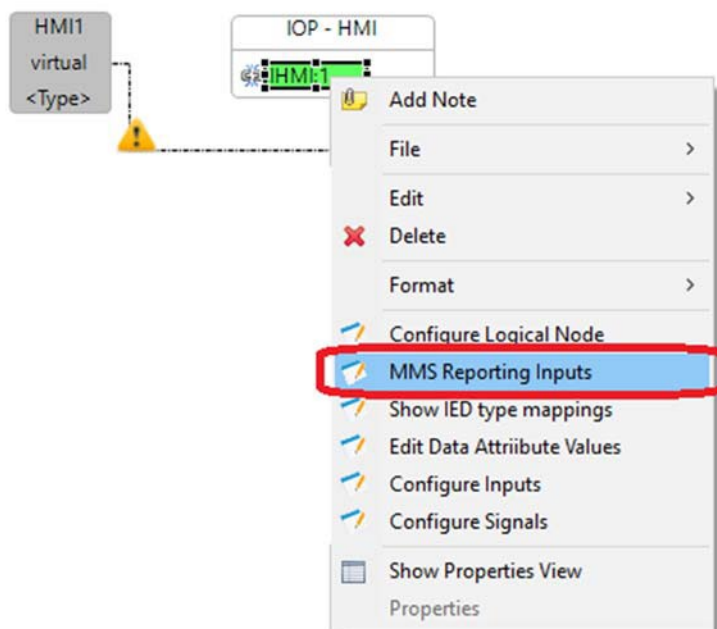


Рисунок 44 – Входы для отчетов MMS

Как видите, экран пуст. Выберите «Выбрать». Теперь вы можете выбрать сигналы, которые указаны на подстанции. Вы можете включить их все, щелкнув поле рядом с подстанцией или рядом с уровнем напряжения. Поскольку в этом руководстве только три отсека включены в SAS, щелкните поле рядом с IncA1, IncB1 и BT1. Как видите, каждый уровень напряжения показывает функции и сигналы для каждого логического узла в каждой функции.

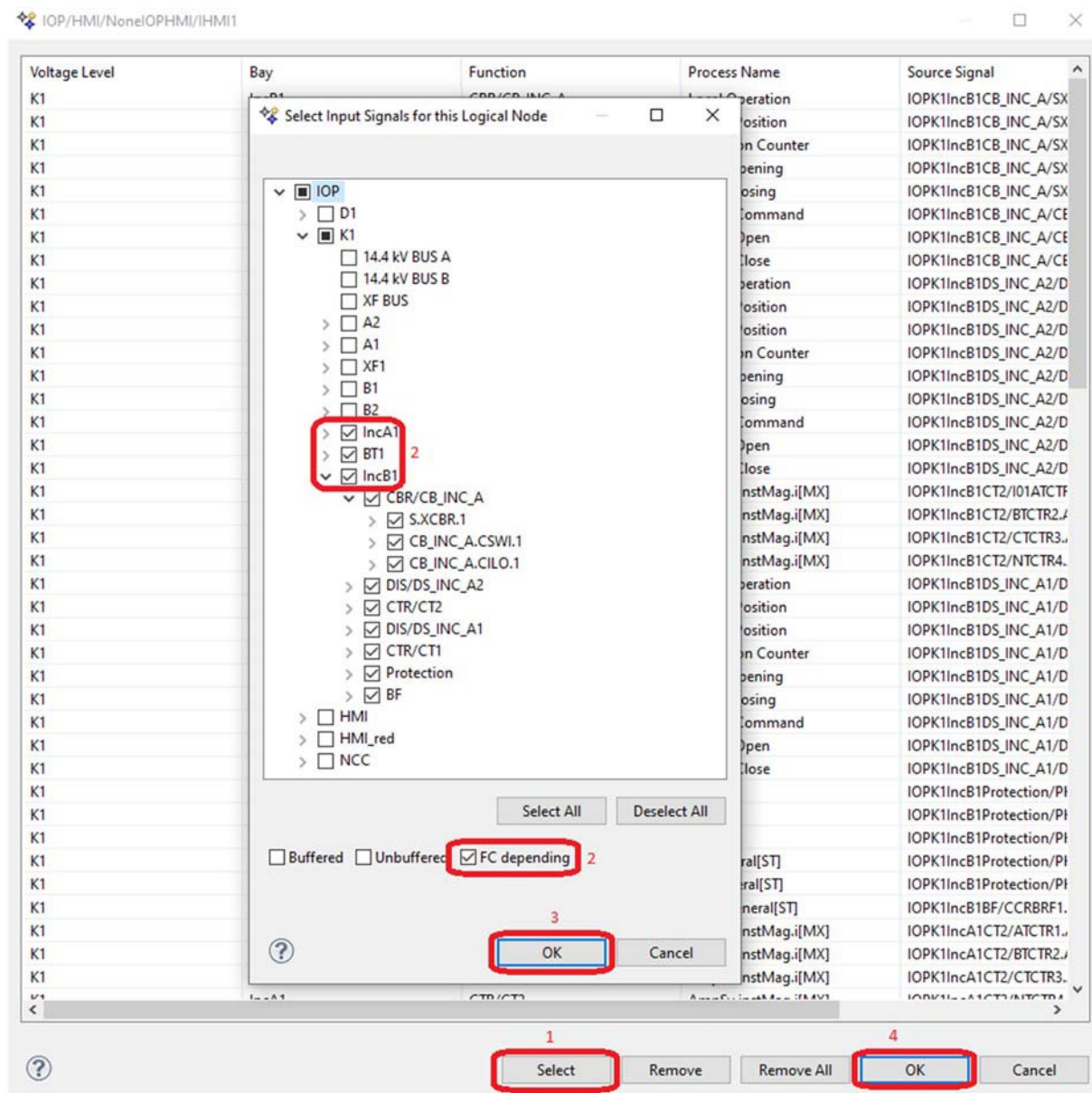
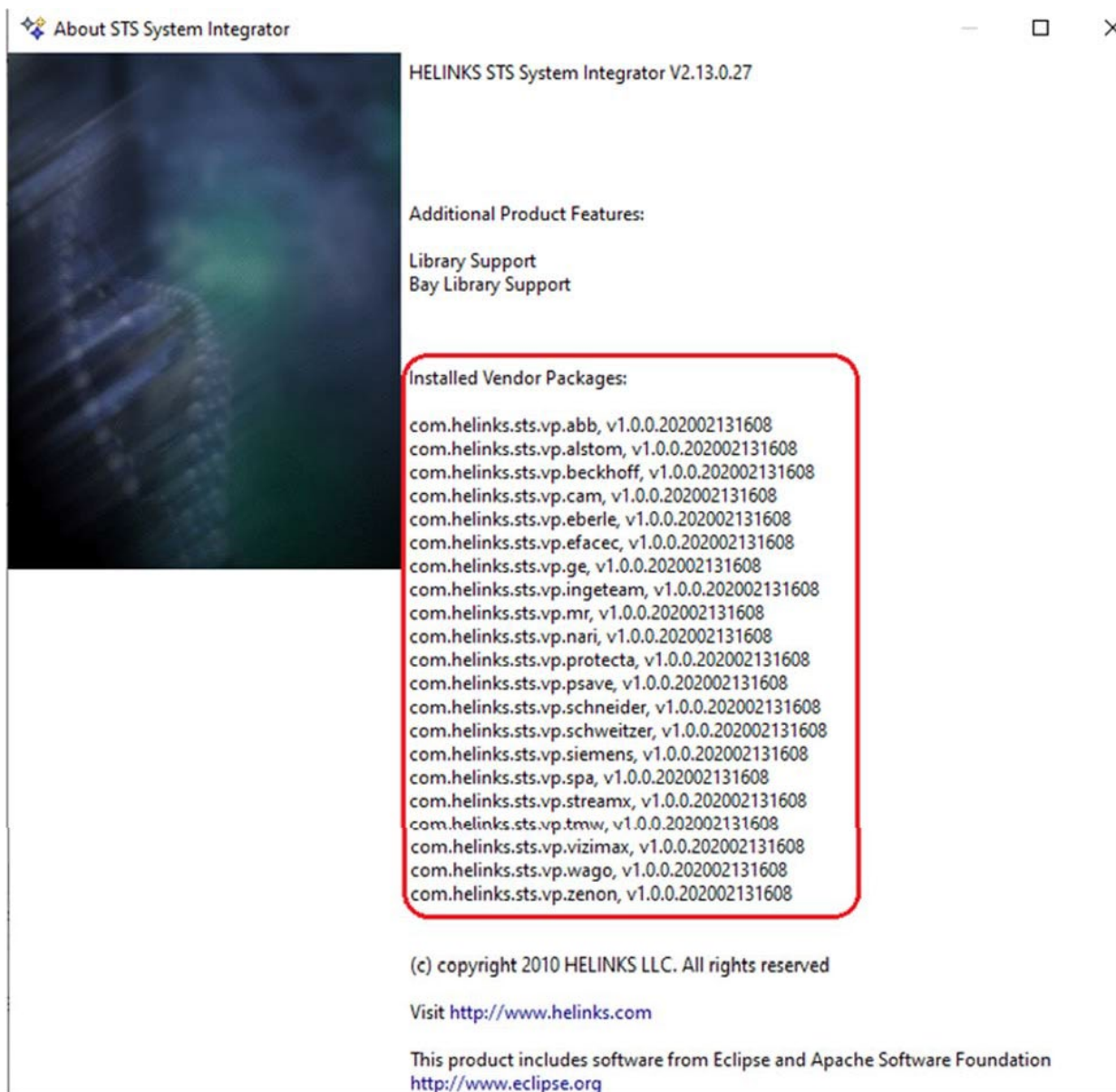


Рисунок 45 – Определение входных сигналов

Как только все входные сигналы определены, Helinks STS сгруппирует их в наборы данных и сообщит управляющие блоки на основе их соответствующих функциональных ограничений. Все сигналы с функциональным ограничением ST сгруппированы в блоки управления буферизованными отчетами, а все сигналы с MX сгруппированы в небуферизованные. На Рисунке 45 убедитесь, что выбрано поле «Зависит от FC», и нажмите ОК, затем нажмите ОК в окне, которое теперь должно показать все сигналы, которые вы выбрали для его закрытия.

Сделайте то же самое для логического узла NCC.

Интеграционный этап проектирования связан с реализацией реальных устройств в соответствии со спецификацией. Helinks STS поддерживает IED от разных поставщиков посредством установки пакетов поставщиков, которые можно просмотреть, открыв «Справка -> О STS System Integrator».



Импорт SCL файлов

Интеграция IOP SAS начинается с импорта файлов SCL IED в систему. Это делается с помощью функции Import в Helinks STS.



Если дизайн SAS определяется спецификацией, то нет необходимости настраивать IED на их ICT, и поэтому файл ggypgICD, предназначенный для шаблона IED, может быть импортирован. Так обстоит дело с интеграцией IOP SAS.

Таблица 6: IED-устройства IOP

Bay	IED name	IED type	IED role (virtual IED)	IP Address
IncA1	K1IncA1PUBCU	SEL 451	Protection/ControlUnit (PUBCU)	10.10.10.1
	K1IncA1MU	ABB SAM600	Merging Unit (MU)	10.10.10.2
IncB1	K1IncB1PUBCU	ABB RED 670	Protection/ControlUnit (PUBCU)	10.10.11.1
	K1IncB1MU	ABB SAM600	Merging Unit (MU)	10.10.11.2
BT1	K1BT1BCU	ABB REF 615	Control Unit (BCU)	10.10.16.1
	K1BT1PU	GE D60	Protection Unit (PU)	10.10.16.2
	K1BT1MU	ABB SAM600	Merging Unit (MU)	10.10.16.3

Таблица 6 представляет собой список IED, которые будут использоваться в проекте IOP SAS. ИЭУ выбираются на основе их модели данных, которая должна соответствовать спецификации функции. Имя IED выбирается на основе общего правила присвоения имен в стандарте IEC 61850: «VoltageLevel / Bay / IEDrole».

В таблице 6 показаны устройства IED от трех производителей. Три файла ICD уже импортированы, и есть инструкции по импорту оставшихся двух файлов ICD в систему.

Инструкции

Нажмите «Импорт» на панели инструментов HELINKS STS и выберите из этого каталога папку «ICD Files», созданную для вас.

В этой системе для импорта используются два файла ICD: один - это устройство IED ABB REF615, а другой - устройство SEL 451.

Name	Date modified	Type	Size
REF615_03	2020-01-22 14:56	ICD File	1,092 KB
SEL45101	2020-01-21 11:30	ICD File	661 KB

Рисунок 46 – Файлы ICD

Выберите один из них и нажмите «Открыть». Откроется другое окно, которое называется «Функции импорта файла SCL». Оно распознает формат файла SCL и просит пользователя выбрать соответствующий вариант.

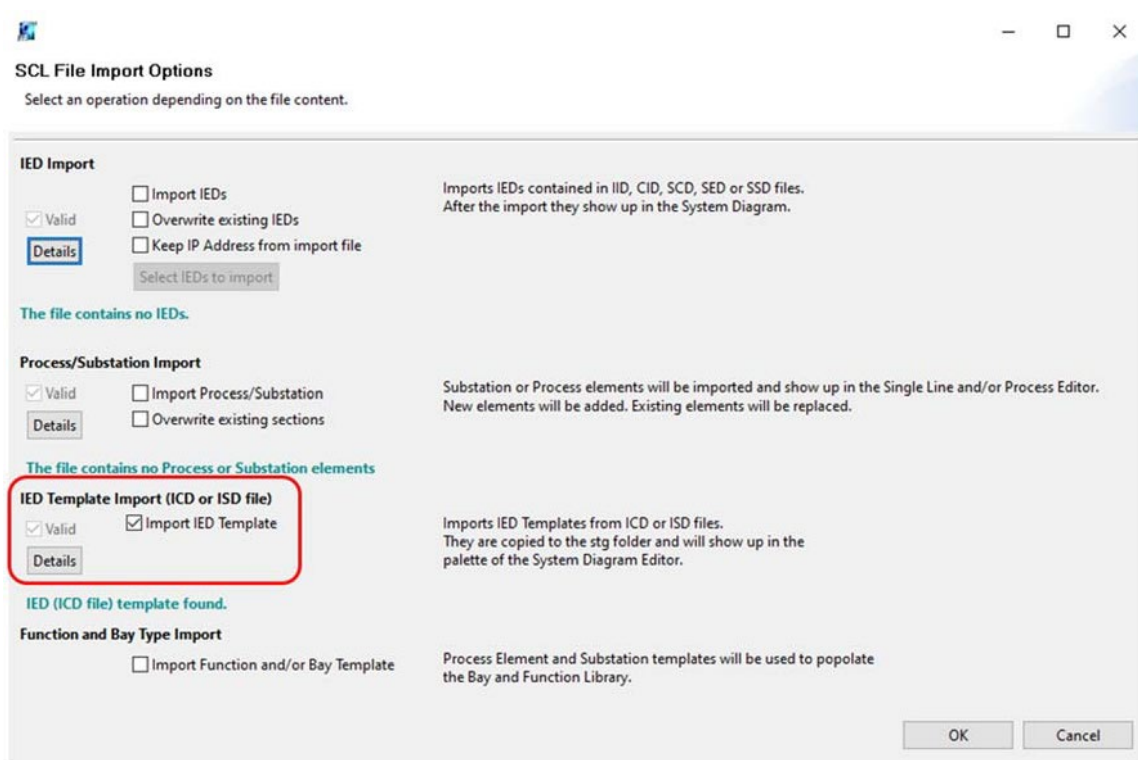


Рисунок 47 – Параметры импорта SCL

На рисунке 47 показано, что раздел импорта IED предназначен для импорта IED из файлов CID или SCD или любого файла SCL, у которого есть сконфигурированный IED. Раздел «Импорт процесса / подстанции» относится

к разделу подстанции файла SCD и может импортировать однолинейную схему. Импорт шаблона IED используется для файлов ICD. Вы можете видеть, что он обнаружил, что файл, который сейчас импортируется, имеет шаблон IED.

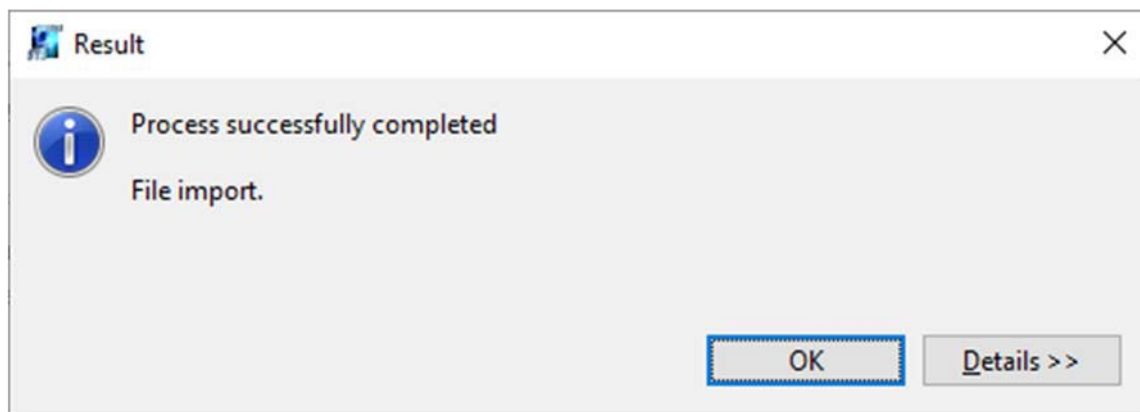


Рисунок 48 – Успешный импорт

Схема системы

После импорта файлов ICD их необходимо создать, то есть пользователям необходимо создать экземпляры IED. В HelinksSTS диаграмма системы – это место для размещения этих IED.



Системная диаграмма также используется для создания коммутаторов, подсетей и присвоения IP-адресов устройствам IED.

На схеме системы пользователи могут создать подсеть, в которой будут размещены все IP-адреса IED. Они могут создавать универсальные устройства, такие как коммутаторы, шлюзы и даже IED. Используя модель данных IED, логические узлы могут быть добавлены к универсальным IED, и пользователи могут экспортировать свой файл SCL.

Если файлы ICD с шаблонами IED импортируются в систему, IED помещается под его производителем.

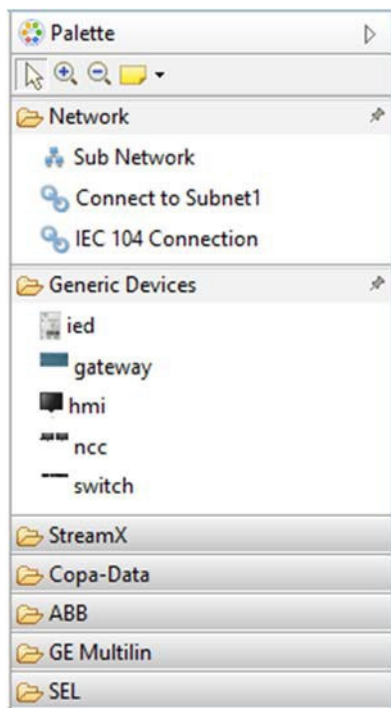


Рисунок 49 – Варианты схемы системы

Инструкции

Откройте диаграмму системы, щелкнув ее значок на панели инструментов. На экране три переключателя, которые созданы для трех отсеков. Некоторые устройства IED уже созданы и подключены к соответствующим коммутаторам с правильным IP-адресом. В частности, устройства HMI и NCC IED уже созданы. Вы можете создать экземпляры остальных устройств IED из их файлов ICD и подключить их к коммутатору для соответствующих отсеков.

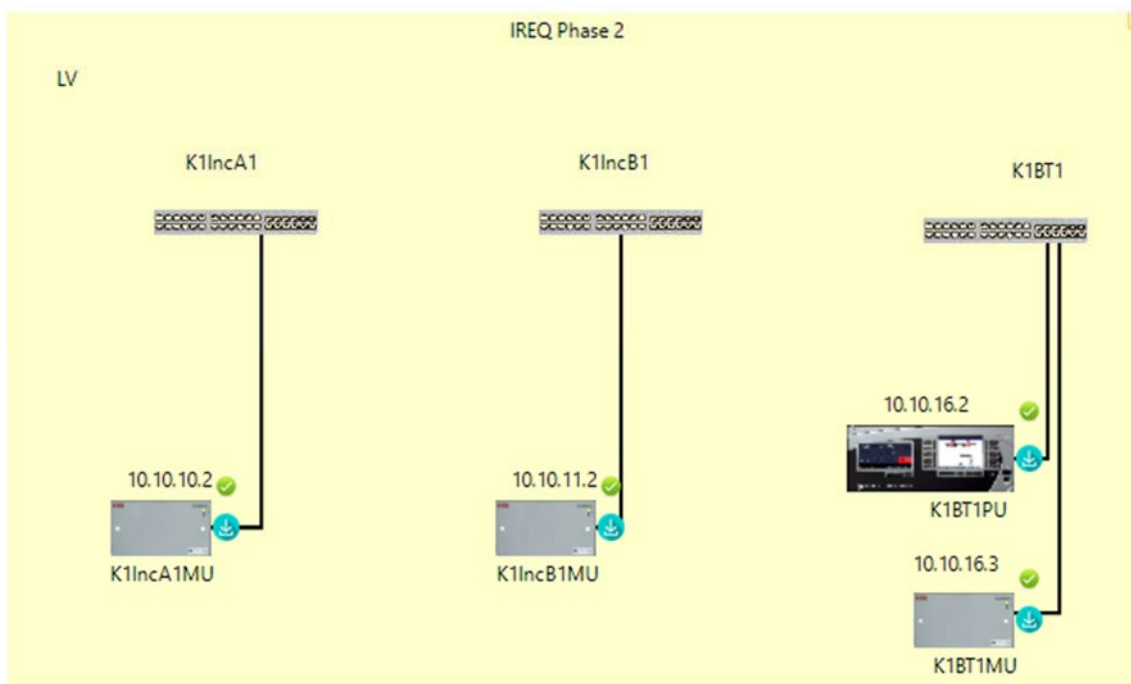


Рисунок 50 – ИЭУ на схеме системы

Пришло время создать экземпляр одного IED. Откройте одну из вкладок производителя, например ABB и SEL.

Вы можете видеть, что под ABB доступны 3 устройства IED, включая только что импортированное REF615. И есть только SEL 451, который вы импортировали под SEL.

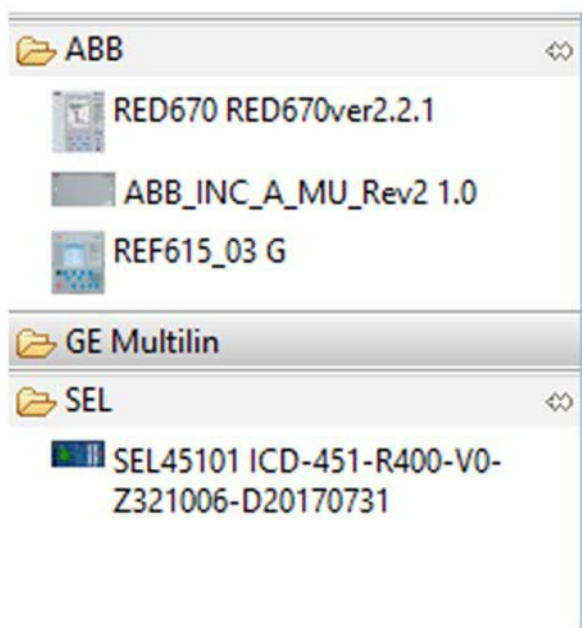


Рисунок 51 – ИЭУ ABB на схеме системы

вы знаете, что у IncA1 есть два СВУ. Щелкните SEL451 на вкладке SEL и щелкните экран, предпочтительно под переключателем IncA1. Откроется окно, информирующее вас об успешном создании экземпляра IED и экземпляре IED с именем IED_1. Вы можете изменить имя на K1IncA1PUBCU.

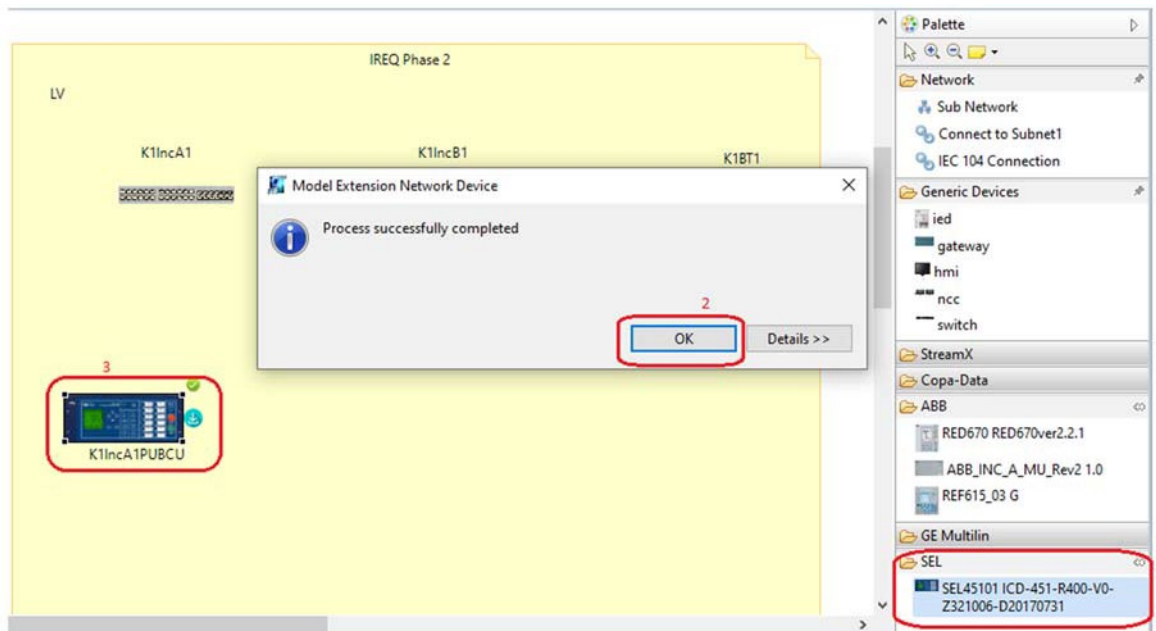


Рисунок 52 – Создание экземпляра SEL 451

В правой части экрана на вкладке «Сеть» выберите «Подключиться к подсети1». Наведите курсор мыши на СВУ. Удерживая левую кнопку мыши, проведите линию от K1IncA1PUBCU до переключателя K1IncA1. IP-адрес назначается по умолчанию, но изменяется на тот, который указан в таблице 6, то есть 10.10.10.1 для этого IED. Точка доступа IED к подсети с IP-адресом.



Рисунок 53 – Подключите IED к коммутатору

Если IED имеет две точки доступа, вас попросят выбрать одну, и вы должны выбрать ту, которая соединяет сервер и модель данных IED.

K1IncA1PUBCU подключен к подсети, и вы можете проверить это, посмотрев на свойства IED в нижней части экрана.

Properties Problems Signals History External Files		
Network Device K1IncA1PUBCU		
Core	Property	Value
Appearance	Creation Date	2020-03-20T08:49:12.098-04:00
Advanced	Current SCD Revision	
IEC 60870-5	Current SCD Version	
	Device Image	SEL SEL_451
	Device Type	SEL_451
	IED Type	SEL_451
	Is Type	false
	Locked	false
	Manufacturer	SEL
	Modification Date	
	Modified	true
	Network Device Name	K1IncA1PUBCU
	Source ICD File	/resource/stg/SEL45101.ICD
	Subnetwork	Sub Network Subnet1

Рисунок 54 – Свойства IED на системной диаграмме

Согласно информации из таблицы 6, создайте экземпляры для других IED и назначьте им правильные IP-адреса, следуя тому, что вы только что сделали для K1IncA1PUBCU.

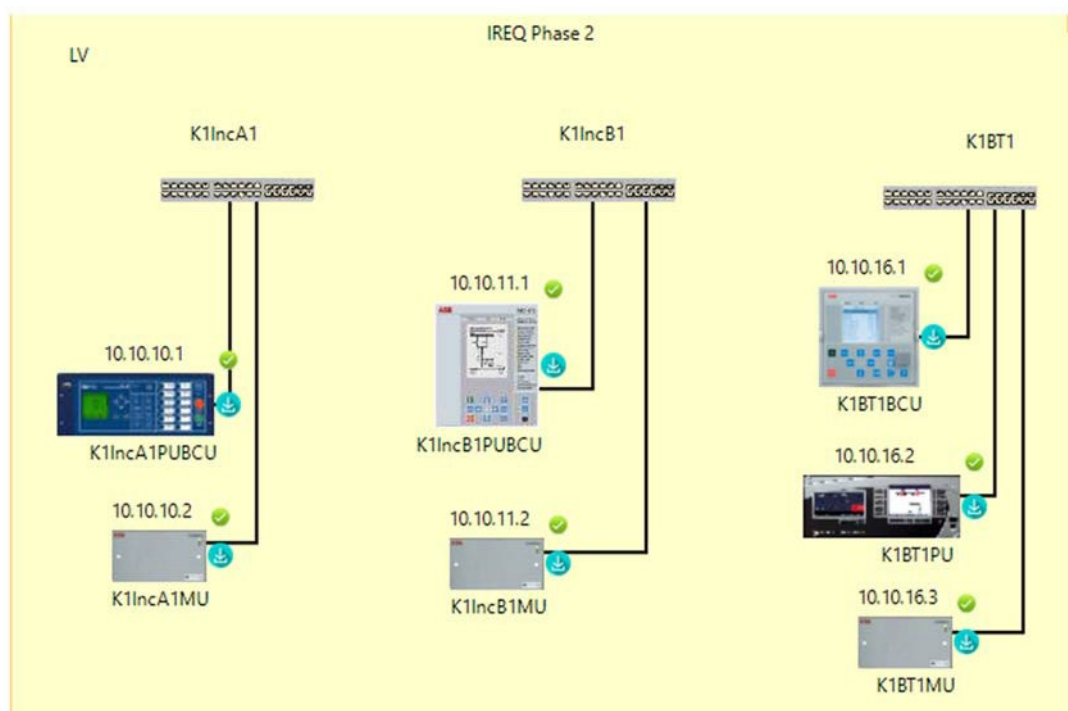


Рисунок 55 – ИЭУ на схеме системы

После создания экземпляров IED они могут быть реализованы в виртуальных IED. Логические узлы могут быть сопоставлены с узлами в моделях данных IED. Это показано на схеме функциональных характеристик

для каждого отсека. Чтобы ускорить процесс, будет выполнено отображение логических узлов, которые используются в обмене данными.

Таблица 7 – Логические узлы, используемые для отображения

IED	Function	Specified LogicalNode	IED Logical Device	IED Logical Node
K1IncA1PUBCU	BF	RBRF:1	PRO	BFR1:RBRF:1
	Protection	PTOC:1	PRO	P1:PTOC:1
	Protection	PTRC:1	PRO	TRIP:PTOC:1
	CBR/CB_INC_A	XCBR:1	PRO	BK1:XCBR:1
K1IncA1MU	CTR/CT2	A:TCTR:1	CT1	I01A:TCTR:1
K1IncB1PUBCU	BF	RBRF:1	PROT	CC:RBRF:1
	Protection	PTOC:1	OC4_1	PH3:PTOC:1
	Protection	PTRC:1	OC4_1	PH3:PTOC:1
	CBR/CB_INC_B	XCBR:1	CTRL	S:XCBR:1
K1IncB1MU	CTR/CT2	A:TCTR:1	CT1	I01A:TCTR:1
K1BT1BCU	CBR/CB_BT	XCBR:1	CTRL	CB:XCBR:1
K1BT1PU	Protection	PTOC:1	Prot	PhsToc:PTOC:1
	Protection	PTOC:2	Prot	PhsToc:PTOC:2
K1BT1MU	CTR/CT1	A:TCTR:1	CT1	I01A:TCTR:1

В таблице 7 показан список всех логических узлов, которые будут использоваться для отображения.

Инструкции

Вернитесь к «Одной строке», щелкнув его значок на панели инструментов. Откройте диаграмму функциональных характеристик для бауIncA1. Щелкните правой кнопкой мыши виртуальный блок IED PUBCU и выберите «Реализовать». Рис. 56:

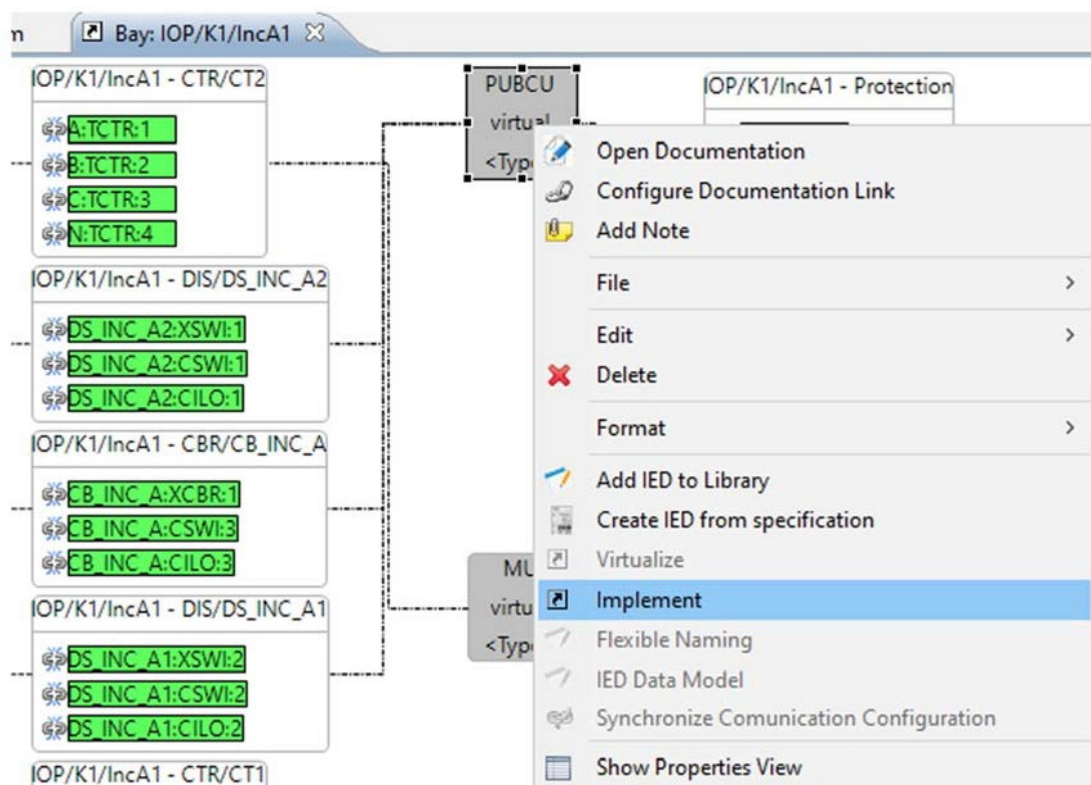


Рисунок 56 – Внедрение IncA1PUBCU

Откроется окно, в котором показаны все IED, которые созданы в системе и доступны для реализации.

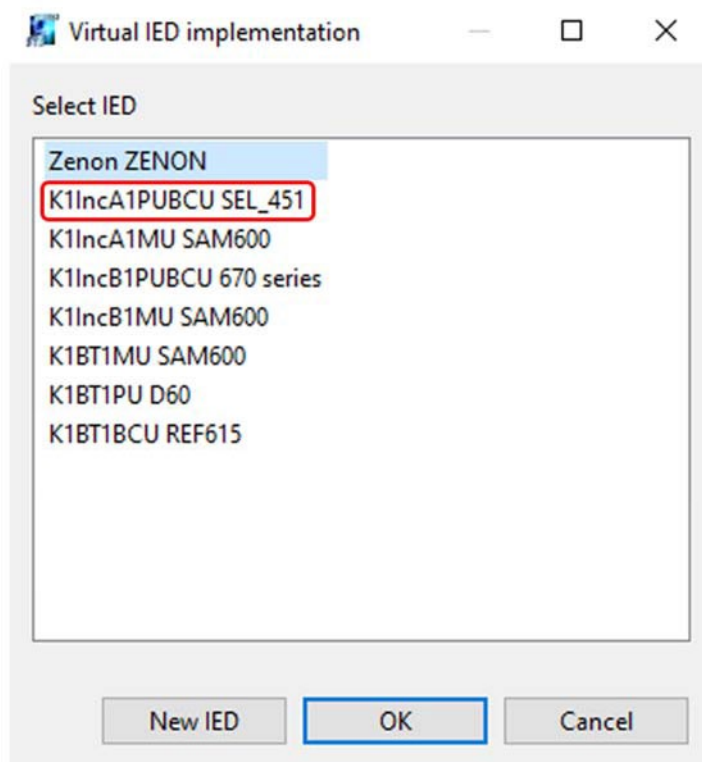


Рисунок 57 – Доступные IED для реализации

Выберите IED K1IncA1PUBCU, которое является экземпляром IED SEL 451. Значок виртуального IED изменится и отобразит имя IED на схеме системы и имя производителя.

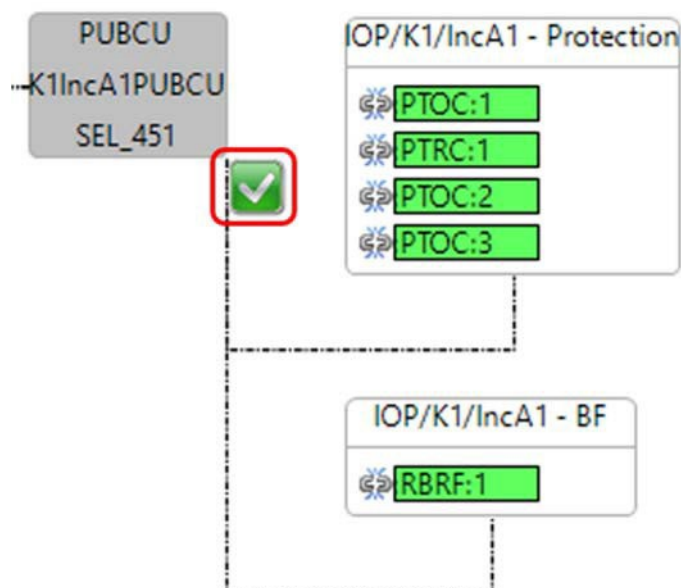


Рисунок 58 – ИЭУ реализовано

Щелкните выделенный значок на рисунке 58. Откроется модель данных IED, которую можно использовать для логического отображения узлов.

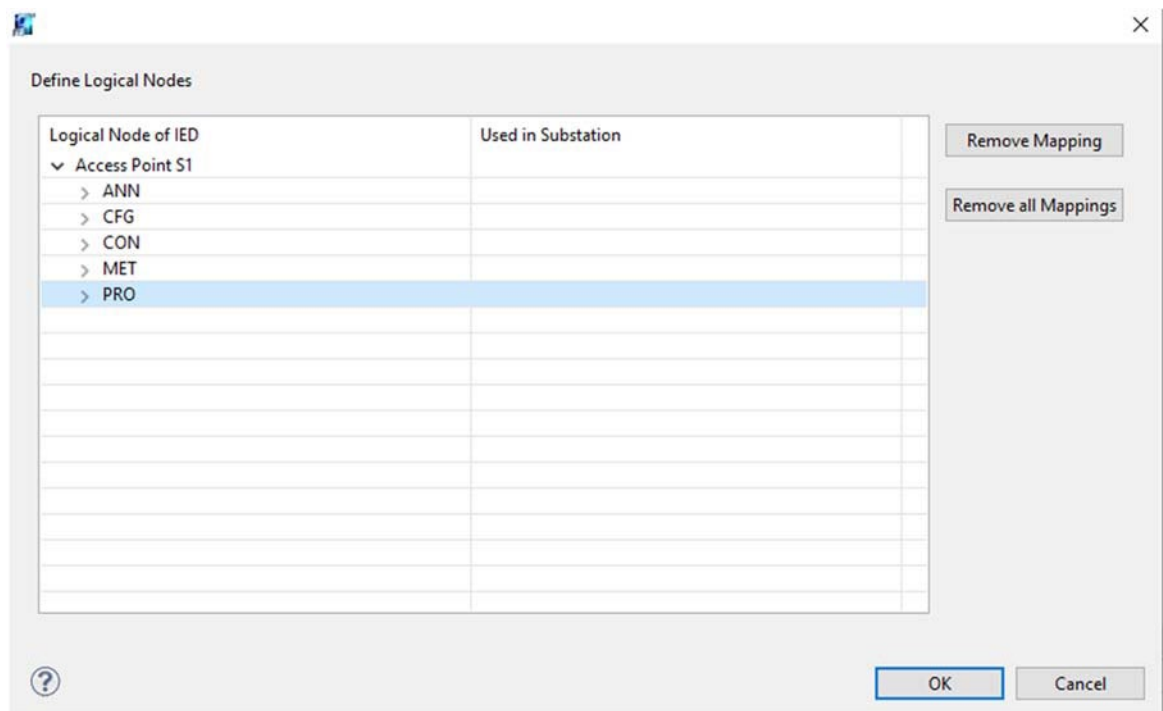


Рисунок 59 – Модель данных IED

На рисунке 59 вы можете увидеть модель данных IED для K1IncA1PUBCU, который является устройством SEL 451. Модель данных классифицируется на основе логических устройств, и у каждого из них есть несколько логических узлов с разным префиксом, которые будут сопоставлены с теми, которые указаны в спецификации.

Разверните логическое устройство «PRO». Этот LD имеет все логические узлы, необходимые для отображения в этом отсеке. В соответствии с таблицей 7 найдите логический узел P1: РТОС.

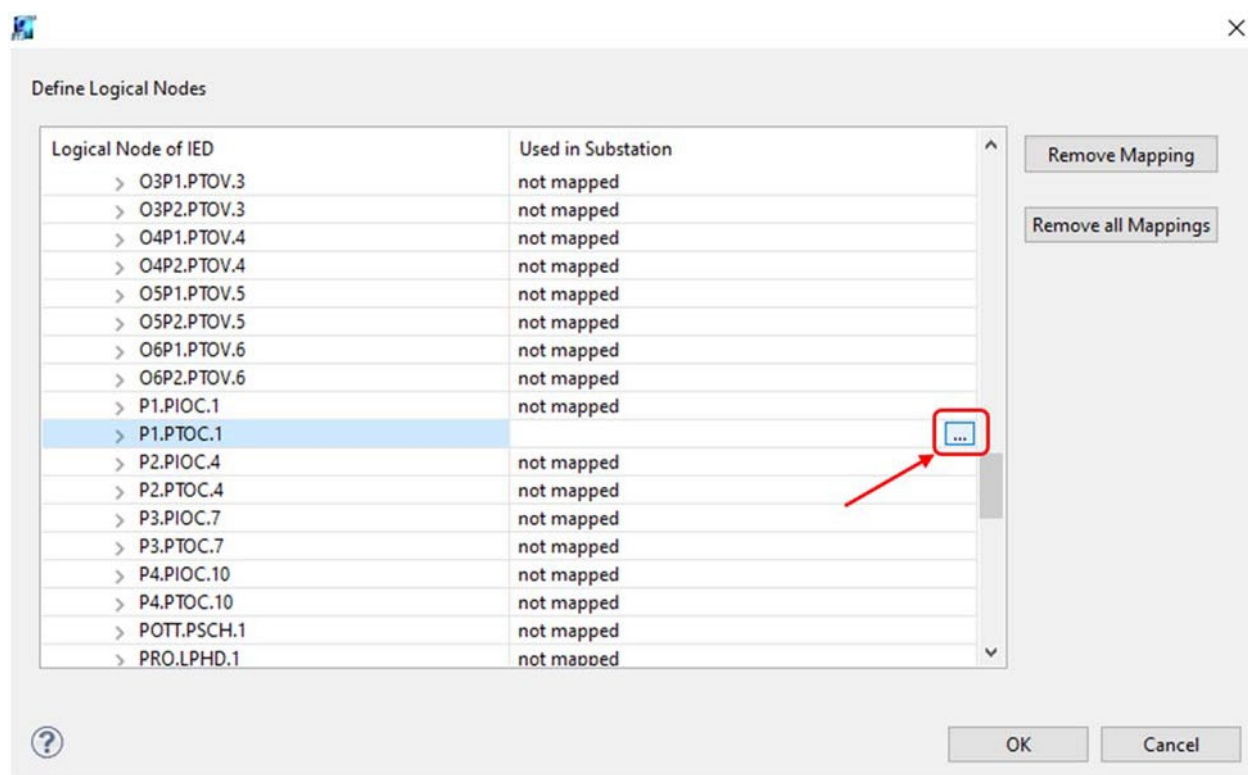


Рисунок 60 – Логический узел РТОС для K1IncA1PUBCU

Щелкните поле в столбце «Используется в подстанции» перед P1: РТОС: 1 и щелкните выделенный значок на Рисунке 60. Это открывает другое окно, в котором отображаются все указанные логические узлы РТОС в отсеке. В соответствии с таблицей 7 выберите РТОС: 1.

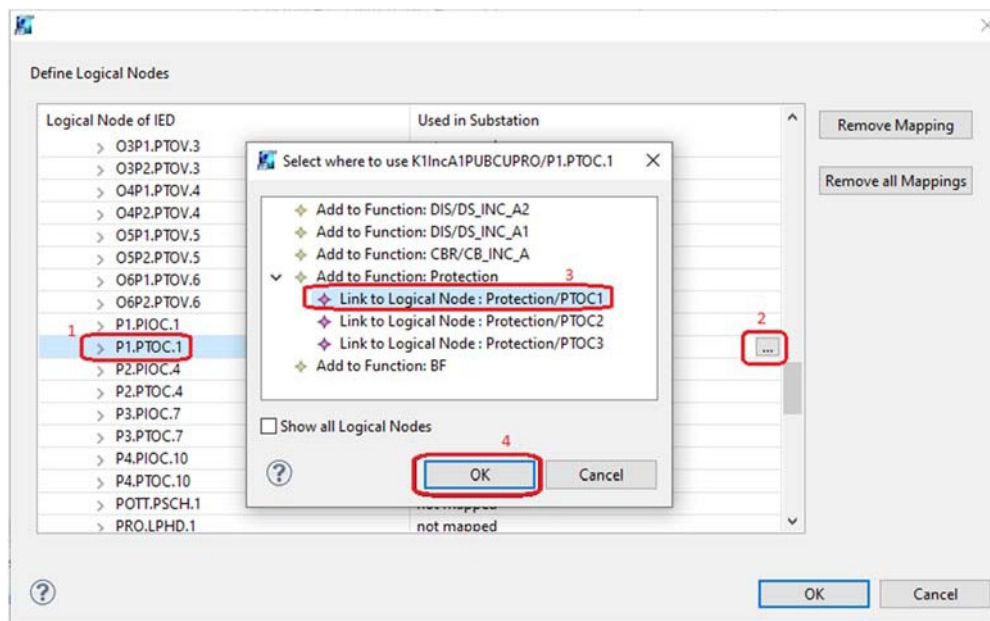


Рисунок 61 – Отображение РТОС

Весь процесс показан на рисунке 61. Теперь отображается логический узел.

Найдите RBRF, PTRC и XCBR в одном и том же логическом устройстве и сопоставьте их с логическими узлами из модели данных в соответствии с таблицей 7 с правильными префиксами и номерами экземпляров логических узлов.

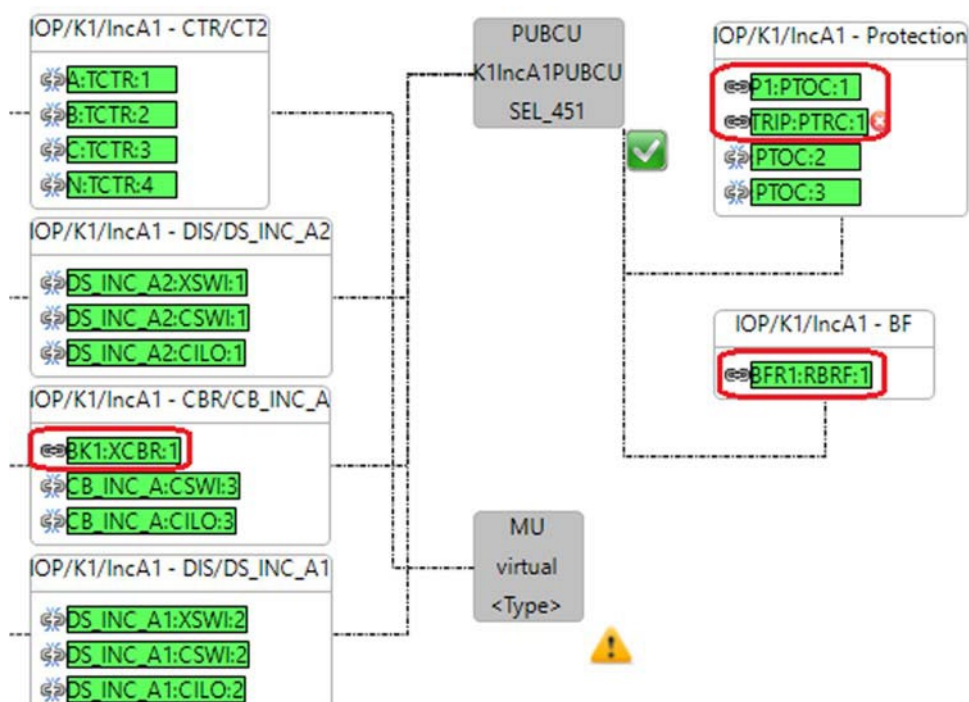
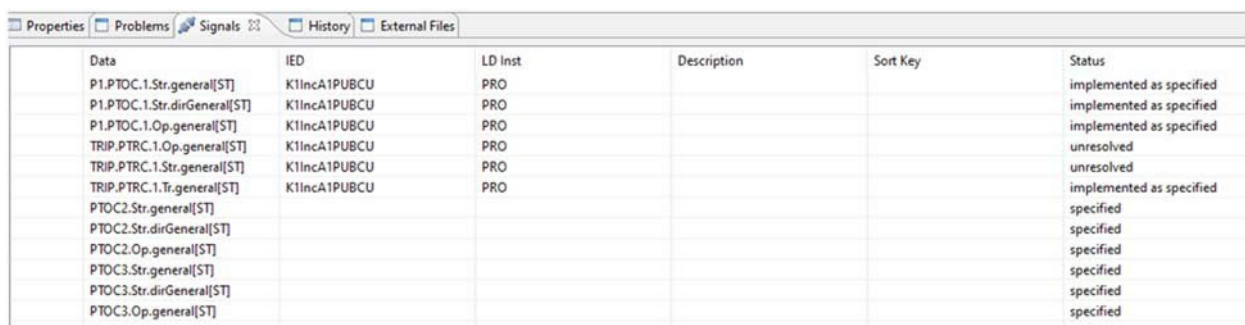


Рисунок 62 – Подключенные логические узлы для IncA1PUBCU

На Рисунке 62 вы можете увидеть, как изменились значки отображаемых логических узлов. Логический узел показывает префикс и номер экземпляра логического узла модели данных IED, а значок цепочки рядом с логическим узлом превратился в черную связанную цепочку. Список сигналов также изменился.



Data	IED	LD Inst	Description	Sort Key	Status
P1.PTOC.1.Str.general[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			implemented as specified
P1.PTOC.1.Str.dirGeneral[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			implemented as specified
P1.PTOC.1.Op.general[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			implemented as specified
TRIP.PTRC.1.Op.general[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			unresolved
TRIP.PTRC.1.Str.general[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			unresolved
TRIP.PTRC.1.Tr.general[ST]	K1IncA1PUBCU	PRO			implemented as specified
PTOC2.Str.general[ST]					specified
PTOC2.Str.dirGeneral[ST]					specified
PTOC2.Op.general[ST]					specified
PTOC3.Str.general[ST]					specified
PTOC3.Str.dirGeneral[ST]					specified
PTOC3.Op.general[ST]					specified

Рисунок 63 – Список сигналов, подключенных LN

На рисунке 63 показан список сигналов для функции защиты. Вы можете видеть, что статус сигнала для PTOC: 1 и PTRC: 1 изменился на «Реализовано как указано». Кроме того, столбец IED показывает имя реализованного IED, а столбец LD Inst показывает логическое устройство, логические узлы которого используются для отображения.

Однако, как на Рисунке 62, так и на Рисунке 63 показано, что пара сигналов для PTRC не разрешена. Это связано с тем, что указанный сигнал недоступен в сигналах для PTRC из модели данных IED. Эти типы сигналов могут быть удалены или отображены на другой сигнал от другого логического узла или оставлены в покое.

Используйте тот же метод и сопоставьте логические узлы из показанных моделей данных IED с указанными логическими узлами для остальных устройств IED в трех отсеках. Взгляните на Таблицу 7 как на ссылку. В таблице показано логическое имя устройства для каждого IED и логического узла с правильным префиксом и номером экземпляра логического узла. Вы можете удалить другие логические узлы, которые не отображены.

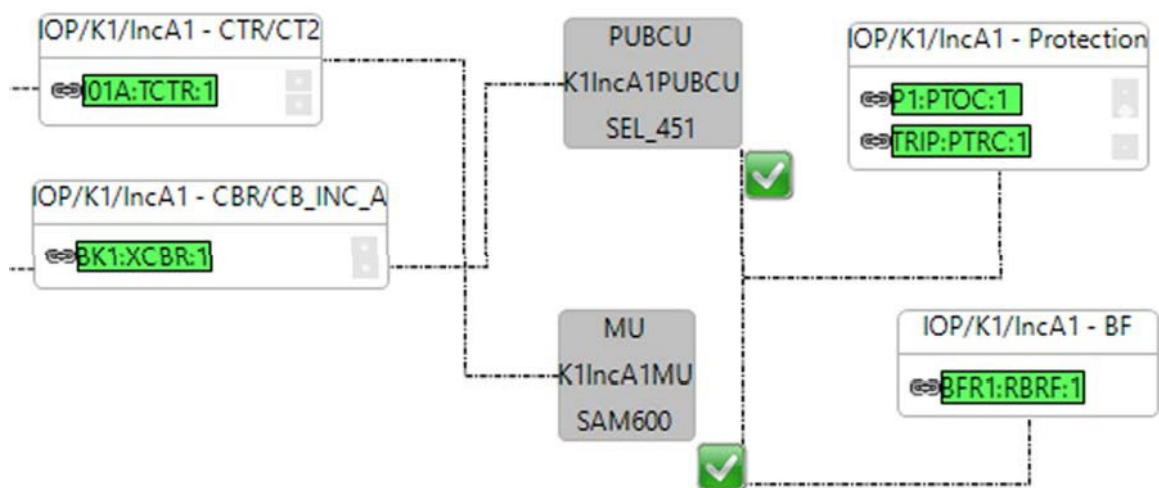


Рисунок 64 – Отображенные логические узлы IncA1

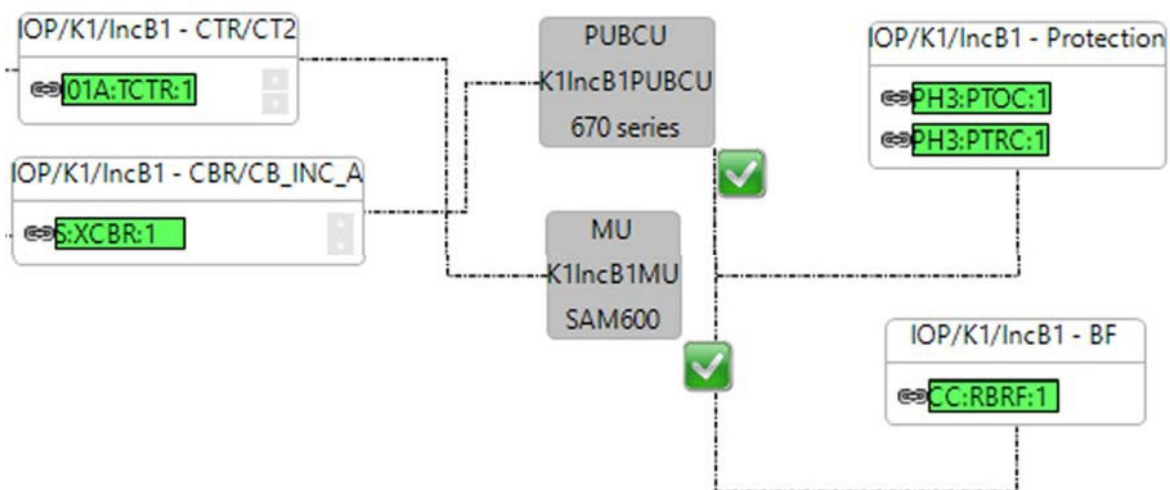


Рисунок 65 – Отображенные логические узлы IncB1

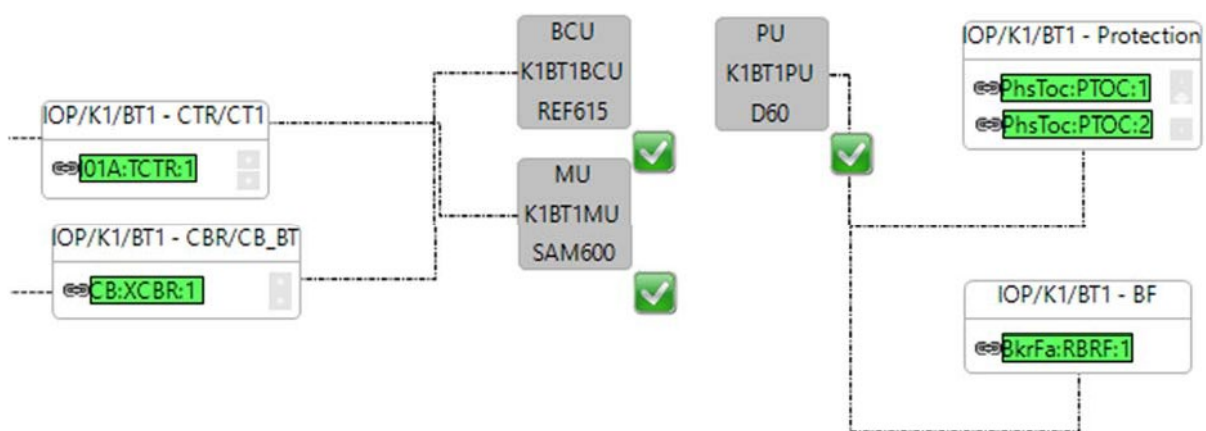


Рисунок 66 – Отображенные логические узлы BT1

Вы можете удалить другие логические узлы, отменить назначение IED-устройства функциям с неотображенными логическими узлами и удалить неразрешенные сигналы. Но особой разницы не будет. Если сигнал не отображен или не разрешен, он не будет добавлен в блоки управления связью после настройки связи, которая является следующим и заключительным этапом интеграции.

Часть, чтобы показать, как сопоставить IED для HMI и NCC.

Конфигурация связи, проверка и экспорт SCD

Конфигурация связи: означает создание блоков управления для любого указанного коммуникационного приложения. Параметр «Установить связь SCL из спецификации» в HELINKS STS может создавать блоки управления. Его значок можно найти на панели инструментов вверху страницы проекта.

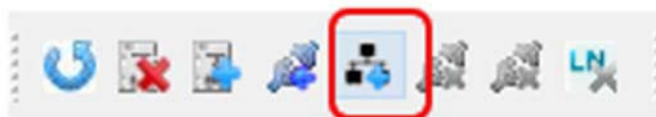


Рисунок 67 – Создание конфигурации связи

Проверка связи: это делается путем открытия сообщения на панели управления HELINKS STS.



Редактор коммуникаций показывает детали для сконфигурированных коммуникационных приложений, которые включают наборы данных и блоки управления.

Экспорт SCD: пользователи могут экспортировать файл SCD или файл SSD, выбрав эту функцию в HELINKS STS.



Инструкции

Конфигурация связи

Щелкните значок, показанный на рисунке 67. Откроется окно «Параметры конфигурации связи».

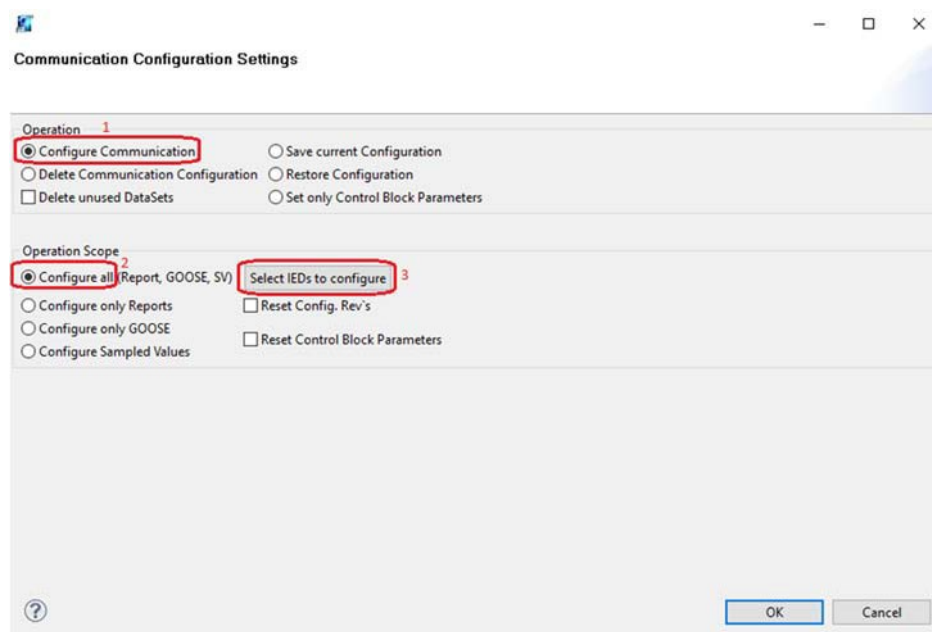


Рисунок 68 – Параметры конфигурации связи

В настройках, показанных на Рисунке 68, доступно множество опций, но здесь основное внимание уделяется настройке связи. Выберите опцию «Конфигурация связи» в «Операции». Выберите «Настроить все» в «Объем операции». Это означает, что связь будет настроена для всех приложений.

Нажмите «Select IEDs to Configure – Выбрать ИЭУ для настройки» в настройках, показанных на Рисунке 68.

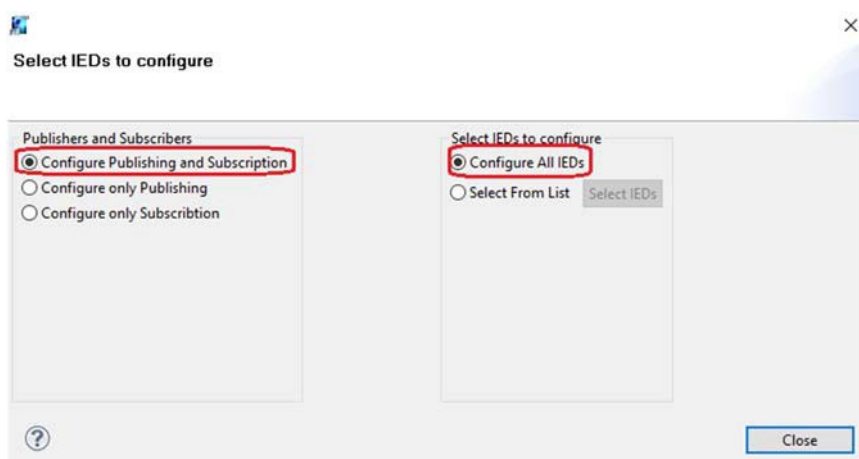
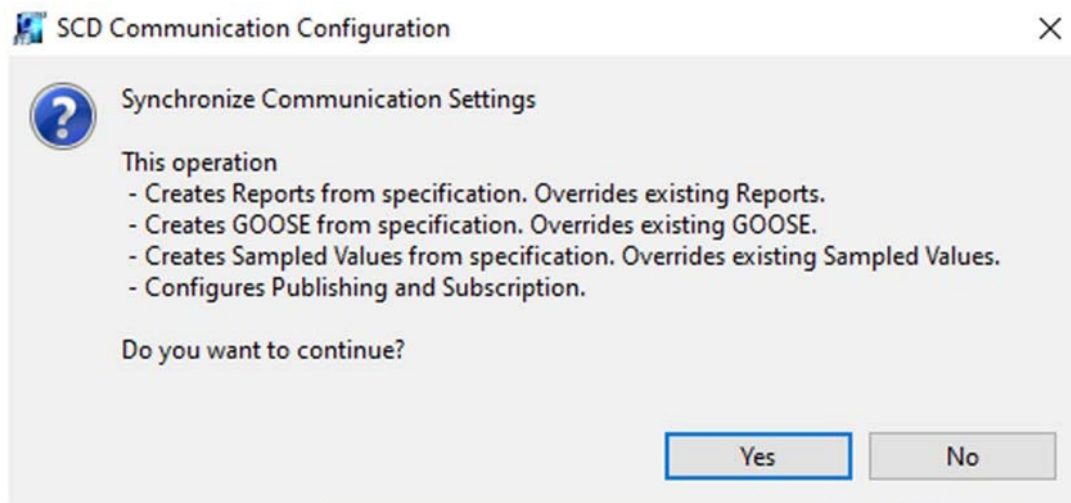


Рисунок 69 – IED-устройства для настройки

У вас есть возможность настроить только публикацию, подписку или и то, и другое, как показано на рисунке 69, и вы можете выбрать конфигурацию обмена данными для всех IED с помощью «Configure All IEDs» или для нескольких IED, выбрав «SelectFrom List».

Выберите параметры «Настроить публикацию и подписку» и «Настроить все IED». И подтвердите свой выбор. Откроется подсказка. Нажмите Да.



Сообщение покажет, что связь была успешно настроена.

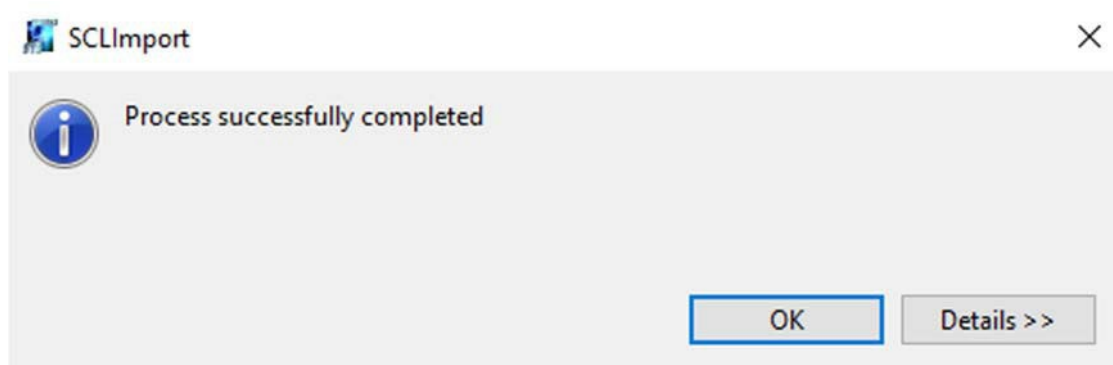


Рисунок 71 – Успешная конфигурация связи

Проверка связи: GOOSE и SV

Вы можете проверить конфигурацию связи, открыв «Связь» с панели инструментов Helinks STS.

Вы видите редактор сообщений. Найдите вкладку «Матрица GOOSE».

Publishing IEDs	GOOSE Control				GSE Element						Zenon	
	GCB Name	Data Set	Co...	GOOSE ID	APPID	Mac Address	Min Duration	Max Duration	VLAN ID	VLAN Priority	Subscriber	Subscriber
Zenon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncA1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncA1TMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncB1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncB1TMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1BT1TMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1BT1PU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1BT1BCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 72 – Редактор связи, матрица GOOSE

Матрица GOOSE, показанная на рисунке 72, отображает подробную информацию о GCB, такую как имя GCB, набор данных, идентификатор GOOSE, MAC-адрес и т. Д. Для издателей GOOSE. Также указаны подписчики для каждого издателя.

Разверните окно K1IncA1PUBCU, чтобы просмотреть его детали.

Publishing IEDs	GOOSE Control				GSE Element					
	GCB Name	Data Set	Co...	GOOSE ID	APPID	Mac Address	Min Duration	Max Duration	VLAN ID	VLA...ty
Zenon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncA1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CFG	gcb1	ds_gcb1	10000	Application1	0006	01-0C-CD-01-00-05	5	10000	000	4
CFG	gcb2	ds_gcb2	10000	Application1	0001	01-0C-CD-01-00-00	5	10000	000	4

K1BT1BCU >>

Subscriber

-

-

Yes

Yes

Property	Value
App ID	Application1
Conf Rev	10000
Dat Set	ds_gcb1
Desc	Breaker Failure
Dir	vertical
Fixed Offs	false
Name	gcb1
Security Enable	None
Type	GOOSE
X	0
Y	0

Рисунок 74 – Свойства gcb1

Посмотрев на рисунок 74, вы можете увидеть подробности GCB для K1IncA1PUBCU и то, что подписчиком обоих блоков управления является K1BT1BCU, что соответствует спецификации связи, сделанной ранее.

На рисунке 73 показаны свойства для gcb1, которые показывают, что это для сбоя прерывателя приложения GOOSE. Оба рисунка показывают, что идентификатор GOOSE (или идентификатор приложения) соответствует приложению 1. Это идентификатор GOOSE по умолчанию, созданный Helinks STS.

Измените идентификатор GOOSE на: BF для gcb1, Защита для gcb2. В свойствах gcb1 щелкните Application1 и напишите BF.

Property	Value
App ID	BF
Conf Rev	10000
Dat Set	ds_gcb1
Desc	Breaker Failure
Dir	vertical
Fixed Offs	false
Name	gcb1
Security Enable	None
Type	GOOSE
X	0
Y	0

Рисунок 75 – Другой идентификатор GOOSE ID для gcb1

Разверните сведения о публикации для других IED издателей и проверьте связь. Вы также можете изменить идентификатор приложения или идентификатор GOOSE на то, что вам нужно.

Publishing IEDs	GOOSE Control				GSE Element		
	GCB Name	Data Set	Co....	GOOSE ID	APPID	Mac Address	Min Duration
- Zenon	-	-	-	-	-	-	-
K1IncA1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-
CFG	gcb1	ds_gcb1	10000	BF	0006	01-0C-CD-01-00-05	5
CFG	gcb2	ds_gcb2	10000	Protection	0001	01-0C-CD-01-00-00	5
- K1IncA1MU	-	-	-	-	-	-	-
K1IncB1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-
LD0	gcb1	ds_gcb1	10000	BF	0004	01-0C-CD-01-00-03	5
LD0	gcb2	ds_gcb2	10000	Protection	0005	01-0C-CD-01-00-04	5
- K1IncB1MU	-	-	-	-	-	-	-
- K1BT1MU	-	-	-	-	-	-	-
K1BT1PU	-	-	-	-	-	-	-
Master	GoCB01	ds_gcb1	10000	BF	0002	01-0C-CD-01-00-01	5
Master	GoCB02	ds_gcb2	10000	Protection	0003	01-0C-CD-01-00-02	5

Рисунок 76 – Детали GCB

	Sampled Value	<< SMV Element >>							K1BT1PU >>
Publishing IEDs	SMV CB Name	Data Set	Co....	SMV ID	SMV ID	Mac Address	VLAN ID	VLAN Priority	Subscriber
Zenon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1IncA1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[-] K1IncA1IMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LD0	smvcbl	ds_smvcbl	10000	SVInCA	4002	01-0C-CD-04-00-01	000	4	Yes
MU01	MSVCB01		0	K1IncA1MU...0MSVCB01	-	-	-	-	-
K1IncB1PUBCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[+] K1IncB1IMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LD0	smvcbl	ds_smvcbl	10000	SVInCB	4000	01-0C-CD-04-01-FF	000	4	Yes
MU01	MSVCB01		0	K1IncB1MU...0MSVCB01	-	-	-	-	-
[+] K1BT1IMU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LD0	smvcbl	ds_smvcbl	10000	SVBT	4001	01-0C-CD-04-00-00	000	4	Yes
MU01	MSVCB01		0	K1BT1MUMU...0MSVCB01	-	-	-	-	-
K1BT1IPU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K1BT1BCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-

IEDs Data Sets GOOSE Matrix Sample Value Matrix Reports GOOSE Inputs SubNet Data Types Data Exchange Connections

На рисунке 77 показано, что абонентом всех SVCB является K1BT1PU, что указано в разделе 4.3 руководства. Кроме того, SMVID изменены, чтобы отражать имена приложений SV.

В том же редакторе коммуникаций откройте вкладку «Отчеты». Здесь вы можете увидеть все блоки управления отчетами, которые созданы для серверов, которые вы указали ранее. Вы можете проверить блоки управления отчетом вместе с их параметрами триггера, именами клиентов и дополнительными полями в разделе «Отчеты» коммуникации, как показано на рисунке 78.

	Address	Size	Content	Comment
✚ KIETSPU				
✚ LD Master				
✚ LEND				
> BRCB01	10000	du_brcb1 size: 7	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 100ms Buf: X ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X
> URCB01	10000	du_urcb1 size: 3	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 0ms Buf: - ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X
✚ HRM2				
✚ RCC				
✚ KlineAIPUBCU				
✚ LD CFG				
✚ LEND				
> brcb1	10000	du_brcb1 size: 11	HMRISILDOTCII	BFT: 100ms Buf: X ldx: X inep: 0
> urcb1	10000	du_urcb1 size: 5	HMRISILDOTCII	BFT: 0ms Buf: - ldx: X inep: 0
✚ KlineHrPubCU				
✚ LD LOO				
✚ LEND				
> brcb1	10000	du_brcb1 size: 14	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 100ms Buf: X ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X
> urcb1	10000	du_urcb1 size: 5	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 0ms Buf: - ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X
✚ KIETBCU				
✚ LD LOO				
✚ LEND				
> brcb1	10000	Stated size: 8	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 100ms Buf: X ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X
> urcb1	10000	Static size: 4	NCCSILDOTCII HMRISILD... BFT: 0ms Buf: - ldx: X inep: 0	Dchg X Dupd - Gi X Prd - Qchg X

64

SCD экспорт

Наконец, откройте экспорт SCD на панели инструментов HELINKS STS.

File Export

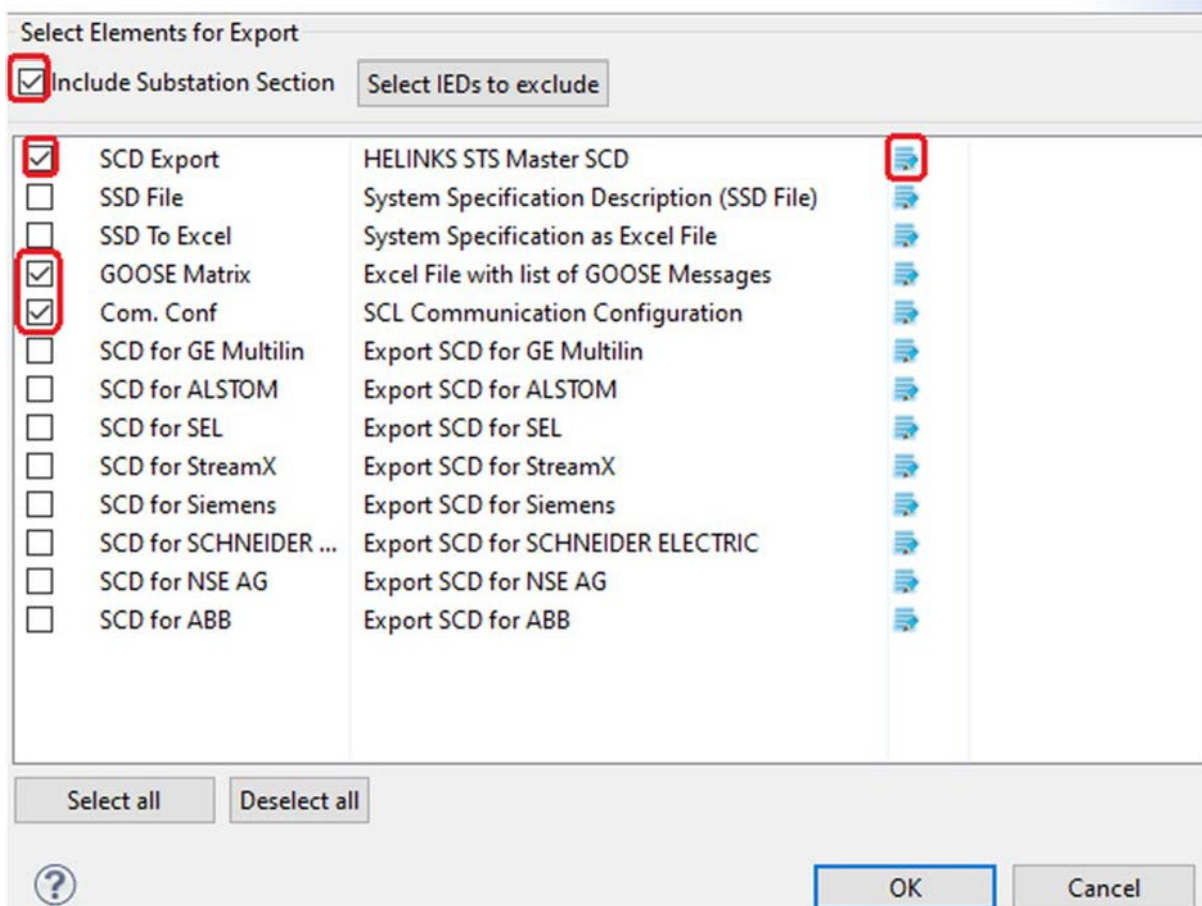


Рисунок 79 – Экспорт SCD

Выберите включение раздела подстанции в файл SCD из этого проекта.

Выберите SCD Export, чтобы экспортировать главный SCD-файл проекта SAS. Вы также можете выбрать GOOSE Matrix и Com. Conf, который экспортирует матрицу GOOSE и конфигурацию связи в виде листов Excel.

Нет необходимости исключать какие-либо устройства IED из файла SCD, но эта опция доступна вам при необходимости. Щелкните значок рядом с SCD Export, чтобы настроить файл SCD.

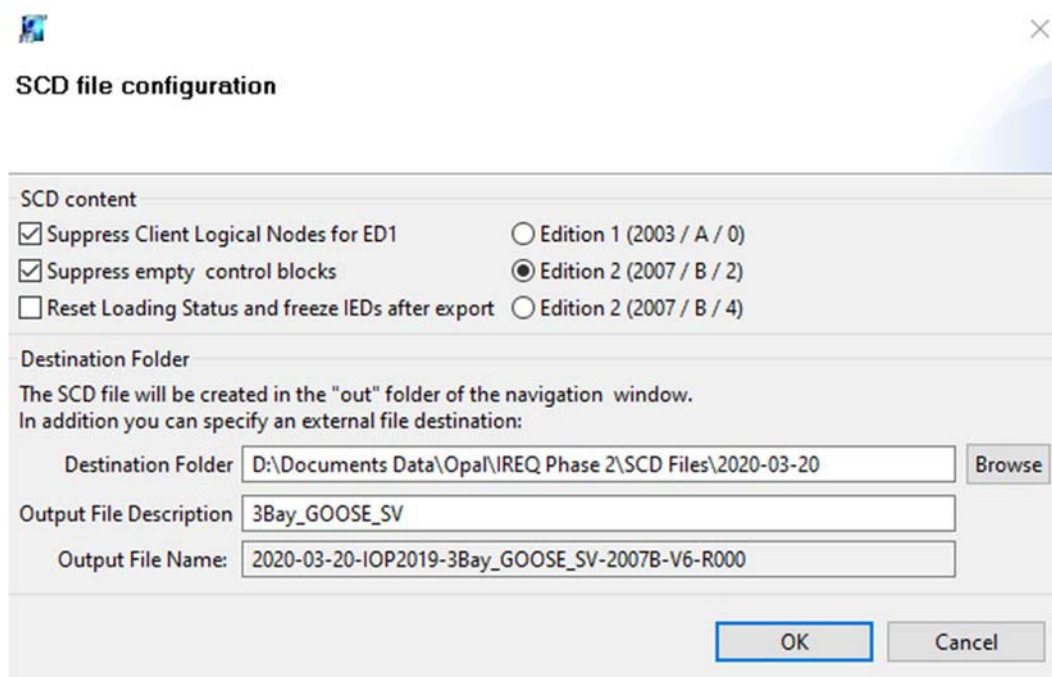


Рисунок 80 – Конфигурация файла SCD

Как показано на рисунке 80, выберите папку назначения для файла SCD. Вы выбираете имя на рисунке в качестве имени файла SCD. Версия 2 выбрана в качестве редакции файла IEC 61850. Когда все настроено, нажмите ОК. Снова нажмите ОК в окне экспорта файла SCD.

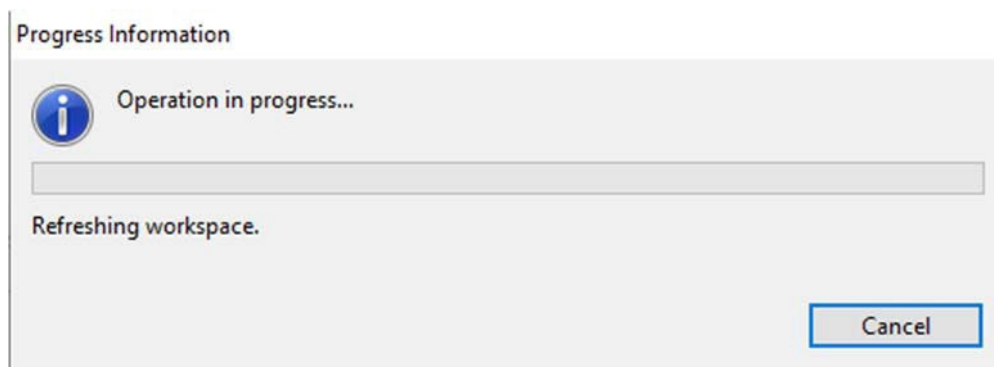


Рисунок 81 – Экспорт файла SCD

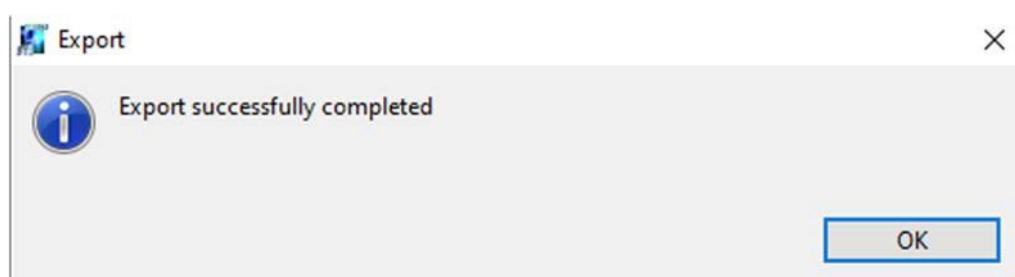


Рисунок 82 – Успешный экспорт файла SCD

Файл SCD будет экспортирован, и вы можете извлечь его из папки назначения. Или вы можете просмотреть его и дополнительные листы для матрицы GOOSE и конфигурации связи в папке «out» навигатора.

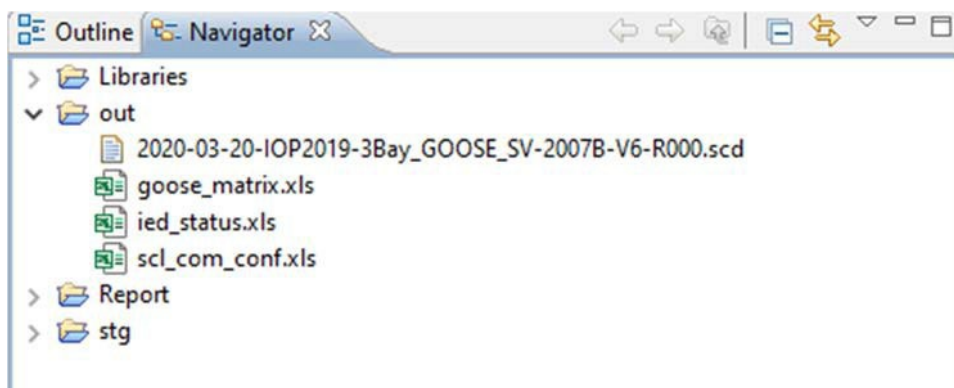


Рисунок 83 – Выходные файлы в папке out

Щелкните правой кнопкой мыши файл SCD, и вы можете выбрать выход, в котором следует открыть файл.

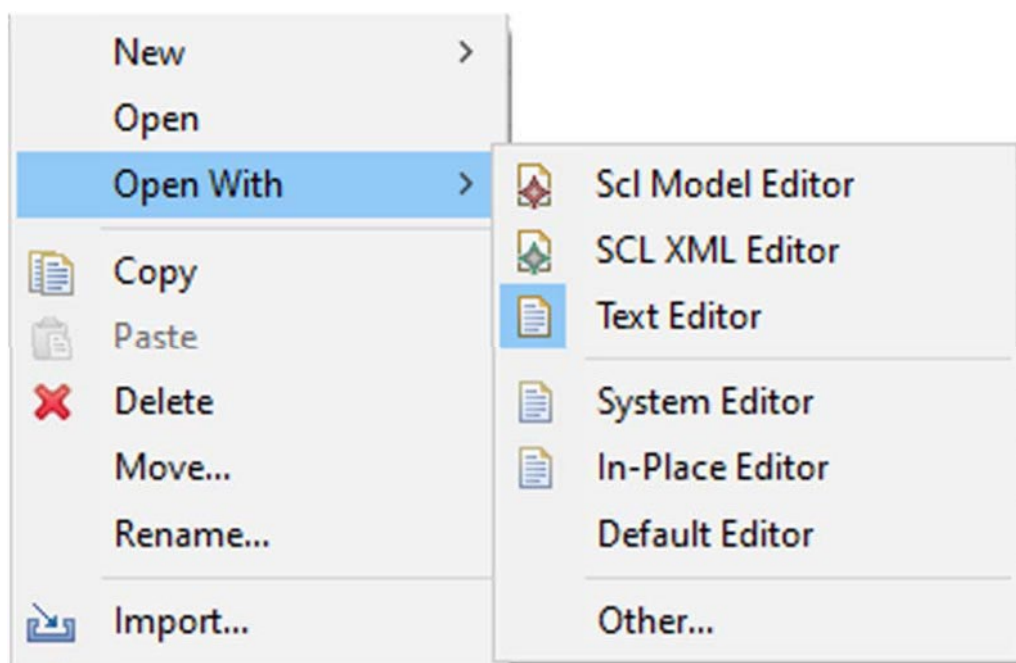


Рисунок 84 – Открытие файла SCD

Из рисунка 84 видно, что редактор модели SCL похож на редактор коммуникаций, а редактор SCL XML похож на инструмент, подобный Notepad ++.

Выберите редактор SCL XML

```

<Header id="Test01" nameStructure="IEDName" revision="R000" toolID="Helinks STS 2.13.0.20" version="V6">
  <History>
    <Hitem revision="R001" version="V0" what="History file created" when="Fri Nov 08 11:49:35 EST 2019" who="System" why="History re
    <Hitem revision="R000" version="V1" what="IOP2019 SLD" when="Thu Feb 06 13:33:06 EST 2020" who="MK" why="IOP2019_EX_T
    <Hitem revision="R000" version="V2" what="Function Specification" when="Thu Feb 06 13:33:59 EST 2020" who="MK" why="IOP2019_EX_T
    <Hitem revision="R001" version="V2" what="MAC Address not specified for applications yet" when="Thu Feb 06 15:06:04 EST 2020" wh
    <Hitem revision="R002" version="V2" what="Added additional GOOSE configuration settings" when="Thu Feb 06 15:10:06 EST 2020" who
    <Hitem revision="R003" version="V2" what="Finished GOOSE CBRF LV spec" when="Thu Feb 06 17:14:27 EST 2020" who="MK" why="Function
    <Hitem revision="R000" version="V3" what="GOOSE for protection functions for LV" when="Fri Feb 07 09:43:54 EST 2020" who="MK" wh
    <Hitem revision="R001" version="V3" what="Finished GOOSE Protection LV" when="Fri Feb 07 09:53:16 EST 2020" who="MK" why="Commun
    <Hitem revision="R000" version="V4" what="Start GOOSE BRF for HV" when="Fri Feb 07 09:54:40 EST 2020" who="MK" why="Communicatio
    <Hitem revision="R001" version="V4" what="Finished BRF GOOSE for HV" when="Fri Feb 07 10:37:16 EST 2020" who="MK" why="Communicatio
    <Hitem revision="R000" version="V5" what="Start GOOSE Recloser LV" when="Fri Feb 07 11:27:58 EST 2020" who="MK" why="Communicati
    <Hitem revision="R001" version="V5" what="Finished GOOSE Recloser HV" when="Fri Feb 07 11:35:31 EST 2020" who="MK" why="Communic
    <Hitem revision="R000" version="V6" what="Start GOOSE Protection HV" when="Fri Feb 07 11:50:50 EST 2020" who="MK" why="Communica
  </History>
</Header>
<Substation sky:x="9" sky:y="2" name="IOP">
  <LNNode iedName="None" ldInst="IOPHMI" lnClass="IRMI" lnInst="1" lnType="ihmi_7_4_B2007" prefix="">
  <LNNode iedName="None" ldInst="IOPHMIred" lnClass="IRMI" lnInst="2" lnType="ihmi_7_4_B2007" prefix="">
  <PowerTransformer sky:x="3" sky:y="18" name="Transformer A" type="PTR">
    <TransformerWinding name="W1" type="PTW">
      <Terminal bayName="TXA1" cNodeName="CN_6399e647-fc81-4c59-8e4f-8a7046661164" connectivityNode="IOP/D1/TXA1/CN_6399e647-fc81-4c
    </TransformerWinding>
    <TransformerWinding name="W2" type="PTW">
      <Terminal connectivityNode="IOP/Transformer A/CN_6dal5d1d-14b4-4254-ae86-c81e9ab47ab0" name="TW">
    </TransformerWinding>
  </PowerTransformer>
  <PowerTransformer sky:x="36" sky:y="18" name="Transformer B" type="PTR">
    <TransformerWinding name="W1" type="PTW">
      <Terminal bayName="TXB1" cNodeName="CN_df4b3c53-d118-44d3-ba66-bee64ea3d95c" connectivityNode="IOP/D1/TXB1/CN_df4b3c53-d118-44
    </TransformerWinding>
    <TransformerWinding name="W2" type="PTW">
      <Terminal connectivityNode="IOP/Transformer B/CN_48a3d67e-6a90-4673-a01e-bfa8f2c2c1c3" name="TW">
    </TransformerWinding>
  </PowerTransformer>

```

Рисунок 85 – Файл SCD открыт в редакторе XML

Раздел подстанции показан на рисунке 85, поэтому раздел подстанции включен в файл SCD. Вы также можете проверить параметры блока управления коммуникацией в файле.

```

<ConnectedAP apName="S1" iedName="K1IncAlPUBCU">
  <Address>
    <P type="IP">10.10.10.1</P>
    <P type="OSI-AP-Title">1,3,9999,23</P>
    <P type="IP-SUBNET">255.255.255.0</P>
    <P type="IP-GATEWAY">0.0.0.0</P>
    <P type="OSI-AE-Qualifier">23</P>
    <P type="OSI-PSEL">00000001</P>
    <P type="OSI-SSEL">0001</P>
    <P type="OSI-TSEL">0001</P>
  </Address>
  <GSE cbName="gcb1" ldInst="CFG">
    <Address>
      <P type="MAC-Address">01-0C-CD-01-00-05</P>
      <P type="APPID">0006</P>
      <P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
      <P type="VLAN-ID">000</P>
    </Address>
    <MinTime multiplier="m" unit="s">5</MinTime>
    <MaxTime multiplier="m" unit="s">10000</MaxTime>
  </GSE>

```

Рисунок 86 – GCB в редакторе XML

Задание

В соответствие с вариантом, выданным преподавателем осуществить описание оборудования подстанции, представленной на рисунках приложения А.

Выгрузить файл описания подстанции SCL и отчет в pdf документ, описывающий все сформированные разделы описания подстанции.

Список использованных источников

1. IEC 61869-9:2016 Instrument transformers - Part 9: Digital interface for instrument transformer (Стандарт).
2. IEC 61850-9-2 Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3.
3. IEC 61850-9-2 LE Implementation Guideline for Digital Interface to Instrument Transformers using IEC 61850-9-2.
4. Корпоративный профиль МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС». Том 4. Редакция 2 от 25.04.2018 г.
5. Техническое описание профиля SV МЭК 61850-9-2 Binom3. СПб.: 2017. – 35 с.

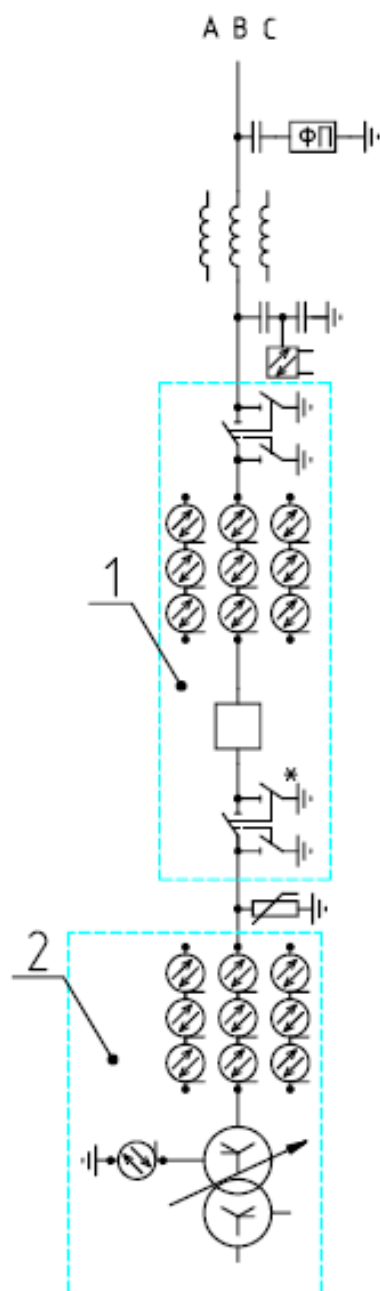


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
35(110) 220I-3Н/трехфазное	1	ШПДС 1-6-0
220-3Н/В-пофазное, Р,ЗН-трехфазное	1	ШПДС 2-6-0
220(330,500)-3Н/пофазное	1	ШПДС 2-0-6
35(110) 220I-3Н/трехфазное	2	ШПДС МО 3/0
220(330,500)-3Н/пофазное	2	ШПДС МО 1/0

Схема № 3Н – Блок (линия-трансформатор) с выключателем

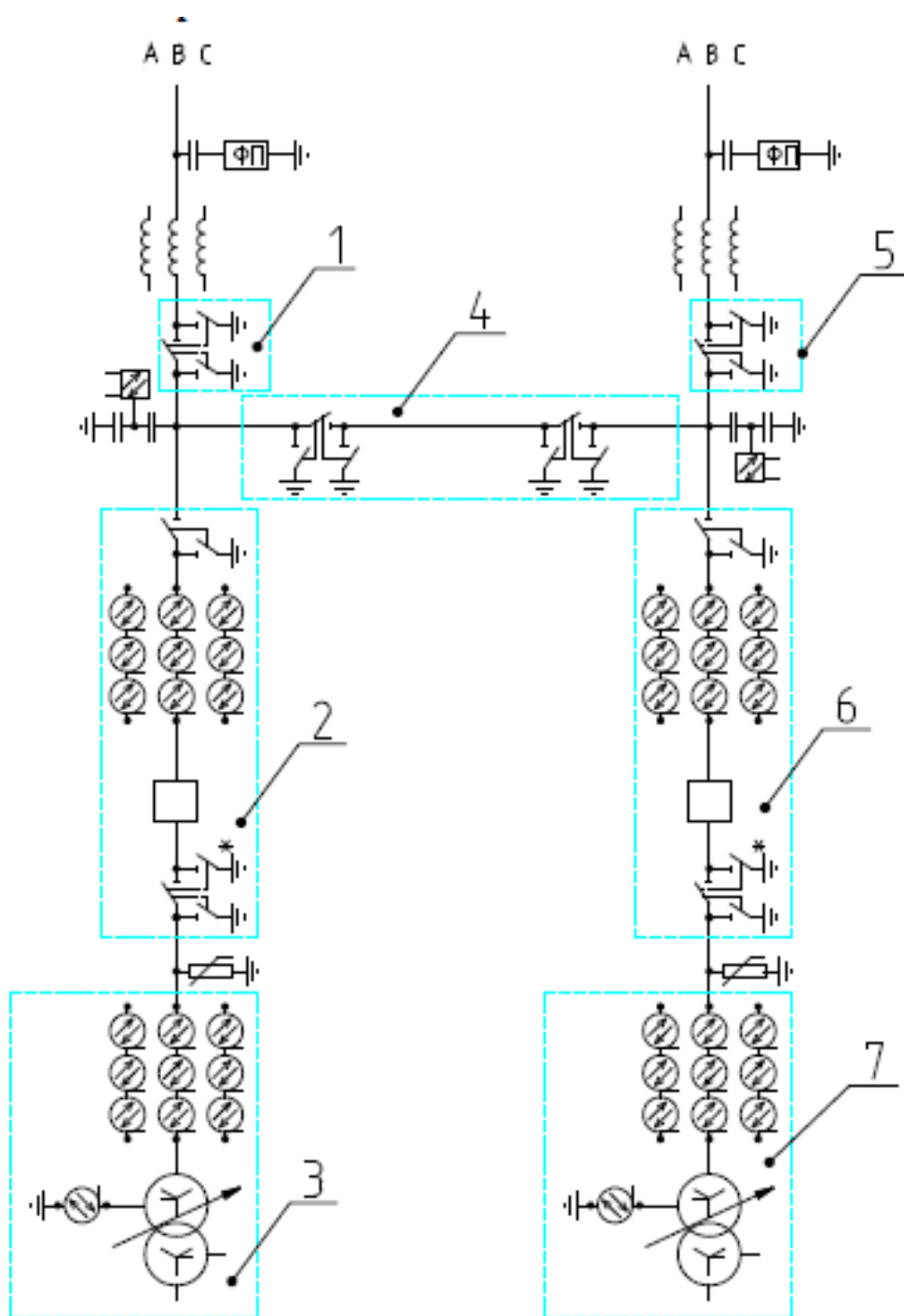


Схема № 4Н – Два блока с выключателями и неавтоматической
перемычкой со стороны линий

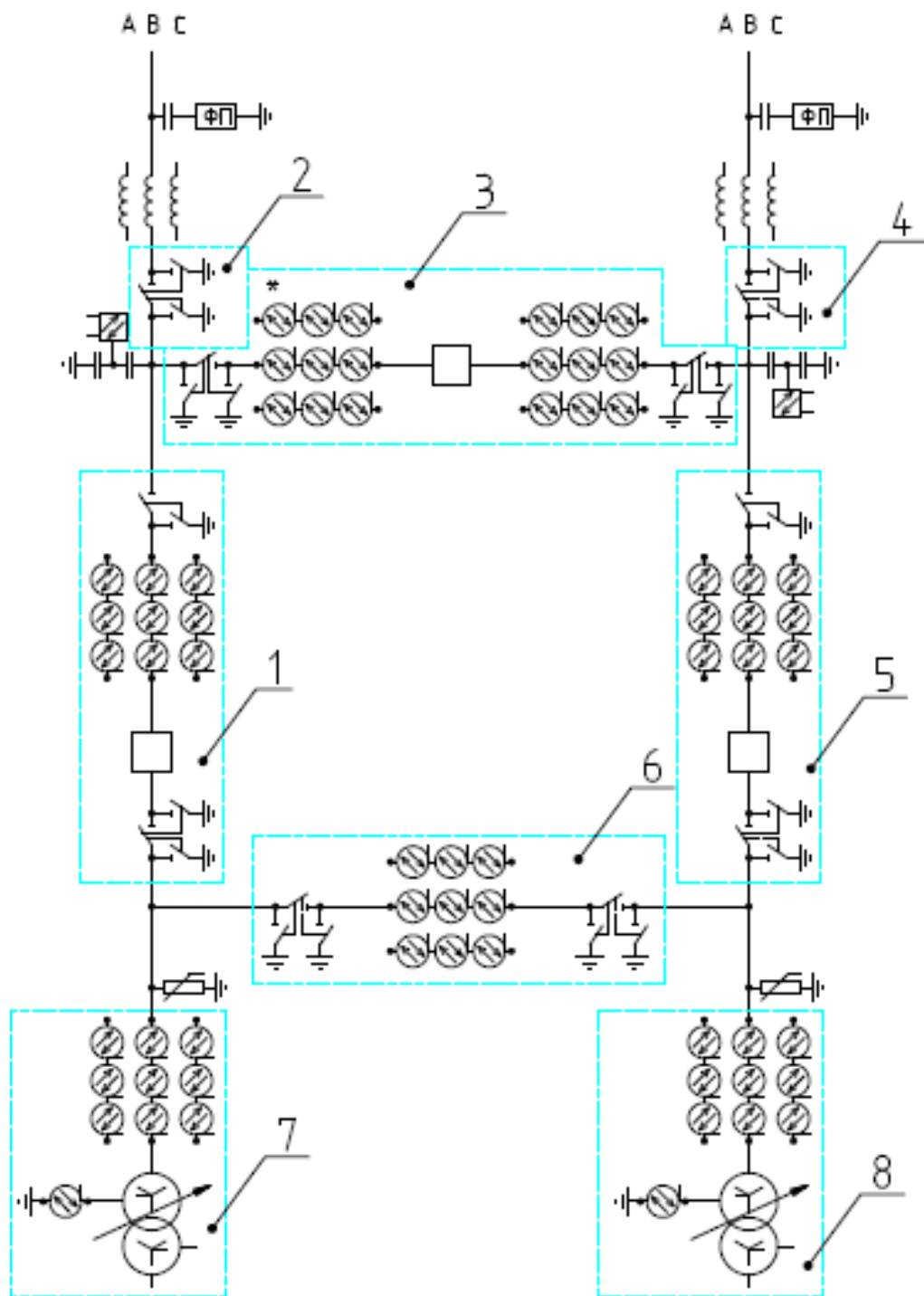


Схема № 5АН – Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и
ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов

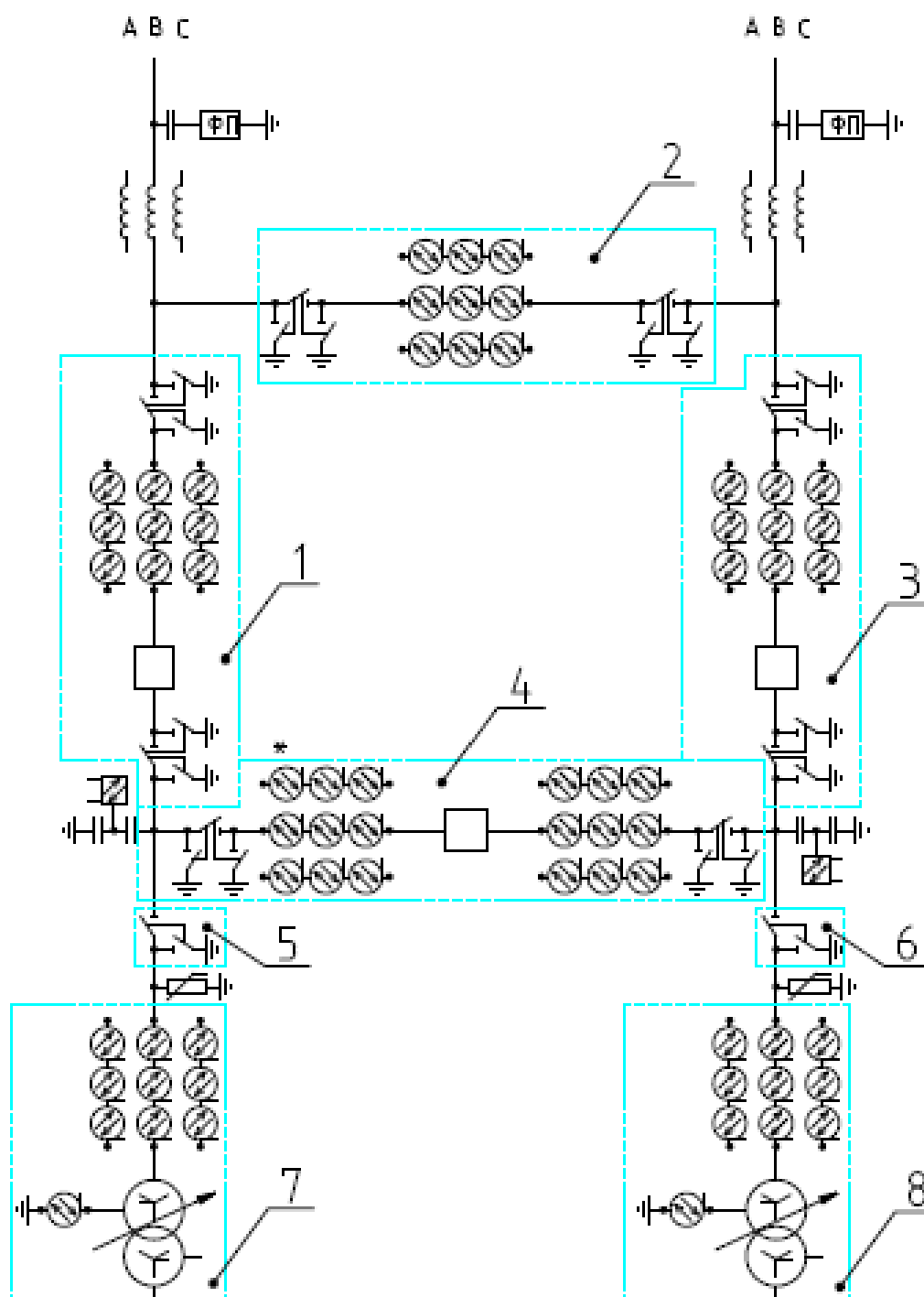


Схема № 5Н – Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и
ремонтной перемычкой со стороны линий

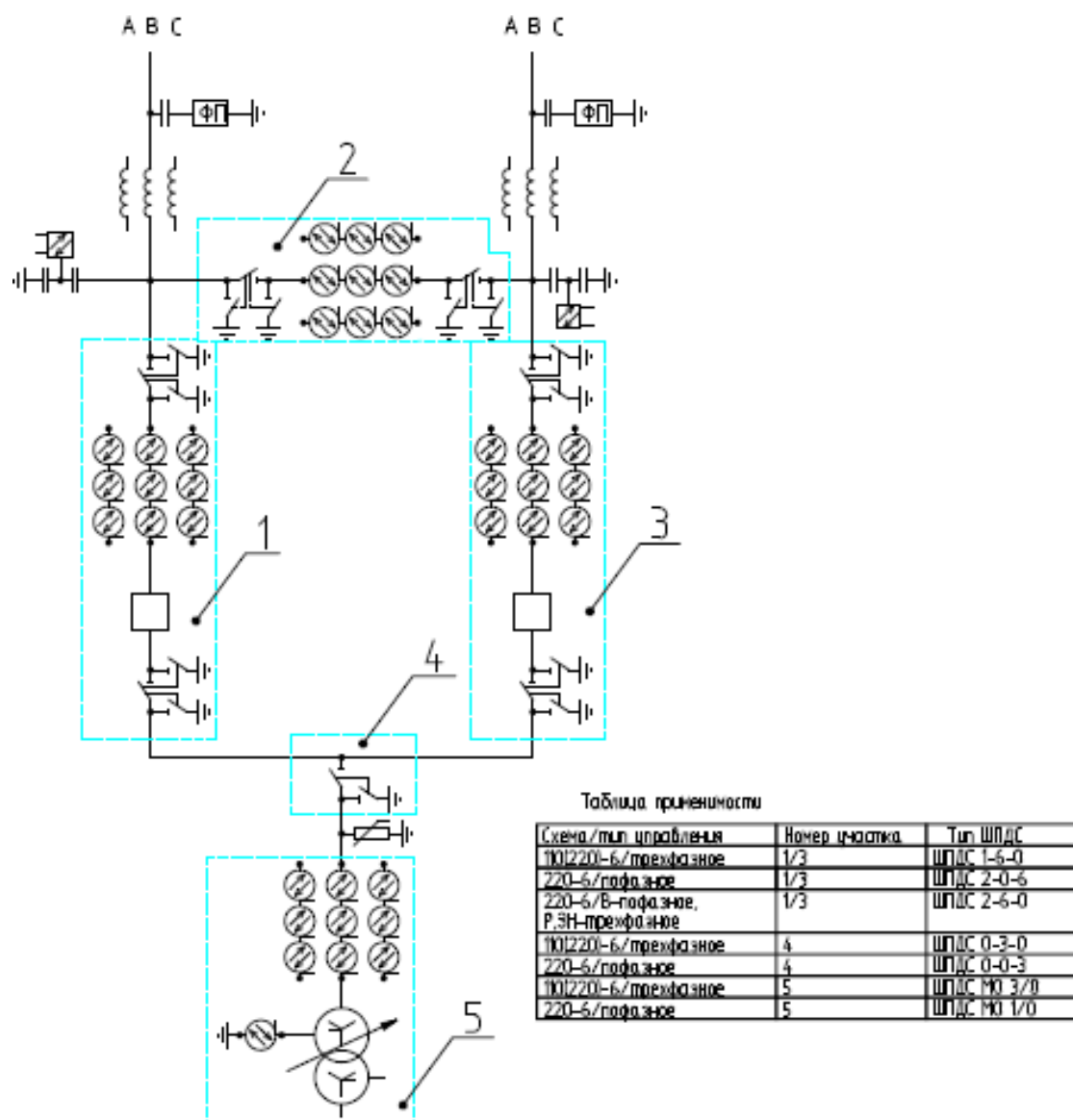


Схема № 5 – Заход-выход

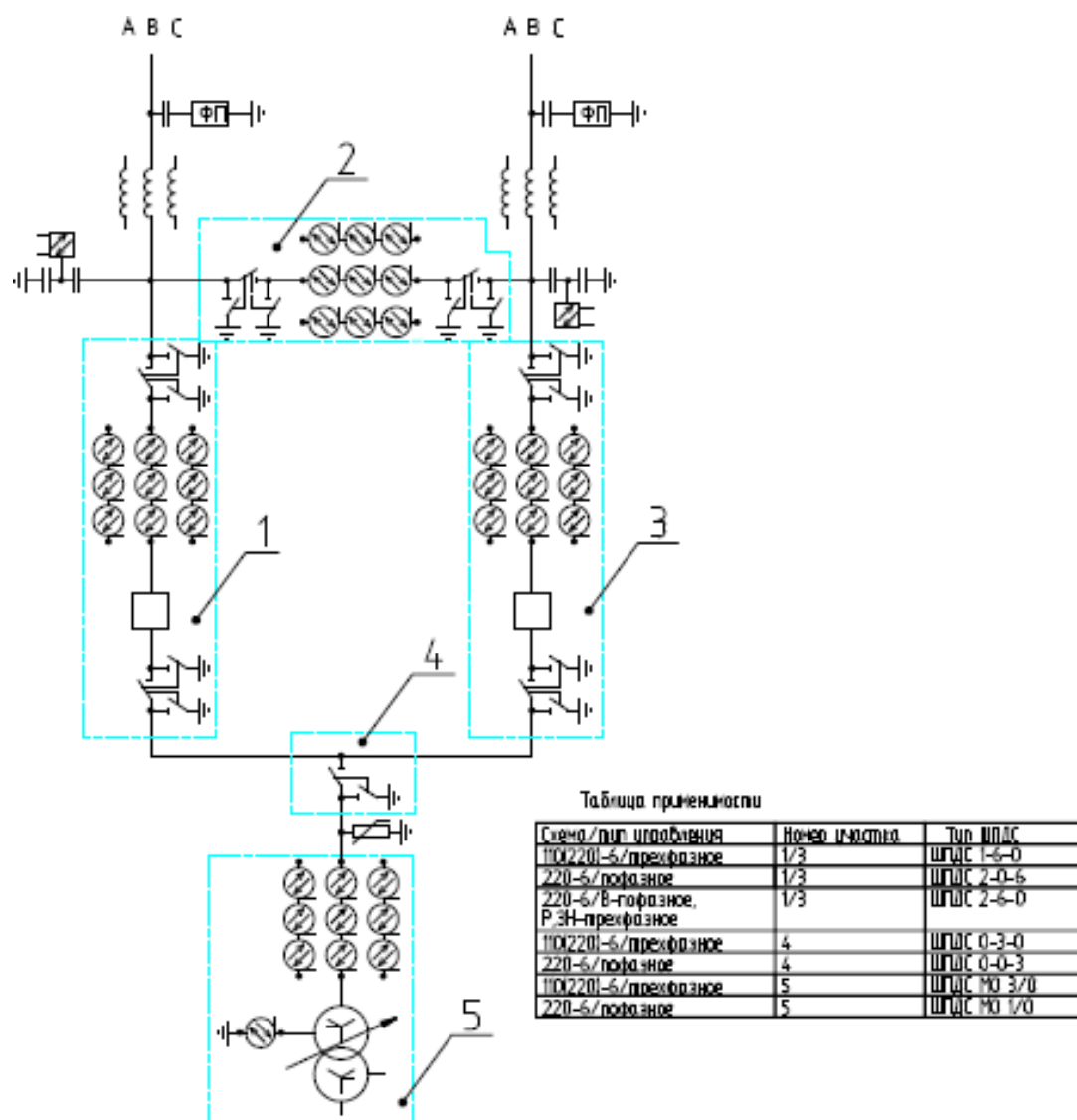


Схема № 6 – Заход-выход

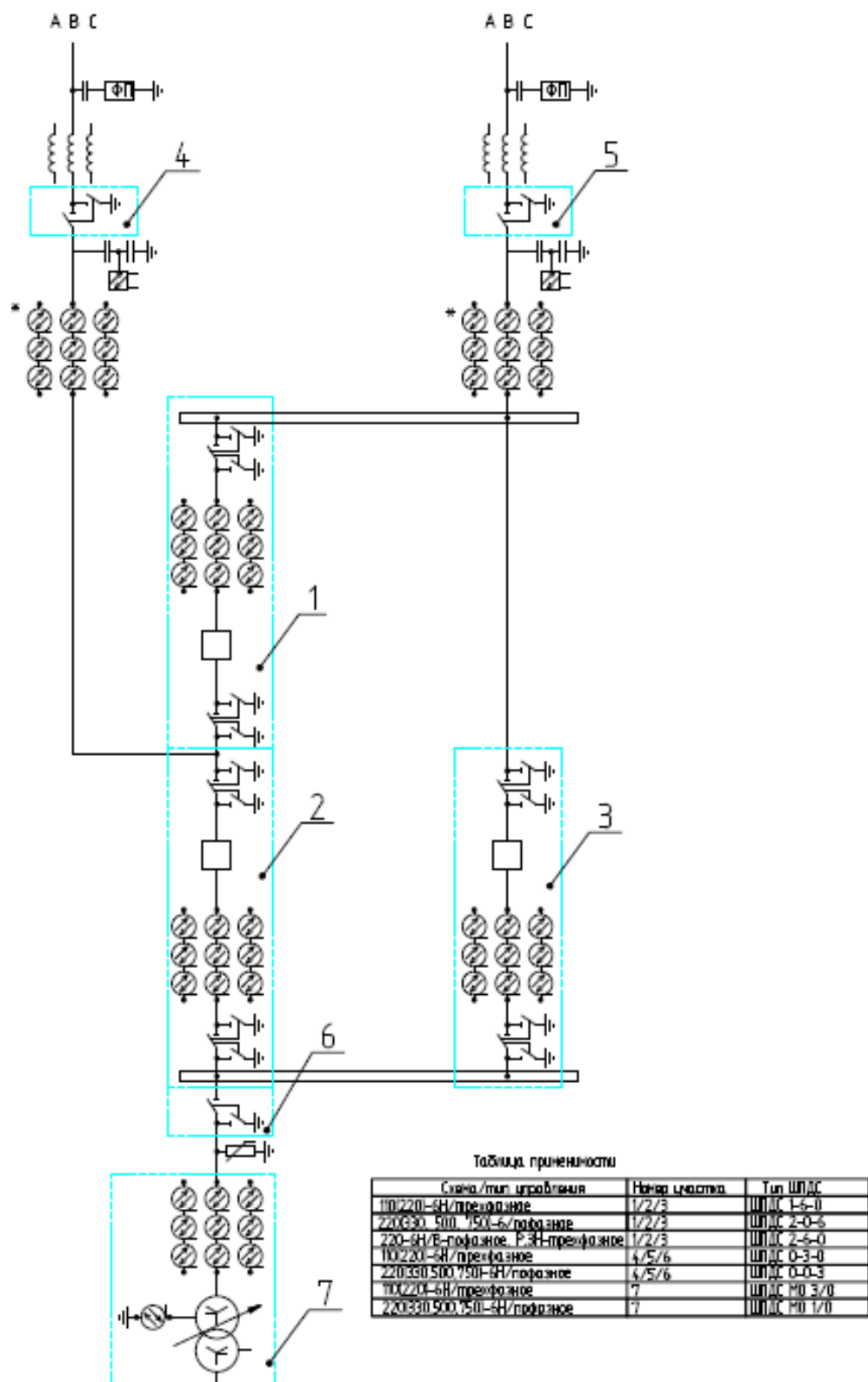


Схема № 6Н – Треугольник

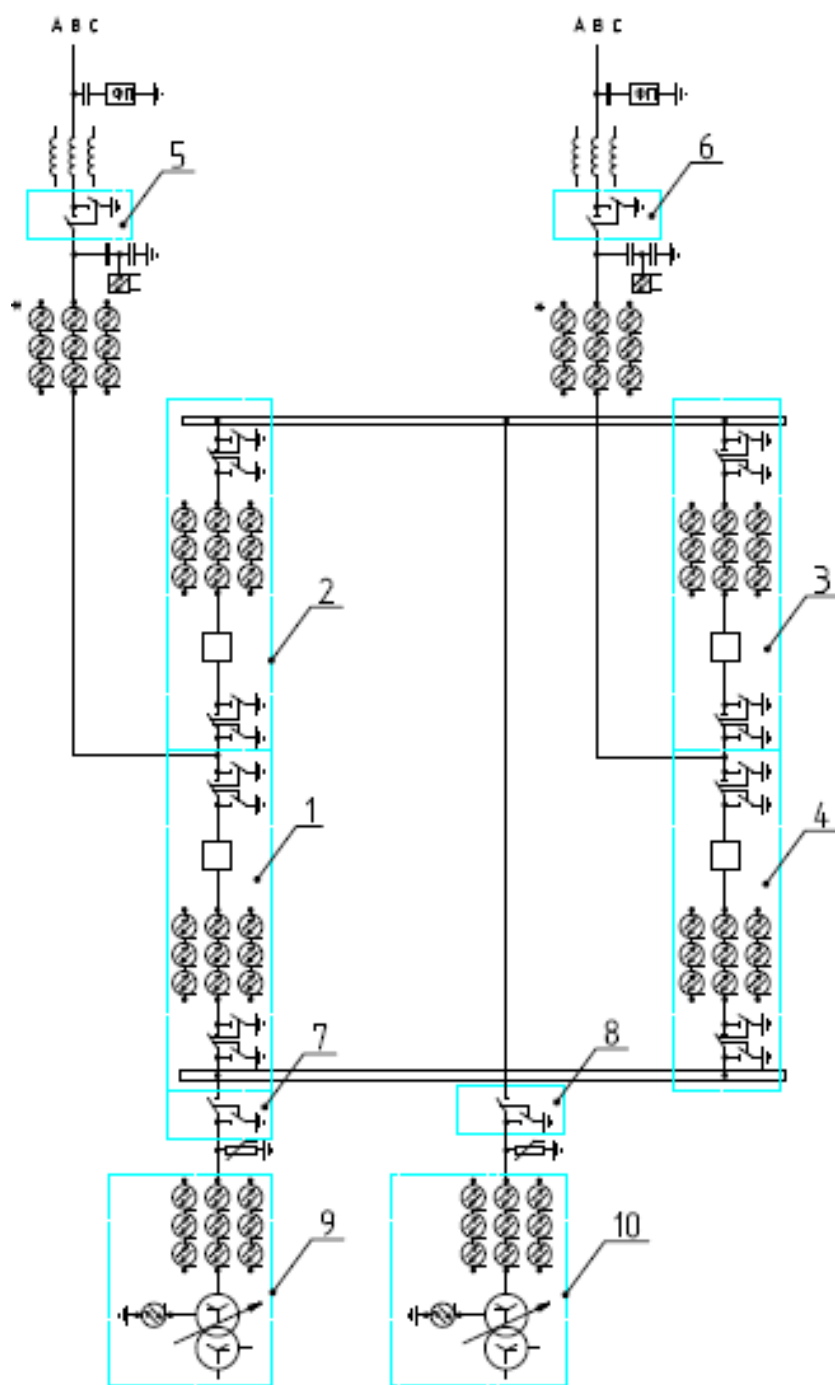


Схема № 7 – Четырехугольник

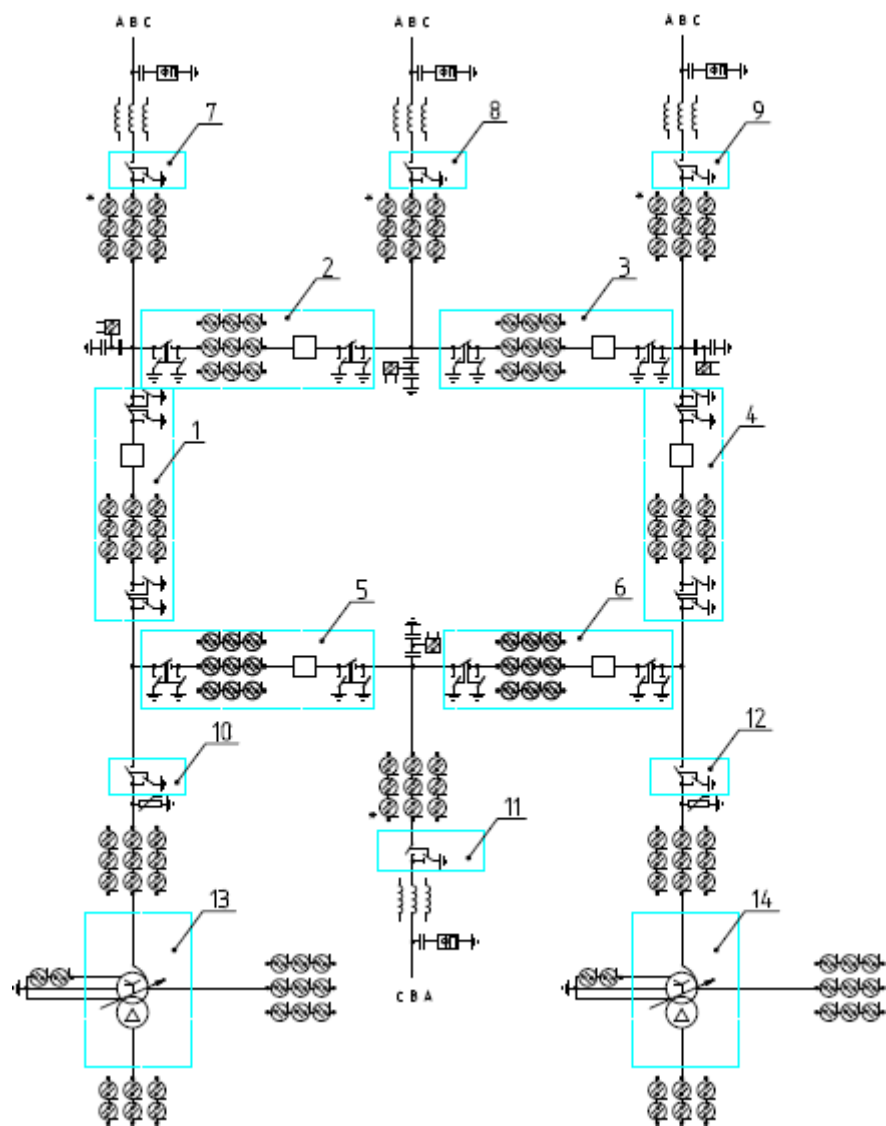


Схема № 8 – Шестиугольник

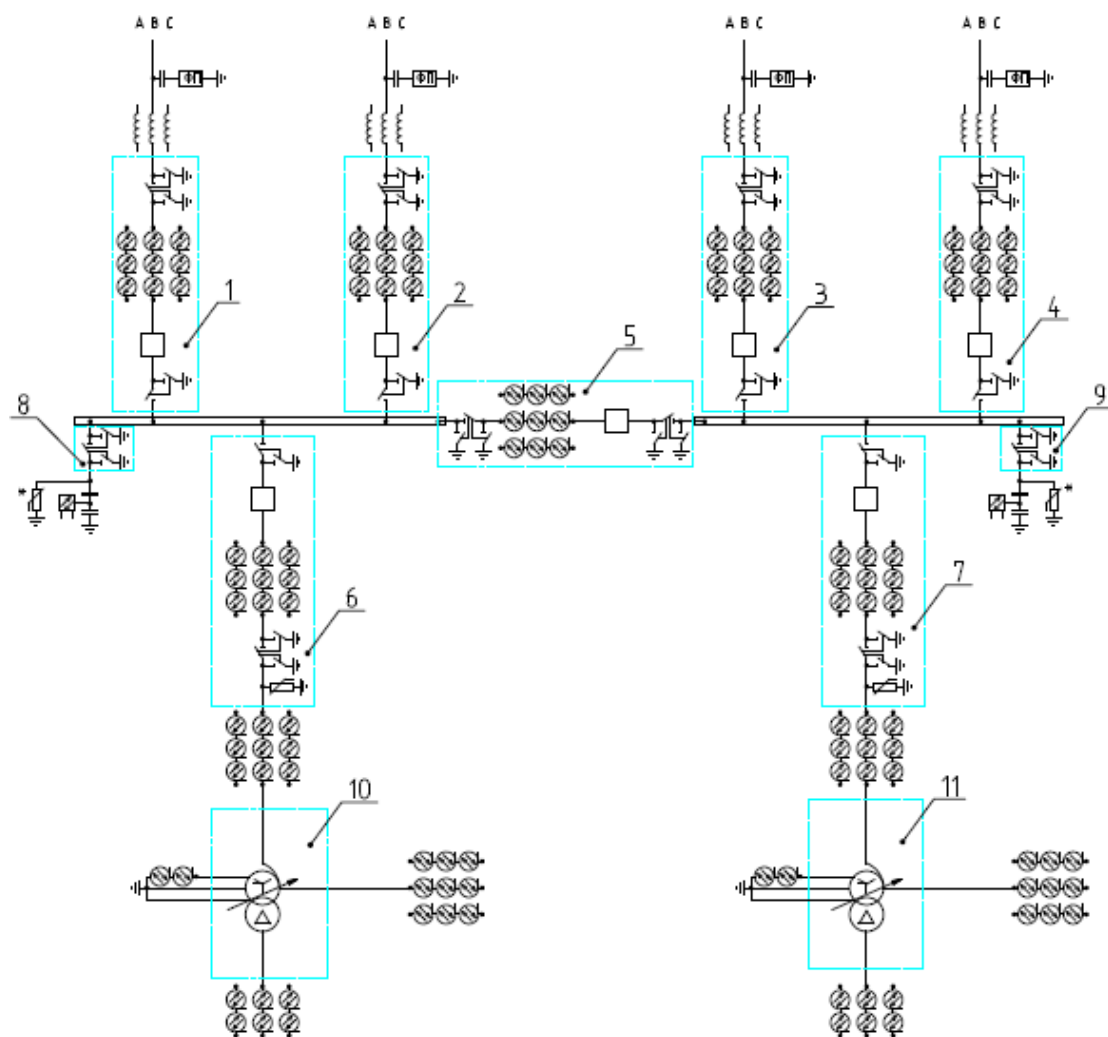


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
35(110, 220)-9/трехфазное	1-7	ШПДС 1-6-0
220-9/пофазное	1-7	ШПДС 2-0-6
220-9/В-пофазное, Р,ЗН-трехфазное	1-7	ШПДС 2-6-0
35(110, 220)-9/трехфазное	8/9	ШПДС 0-3-0
220-9/пофазное	8/9	ШПДС 0-0-3
35(110, 220)-9/трехфазное	10/11	ШПДС МО 3/0
220-9/пофазное	10/11	ШПДС МО 1/0

Схема № 9 – Одна рабочая секционированная система шин

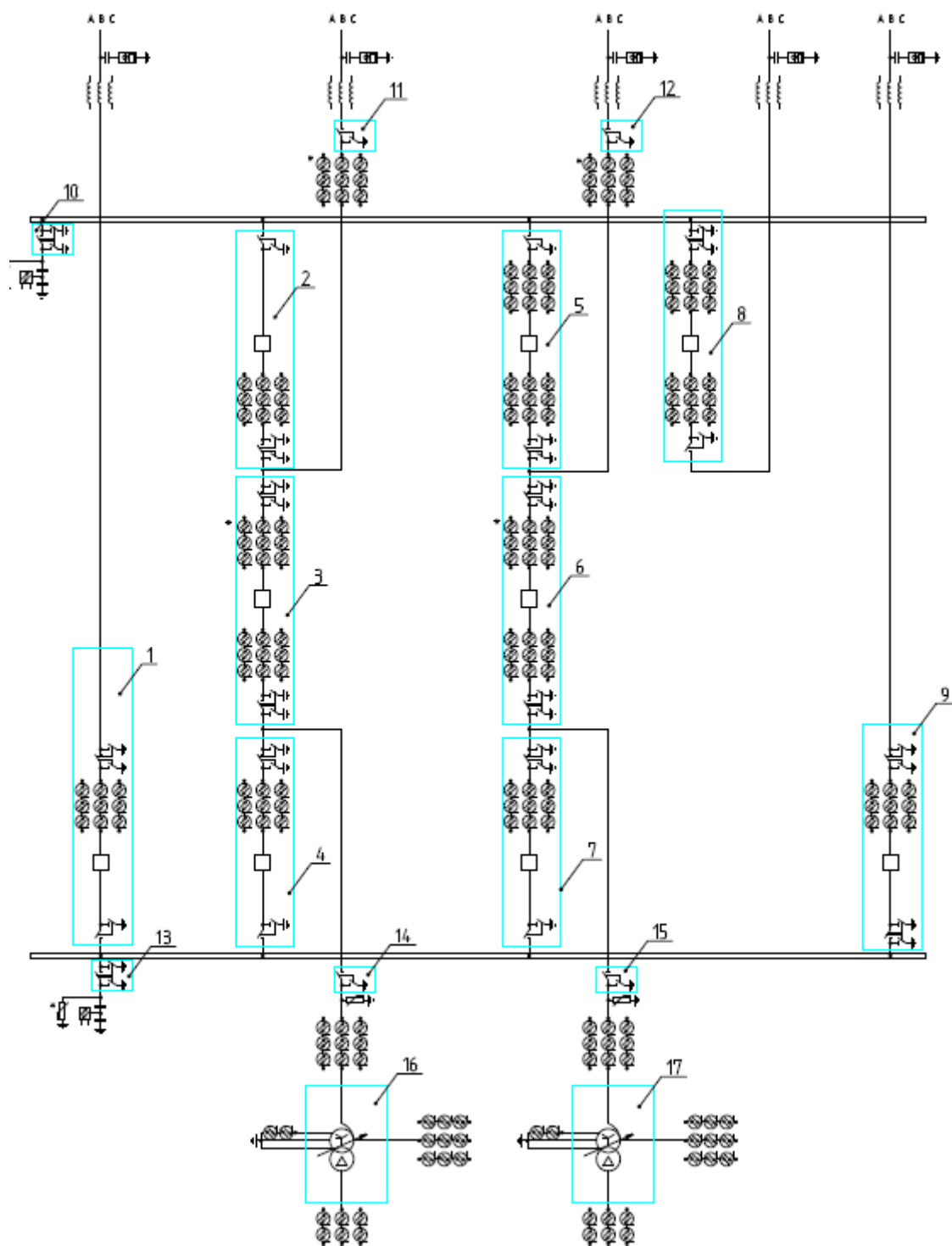


Схема № 9АН – Одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку

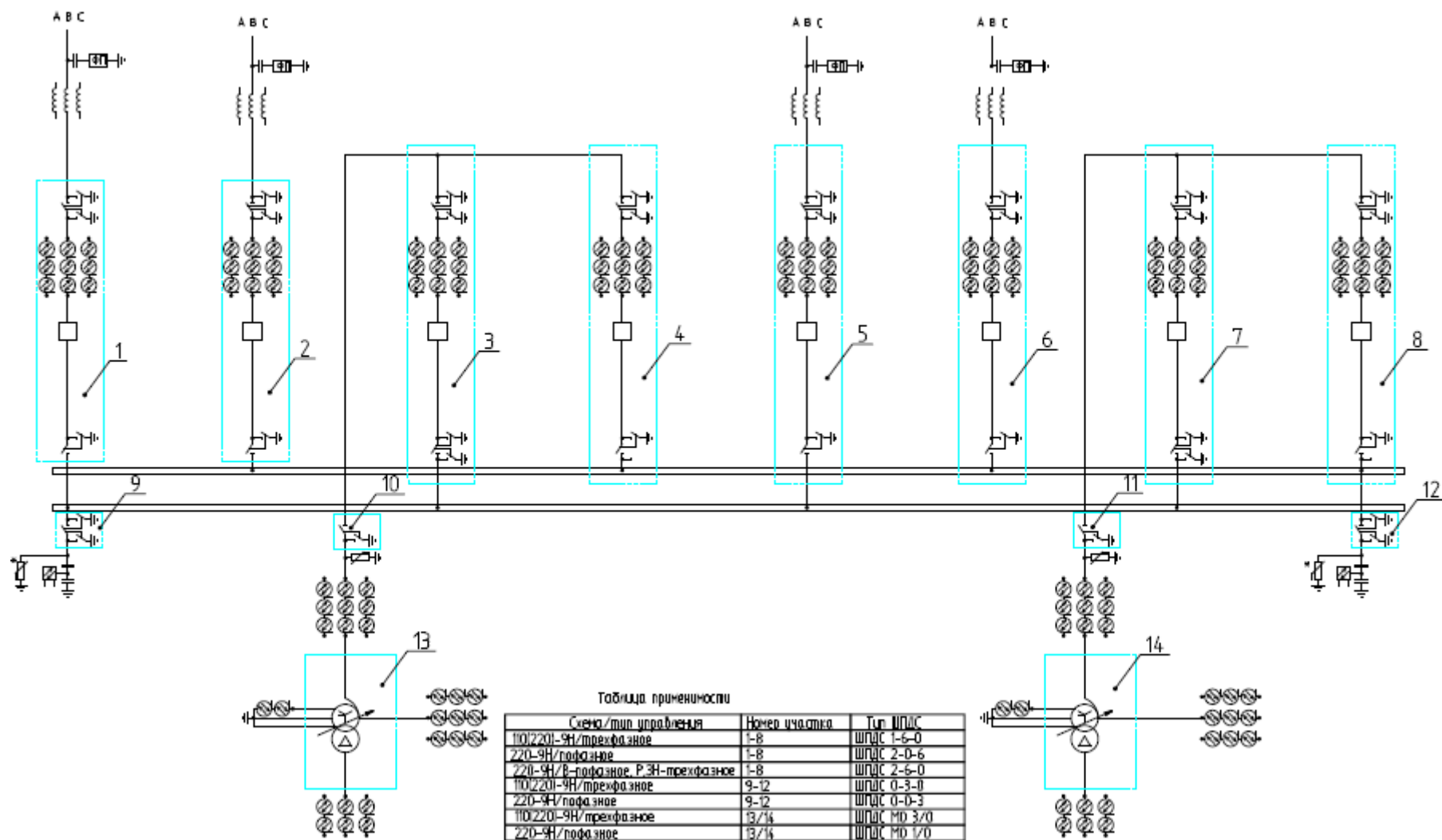


Схема № 9Н – Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку выключателей

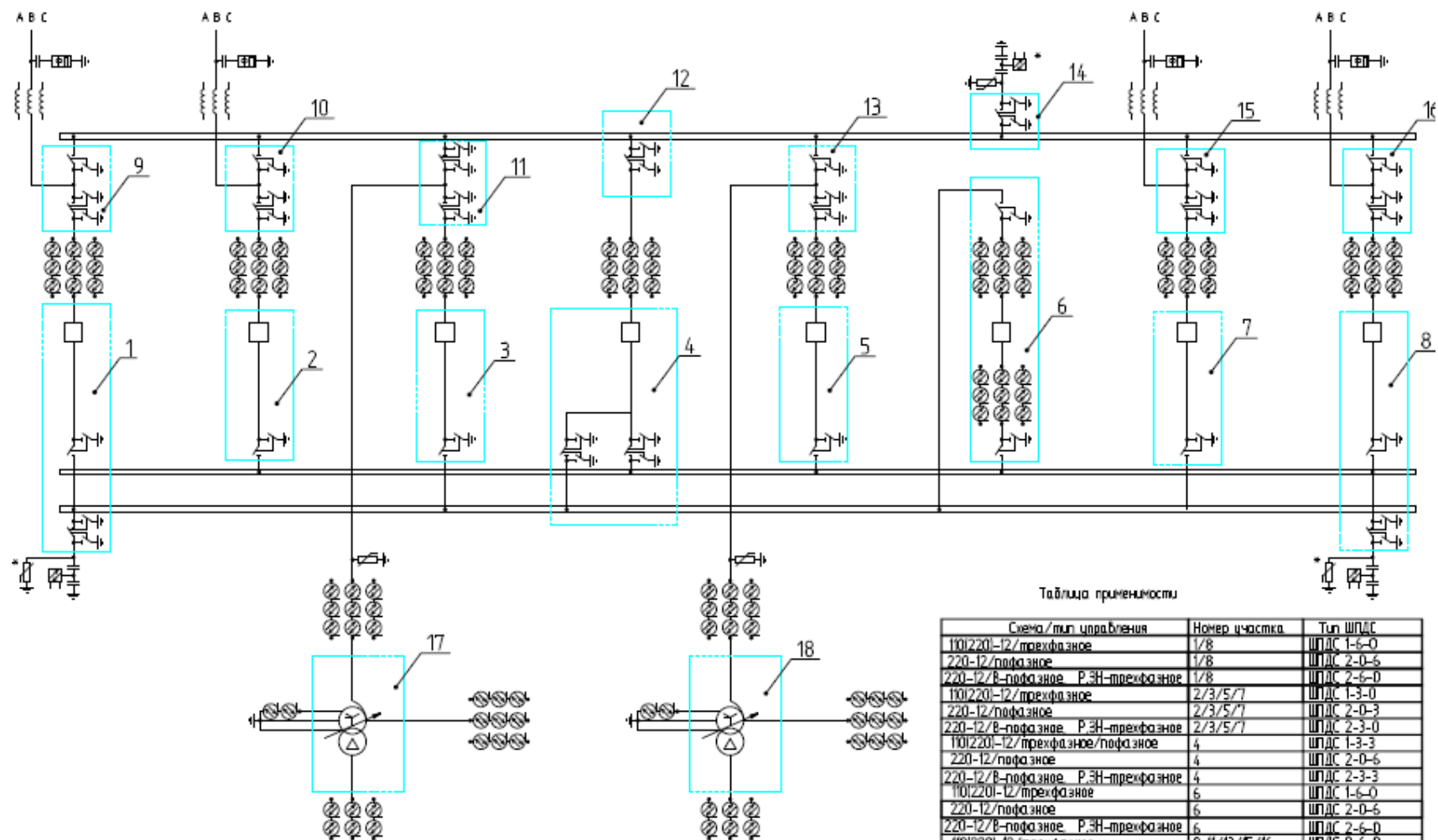


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
10(220)-12/трехфазное	1/8	ШПДС 1-6-0
220-12/пофазное	1/8	ШПДС 2-0-6
220-12/8-пофазное Р.ЭН-трехфазное	1/8	ШПДС 2-6-0
10(220)-12/трехфазное	2/3/5/7	ШПДС 1-3-0
220-12/пофазное	2/3/5/7	ШПДС 2-0-3
220-12/8-пофазное Р.ЭН-трехфазное	2/3/5/7	ШПДС 2-3-0
10(220)-12/трехфазное/пофазное	4	ШПДС 1-3-3
220-12/пофазное	4	ШПДС 2-0-6
220-12/8-пофазное Р.ЭН-трехфазное	4	ШПДС 2-3-3
10(220)-12/трехфазное	6	ШПДС 1-6-0
220-12/пофазное	6	ШПДС 2-0-6
220-12/8-пофазное Р.ЭН-трехфазное	6	ШПДС 2-6-0
10(220)-12/трехфазное	9-11/13/15/16	ШПДС 0-6-0
220-12/пофазное	9-11/13/15/16	ШПДС 0-0-6
10(220)-12/трехфазное	12/14	ШПДС 0-3-0
220-12/пофазное	12/14	ШПДС 0-0-3
10(220)-12/трехфазное	17/18	ШПДС МО 3/0
220-12/пофазное	17/18	ШПДС МО 1/0

Схема № 12 – Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин

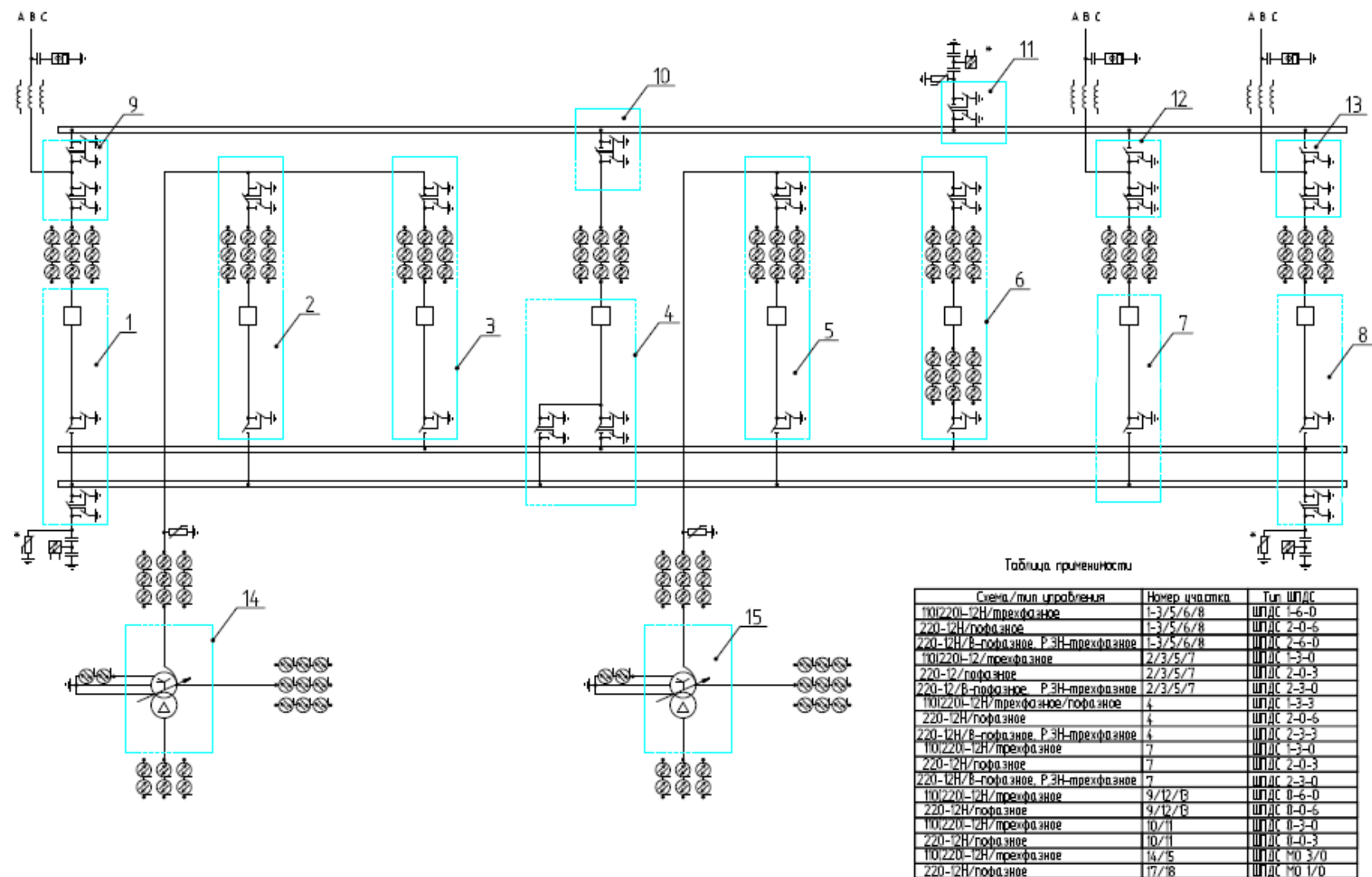


Схема № 12Н – Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин с подключением трансформаторов к обеим секциям шин через 2 выключателя

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по лабораторным работам по дисциплине "Основы проектирования
высокоавтоматизированных подстанций"
по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль)
подготовки
«Цифровые технологии в электроэнергетике» очная форма обучения

Ставрополь, 2025 г.

Содержание

Лабораторная работа №1. Разработка лабораторного практикума по моделированию IED устройства и сообщений GOOSE средствами IEDScout в рамках дисциплины РЗА ЦПС	3
Лабораторная работа №2	25
Применение графического инструмента конфигурирования подстанции SCL Express	

Лабораторная работа №1. Разработка лабораторного практикума по моделированию IED устройства и сообщений GOOSE средствами IEDScout в рамках дисциплины РЗА ЦПС

Содержание работы	
Теоретический материал по теме лабораторной работы	4
IEC 61850 Стандарт для коммуникационных сетей и оборудования на электрических подстанциях.	4
Методика проверки GOOSE	5
IED Scout меню программы и функции	8
Пример поэтапного выполнения моделирования IED устройства и сообщений GOOSE средствами IEDScout.	17
Задание	23
Список используемых ресурсов	24

Теоретический материал по теме лабораторной работы

IEC 61850 Стандарт для коммуникационных сетей и оборудования на электрических подстанциях.

Оборудование и системы способны обмениваться данными, командами и измеренными значениями с помощью набора стандартизованных протоколов.

Стандарт IEC 61850 формирует основу для передачи данных на электрических подстанциях и поддерживает дальнейшее развитие существующих концепций защиты и управления процессами. Он также поддерживает внедрение новых подходов, включая цифровые подстанции.

IED (интеллектуальные электронные устройства) используются в среде IEC 61850 в качестве оборудования защиты, автоматизации и управления. IED от разных производителей обмениваются сведениями и получают доступ к моделям данных с помощью стандартизованных элементов.

Обмен данными реализуется с помощью различных служб и сетей. Сеть подстанции служит, например, для передачи сообщений и команд, а отдельная сеть (как правило, она носит название «шина процесса») — для передачи в режиме реального времени таких данных, измеренные значения и сигналы событий защиты.

Требования к применению и настройке эмуляторов устройств.

Эмуляторы устройств МЭК 61850 допускается использовать для экспериментов, в которых проверяется функционирование системы в целом и нагрузка на нее, а не функционирование и производительность устройств нижнего уровня.

Допускается применять эмуляторы для проверки устойчивости системы и оценки задержек при выдаче сигналов в телемеханику при интенсивной

передаче аналоговых событий, а также в дополнение к источнику односекундных импульсов.

Допускается применять эмуляторы для замещения устройств, не имеющих функции гибкой логики, в схеме экспериментов проверки GOOSE, при условии подключения компьютеров с установленными эмуляторами в те же порты коммутатора Ethernet, в которые были подключены замещаемые физические устройства.

Методика проверки GOOSE

Оценка полного времени передачи GOOSE по сети

Данный эксперимент необходим для оценки устойчивости ПТК АСУ ТП к лавинообразному нарастанию потока GOOSE сообщений. Эксперимент проводится для сети, состоящей из N интеллектуальных электронных устройств и K коммутаторов сети Ethernet (не менее 5).

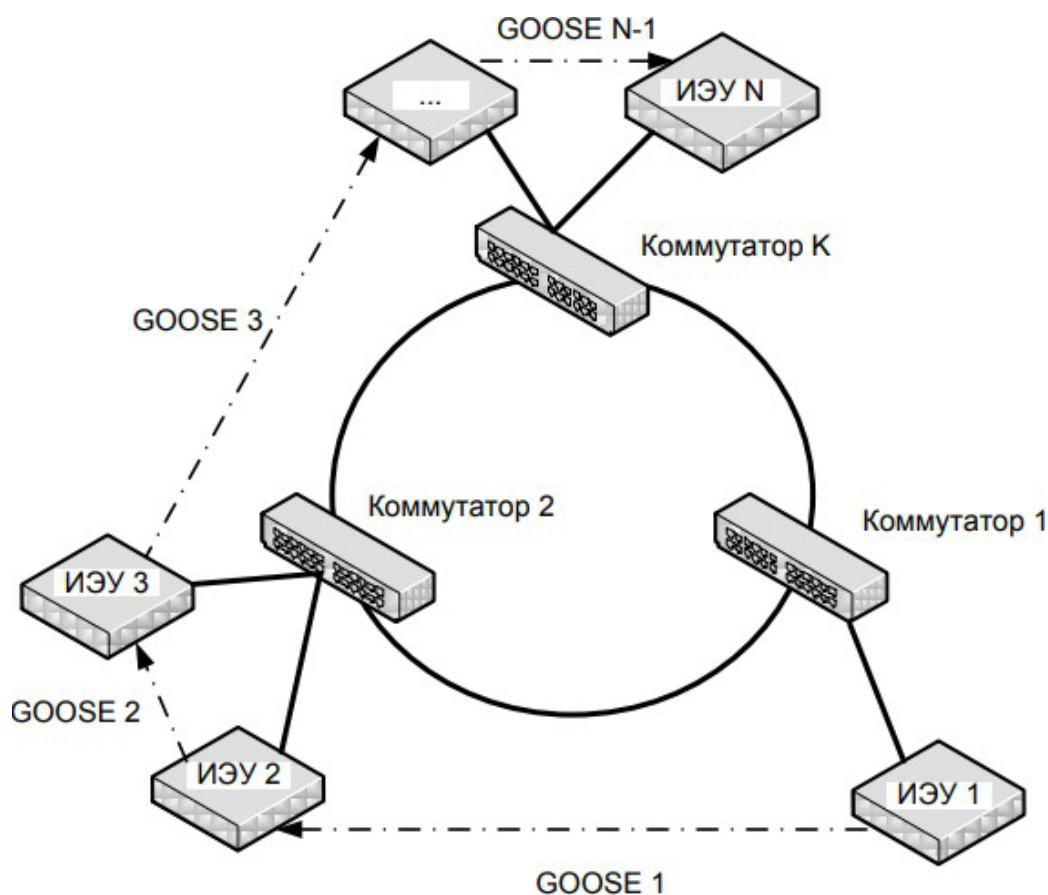


Рисунок 1 – Диаграмма передачи GOOSE

По внешней команде (по дискретному входу, команда по протоколу МЭК 61850-8-1 (MMS)) ИЭУ 1 устанавливает в значение «1» бинарный сигнал, передаваемый как GOOSE 1 по сети Ethernet. По этому сигналу ИЭУ 2 устанавливает свой тестовый сигнал в значение «1» и также передает его по сети в виде GOOSE 2. Аналогично сигнал передается по всем устройствам в сети. Принятый по GOOSE сигнал ИЭУ должны ретранслировать по протоколу MMS на верхний уровень АСУ ТП с метками времени приема GOOSE сообщения (каждый ИЭУ фиксирует N-1 GOOSE сигналов от всех остальных ИЭУ).

За счет увеличения частоты передачи GOOSE по факту возникновения события должна лавинообразно нарастать нагрузка на сеть.

Через время большее, чем время восстановления нормального цикла передачи GOOSE TB, происходит сброс тестового бинарного сигнала в 0 с последующей передачей этого сигнала между ИЭУ.

Экспериментальная установка должна позволять проводить такие эксперименты сериями для усреднения полученных результатов.

Для оценки результатов все интеллектуальные электронные устройства должны быть синхронизированы с точностью 1 мс.

Эксперимент должен производиться при полностью собранной сети, включающей в себя все коммутаторы и ИЭУ; топология сети должна соответствовать аттестуемой (не допускается исключать отдельные элементы).

Контролируется:

1. Корректность эксперимента: верная временная последовательность событий.
2. По меткам времени оценивается время, затрачиваемое на прием, обработку и передачу GOOSE сообщений между устройствами в сети в «штормовом» режиме
3. Оценивается наибольшее время передачи GOOSE сообщения от одного ИЭУ в сети к другому.

4. Оценивается разброс результатов за счет повторения экспериментов.

5. Наибольшее полное время передачи и обработки GOOSE сообщения не должно превышать 10 мс на одно устройство.

Отчетный документ:

В отчетный документ заносится отметка о выполнении пункта в целом, а так же, наибольшее время передачи GOOSE от одного устройства к другому, полученное в серии экспериментов.

Отсутствие потерь в передаче GOOSE сообщений GOOSE сообщения имеют встроенные средства для обеспечения целостности передаваемых данных (повторная передача). Целью данного опыта является проверка корректной работы устройств нижнего уровня при передаче GOOSE сообщений в режиме повышенной информационной нагрузки и отсутствие потерь в передаваемых данных.

Для выполнения данной проверки включается режим «бегущей волны» по схеме эксперимента 5.5.1, при замкнутом кольце (т.е. при передаче сообщения GOOSE N от ИЭУ N к ИЭУ 1). При этом перед формированием очередного события, передаваемого по GOOSE, в одном из устройств в цепочке делается выдержка времени, больше времени восстановления ТВ нормального цикла передачи GOOSE сообщения, для исключения эффекта «наложения» сообщений друг на друга. В этом случае в кольце будут последовательно на всех устройствах выставляться тестовые сигналы в значение «1», а затем в значение «0» и т.д.

Устройства нижнего времени фиксируют время отправки GOOSE сообщения и время приема GOOSE сообщения от другого устройства.

Контролируется:

1. Разница между временем отправки GOOSE сообщения из одного устройства и временем приема GOOSE сообщения на другом устройстве не должна изменяться более чем в два раза, что гарантирует прием первого пакета GOOSE из последовательности посылок.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом, а также вносится наибольшее время передачи GOOSE от одного устройства к другому, полученное в серии экспериментов.

IED Scout меню программы и функции

Работа с обозревателем

Вкладка Браузер представляет собой наиболее часто используемую рабочую среду и содержит наиболее часто используемые команды в пяти группах:

Application

IED

Data

Services

Show

Вкладка Application состоит из следующих элементов меню.

Open SCL

Вы можете просматривать файлы SCL (SCL → Глоссарий) в IEDScout без необходимости доступа к сети. Когда вы открыли файл SCL, он по умолчанию отключен. Нет сообщений GOOSE или отчетов, и сетевой трафик не обрабатывается. Это предоставляет средства для простого автономного анализа файла SCL.

Щелкните «Открыть SCL» и перейдите по структуре папок на вашем компьютере к нужному файлу SCL. Выберите файл и нажмите «Открыть». Под IP-адресом IED и путем к файлу SCL IEDScout теперь отображает структуру модели данных IED. Символ IED на панели навигации указывает, что это IED определяется файлом SCL.

Файл SCL может содержать более одного IED. В этом случае в окне «Доступные устройства IED» перечислены все устройства, содержащиеся в файле SCL. Выберите IED, которые хотите открыть, и нажмите ОК. Затем

IEDScout отображает структуру модели данных первого IED файла SCL. Если вы открыли более одного файла SCL или более одного IED из файла SCL, выберите IED, данные которого вы хотите просмотреть, из окна списка IED.

Save SCL

Сохраните модель данных выбранного в настоящий момент IED в файл SCL. Это может быть IED, обнаруженное в сети, или IED, загруженное из файла SCL. Сделайте свой выбор в зависимости от возможностей инструмента и используемой версии стандарта IEC 61850.

Имя IED фиксировано, здесь его нельзя изменить. Щелкните Свойства устройства IED на вкладке «Браузер», чтобы изменить имя устройства IED. Однако здесь необходимо указать версию схемы файла SCL (согласно IEC 61850-6). Сделайте свой выбор в зависимости от возможностей инструмента и используемой версии стандарта IEC 61850.

Нажмите «Сохранить» и просмотрите структуру папок вашего компьютера до папки назначения по вашему выбору. Либо оставьте имя файла по умолчанию (идентичное имени IED), либо введите новое имя по своему вкусу. По умолчанию файл SCL выпуска 1 получает расширение имени файла .icd, а файл выпуска 2 - .iid. Вы также можете выбрать любое другое типичное расширение имени файла SCL.

Нажмите «Сохранить», чтобы в конечном итоге сохранить файл.

Discover IED

Обнаружение IED означает: подключение к IED и считывание его модели данных. Для этого ваш компьютер должен иметь доступ к IP-адресу IED.

1. Щелкните «Обнаружить IED».
2. В окне «Обнаружение IED» введите IP-адрес устройства, которое вы хотите обнаружить, или выберите устройство по вашему выбору из списка предыдущих подключений.

3. Щелкните кнопку "Обнаружить". IEDScout переключается на вкладку «Браузер», и вы можете видеть ход выполнения операции «Обнаружение» в области навигации:



Если хотите, вы уже можете начать другой процесс обнаружения. Хотя значок IED выглядит так, IEDScout получает структуру модели данных от IED. Как только значок IED изменится на, вы можете начать использовать IED. IEDScout считывает все значения данных в фоновом режиме. Вы можете прервать операцию обнаружения, щелкнув либо «Отмена», либо «Закрыть IED», либо нажав клавишу <ESC> на клавиатуре.

- IEDScout может одновременно обнаруживать несколько IED.
- Подключение IEDScout к IED не означает автоматического получения GOOSE или отчетов от IED.

Когда IEDScout обнаруживает IED, он угадывает имя IED на основе модели данных IED. Если вы хотите изменить имя IED, щелкните Свойства IED на вкладке «Браузер», чтобы вручную исправить это имя.

Если IEDScout обнаруживает IED, но не может точно определить имя IED и, следовательно, отображает его неверно, щелкните Свойства IED на вкладке «Браузер», чтобы вручную исправить имя.

Если IEDScout не может обнаружить выбранное IED, отображается сообщение об ошибке. Как правило, IP-адрес IED - это единственная информация, необходимая для подключения к такому устройству, совместимому с IEC 61850. Если IP-адрес доступен для вашего компьютера, IEDScout найдет устройство.

Когда IEDScout подключается к IED, он использует определенные «вызывающие» параметры, чтобы идентифицировать себя для IED. Эти

параметры не подлежат изменению. IEDScout использует следующие значения:

- Название вызывающей точки доступа: «1.1.1.999» (0x29018767), идентификатор вызова вызывающей точки доступа: 0
 - Вызов квалификатора AE: 12, идентификатор вызова вызывающего AE: 0
 - Вызов селектора презентации: 0x00000001
 - Селектор сеанса вызова: 0x0001
 - Ссылка на источник COTR: 0x0001, источник TSAP: 0x0000
- Список предыдущих подключений в окне Discover IED:

- Если вашего IED еще нет в списке, введите IP-адрес устройства, которое вы хотите обнаружить. Щелкните «Обнаружить» или дважды щелкните запись в списке, чтобы начать обнаружение. Когда устройство IED было успешно обнаружено, оно добавляется в список. Его отображаемое имя берется из внутренних настроек IED.

- Если вы вводите существующий IP-адрес (то есть IP-адрес одного из перечисленных устройств) и успешно обнаруживаете это IED, имя IED и все существующие параметры соединения (полученные из внутренних настроек IED) обновляются, когда это применимо. .

- Чтобы дублировать существующее IED, выберите его, измените его IP-адрес и нажмите «Сохранить». Поскольку назначенный IP-адрес ↔ имя должно быть уникальным, дублированное IED сначала не отображает имя. Как только IEDScout обнаруживает это IED, его имя вводится автоматически.

- Щелкните, чтобы удалить выбранное IED из списка.
 - Нажмите «Сохранить», чтобы сохранить любые изменения, внесенные в список.
- Close IED

Щелкните, чтобы закрыть текущее выбранное IED и удалить его с панели навигации.

На вкладке «Симулятор» вы настраиваете IEDScout для имитации IED, открытого из файла SCL или скопированного из браузера (→ команда «Симულიровать в браузере»).

Вы можете смоделировать все IED, чтобы клиенты могли установить с ним соединение. В качестве альтернативы вы можете выбрать имитацию только одного или нескольких GOOSE IED.

Функциональные возможности вкладки Simulator разделены на три группы:

Application

Data

Services

Show

Открыть SCL

Щелкните «Открыть SCL» и перейдите по структуре папок на вашем компьютере к нужному файлу SCL. Выберите файл и нажмите «Открыть». Под IP-адресом IED и путем к файлу SCL IEDScout теперь отображает структуру модели данных IED. Символ IED на панели навигации указывает, что это IED определяется файлом SCL.

Файл SCL может содержать более одного IED. В этом случае в окне «Доступные устройства IED» перечислены все устройства, содержащиеся в файле SCL. Выберите IED, которые хотите открыть, и нажмите ОК. Затем IEDScout отображает структуру модели данных первого IED файла SCL. Если вы открыли более одного файла SCL или более одного IED из файла SCL, выберите IED, данные которого вы хотите просмотреть, из окна списка IED. Теперь вы можете просматривать IED, изменять DataModel, используя Set values (→ Set values), моделировать одиночный GOOSE или моделировать все IED.

При открытии IED из файлов SCL IEDScout накапливает IED. Загруженные IED остаются открытыми, а новые загруженные добавляются.

Следовательно, уже загруженное IED отображается выбранным и установленным только для чтения в окне «Доступные IED»; он не перезагружается. Таким образом, вы можете открыть файл SCL во второй раз, чтобы дополнительно загрузить из него IED-устройства, которые вы пропустили в первый раз, без потери текущего рабочего состояния IEDScout. Кроме того, таким образом вы можете работать с несколькими IED из нескольких файлов SCL.

Начинать

Нажмите Start, чтобы начать моделирование IED. Откроется диалоговое окно Simulate IED.

Настройки сервера

Включить сервер

Выберите этот вариант, если смоделированное IED должно быть доступно сетевому клиенту через MMS (MMS → Manufacturing Message Specification). Затем клиенты могут обнаружить смоделированное IED, используя IP-адрес «Прослушивание» и порт, указанный ниже.

Слушая

В этом списке показаны все текущие IP-адреса вашего компьютера. Выбранный здесь IP-адрес будет тем адресом, который клиенты должны использовать для подключения к смоделированному IED. Вы можете выбрать один из IP-адресов компьютера или разрешить соединения на всех IP-адресах этого компьютера.

Порт

Номер порта смоделированного IED для приема соединения с клиентом. Номер порта по умолчанию для клиента / сервера МЭК 61850 (MMS) - 102. Если этот порт уже используется каким-либо другим программным обеспечением, либо выберите другой IP-адрес «Прослушивание», либо введите здесь другой номер порта. Если используется порт, отличный от 102, то номер порта необходимо указать на клиенте, который используется для подключения к смоделированному IED. Примечание: вы можете использовать

инструмент Microsoft TCPView, чтобы узнать, какие программы занимают порт 102.

Каталог передачи файлов

Укажите папку, файлы которой затем будут предлагаться смоделированным IED с использованием передачи файлов IEC 61850. По умолчанию здесь не выбрана никакая папка. Если вы не выберете папку, смоделированное IED не будет передавать файлы по протоколу IEC 61850.

Настройки публикации GOOSE

Включить GOOSE

Выберите параметр «Включить GOOSE», чтобы отправлять все сообщения GOOSE смоделированного IED через настроенный сетевой адаптер GOOSE.

Если вы оставите опцию Enable GOOSE снятой, имитация GOOSE не будет. Моделирование GOOSE также можно запустить в момент, когда моделирование уже запущено (→ Услуги).

Моделирование / Тест

Выберите опцию Simulation / Test, чтобы установить тестовый бит GOOSE на 1 («истина»). Это означает, что GOOSE является смоделированным GOOSE. Если вы оставите эту опцию снятой, тестовый бит GOOSE будет установлен в 0 («ложь»). Это означает, что GOOSE не является смоделированным GOOSE.

Общие настройки

Режим / поведение

Выбранный здесь режим / поведение будет применен ко всем логическим узлам смоделированного IED перед запуском моделирования. Можно выбрать следующие режимы / поведение IEC 61850.

Data

Установить значения

Установка значений отключена? Либо выберите объект данных (DO), либо атрибут данных (DA) логического узла на панели «Подробности», либо выберите GOOSE или отчет на панели навигации.

Используйте Установить значения для изменения значений атрибутов данных одного или нескольких элементов по вашему выбору (GOOSE, отчет, объект данных, атрибут данных) смоделированного IED.

Выберите соответствующий элемент, затем щелкните Установить значения. Откроется диалоговое окно «Изменить данные IED», в котором можно просмотреть все атрибуты данных выбранного элемента.

Значения редактируемых атрибутов данных указываются в полях ввода.

Обратите внимание, что вы можете изменять только значения атрибутов данных, но не объекты данных или структурированные атрибуты данных. Атрибут структурированных данных является, например, «вектором», тогда как вектор содержит два дочерних атрибута данных, которые представляют значения x и y. В этом случае доступны для редактирования только значения x и y. Измененные атрибуты выделены жирным шрифтом.

Измените одно или несколько значений атрибутов данных по вашему выбору.

Если вы выбрали GOOSE или отчет вместо объекта данных, команда Set values изменяет значения блока управления GOOSE (GCB) или блока управления отчетом (RCB).

Нажмите кнопку «Установить значения», чтобы подтвердить изменения и закрыть диалоговое окно.

Если вы ввели недопустимое значение, вы получите уведомление об этом. Проверьте всплывающую подсказку предупреждающего символа.

IEDScout также уведомляет вас, если ваше изменение вызывает проблемы, связанные с качеством, которые необходимо учитывать. Проверьте всплывающую подсказку предупреждающего символа.

Вы также можете выполнить Set values, когда не запущено моделирование.

Четкие показания

Щелкните «Очистить индикацию», чтобы очистить все индикации изменений, появляющиеся при изменении атрибутов данных.

Экспорт

Экспорт отключен? В Мониторе активности нет элементов.

Экспортируйте все элементы, отображаемые в настоящее время в Activity Monitor, в файл CSV.

О CSV ... CSV = значения, разделенные запятыми. Этот формат файла ASCII доступен для чтения любой общей базой данных. Данные записываются в простом табличном формате. Позиция табуляции в качестве разделителя полей разделяет отдельные значения.

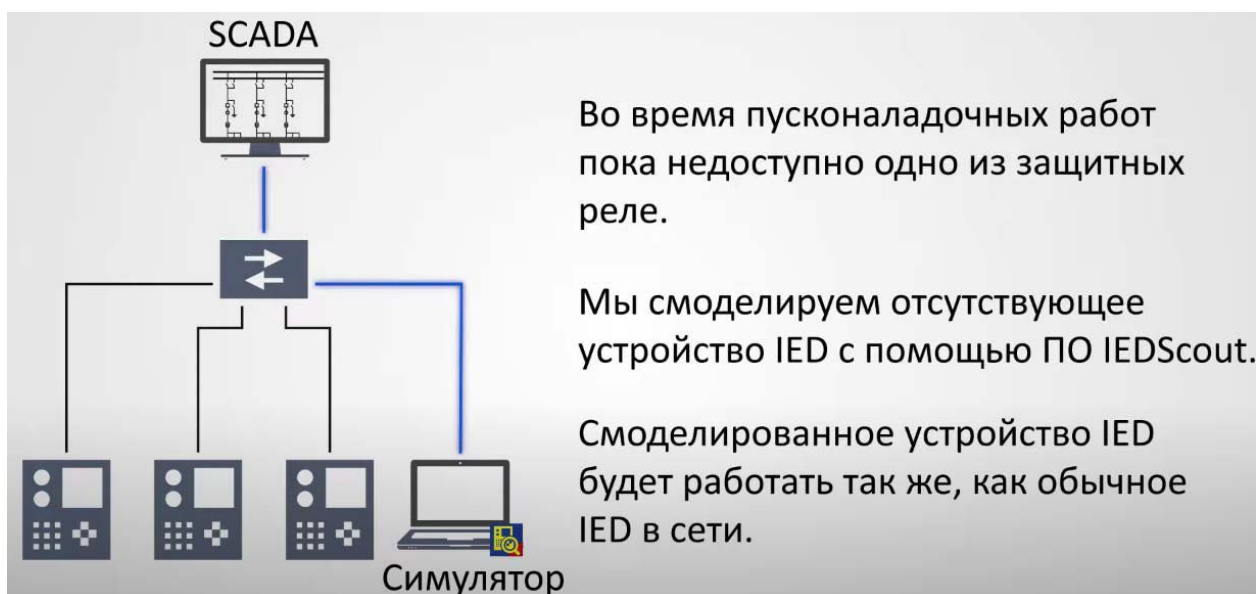
Пример поэтапного выполнения моделирования IED устройства и сообщений GOOSE средствами IEDScout.

Задание выполняется попарно двумя студентами: один студент реализует функцию моделирования IED, второй студент реализует функции подписчика на сообщения моделируемого IED.

1. Исходная ситуация на объекте.



2. Моделирование отсутствующего устройства.



3. Загружаем файл icd с сайта производителя ЭНИП-2 (или выдает преподаватель) <https://enip2.ru/production/izmereniya/enip-2/>

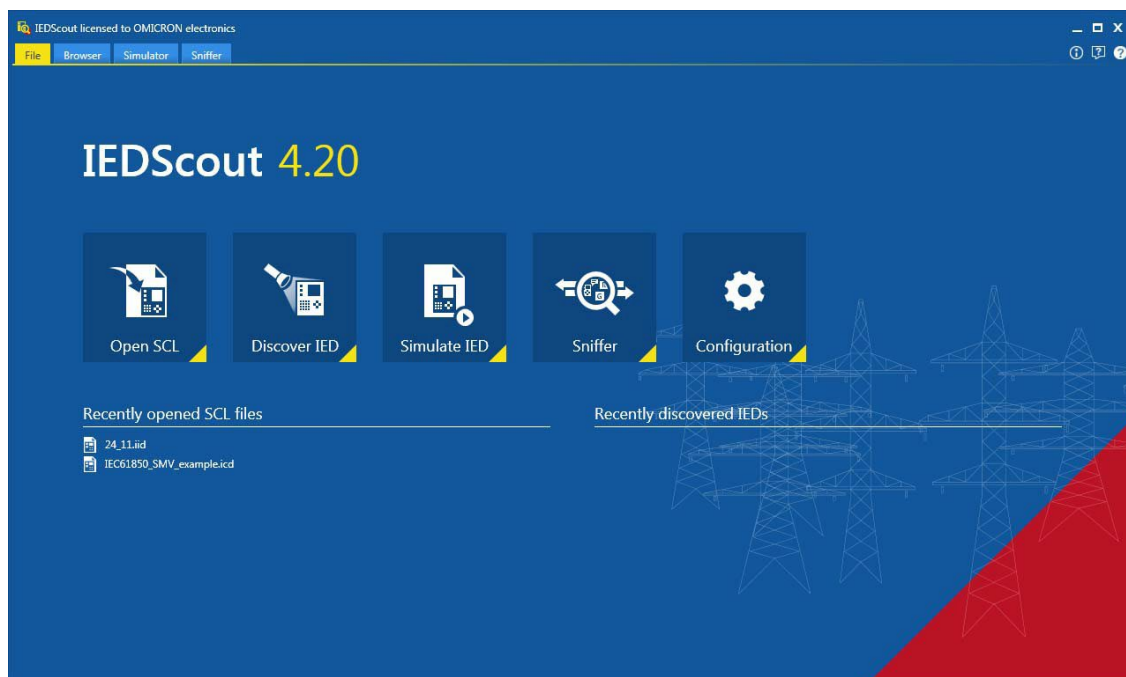
ЭНИП-2 *.icd файл

Описание ЭНИП-2 для МЭК 61850.

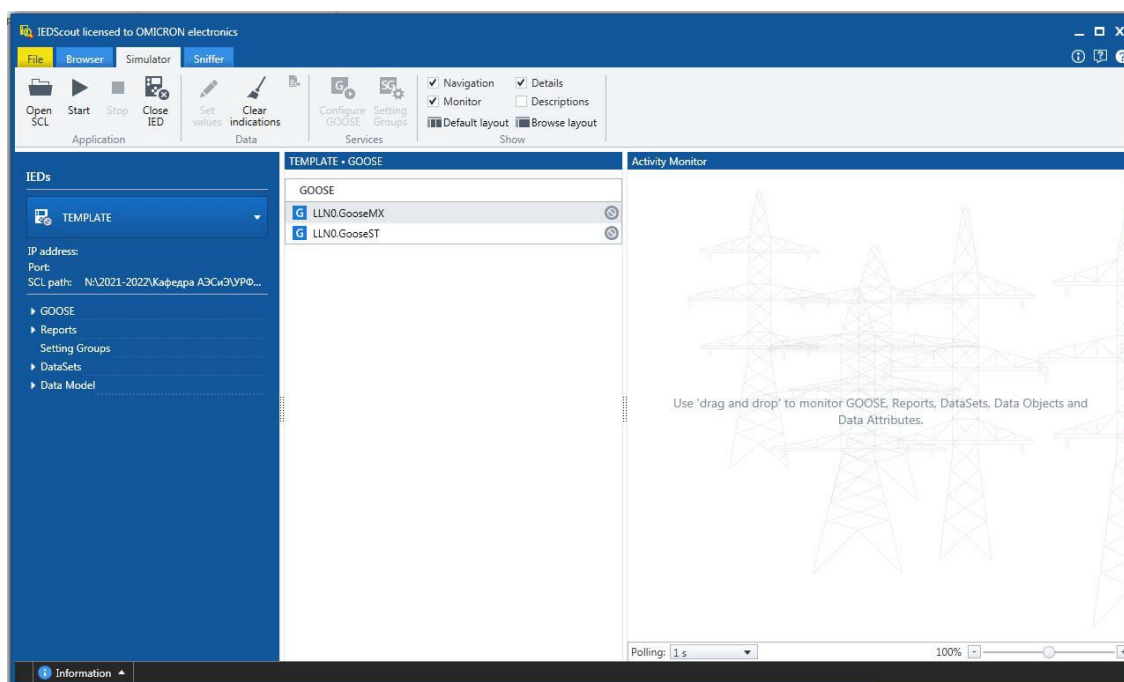
Дата создания: 11.08.2015

[Скачать](#)

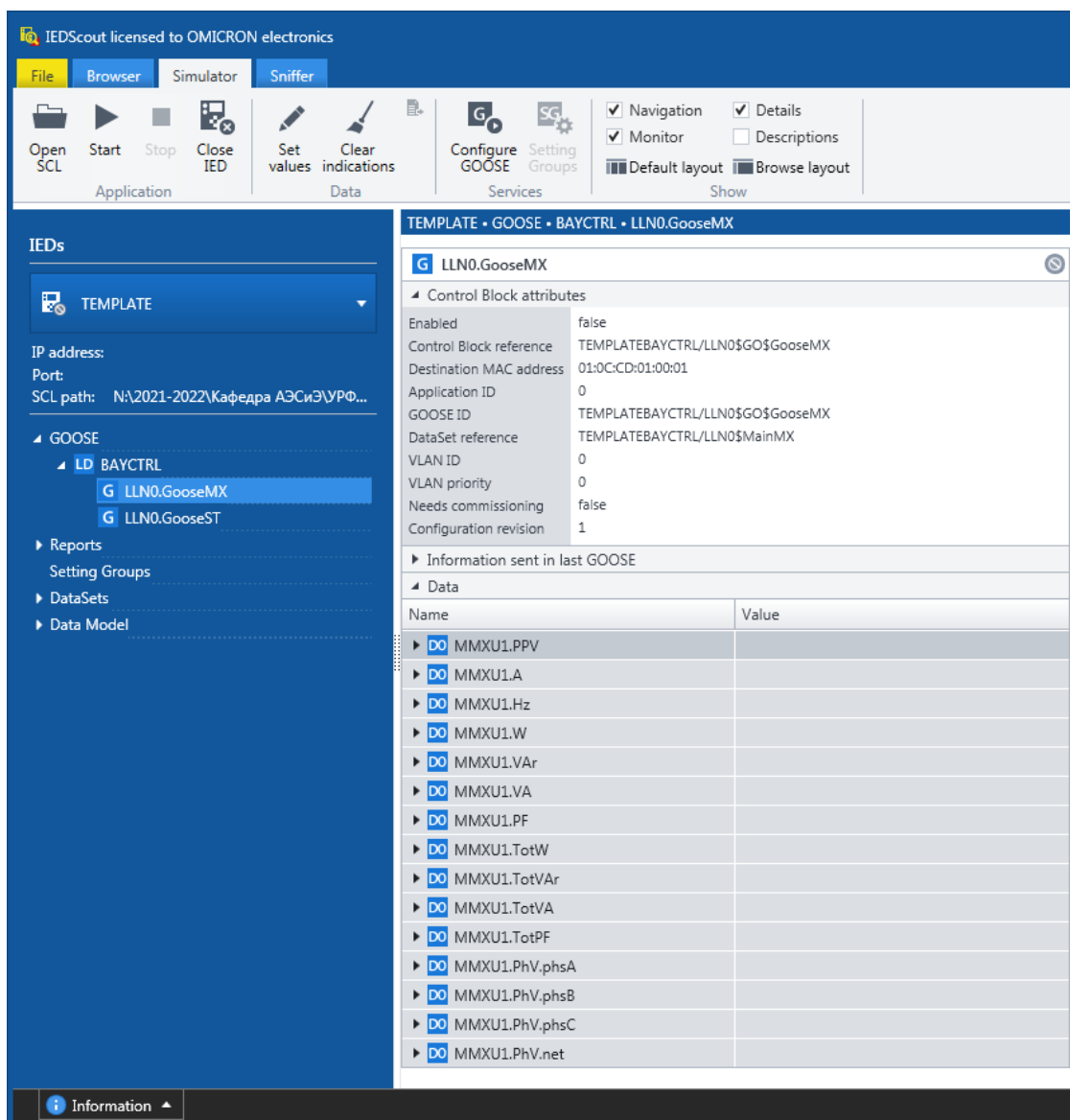
4. Запускаем бесплатную версию IEDScout



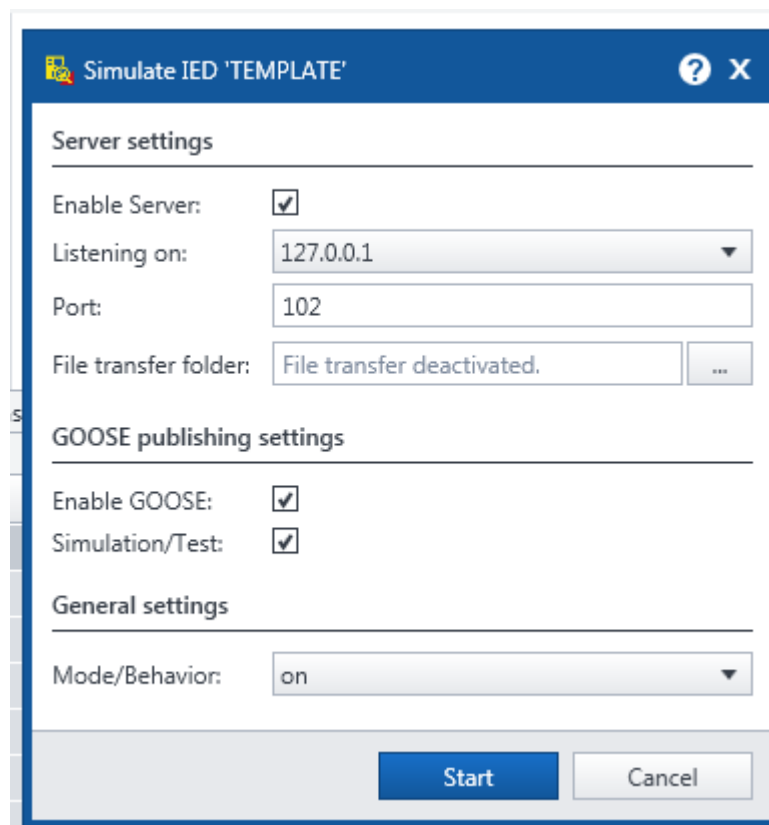
5. Используем Simulate IED. И загружаем скачанный файл icd



6. Устройство первое (компьютер №1) передает одно сообщение GOOSE



7. Нажав кнопку Start, запускаем симуляцию работы устройства в режиме test

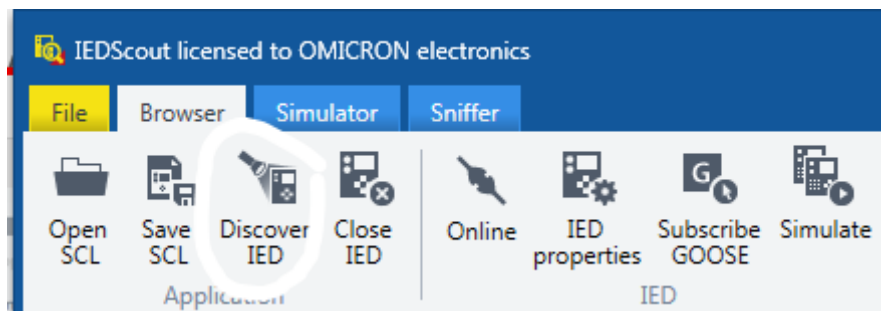


Теперь в сети выполняется моделирование IED (ЭНИП-2)

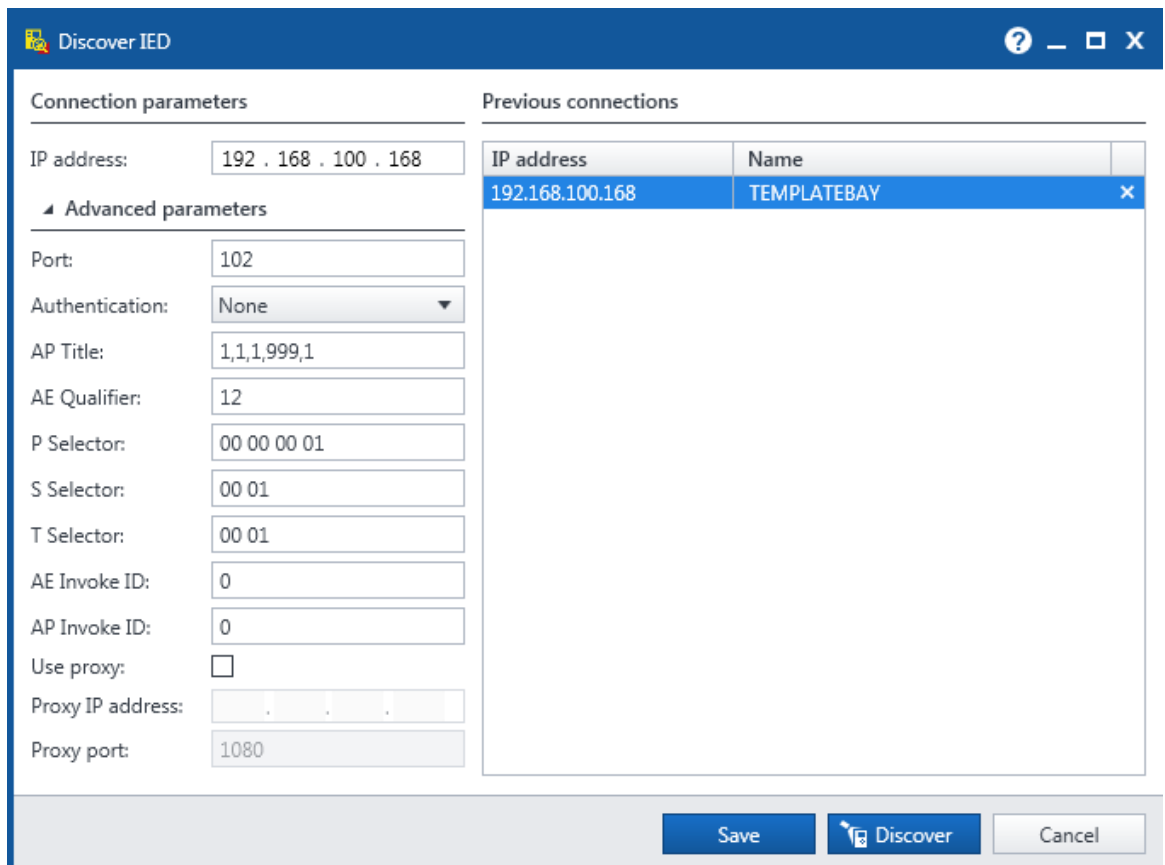
8. Выполняется подключение вторым студентом функций подписчика на публикуемые сообщения GOOSE средствами IEDScout.



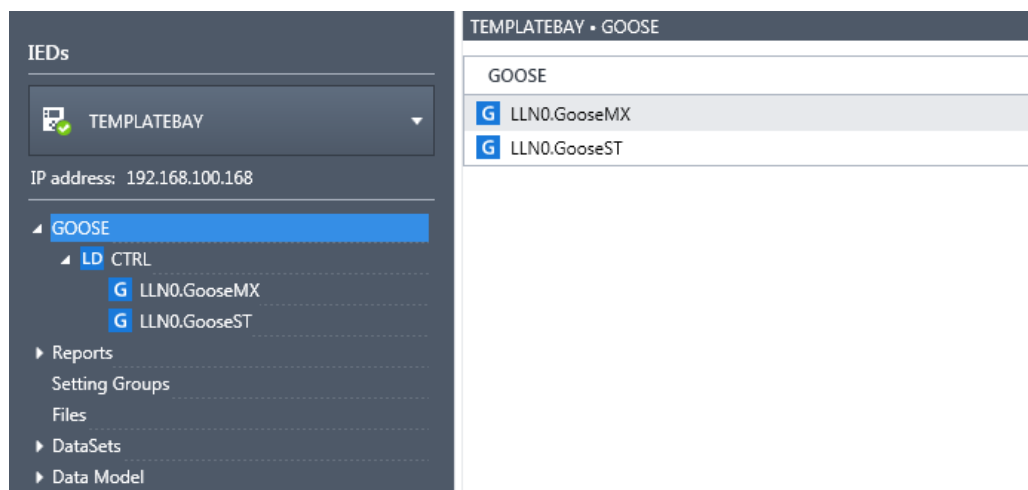
9. Выберем в меню Browser функцию поиска IED и подключения к нему.



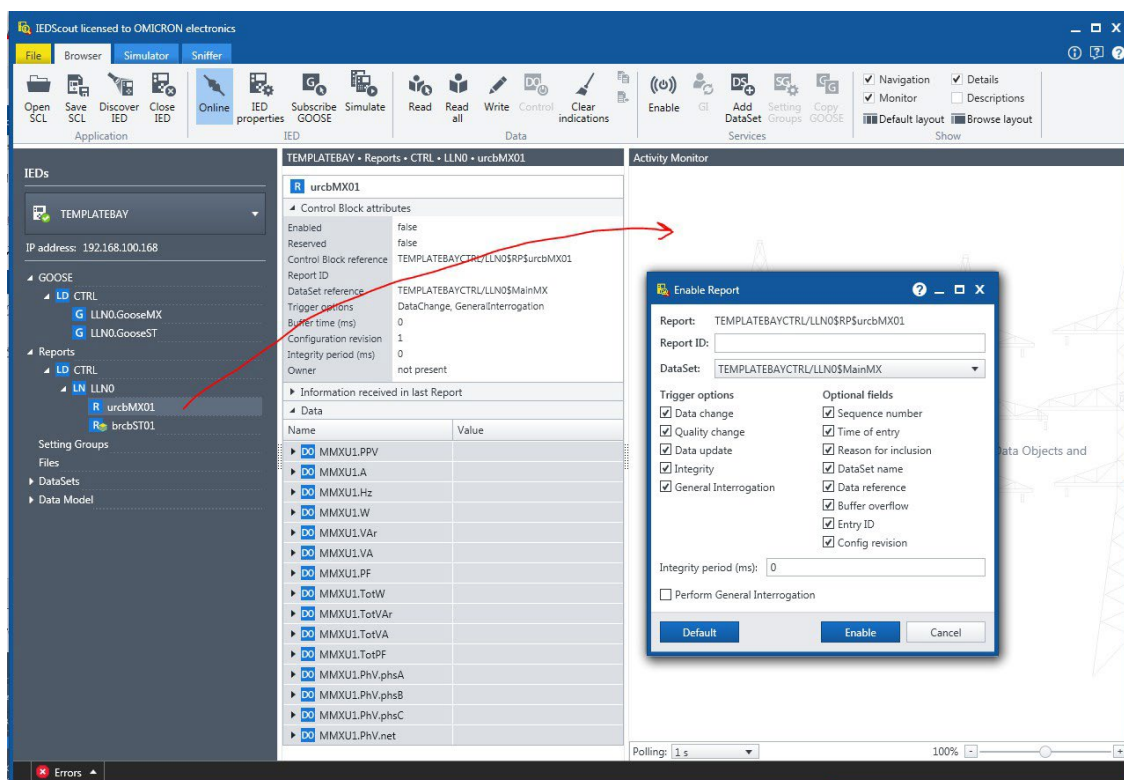
10. И задав IP адрес ноутбука, моделирующего IED (ЭНИП), подключаемся.



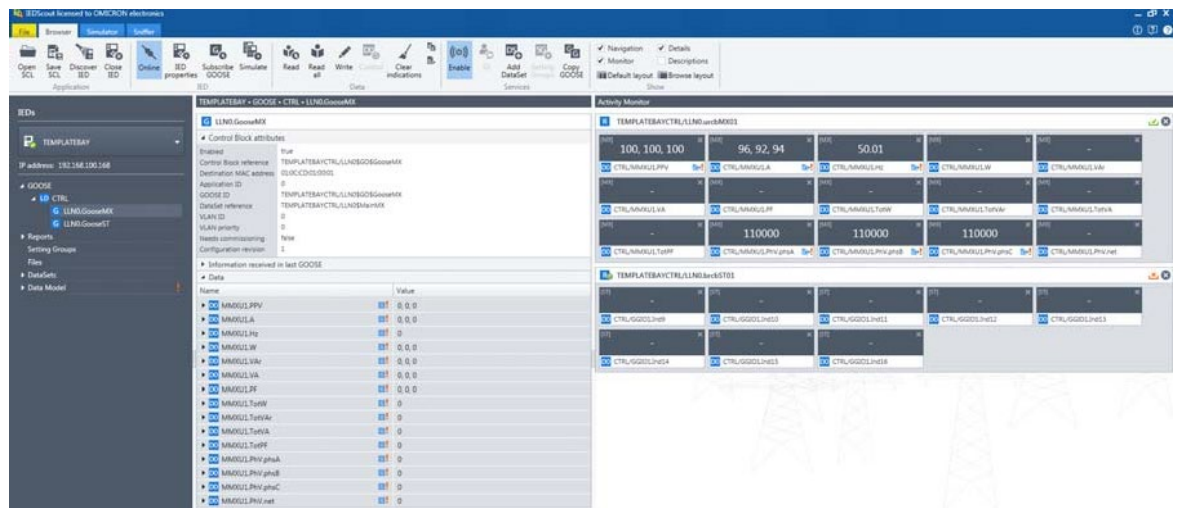
11. В результате видим публикуемые устройством сообщения GOOSE



12. Выбираем в левом окне сообщений устройства отчеты (Reports) И переносим набор данных (DataSet) urcbMX01 в окно Activity Monitor. В появившемся окне отмечаем требуемые для отображения элементы.



В результате имеем наборы данных отображаемых в мониторе событий

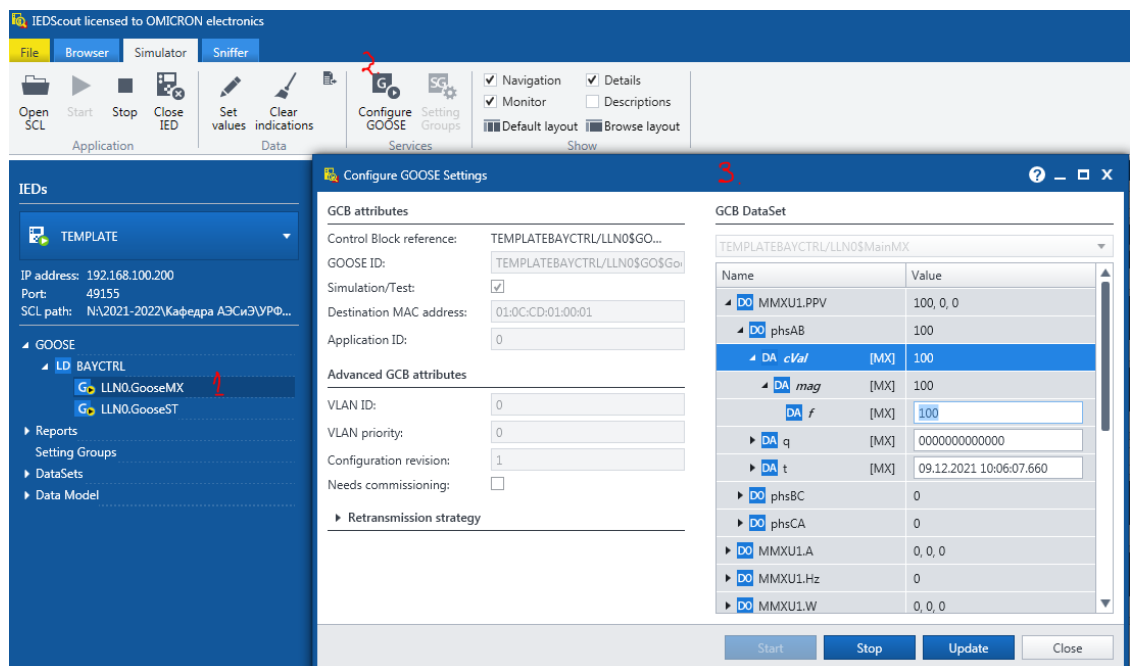


Задание

Необходимо зафиксировать показания устройства, моделируемого одним из двух студентов для различных групп данных.

Устройство задается преподавателем с последующей выдачей icd файла устройства.

Используя функцию настройки GOOSE сообщений студент выполняющий симуляцию должен задать тестовую ситуацию, а студент работающий с обзорвателем устройств считать данные сообщений и зафиксировать их в электронной форме в виде pdf файла.



Список используемых ресурсов

1. Сайт компании Инженерный центр Энергосервис
<https://enip2.ru/production/izmereniya/enip-2/>
2. ООО OMICRON electronics Сайт компании
<https://www.omicronenergy.com/ru/novosti/detali/novaja-versija-iedscout-500/>
3. Моделирование устройств IED стандарта МЭК 61850 с помощью ПО IEDScout <https://www.youtube.com/watch?v=hdp9dGNfVWU>
4. СТО 56947007-25.040.40.112-2011 СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС» Типовая программа и методика испытаний
программно-технического комплекса автоматизированной системы
управления технологическими процессами (ПТК АСУ ТП) и
микропроцессорного комплекса системы сбора и передачи
информации (МПК ССПИ) подстанций в режиме повышенной
информационной нагрузки «шторм»

Лабораторная работа №2

Применение графического инструмента конфигурирования подстанции SCL Express

Содержание

Введение	3
Теоретическая часть	4
1 Начало работы с SCLExpress	4
1.1 Знакомство с интерфейсом программы	4
1.2 Работа с каталогом оборудования	14
1.3 Создание и редактирование ИЭУ и логических устройств	18
1.4 Создание и редактирование логических узлов	23
1.5 Работа с менеджером проекта	31
2 Импорт и экспорт	40
2.1 Импорт и экспорт файлов SCL	40
3 Редактор однолинейной схемы	44
3.1 Добавление шины в присоединение	44
3.2 Выбор оборудования подстанции при помощи комбинации клавиш «Ctrl+A»	45
3.3 Работа с редактором подстанции	47
4 Редактор информационной сети	53
4.1 Знакомство с редактором подсети	53
5 Редактор набора данных	59
5.1 Работа с редактором набора данных	59
Задание	64
Приложение А	65

Введение

SCL Express является графическим инструментом конфигурирования подстанции, который позволяет создавать, настраивать, просматривать и редактировать конфигурацию подстанции (оборудования, IED-устройства и коммуникационные связи между ними) согласно спецификации языка конфигурирования подстанций, IEC 61850

Программа SCL Express имеет следующие функциональные возможности:

- создание однолинейной схемы подстанции;
- импорт модели IED-устройства (по сети Ethernet или из файлов CID или ICD);
- распределение логических узлов по IED-устройствам подстанции;
- настройка набора данных и настройка блоков управления;
- настройка информационного взаимодействия с помощью GOOSE и SMV-сообщений;
- экспорт конфигураций отдельных терминалов в формате CID;
- экспорт конфигурации всей подстанции данных в форматах SSD, SCD.

1 Начало работы с SCLExpress

1.1 Знакомство с интерфейсом программы

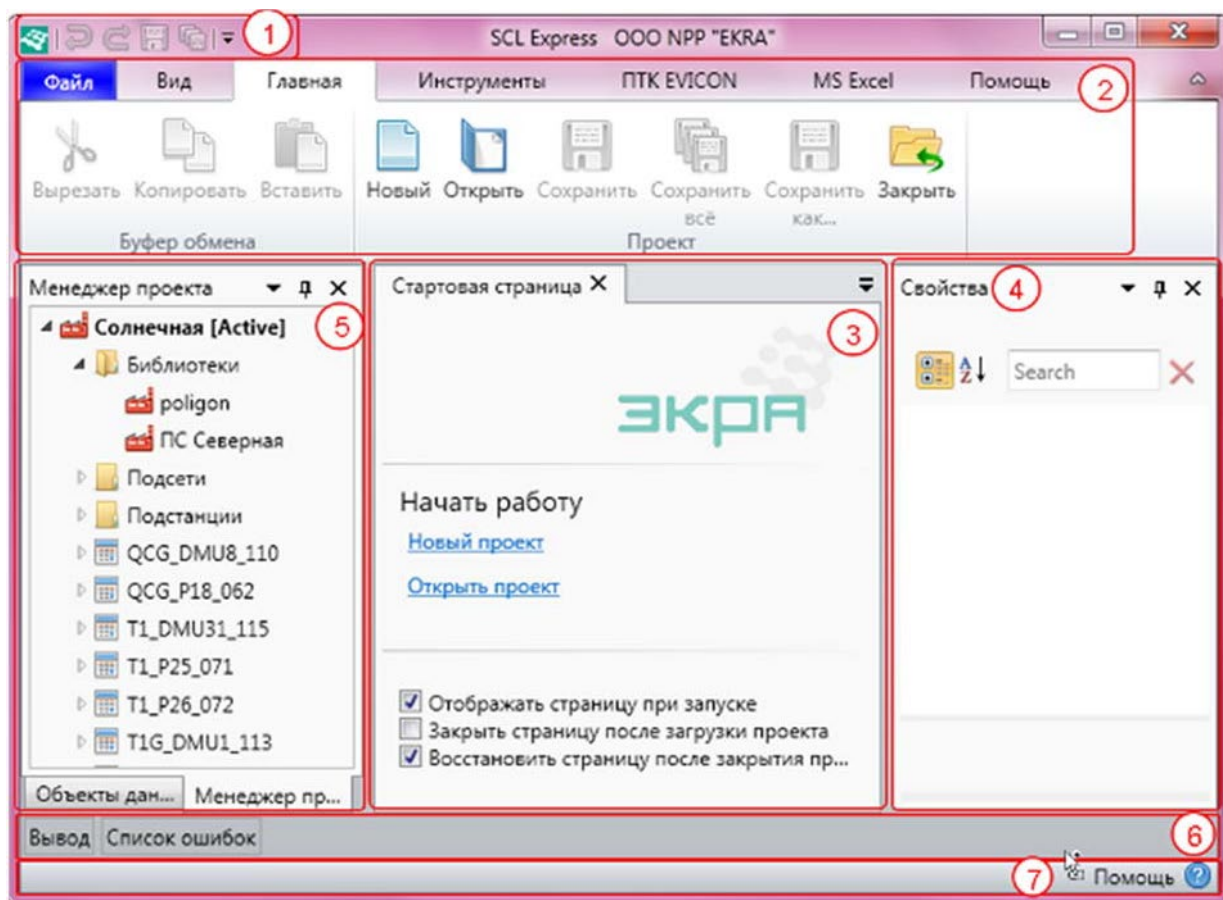
Описание интерфейса программы

Главное окно

После запуска SCL Express открывается главное окно программы.

Главное окно содержит следующие элементы:

- панель быстрого доступа (поз. 1);
- ленту меню (поз. 2);
- рабочую область редакторов (поз. 3);
- правую панель инструментов (поз. 4);
- левую панель инструментов (поз. 5);
- нижнюю панель инструментов (поз. 6);
- панель состояния (поз. 7).

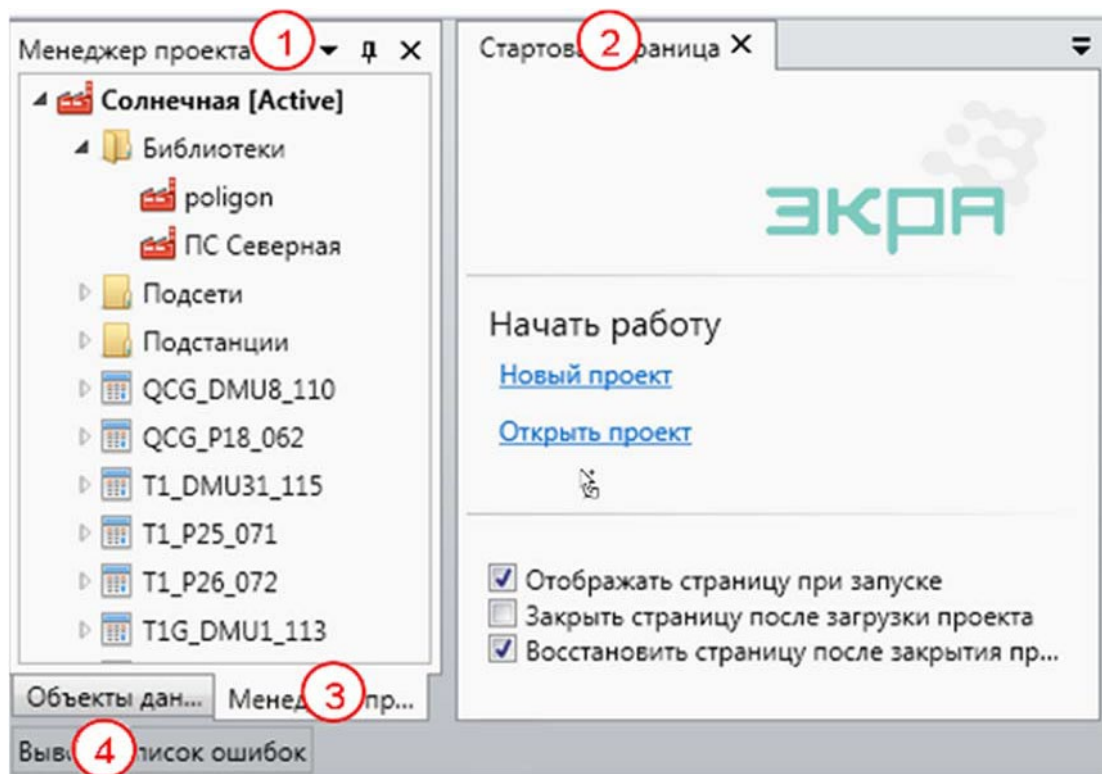


Расположение дочерних окон – редакторов и панелей инструментов (поз. 3-6), располагающихся в главном окне программы SCL Express – не

фиксировано. Пользователь может размещать их по своему усмотрению для более комфортной работы.

Работа с окнами

Размещение редакторов и панелей инструментов осуществляется с помощью их перетаскивания за заголовок (поз. 1-3).



Панели инструментов имеют элементы управления, расположенные в правом верхнем углу.

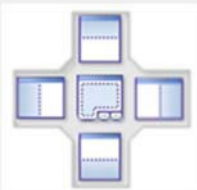
Назначение функций управления панели

Функция	Назначение
▼ Float Dock Dock as Tabbed Document Auto Hide Hide ☐ Auto Hide	Float – переводит панель в самостоятельное окно и открепляет от главного окна; Dock – возвращает панель из самостоятельного окна и закрепляет в главном окне; Dock as Tabbed Document – закрепляет панель в рабочей области главного окна; Auto Hide и Hide – то же самое, что ☐ и ✕ соответственно Переводит панель в свернутый вид (поз. 4) с функцией автоматического показа при наведении мыши. При повторном нажатии возвращает панель в закрепленный вид

Функция	Назначение
 Hide	Закрывает панель

Перетаскивание редакторов и панелей инструментов над главным окном программы SCL Express сопровождается отображением возможных вариантов их размещения.

Описание возможных способов расположения окон

Значок	Описание
	Установка перетаскиваемого окна в виде вкладки к выбранному окну программы, либо установка его рядом с выбранным окном программы (слева, сверху, справа или снизу)
	Установка перетаскиваемого окна к верхнему краю главного окна
	Установка перетаскиваемого окна к правому краю главного окна
	Установка перетаскиваемого окна к левому краю главного окна
	Установка перетаскиваемого окна к нижнему краю главного окна

Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа расположена в заголовке главного окна и содержит набор команд, которые не зависят от вкладки, отображаемой в данный момент на ленте меню. Пользователь может настроить содержимое этой панели для удобного выполнения различных команд.



Описание команд панели быстрого доступа

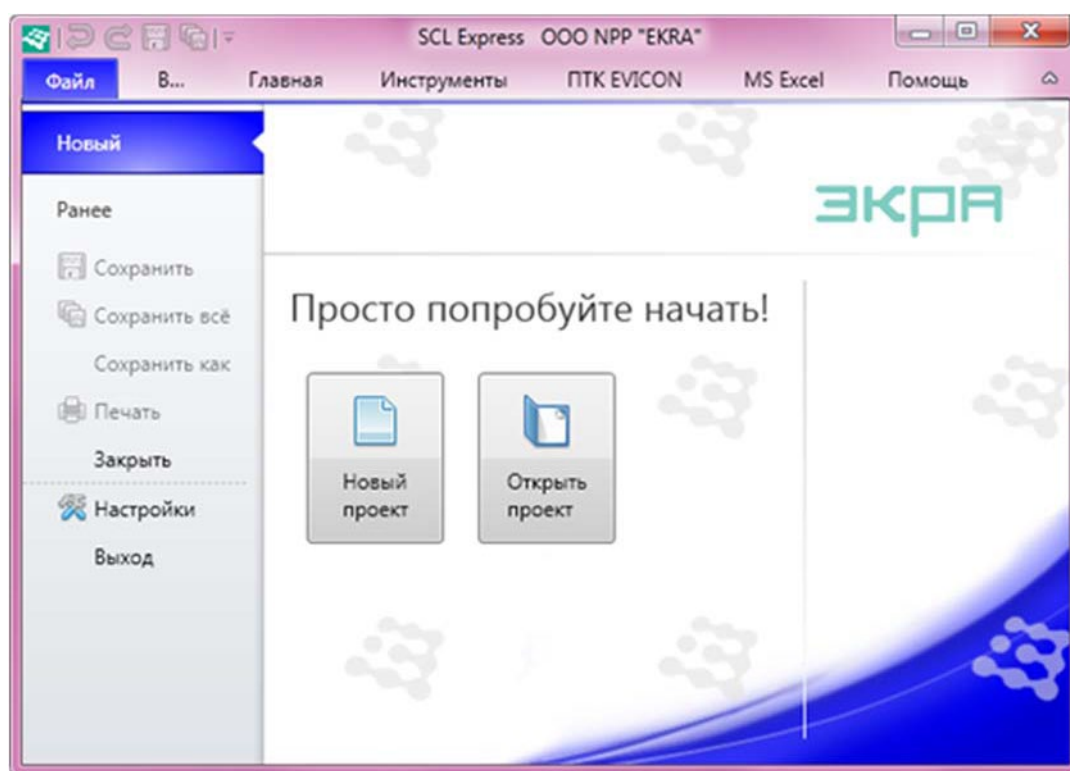
Команда	Жест	Описание
 Новый	Ctrl+N	Создание нового проекта
 Открыть	Ctrl+O	Открытие существующего проекта
 Отмена	Ctrl+Z	Отмена действия

Команда	Жест	Описание
 Повтор	Ctrl+Y	Возврат отменённого действия
 Сохранить	Ctrl+S	Сохранение выделенного элемента проекта
 Сохранить всё	Ctrl+Shift+S	Сохранение всего проекта
 Печать	Ctrl+P	Вызов диалога печати
 Настройки	—	Вызов окна настроек программы

Примечание: По умолчанию на панели быстрого доступа расположены команды «Отмена», «Возврат», «Сохранить» и «Сохранить всё».

Меню Файл

Меню «Файл» предназначено для размещения команд по работе с проектом (открытие, сохранение, создание нового проекта), функции печати, управления настройками, а также закрытие программы.



Назначение команд меню «Файл»

Команда	Жест	Назначение
Вкладка Новый	—	В этой вкладке размещён список шаблонов проектов и готовых примеров
 Новый	Ctrl+N	Создание нового проекта
 Открыть	Ctrl+O	Открытие существующего проекта

Команда	Жест	Назначение
Вкладка Ранее	—	В этой вкладке размещён список недавно открытых проектов
Файлы	—	Список недавно открытых файлов проектов
Папки	—	Список недавних открытых папок, где находятся файлы проектов
 Сохранить	Ctrl+S	Сохранение выделенного элемента проекта
 Сохранить всё	Ctrl+Shift+S	Сохранение всего проекта
Сохранить как	—	Сохранение проекта под другим именем
 Печать	Ctrl+P	Вызов диалога печати
Закреть	—	Закрытие проекта
 Настройки	—	Вызов окна настроек программы
Выход	Alt+F4	Завершение работы программы

Лента меню

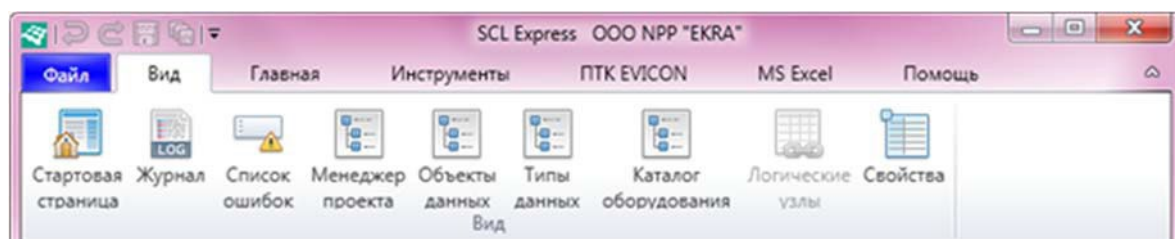
Лента меню располагается сверху главного окна и имеет вид, представленный на рисунке ниже. Лента меню позволяет получить доступ к наиболее часто используемым командам, объединённым в функциональные группы с помощью вкладок.



Каждая вкладка меню содержит команды, предназначенные для выполнения определенных задач. Также, на время работы с редакторами в ленте меню могут отображаться дополнительные (контекстные) вкладки со специфичными для этих редакторов командами.

Меню Вид

Меню «Вид» содержит команды, предназначенные для вызова дополнительных окон различного назначения.

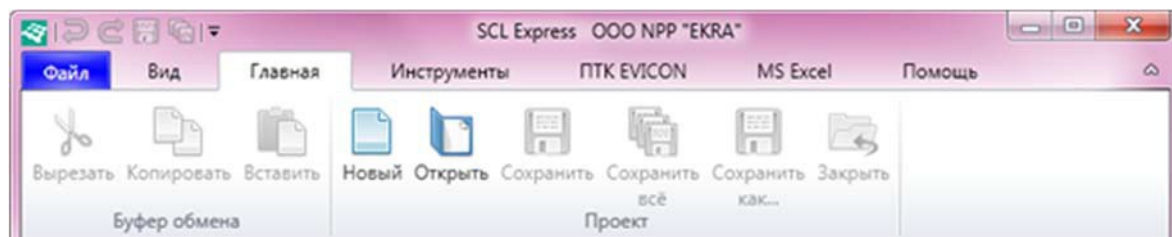


Назначение команд меню «Вид»

Команда	Назначение
Стартовая страница	Отображение стартовой страницы
Журнал	Отображение окна с журналом сообщений о ходе работы
Список ошибок	Отображение окна со списком ошибок и предупреждений, имеющихся в проекте
Менеджер проекта	Отображение окна менеджера проекта
Объекты данных	Отображение окна просмотра структуры экземпляра элемента данных
Типы данных	Отображение окна просмотра структуры типа элемента данных
Логические узлы	Отображение окна со списком логических узлов в проекте
Каталог оборудования	Отображение окна библиотеки оборудования подстанции и шаблонов однолинейных схем
Свойства	Отображение окна просмотра свойств выделенного элемента проекта

Меню Главная

Меню «Главная» содержит основные команды, используемые при работе с SCL Express, такие как копирование, вставка, открытие проекта и т.д. Меню «Главная» открывается по умолчанию при запуске программы.



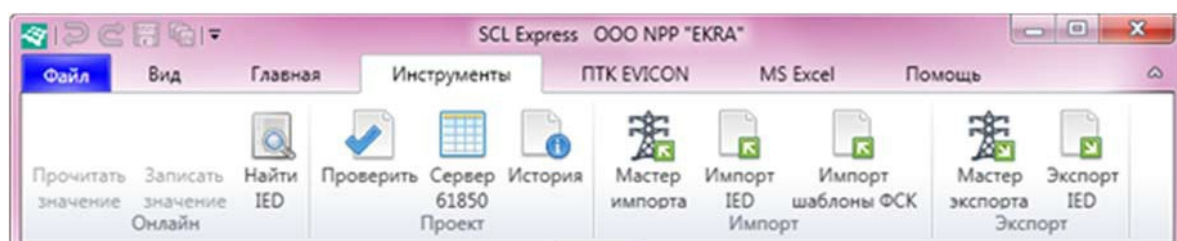
Назначение команд меню «Главная»

Команда	Жест	Назначение
Буфер обмена		
Вырезать	Ctrl+X	Копирование элемента в буфер обмена и его последующее удаление
Копировать	Ctrl+C	Копирование элемента в буфер обмена
Вставить	Ctrl+V	Вставка элемента из буфера обмена
Проект		

Команда	Жест	Назначение
Новый	Ctrl+N	Создание нового проекта
Открыть	Ctrl+O	Открытие существующего проекта
Сохранить	Ctrl+S	Сохранение выделенного элемента проекта
Сохранить всё	Ctrl+Shift+S	Сохранение всего проекта
Сохранить как...	—	Сохранение проекта под другим именем
Заккрыть	—	Заккрытие проекта

Меню Инструменты

Меню «Инструменты» содержит команды, предназначенные для запуска инструментов с различным функционалом.

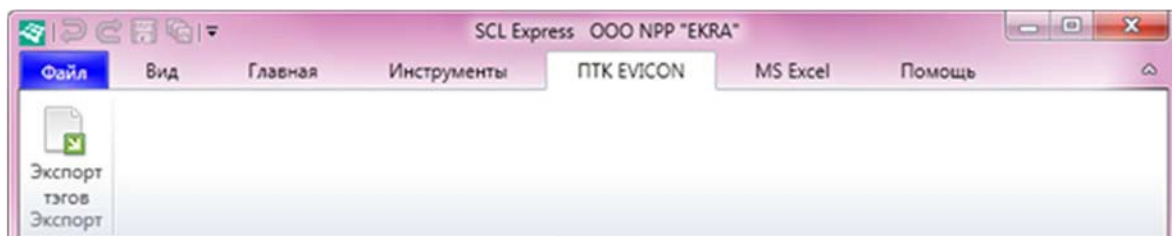


Назначение команд меню «Инструменты»

Команда	Назначение
Онлайн	
Прочитать значение	Прочитать текущее значение переменной
Записать значение	Записать текущее значение переменной
Найти IED	Поиск IED-устройств по IP-адресу
Проект	
Проверить	Проверка проекта на наличие ошибок и предупреждений
История	Просмотр версий и ревизий проекта
Импорт	
Мастер импорта	Импорт готовых SSD, SCD файлов (готовых проектов)
Импорт IED	Импорт в проект IED-устройств
Импорт шаблоны ФСК	Импорт в проект шаблонов
Экспорт	
Мастер экспорта	Экспорт из проекта SCD, SSD файлов
Экспорт IED	Экспорт из проекта IED-устройств

Меню ПТК EVICON

Меню «EVICON» содержит команды, предназначенные для выполнения экспорта тэгов сконфигурированных ИЭУ в файлы формата XML для ПТК EVICON.

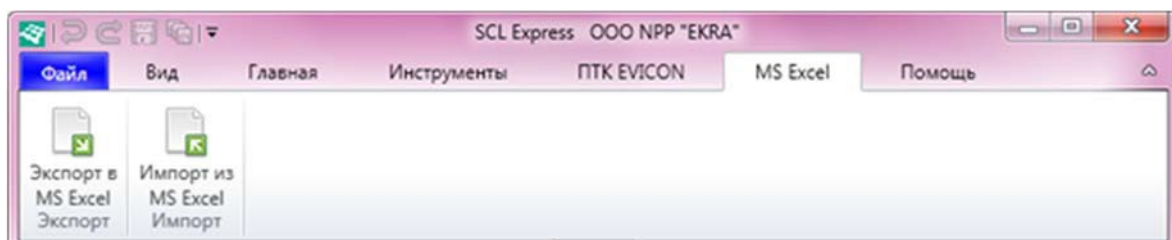


Назначение команд меню «EVICON»

Команда	Назначение
Экспорт тэгов	Экспорт переменных с их полным описанием (адрес, диспетчерское наименование и т.д.) в формате XML для ПТК EVICON

Меню MS Excel

Меню «MS Excel» содержит команды, предназначенные для выполнения экспорта (или импорта) параметров сконфигурированных ИЭУ в файлы формата XLS (MS Excel).

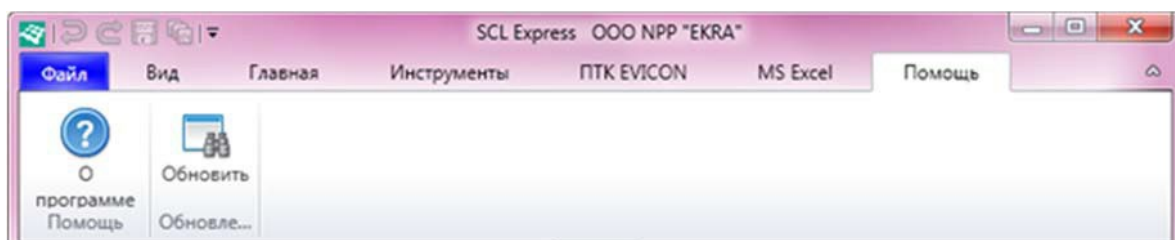


Назначение команд меню «MS Excel»

Команда	Назначение
Экспорт в MS Excel	Экспорт параметров ИЭУ в таблицу MS Excel
Импорт из MS Excel	Импорт параметров ИЭУ из таблицы MS Excel

Меню Помощь

Меню «Помощь» содержит команды, предназначенные для получения сведений о версии программного обеспечения и доступных обновлений.



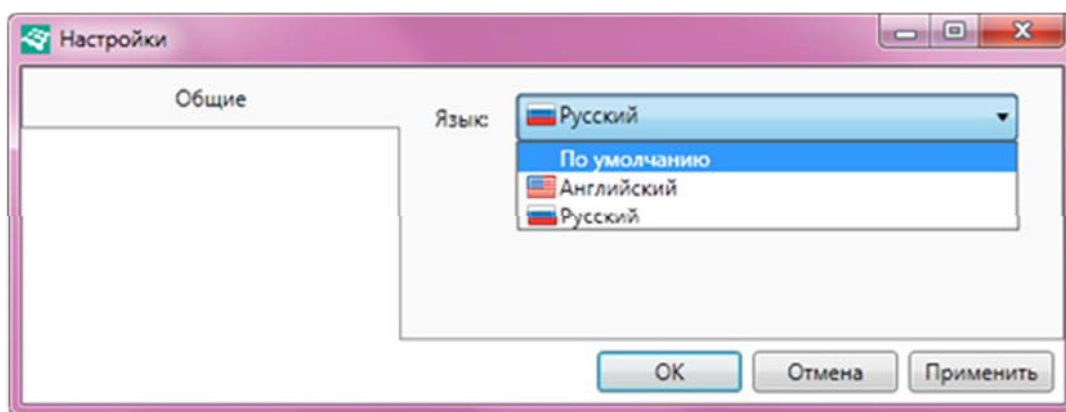
Назначение команд меню «Помощь»

Команда	Назначение
О программе	Вызов краткой информации о программе
Обновить	Вызов окна проверки обновлений

Изменение языка

Выбор языка интерфейса программы осуществляется в окне «Настройки». Для открытия окна выберите команду «Настройки» в меню «Файл».

В открывшемся окне «Настройки» во вкладке «Общие» выберите необходимый язык из выпадающего списка и нажмите кнопку «ОК». По умолчанию выбран язык операционной системы.



Применение настроек произойдет после перезапуска программы.

1.2 Работа с каталогом оборудования

Каталог оборудования

Окно «Каталог оборудования» – удобный инструмент отображения инструментов для разработки однолинейных схем подстанций, первичного оборудования и шаблонов схем, имеющихся в проекте и подключенных библиотеках.

Окно библиотеки автоматически открывается при открытии редактора однолинейной схемы подстанции. Для ручного открытия окна выберите команду «Каталог оборудования» во вкладке главного окна «Вид».

Оборудование подстанции

Вкладка «Оборудование» содержит необходимые для прорисовки однолинейной схемы подстанции элементы оборудования.

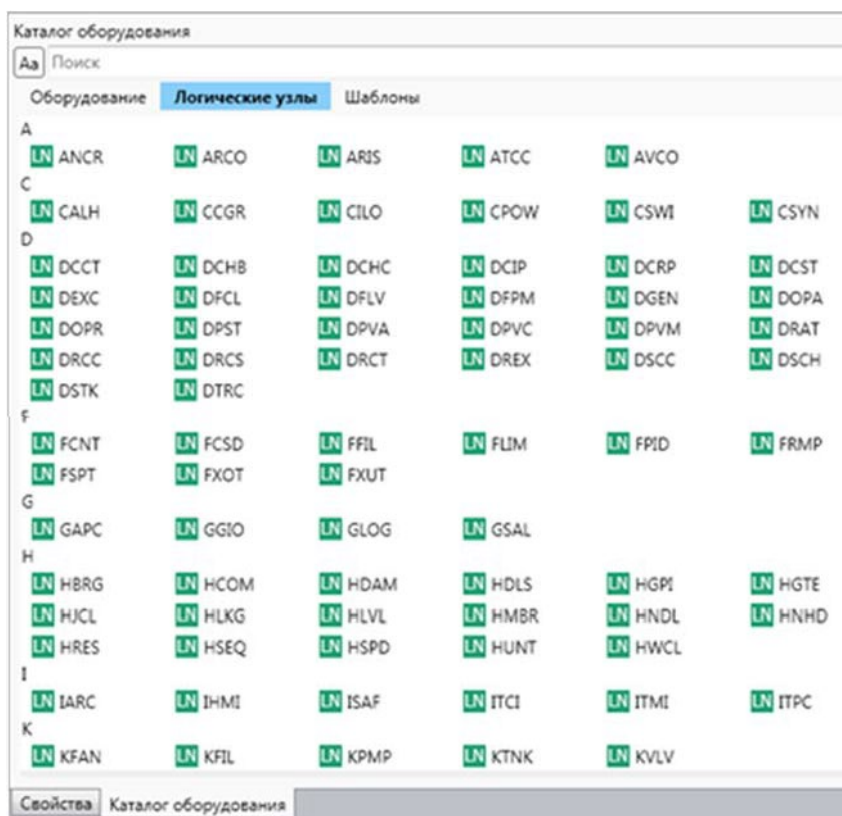
Обозначения оборудования подстанции

Элемент схемы	Обозначение	Наименование
	CNODE	Точка электрического соединения
	CBR	Автоматический выключатель
	VTR	Трансформатор напряжения измерительный
	PTR2	Трансформатор двухобмоточный
	GEN	Генератор
	REA	Реактивная катушка
	EFN	Дугогасящий реактор с возможностью плавного регулирования
	BAT	Батарея статических конденсаторов
	SAR	Разрядник
	BUS	Шина

Элемент схемы	Обозначение	Наименование
	DIS	Разъединитель
	CTR	Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой
	PTR3	Силовой трансформатор двухобмоточный с расщепленной вторичной обмоткой
	CAP	Конденсаторная батарея
	CON	Преобразователь
	MOT	Двигатель
	RRC	Токоограничивающий реактор
	IFL	Питающая линия
	RRC_R	Токоограничивающий реактор с возможностью регулирования
	PTR3_AR	Автотрансформатор с третичной обмоткой и РПН
	CBR_T	Выкатная тележка выключателя
	CAB	Кабель вставка
	PTR2R	Двухобмоточный трансформатор с РПН
	PTR3A	Автотрансформатор с третичной обмоткой
	DIS_T	Выкатная тележка разъединителя
	VTR2	Трансформатор напряжения измерительный с двумя вторичными обмотками
	VTR3	Трансформатор напряжения с тремя вторичными обмотками

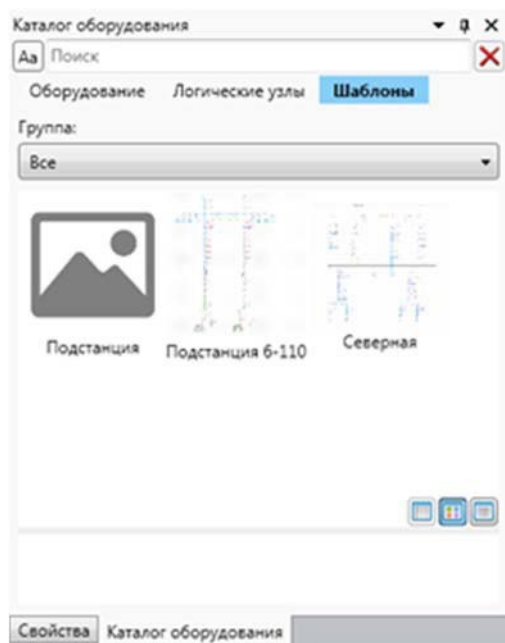
Шаблоны логических узлов

Вкладка «Логические узлы» содержит шаблоны логических узлов, сгруппированных по функциональному назначению. Шаблоны логических узлов применяются для назначения требуемых функций (например, функций измерения или управления) к элементам однолинейной схемы подстанции.



Шаблоны однолинейных схем

Вкладка «Шаблоны» содержит типовые однолинейные схемы подстанций, добавленных в папку проекта «Библиотеки». Выбор отображаемой библиотеки настраивается с помощью селектора «Группа».



Добавление и удаление обложки шаблона однолинейной схемы

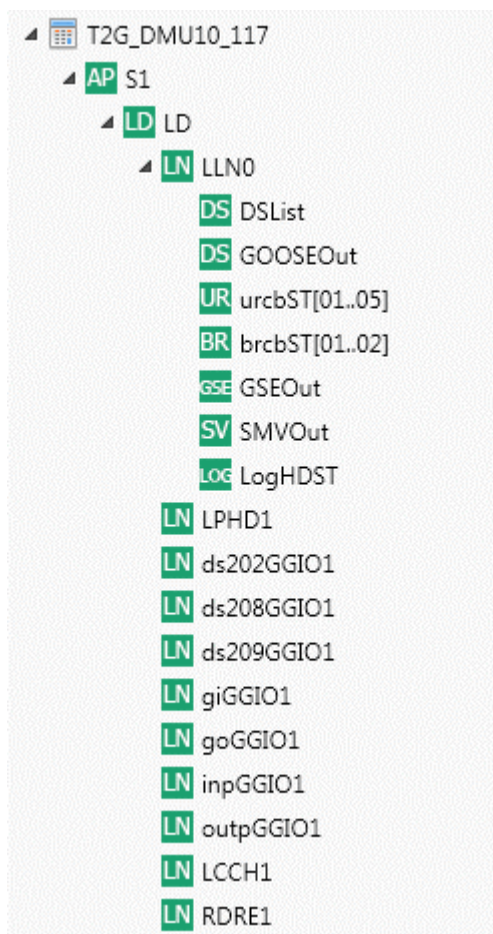
Для добавления обложки необходимо в контекстном меню шаблона однолинейной схемы выбрать команду «Задать обложку». В открывшемся диалоге выбрать графический файл в формате BMP, JPG или PNG.

Для удаления обложки необходимо в контекстном меню шаблона однолинейной схемы выбрать команду «Удалить обложку».

1.3 Создание и редактирование ИЭУ и логических устройств

Интеллектуальные электронные устройства

Интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ) отображаются в корневой папке проекта. Каждое ИЭУ состоит из набора функций, представленных логическими узлами (Logical Node - LN). Логические узлы объединены по функциональному назначению в логические устройства (Logical Device - LD).



где AP – точка доступа; LD – логическое устройство; LN – логический узел; DS – набор данных; BR/UR – блок управления отчетами (буферизированный/не буферизированный); L – блок управления журналом; GSE – блок управления GOOSE; SV – блок управления SV.

Добавление и удаление ИЭУ

Добавление ИЭУ можно выполнить несколькими способами:

1. Добавление шаблона устройства

Наведите курсор мыши на корневой элемент проекта. Вызовите контекстное меню, нажав правую кнопку мыши и выберите команду «IED». В открывшемся диалоге введите название устройства и нажмите кнопку «ОК». Пустое устройство будет добавлено в проект;

2. Поиск ИЭУ в локальной сети

В меню главного окна «Инструменты» выберите команду «Найти IED». Устройство и подсеть добавятся в проект;

3. Импорт ИЭУ из файлов SCL

В меню главного окна «Инструменты» выберите команду «Мастер импорта» или «Импорт IED». Устройство и подсеть добавятся в проект.

Для удаления ИЭУ необходимо выделить требуемое устройство, вызвать контекстное меню и выбрать команду «Удалить» либо нажать клавишу «Delete».

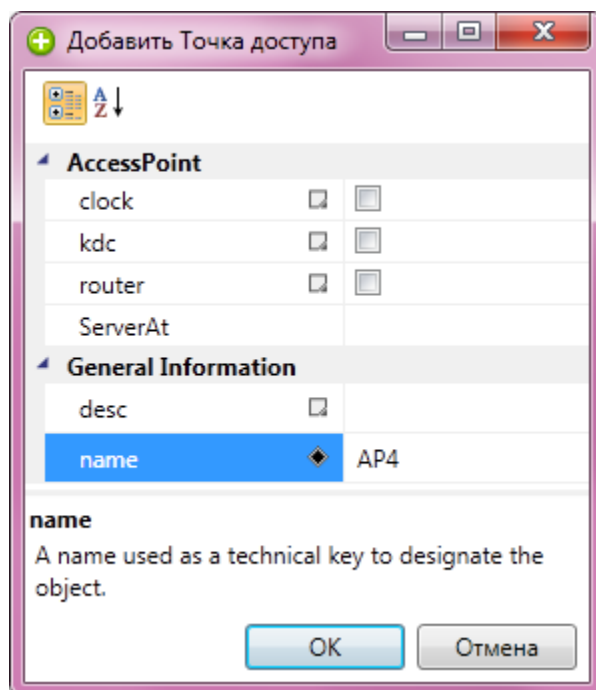
Логическое устройство

Логическое устройство (LD) предназначено для группировки логических узлов по их функциональному назначению.

Добавление точки доступа

Коммуникационная точка доступа (Access Point) – элемент ИЭУ, обеспечивающий доступ логических узлов, содержащихся в ИЭУ к информационной сети.

Для добавления точки доступа в ИЭУ, необходимо в контекстном меню ИЭУ выбрать команду «Точка доступа» и заполнить поля открывшегося окна.



Описание параметров диалога добавления точки доступа

Параметры

Описание

name	Название точки доступа
desc	Пояснительный текст к точке доступа
router	Установка флажка определяет наличие у данного ИЭУ функции маршрутизатора. По умолчанию флажок не установлен
clock	Установка флажка определяет часы данного ИЭУ как главные часы в подсети. По умолчанию флажок не установлен
kdc	Установка флажка подключает у данного ИЭУ службу распределения ключей для защиты связи между клиентом и сервером

После нажатия кнопки «ОК» созданная точка доступа добавится в модель ИЭУ.

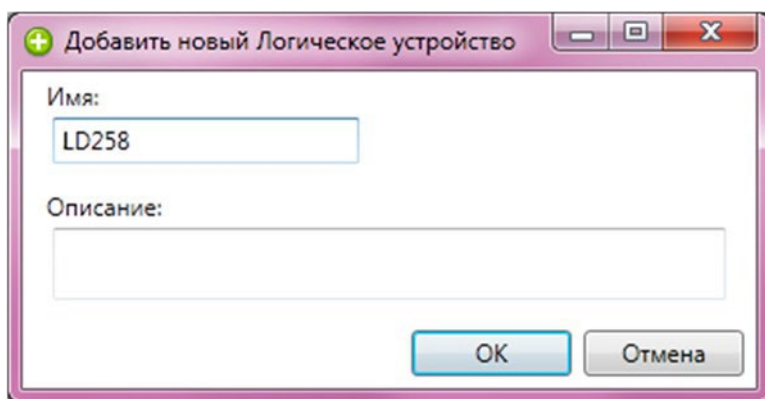
Добавление логического устройства

Для добавления логического устройства в ИЭУ, необходимо в контекстном меню точки доступа ИЭУ выбрать команду «Логическое

устройство». В отрывшемся диалоге необходимо задать имя логического устройства.

Типовые наименования логических устройств

Наименование	Назначение
CTRL	Логическое устройство, содержащее функции контроля и управления первичным оборудованием
DR	Логическое устройство, содержащее функции регистрации аварийных событий
MEAS	Логическое устройство, содержащее функции измерения и регистрации параметров
MU	Логическое устройство, содержащее функции измерения аналоговых величин тока и напряжения для их передачи по протоколу МЭК 61850-9-2
PROT	Логическое устройство, содержащее функции релейной защиты



Описание параметров диалога добавления логического устройства

Параметры	Описание
Имя	Наименование логического устройства в ИЭУ
Описание	Пояснительный текст к логическому устройству

После нажатия кнопки «ОК» созданное логическое устройство добавится в структуру ИЭУ.

Содержимое логического устройства можно просмотреть непосредственно в менеджере проекта или в окне «Объекты данных».

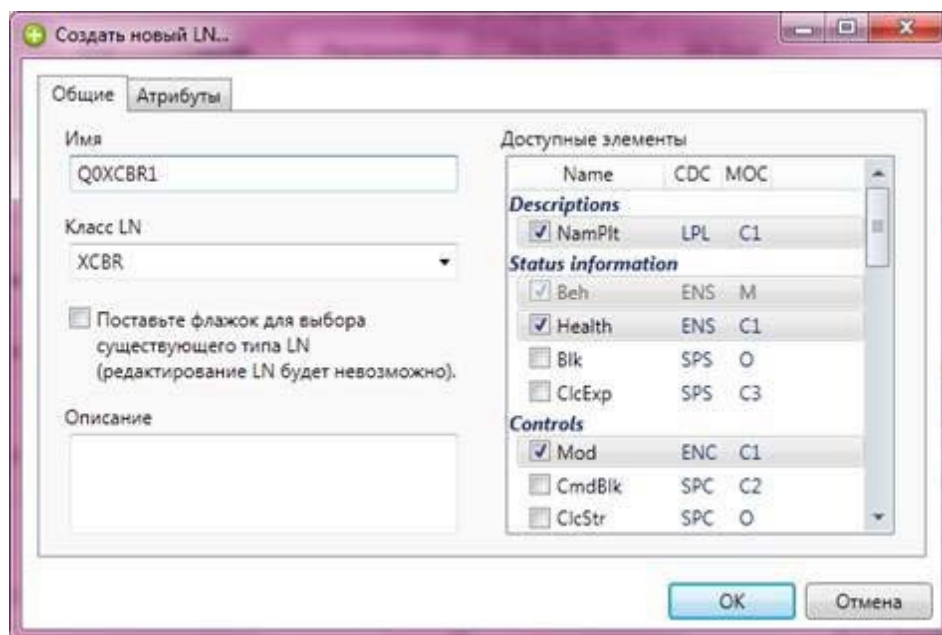
1.4 Создание и редактирование логических узлов

Логический узел

Логический узел (LN) представляет собой одну из составных функций ИЭУ. Большинство функций ИЭУ, таких как дистанционная и дифференциальная защиты, токовая отсечка, логическая защита шин, автоматика повторного включения и др., являются комбинацией стандартных логических узлов.

Добавление логического узла

Для добавления логического узла в ИЭУ необходимо в контекстном меню логического устройства выбрать команду «Логический узел». В открывшемся диалоге необходимо задать имя логического узла и выбрать его класс. Объекты данных (DO) выбранного класса отображаются в правой половине диалога. Отметьте необходимые элементы, которые должны быть добавлены в логический узел.



Примечание: При установке флажка для выбора существующего типа LN, выбранный тип логического узла не может быть изменен в дальнейшем. Таким образом, изменение структуры логического узла будет невозможно.

Описание параметров диалога добавления логического узла

Параметры

Описание

Имя	Уникальный идентификатор логического узла в логическом устройстве ИЭУ
Класс LN	Специализированный класс логического узла
Флаг LNType	Флаг выбора существующего типа логического узла Выпадающий список выбора существующего типа
Тип LN	логического узла (доступно только при установленном флаге LNType)
Описание	Пояснительный текст к логическому узлу

Список доступных

объектов данных

(DO)

Name	Имя объекта данных (DO)
CDC	Класс общих данных Флаг, определяющий приоритетность установки
МОС	атрибутов. М – обязательный; О – опциональный; С – условный

Наименование логического узла

Наименование логического узла представляет собой строку следующего вида:

префиксКЛАССсуффикс

где *префикс* – принадлежность к той или иной функции или оборудованию (может отсутствовать);

КЛАСС – стандартизированное наименование функции;

суффикс – порядковый номер экземпляра.

Пример:

Q0XCBR1,

где Q0 – префикс, указывающий на принадлежность к коммутационному аппарату

Q0;

XCBR – стандартизированное наименование выключателя;

1 – экземпляр логического узла.

Наименования основных групп логических узлов

Группа	Наименование
A	Автоматическое управление
C	Диспетчерское управление
D	Распределенные источники энергии
F	Функциональные блоки
G	Общие функции
H	Гидроэнергетика
I	Интерфейсы и архивирование
K	Механическое и неэлектрическое оборудование
L	Системные логические узлы
M	Учет и измерения
P	Функции защит
Q	Контроль качества электрической энергии
R	Функции, связанные с защитой
S	Диспетчерское управление и мониторинг
T	Измерительные трансформаторы и связанные функции
W	Ветроэнергетика
X	Коммутационные аппараты
Y	Силовые трансформаторы и связанные функции
Z	Иное электротехническое оборудование

Примечание: Каждый класс логического узла имеет стандартизованное обозначение, состоящее из четырёх символов. Так, например, логические узлы

функций защиты начинаются с буквы «Р» (от английского «Protection») и заканчиваются тремя символами аббревиатуры названия защиты: РТОС – максимальная токовая (в том числе направленная) защита, РИОС – токовая отсечка.

Классы общих данных

Логический узел состоит из нескольких объектов данных (DO), каждый из которых соответствует классу общих данных (CDC). Класс общих данных описывает структуру объекта данных и указывает его типовое назначение. Основные часто используемые стандартные классы общих данных приведены ниже.

Назначение основных классов общих данных

Класс CDC	Назначение
SPS (Single point status)	Недублированное состояние
INS (Integer status)	Целочисленное состояние
ENS(enumerated status)	Счетное состояние
ACT (Protection activation information)	Сведения об активации защиты
MV (Measured value)	Измеряемые значения
CMV (Complex measured value)	Комплексные измеряемые значения
SAV (Sampled value)	Выборочные значения. Этот класс используют для представления выборок мгновенных значений аналоговых сигналов
SEQ (Sequence)	Последовательность. Этот класс представляет набор компонентов последовательности значений

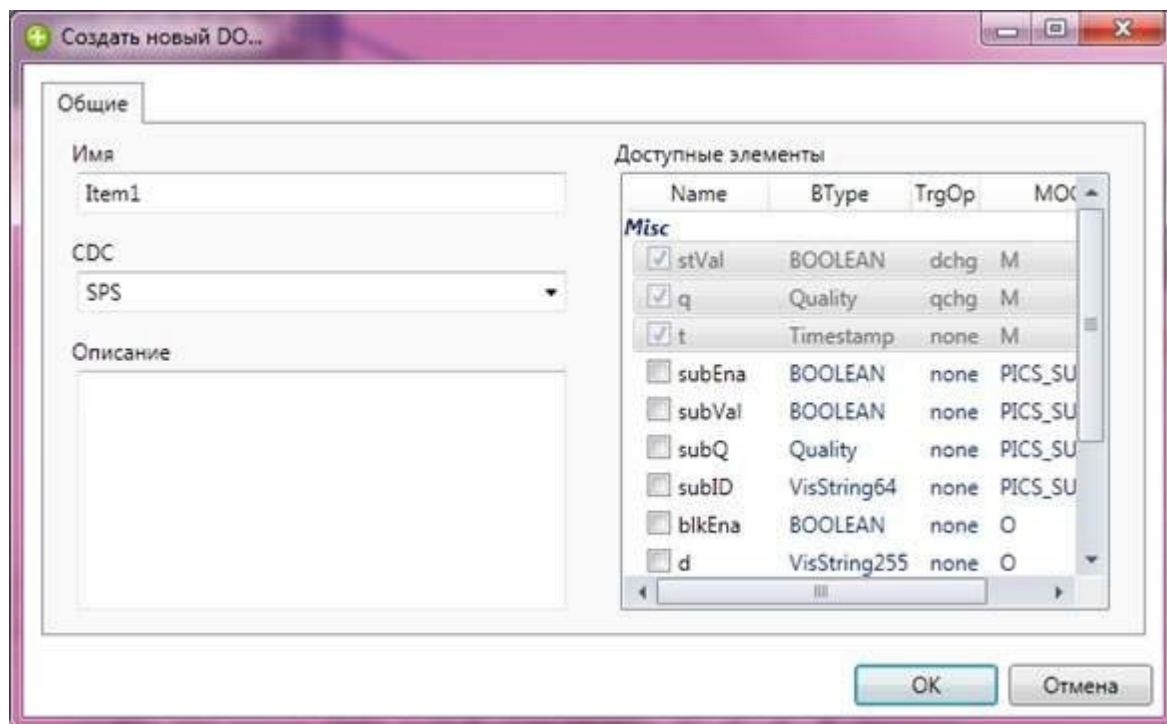
Класс CDC	Назначение
HMV (Harmonic value)	Значение гармоник. Этот класс – набор значений, представляющих гармоническое или интергармоническое содержание значения процесса
SPC (Controllable single point)	Недублированное управление и состояние
DPC (Controllable double point)	Дублированное управление и состояние
INC (Controllable integer point)	Целочисленное управление и состояние
ING (Integer status setting)	Установка состояния целочисленная
ENG (Enumerated status setting)	Установка состояния счетная
ORG (Object reference setting)	Установка ссылки на объект
ASG (Analogue setting)	Задание значения аналогового сигнала
DPL (Device name plate)	Паспортная табличка устройства. Данные используют для определения объектов, как основное оборудование или физическое устройство
LPL (Logical node name plate)	Паспортная табличка логического узла. Данные используют для описания логических узлов

Добавление объектов данных (DO)

Добавление новых объектов данных разрешено только в «пользовательские» логические узлы. Логический узел является «пользовательским», если при его создании был снят флаг LNTyre.

Для добавления новых объектов данных в «пользовательский» логический узел, необходимо в его контекстном меню выбрать команду «DOI».

В открывшемся диалоге необходимо задать имя объекта и выбрать класс общих данных. Атрибуты данных (DA) выбранного класса отображаются в правой половине диалога. Отметьте необходимые атрибуты, которые должны быть добавлены в объект данных.



Описание параметров диалога добавления объектов данных

Параметры	Описание
Имя	Идентификатор объекта данных
CDC	Класс общих данных
Описание	Пояснительный текст к объекту данных

Список доступных атрибутов (DA)

Name	Имя атрибута данных (DA)
BType	Определяет базовый тип данных атрибута

Параметры**Описание**

TrgOp

Определяет условие триггера, который инициирует отправку отчета или сохранения записи в журнале

MOC

Флаг, определяющий приоритетность установки атрибутов. М – обязательный; О – опциональный; С – условный

Нажмите кнопку «ОК» и объект данных будет добавлен в логический узел. Содержимое логического узла можно просмотреть в окне «Объекты данных».

Базовые типы данных**Базовый тип****Отображение значения**

INT8 (16, 24, 32)

Целое число со знаком указанной разрядности
(8, 16, 24 или 32 бит)

INT8U (16U, 24U, 32U)

Целое число без знака указанной разрядности (бит)

FLOAT32, FLOAT64

Число с плавающей точкой одинарной или двойной точности

BOOLEAN

Логический тип, с двумя возможными значениями true/false

Octet 64 (string)

Строковый тип постоянной длины 8 байт

VisString32, VisString64, Строковый тип указанной длины, ограничена 8-разрядными символами

VisString255

Unicode255

Строковый тип, все символы которого являются символами Unicode

Enum

Перечисление имён элементов

Timestamp

Символьная строка, содержащая метку времени

Базовый тип**Отображение значения**

EntryTime,	Символьная строка, содержащая метку времени при внутреннем использовании данных
INT128	Целое число со знаком разрядностью 128 бит
Quality	Перечисление, определяющее качество значения объекта или атрибута данных
Dbpos	Перечисление, определяющее положение коммутационного аппарата
Tcmd	Перечисление, определяющее состояние команды

Опции пуска триггера**Значение****Описание**

dchg (data-change)	Отчет или запись в журнале создаются при изменении значения атрибута данных
qchg (quality-change)	Отчет или запись в журнале создаются при изменении значения атрибута качества
dupd (data value update)	Отчет и запись в журнале создаются в случае фиксирования значения фиксируемого атрибута или обновления значения любого другого атрибута

1.5 Работа с менеджером проекта

Менеджер проекта

Менеджер проекта предназначен для отображения элементов структуры проекта и управления ими. Для открытия окна выберите команду «Менеджер проекта» в меню «Вид». По умолчанию окно открыто и находится в левой стороне главного окна программы SCL Express.

Структура проекта

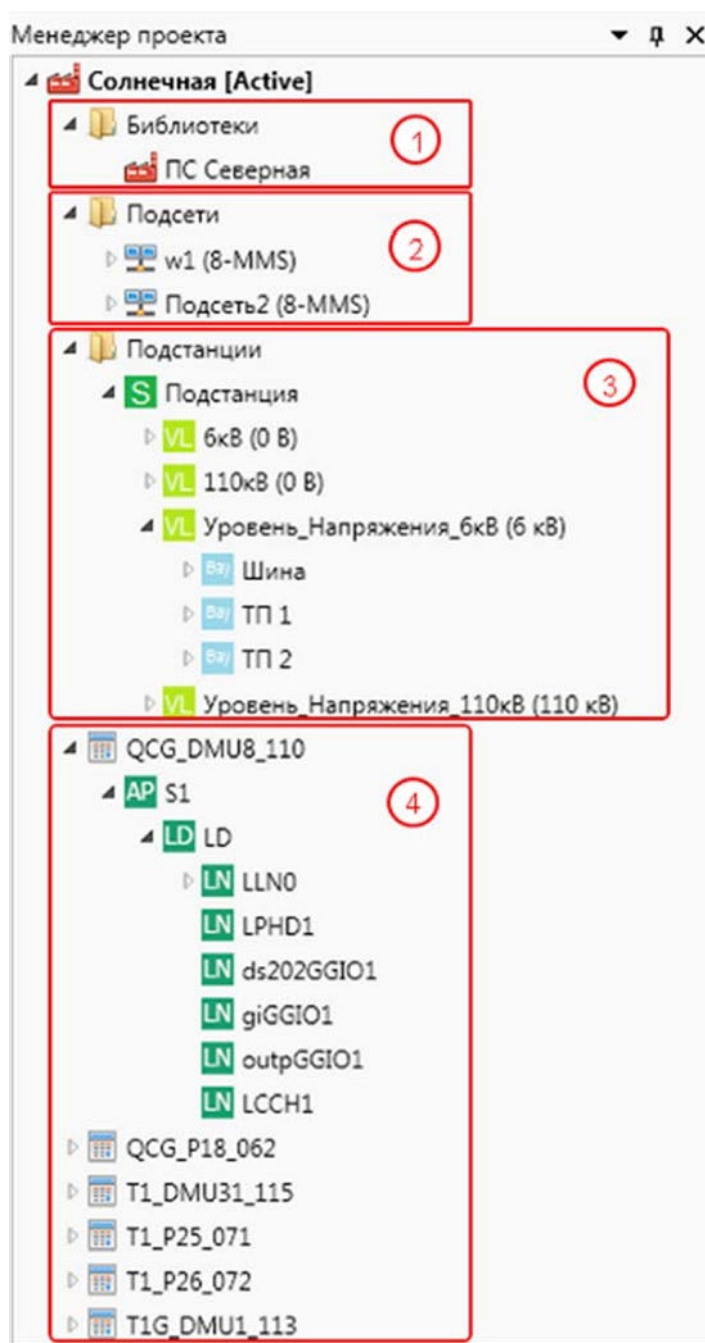
Проект состоит из иерархии папок, содержащих элементы проекта – схемы информационных подсетей, однолинейные схемы подстанций, подключенные библиотеки и конфигурации интеллектуальных электронных устройств. Структура (иерархия) проекта имеет вид, показанный на рисунке ниже.

Проект содержит зарезервированные папки специального назначения. Помимо специальных папок, проект может содержать другие папки так, как это необходимо пользователю.

Назначение зарезервированных папок проекта

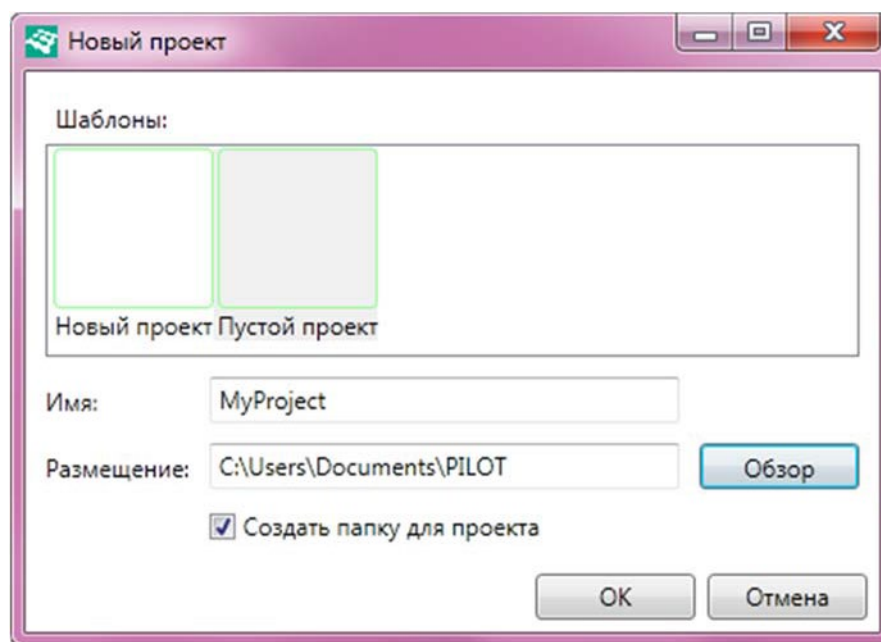
Папка	Описание
Библиотеки	Содержит список подключенных к проекту файлов библиотек, содержимое которых может использоваться в текущем проекте (поз. 1)
Подсети	Содержит схемы информационных подсетей, описывающие связи между устройствами при помощи GOOSE и SV-сообщений (поз. 2)
Подстанции	Содержит однолинейные схемы соединений электрической части подстанции, в которой многофазные связи показаны для одной фазы (поз. 3)

Интеллектуальные электронные устройства, содержащиеся в проекте, по умолчанию отображаются в корневой папке проекта (поз. 4), и могут быть перемещены пользователем как требуется при помощи функции drag&drop.



Создание проекта

Создание проекта осуществляется с помощью команды «Новый» во вкладке «Главная» на ленте меню главного окна SCL Express. Также, новый проект можно создать из меню «Файл» или стартовой страницы, которая автоматически открывается при запуске SCL Express. В открывшемся диалоге необходимо задать имя проекта и выбрать расположение для его сохранения.



При создании нового проекта в нем по умолчанию создаются зарезервированные папки.

Просмотр свойств элементов проекта

Для просмотра свойств элементов, входящих в иерархию проекта, необходимо выделить элемент проекта и выбрать команду контекстного меню «Показать свойства» для отображения окна «Свойства» или нажать клавишу F4.

Подключенные библиотеки

В проекте могут быть использованы пользовательские библиотеки, которые содержат однолинейные схемы подстанций, устройства, информационные подсети и другие шаблоны. Любой проект, выполненный в SCL Express может являться пользовательской библиотекой.

Для добавления библиотеки в проект необходимо на папке «Библиотеки» вызвать контекстное меню и выбрать команду «Добавить библиотеку». В открывшемся диалоге выберите необходимый файл библиотеки и нажмите ОК. Добавленная библиотека отобразится в папке «Библиотеки». В проект могут быть добавлены несколько библиотек.

Содержимое добавленной библиотеки будет находится в окне «Каталог оборудования» во вкладке «Шаблоны».

Однолинейная схема подстанции

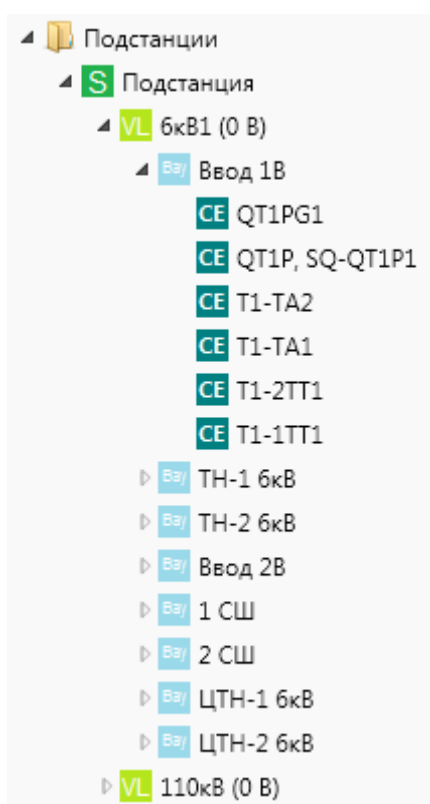
Подстанция (Substation) – объект, определяющий первичную схему оборудования подстанции в целом.

Структура иерархии подстанции содержит:

Уровень напряжения (VoltageLevel) – электрически соединенная часть подстанции, имеющая одинаковый уровень напряжения;

Присоединение (Bay) – подфункция распределительного устройства в пределах одного уровня напряжения;

Оборудование (Equipment) – аппаратное коммутационное устройство, входящее в состав распределительного устройства.



Добавление подстанции

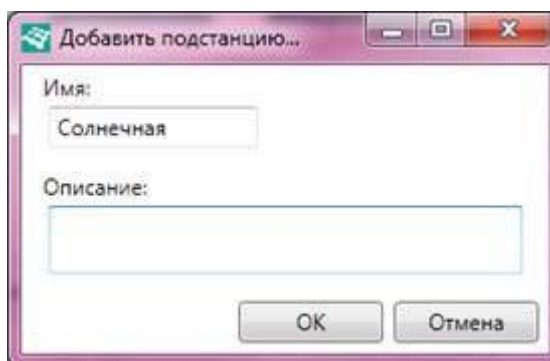
Добавление однолинейной схемы подстанции в проект может быть выполнено несколькими способами:

1. Импорт подстанции из файлов SCL

В меню главного окна «Инструменты» выберите команду «Мастер Импорта». Имеющиеся элементы в файле подстанции добавятся в проект.

2. Добавление новой подстанции

В контекстном меню на папке «Подстанции» или на корневом узле проекта выберите команду «Подстанция» для создания новой подстанции. В открывшемся окне необходимо задать имя новой подстанции.



После нажатия кнопки «ОК» новая подстанция будет добавлена в папку проекта «Подстанции».

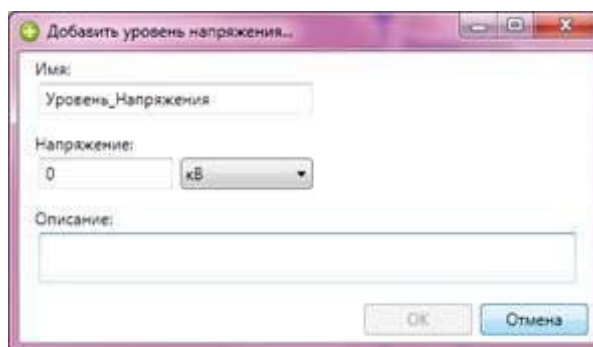
Удаление подстанции

Для удаления подстанции необходимо выделить подстанцию, вызвать контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

Добавление уровня напряжения

Добавление и удаление уровня напряжения при помощи менеджера проекта возможно только после открытия схемы подстанции в графическом редакторе.

Для добавления нового уровня напряжения в структуру подстанции необходимо вызвать контекстное меню подстанции и выбрать команду «Уровень напряжения». В открывшемся окне необходимо задать имя и напряжение уровня напряжения.



Описание параметров уровня напряжения

Параметры Описание

Имя Идентификатор уровня напряжения

Напряжение Значение напряжения и его размерность

Описание Пояснительный текст к уровню подстанции

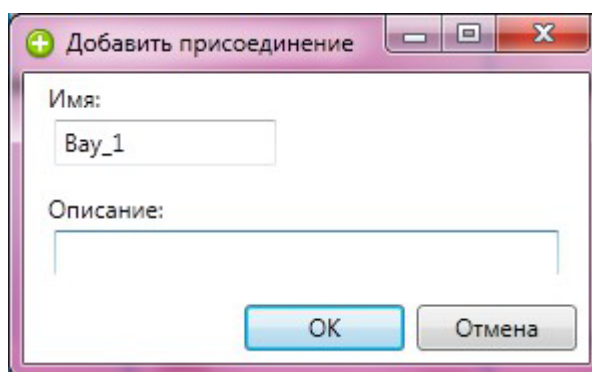
После нажатия кнопки «ОК» новый уровень напряжения будет добавлен в структуру подстанции.

Для удаления уровня напряжения необходимо его выделить, вызвать контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

Добавление присоединения

Добавление и удаление присоединения при помощи менеджера проекта возможно только после открытия схемы подстанции в графическом редакторе.

Для добавления нового присоединения в структуру подстанции необходимо вызвать контекстное меню на уровне напряжения и выбрать команду «Присоединение». В открывшемся окне необходимо задать имя присоединения.



После нажатия кнопки «ОК» новое присоединение будет добавлено в структуру подстанции.

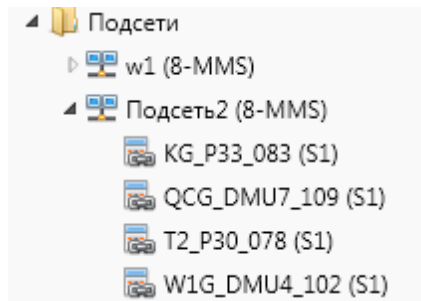
Для удаления присоединения необходимо его выделить, вызвать контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

Информационная сеть

Подсеть (SubNetwork) – соединительный узел связи между точками доступа. Все точки доступа, подключенные к одной подсети, могут связываться друг с другом.

Следует отметить, что информационная подсеть определяет логическое соединение по определенному протоколу или протоколам. На одной и той же физической сети передачи данных могут быть исполнены различные подсети.

ИЭУ присоединяются к подсети через свою коммуникационную точку доступа (Access Point), которая описывает физический порт и логический адрес устройства.



В структуре каждой отдельной подсети отображаются ИЭУ, которые подключены к данной подсети.

Добавление подсети

Добавление подсети в проект может быть выполнено несколькими способами:

1. Импорт подсети из файлов SCL

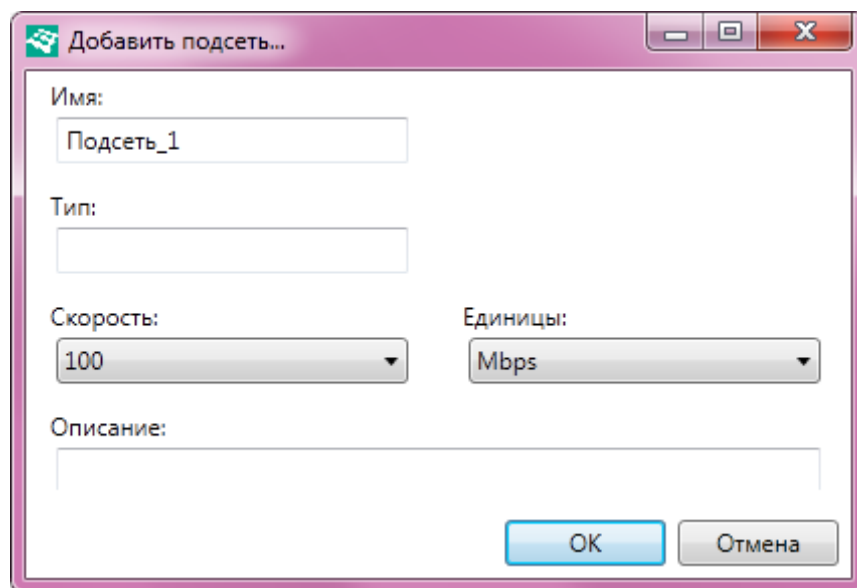
В меню главного окна «Инструменты» выберите команду «Мастер Импорта» или «Импорт IED». Имеющиеся в файле подсети добавятся в проект;

2. Поиск ИЭУ в локальной сети

В меню главного окна «Инструменты» выбрать команду «Найти IED». Устройство и подсеть добавятся в проект;

3. Добавление новой подсети

С помощью контекстного меню на папке «Подсеть» или на корневом узле проекта выберите команду «Подсеть» для создания новой подсети. В открывшемся диалоге необходимо задать имя новой подсети и указать её тип.



Параметры, необходимые для добавления подсети выведены в таблице ниже. После нажатия кнопки «ОК» новая подсеть будет добавлена в папку проекта «Подсети».

Описание параметров подсети

Параметры	Описание

Имя	Идентификатор подсети

Тип	Тип протокола подсети: 8-GOOSE; 8-MMS; 9-SV

Скорость	Скорость передачи данных в подсети

Описание	Пояснительный текст к подсети

Примечание: Типы протоколов определяются из стандартов МЭК 61850-8-1, МЭК 61850-9-1 и МЭК 61850-9-2. Названия протоколов, которые начинаются с “8-“ , относятся к стандарту МЭК 61850-8-1, а те, которые начинаются с “9-“ – к МЭК 61850-9-2.

Удаление подсети

Для удаления подсети необходимо выделить подсеть в менеджере проекта, вызвать её контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

2 Импорт и экспорт

2.1 Импорт и экспорт файлов SCL

Импорт и экспорт файлов SCL

Команды импорта и экспорта файлов SCL предназначены для загрузки данных конфигурации из файлов SSD, SCD, ICD, CID и выгрузки данных в файлы SCD и CID. Проверка корректности данных выполняется автоматически.

Общие сведения о файлах SCL

Файл описания конфигурации подстанции (SCL) имеет XML-формат представления, описанный в МЭК 61850, и содержит разделы, указанные ниже. В зависимости от назначения SCL файла, некоторые разделы могут отсутствовать.

Поддерживаемые файлы SCL

Файл Описание

ICD	Файл описания возможностей ИЭУ. Содержит описание одного устройства – модель данных, поддерживаемые сервисы и т.п.
CID	Предварительная конфигурация ИЭУ от производителя. Содержит параметры информационного взаимодействия ИЭУ
SSD	Файл описания спецификации системы. Содержит однолинейную схему подстанции и функции оборудования. Конфигурации ИЭУ могут отсутствовать
SCD	Файл описания конфигурации подстанции. Содержит полную информацию о подстанции – однолинейную схему с функциями оборудования, конфигурации ИЭУ и параметры информационного взаимодействия

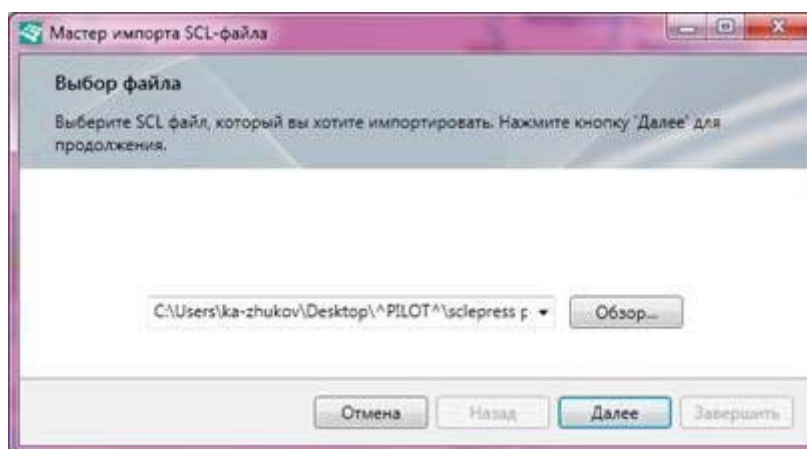
Описание разделов файлов SCL

Раздел	Описание
Заголовок	Содержит информацию о версии и другие основные сведения
Подстанция	Содержит однолинейную схему подстанции и функции оборудования
Подсеть	Содержит параметры информационного взаимодействия
ИЭУ	Содержит описание конфигурации ИЭУ, такие как: логические устройства и логические узлы, блоки управления и т.п.
Шаблоны типов данных	Содержит описание типов логических узлов, объектов и атрибутов данных, используемых в ИЭУ

Мастер импорта

Мастер импорта предназначен для загрузки данных из файлов SSD, SCD, ICD, CID в проект. Для вызова мастера выберите команду «Мастер импорта» во вкладке главного окна «Инструменты».

В открывшемся диалоге необходимо указать расположение импортируемого файла. Следуйте инструкциям на экране и выберите объекты и устройства подстанции. Закончите загрузку, нажав кнопку «Завершить».

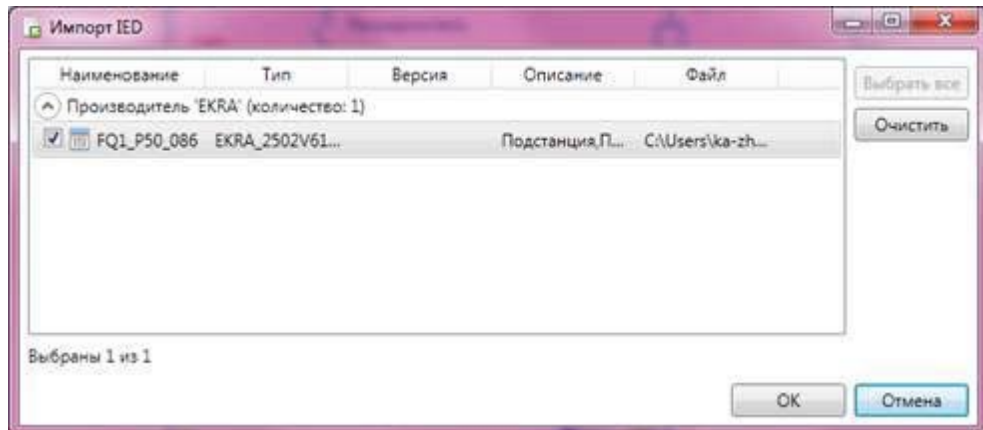


Выбранные элементы добавятся в структуру проекта. Информация о загрузке будет выведена в окне «Вывод».

Импорт устройств

Инструмент «Импорт IED» предназначен для загрузки в проект конфигурированных ИЭУ и параметров подсети из файлов CID и ICD. Для запуска инструмента выберите команду «Импорт IED» во вкладке главного окна «Инструменты» и выберите необходимые файлы для импорта.

В открывшемся диалоге «Импорт IED» подтвердите выбор импортируемых ИЭУ. Завершите импорт, нажав на кнопку «ОК».

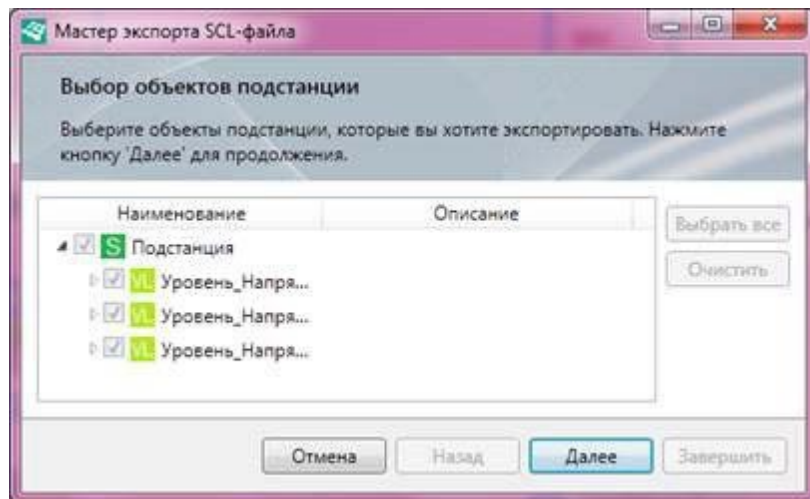


Выбранные ИЭУ добавятся в структуру проекта. Информация о загрузке будет выведена в окне «Вывод».

Мастер экспорта

Мастер экспорта предназначен для выгрузки данных из проекта в файл SCD. Для вызова мастера выберите команду «Мастер экспорта» во вкладке главного окна «Инструменты».

В открывшемся диалоге выберите объекты и устройства подстанции. Следуйте инструкциям на экране и укажите расположение файла, в который будет выполнен экспорт.

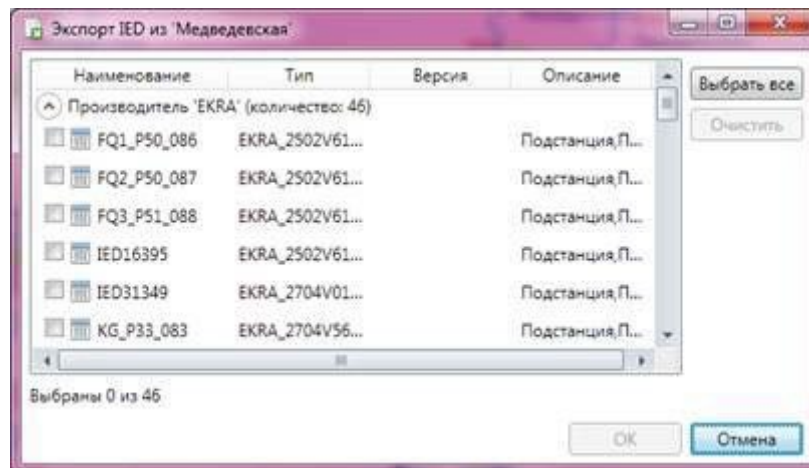


Завершите экспорт данных, нажав кнопку «Завершить». Информация о выгрузке будет выведена в окне «Вывод» (см. 3.4.1).

Экспорт устройств

Инструмент «Экспорт IED» предназначен для выгрузки конфигурированного ИЭУ и параметров подсети в файлы CID. Для запуска инструмента выберите команду «Экспорт IED» во вкладке главного окна «Инструменты».

В открывшемся диалоге «Экспорт IED» выберите ИЭУ для экспорта. Завершите экспорт, указав расположение папки для выгрузки файлов CID.



Каждый ИЭУ будет выгружен в собственный файл CID с таким же названием. Информация о выгрузке будет выведена в окне «Вывод».

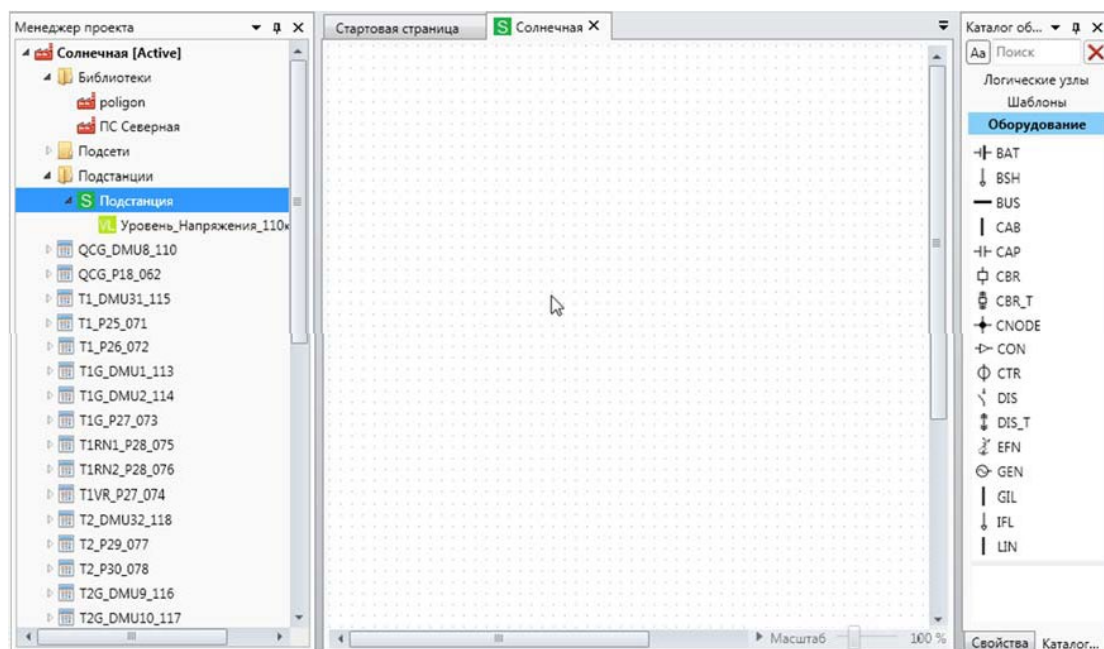
3 Редактор однолинейной схемы

3.1 Добавление шины в присоединение

Во время разработки однолинейной схемы подстанции возникает необходимость добавить новую шину (BUS). Новые пользователи SCL Express сталкиваются с тем, что шина не добавляется в схему. *Это связано с тем, что шину можно добавить только в пустое присоединение.*

Для добавления шины в схему выполните следующие шаги:

1. Добавьте в подстанцию новое **присоединение**. Сделать это можно с помощью контекстного меню **уровня напряжения** в менеджере проекта или в диалоге добавления нового элемента редактора;
2. Перетащите элемент **BUS (шина)** из **каталога оборудования** в рабочую область редактора;
3. В открывшемся диалоге выберите добавленное ранее присоединение (в нём не должно быть других элементов);
4. Нажмите **ОК**, теперь шина добавлена в схему.



3.2 Выбор оборудования подстанции при помощи комбинации клавиш «Ctrl+A»

Согласно языку **SCL**, однолинейная схема подстанции представляет собой иерархию, состоящую из уровней напряжения (Voltage Level), присоединений (Bay) и коммутационного оборудования (Equipment).

- Схема подстанции (ПС)
 - Уровень напряжения
 - Присоединение
 - Оборудование

Комбинация клавиш «**Ctrl+A**» позволяет последовательно выбирать элементы вышестоящего уровня иерархии однолинейной схемы подстанции при повторных нажатиях (т.е. Оборудование→Присоединение→Уровень напряжения→Схема ПС).

Для выбора всех элементов присоединения, выделите произвольный элемент схемы и нажмите комбинацию клавиш «**Ctrl+A**».

Для выбора всех элементов уровня напряжения, нажмите комбинацию клавиш «**Ctrl+A**» ещё раз.

Для выделения всей однолинейной схемы, нажмите комбинацию клавиш «**Ctrl+A**» ещё раз.

Такой механизм выбора элементов однолинейной схемы хорошо зарекомендовал себя при разработке проектов содержащих однотипные присоединения, а также может быть полезен для быстрого визуального контроля принадлежности оборудования к тому или иному присоединению (рисунок 1).

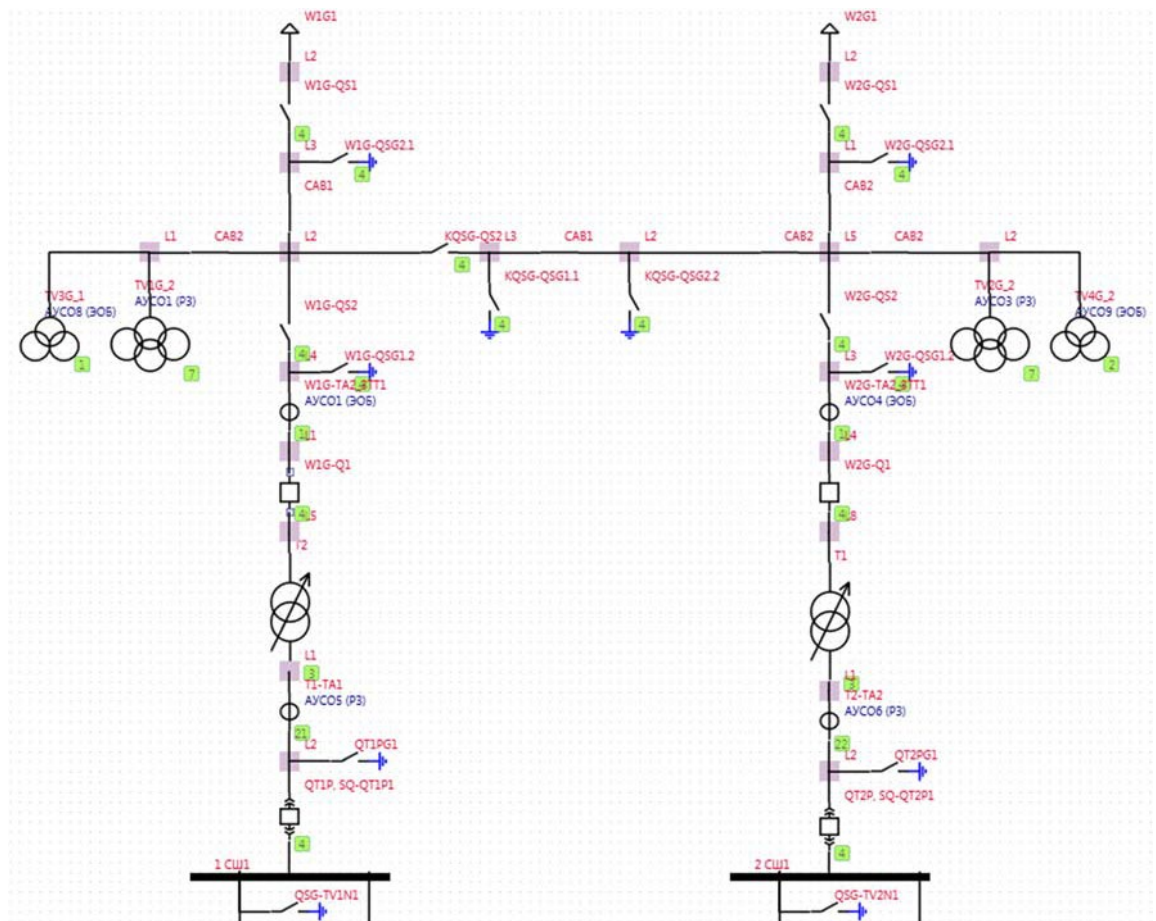


Рисунок 1 – Пример выбора и расстановки элементов однолинейной схемы подстанции

3.3 Работа с редактором подстанции

Редактор однолинейной схемы подстанции

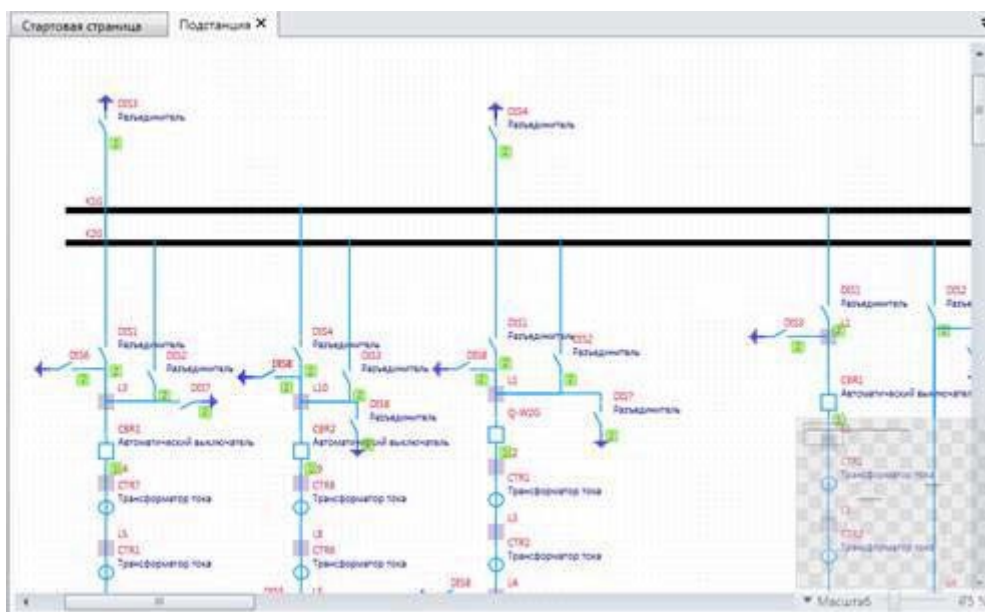
Графический редактор однолинейной схемы подстанции предназначен для:

- создания однолинейной схемы;
- просмотра и редактирования однолинейной схемы;
- размещения (привязки) логических узлов на элементы однолинейной схемы.

однолинейной схемы.

Запуск редактора подстанции

Для запуска редактора подстанции, перейдите в окно менеджера проекта и выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по названию подстанции или выберите команду «Открыть» в контекстном меню элемента. Окно редактора подстанции откроется в новой вкладке в рабочей области SCL Express.



Меню редактора однолинейной схемы

Меню «Редактор однолинейной схемы» отображается на ленте меню главного окна SCL Express только во время работы в редакторе однолинейной схемы и недоступно в остальное время.



Меню «Вид» редактора содержит команды для выравнивания распределения и расположения элементов устройств на схеме.

Для изменения вида схемы, необходимо выделить один или несколько элементов и выбрать команду из меню «Вид».

Команды выравнивания

Команда	Описание
Слева	Выравнивание выбранных элементов по левому краю
По вертикали	Выравнивание выбранных элементов по вертикали
Справа	Выравнивание выбранных элементов по правому краю
Сверху	Выравнивание выбранных элементов по верхнему краю
По горизонтали	Выравнивание выбранных элементов по горизонтали
Снизу	Выравнивание выбранных элементов по нижнему краю

Команды распределения

Команда	Описание
По горизонтали	Равномерное распределение выбранных элементов по горизонтали
По вертикали	Равномерное распределение выбранных элементов по вертикали

Команды управления наложением

Команда	Описание
Выше	Перемещение выбранных элементов на слой вперёд
Вперед	Перемещение выбранных элементов на передний план
Ниже	Перемещение выбранных элементов на слой назад

Команда Описание

Назад Перемещение выбранных элементов на задний план

Меню «Инструменты» редактора содержит команды для вращения выделенных элементов.



Для поворота элементов схемы, необходимо выделить один или несколько элементов и выбрать команду из меню «Инструменты».

Описание команд меню «Инструменты»

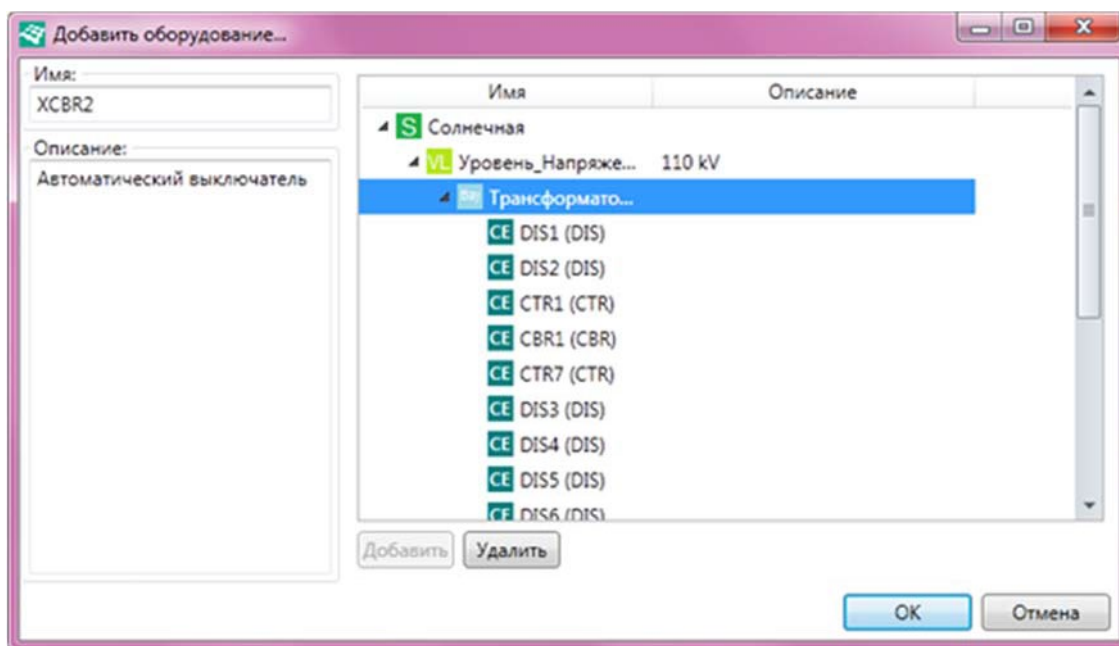
Команда	Жест	Описание
Авто	—	Автоматическая расстановка выделенных элементов схемы
Против часовой	—	Поворот элементов на 90 градусов против хода часовой стрелки
По часовой	Ctrl+R	Поворот элементов на 90 градусов по ходу часовой стрелки

Добавление оборудования в схему подстанции

Список оборудования находится в каталоге оборудования, который автоматически открывается при открытии редактора однолинейной схемы подстанции. Для ручного открытия каталога выберите команду «Каталог оборудования» во вкладке главного окна «Вид».

В окне «Каталог оборудования» выберите вкладку «Оборудование», в которой находятся все элементы первичного оборудования, необходимые для прорисовки схемы подстанции.

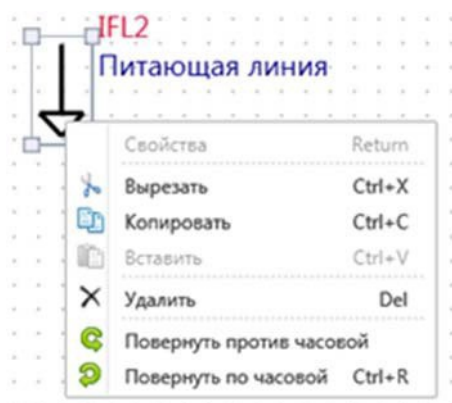
Для того чтобы использовать элемент, просто перетащите его мышкой в рабочую область редактора схемы подстанции. При этом откроется диалог, в котором необходимо осуществить привязку элемента к присоединению.



Необходимо заполнить поле Имя, выбрать присоединение (уровень напряжения или подстанцию) и нажать кнопку «ОК». Добавленный элемент привязан к присоединению.

Поворот элементов

Графическое изображение элемента можно повернуть в необходимом направлении с помощью Меню «Инструменты» редактора или с помощью команд контекстного меню.



Соединение элементов

Для создания соединения между элементами необходимо мышью выполнить перетаскивание коннектора, который появляется над выводом

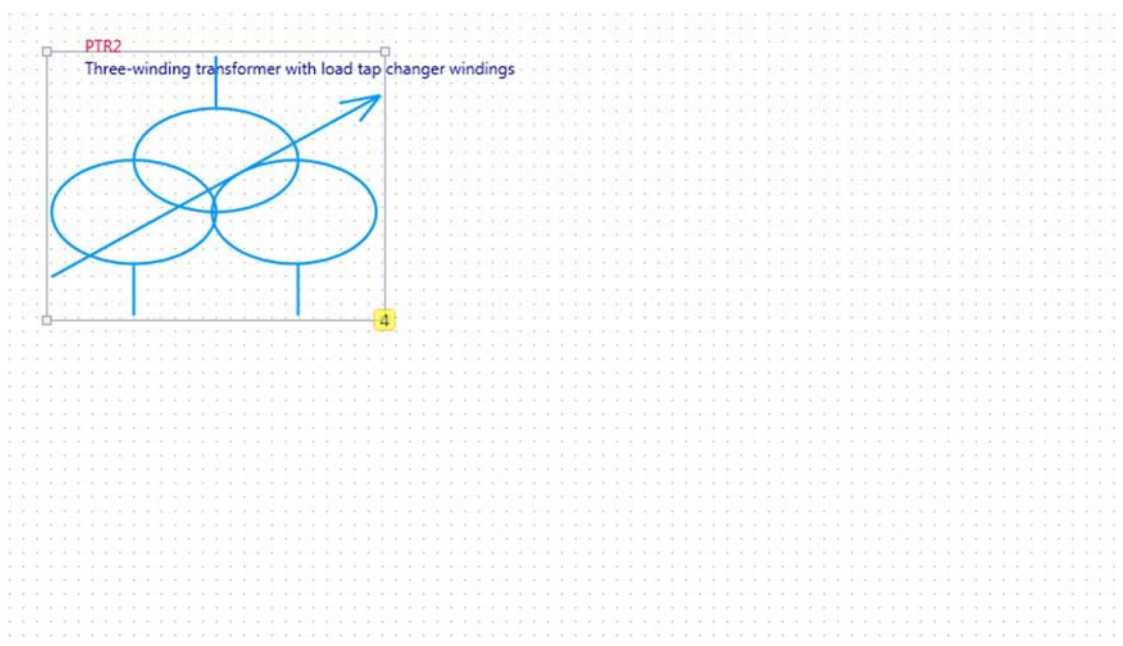
элемента при наведении курсора, к коннектору другого элемента – с которым необходимо выполнить соединение. Перед выполнением действия перетаскивания убедитесь, что рисунок указателя мыши изменился и коннектор подсветился, что является готовностью к выполнению.



Просмотр и редактирование функций оборудования

Функции оборудования определяются привязкой логических узлов ИЭУ к элементу однолинейной схемы.

Информация о существующих привязках логических узлов ИЭУ отображается в виде прямоугольника в правом нижнем углу элемента однолинейной схемы. При наведении курсора и нажатие правой кнопкой мыши на элемент появляется всплывающее окно редактирования привязок.



Окно редактирования привязок представляет собой таблицу, содержащую ссылки на логические узлы. Ссылка описывается несколькими

параметрами: наименованием ИЭУ, наименованием логического устройства, наименованием и классом логического узла. Класс логического узла определяется автоматически.

Функции окна редактирования привязок

Команда Жест Описание

Удалить –	Удаление выделенных ссылок из таблицы
Добавить –	Добавление в таблицу новой ссылки, параметры которой необходимо заполнить

Добавление функций оборудования

Добавление привязок логических узлов ИЭУ к элементам однолинейной схемы осуществляется следующим образом:

- выберите один или несколько логических узлов ИЭУ в менеджере проекта или окне просмотра объектов данных;
- перетащите выбранные логические узлы на элемент схемы.



Добавление шаблонов функций осуществляется аналогично – перетаскиванием из «Каталога оборудования» с вкладки «Логические узлы

4 Редактор информационной сети

4.1 Знакомство с редактором подсети

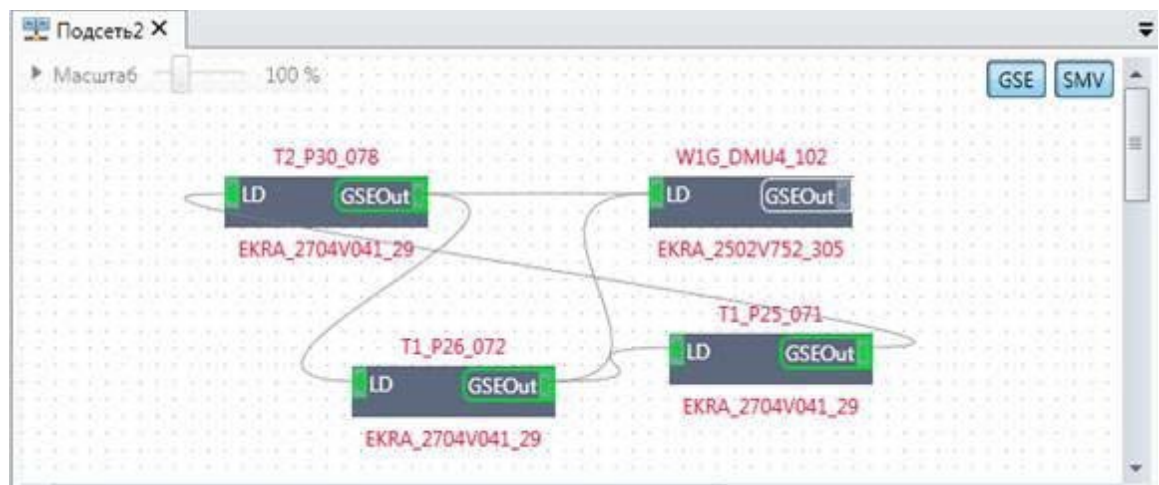
Редактор информационной подсети

Редактор подсети предназначен для:

- создания информационной подсети;
- просмотра и редактирования информационной подсети;
- размещения ИЭУ и их конфигурирование.

Запуск редактора подсети

Для запуска редактора подсети, перейдите в окно менеджера проекта и выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по требуемому элементу проекта подсети в папке «Подсети» или выберите команду «Открыть» в контекстном меню элемента. Окно редактора подсети откроется в новой вкладке рабочей области SCL Express.



Редактор подсети представляет собой окно, разделенное на две области – графическую для визуализации информационных связей между ИЭУ и табличную для их детального конфигурирования.

Между ними располагается панель фильтра отображаемых ИЭУ. Панель фильтра имеет отдельные селекторы для выбора издателей и подписчиков.

Издатели

Подписчики

RCB	IED+LD	RCB	DataSet	Описание
GCB	T2_P30_078LD	urcbST	DSList	
	T2_P30_078LD	urcbMX	MXList	
	T2_P30_078LD	brcbST	DSList	
SMV	W1G_DMU4_102LD	urcbST	DSList	
	W1G_DMU4_102LD	brcbST	DSList	
Входы	T1_P25_071LD	urcbST	DSList	
	T1_P25_071LD	urcbMX	MXList	
	T1_P25_071LD	brcbST	DSList	
	T1_P26_072LD	urcbST	DSList	

Меню редактора подсети

Меню «Редактор подсети» отображается на ленте меню главного окна SCL Express только во время работы в редакторе подсети и недоступно в остальное время.



Команды меню «Вид» предназначены для управления расположением выбранных элементов. Меню «Инструменты» содержит команды для экспорта источников сигналов и адресов приемников в таблицы Excel.

Команды выравнивания

Команда	Описание
Слева	Выравнивание выбранных элементов по левому краю
По вертикали	Выравнивание выбранных элементов по вертикали
Справа	Выравнивание выбранных элементов по правому краю
Сверху	Выравнивание выбранных элементов по верхнему краю
По горизонтали	Выравнивание выбранных элементов по горизонтали
Снизу	Выравнивание выбранных элементов по нижнему краю

Команды распределения

Команда	Описание
По горизонтали	Равномерное распределение выбранных элементов по горизонтали
По вертикали	Равномерное распределение выбранных элементов по вертикали

Команды управления наложением

Команда	Описание
Выше	Перемещение выбранных элементов на слой вперёд
Вперед	Перемещение выбранных элементов на передний план
Ниже	Перемещение выбранных элементов на слой назад
Назад	Перемещение выбранных элементов на задний план

Добавление ИЭУ в подсеть

Для добавления устройства в подсеть необходимо перетащить его мышкой из менеджера проекта в область визуализации информационных связей между ИЭУ редактора подсети. Модель устройства добавится в подсеть.

Для удаления устройства из подсети необходимо выделить модель устройства в рабочей области редактора подсети (не в менеджере проекта!), открыть контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

Модель устройства изображается в виде прямоугольника и имеет входные (слева) и выходные (справа) коннекторы. Сверху отображается имя ИЭУ, а снизу – его тип.



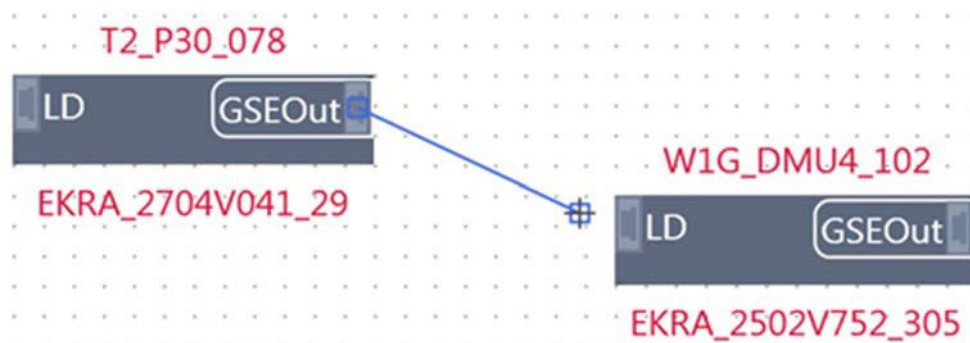
Входные коннекторы модели представляют собой логические устройства, имеющиеся в ИЭУ и использующие данную подсеть через выбранную точку доступа.

Выходные коннекторы модели представляют собой блоки управления GOOSE и SV сообщениями, использующие данную подсеть через выбранную точку доступа.

Создание соединения между ИЭУ

Для создания логического соединения между устройствами необходимо мышью выполнить перетаскивание выходного коннектора одного устройства к входному коннектору другого устройства (или наоборот).

Перед выполнением действия перетаскивания убедитесь, что рисунок указателя мыши изменился и коннектор подсветился, что является готовностью к выполнению.

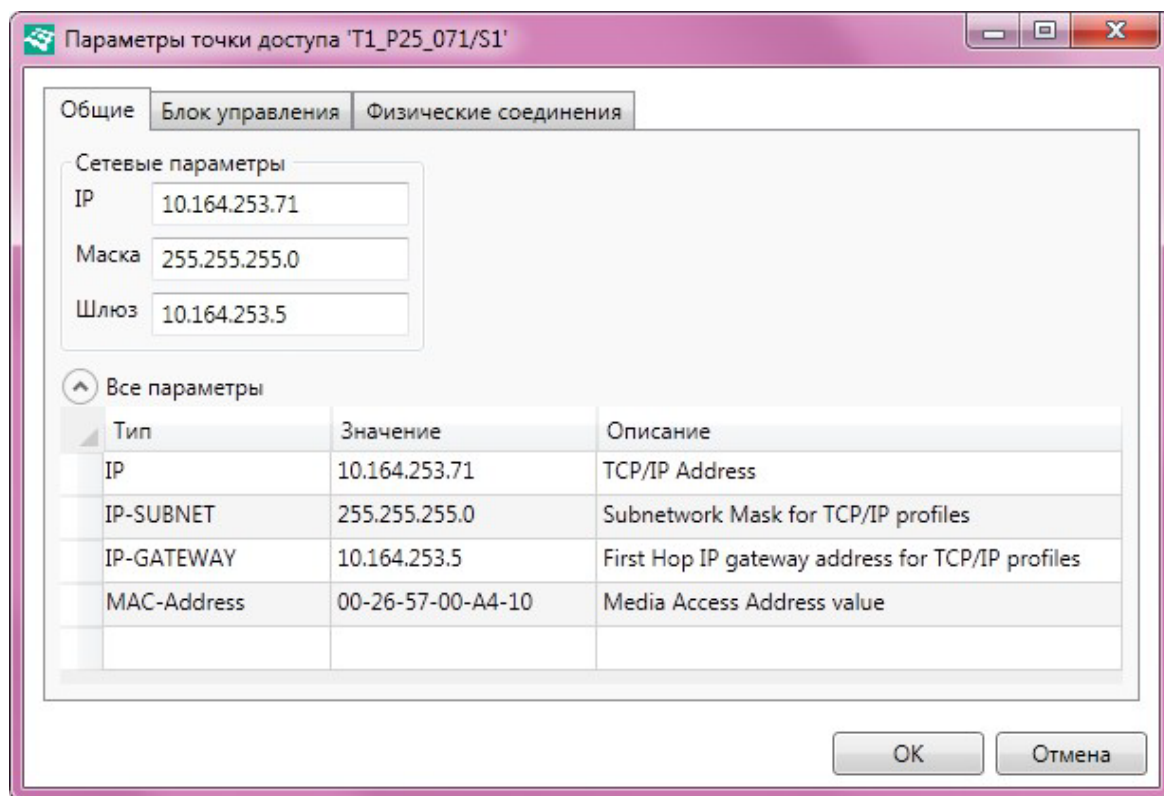


Примечание: Установить логическое соединение между устройствами также возможно при помощи таблицы конфигурирования связи между ИЭУ.

Для удаления логического соединения необходимо выделить соединительную линию, открыть контекстное меню и выбрать команду «Удалить», либо нажать клавишу «Delete».

Конфигурирование параметров подключения ИЭУ

Для просмотра сетевых параметров ИЭУ выделите его в рабочей области редактора и откройте окно «Свойства». В группе Network вы увидите основные параметры IP-подключения. Для детальной настройки параметров вызовите контекстное меню устройства и выберите команду «Настроить точку доступа». Откроется диалог настройки точки доступа ИЭУ.



Вкладка «Общие»

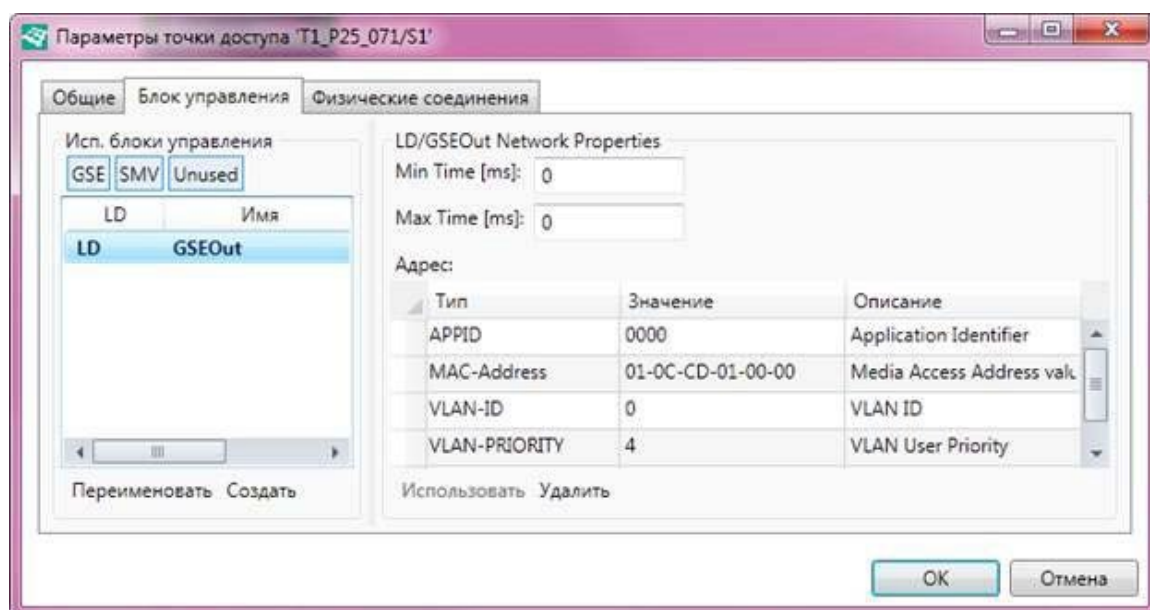
Сетевые настройки определяют ИЭУ в системе подсети для дальнейшей связи с данным ИЭУ.

Описание параметров точки доступа

Параметры	Описание
IP	Адрес ИЭУ, использующий протоколы связи TCP/IP
Маска (IP-SUBNET)	Маска подсети, в которой находится ИЭУ
Шлюз (IP-GATEWAY)	Адрес сетевого шлюза для подсети
MAC-Address	Физический адрес сетевого интерфейса ИЭУ

Вкладка «Блок управления»

Вкладка «Блок управления» позволяет установить сетевые параметры блоков управления, имеющих в ИЭУ. В левой части окна отображается список имеющихся блоков в ИЭУ, в правой стороне – их параметры.



Для установки сетевых параметров блоков управления, их необходимо зарегистрировать в подсети. Для регистрации выберите блок из доступных в списке «Исп. блоки управления» и нажмите «Использовать». Сетевые параметры блока управления отобразятся в правой части окна.

При отсутствии блоков управления в ИЭУ, необходимо добавить их в структуру логического узла LLN0 при помощи менеджера проекта, либо создать их при помощи команды «Создать» в параметрах блока управления.

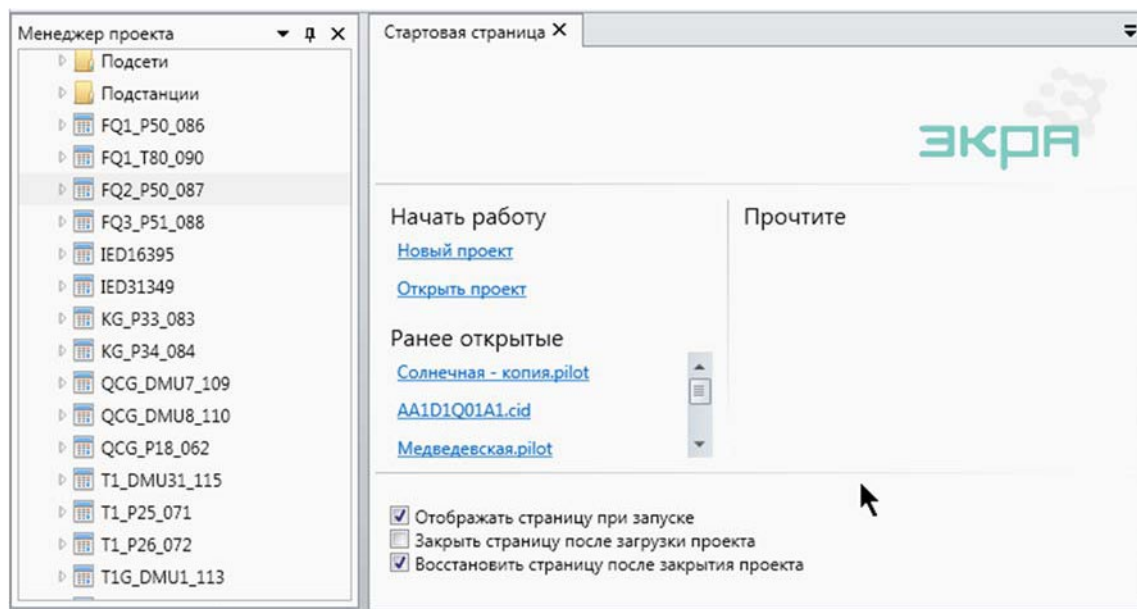
5 Редактор набора данных

5.1 Работа с редактором набора данных

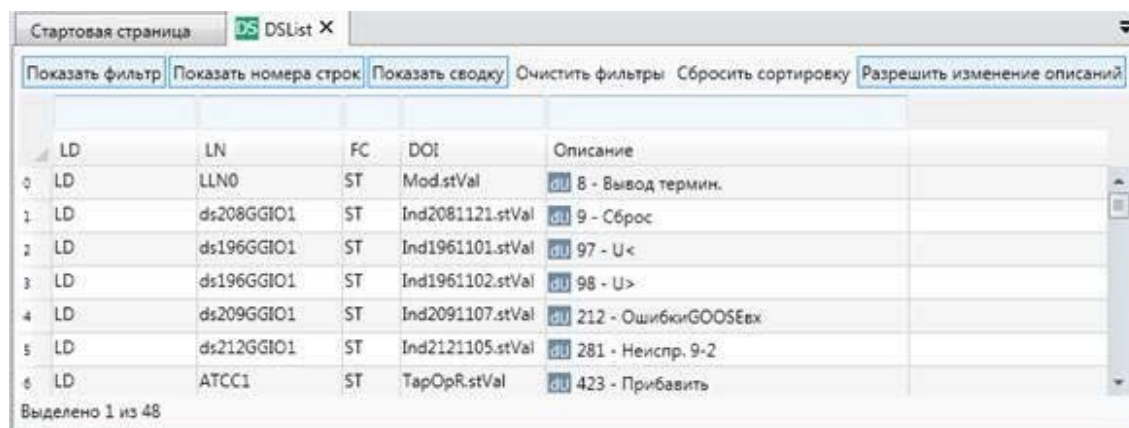
Редактор данных представляет собой таблицу, состоящую из набора ссылок на объекты и атрибуты данных ИЭУ.

Запуск редактора набора данных

Для запуска редактора набора данных, перейдите в окно менеджера проекта, раскройте структуру ИЭУ и выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по требуемому набору данных или выберите команду «Открыть» в контекстном меню элемента.



Окно редактора набора данных откроется в новой вкладке в рабочей области SCL Express.



Окно «Редактора набора данных» позволяет сортировать список набора данных и выполнять фильтрацию по логическим узлам LN, функциональной связи FC, объектам данных DOI и описанию dU (dU – атрибут объекта данных, содержащий текстовое описание данных или дополнительной информации. Предпочтительнее использовать символы Юникода).

Меню редактора набора данных

Меню «Редактор набора данных» отображается на ленте меню главного окна SCL Express только во время работы в редакторе набора данных и недоступно в остальное время.



Для редактирования объектов данных, необходимо выделить один или несколько элементов данных и выбрать команду в меню «Редактирование».

Описание команд меню «Редактирование»

Команда	Жест	Описание
Удалить	Delete	Удаляет выделенные элементы
Вырезать	Ctrl+X	Удаляет выделенные элементы и помещает их в буфер обмена
Копировать	Ctrl+C	Помещает копию выделенных элементов в буфер обмена
Вставить	Ctrl+V	Добавляет копию выделенных элементов из буфера обмена перед текущей позицией курсора

Добавление элементов в набор данных

Для добавления элементов в набор данных необходимо открыть окно просмотра объектов данных, и перетащить необходимые элементы

логического узла в рабочую область редактора набора данных. В список добавятся ссылки на объекты и атрибуты данных.

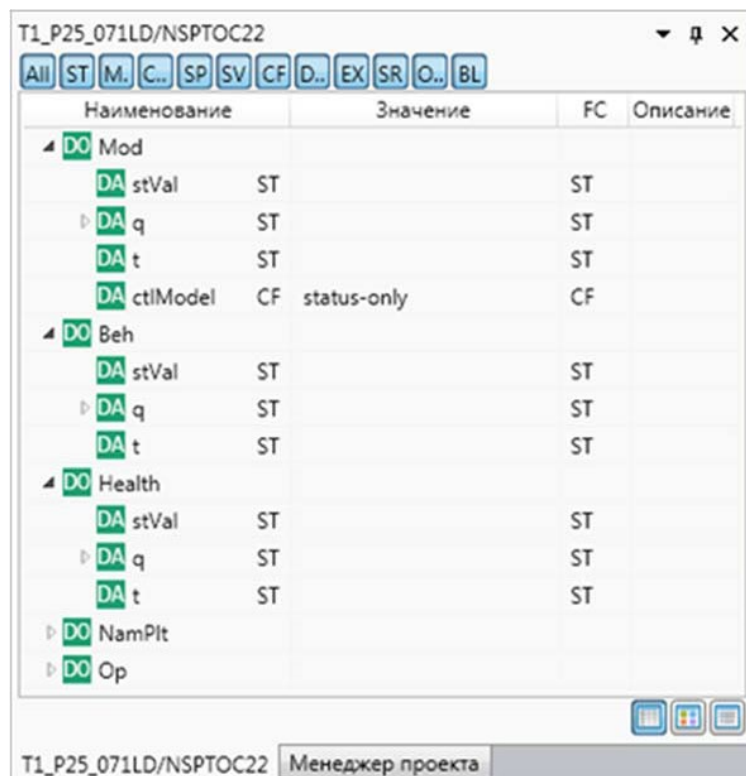
Для удаления элементов из набора данных необходимо выбрать требуемые элементы и выполнить команду «Удалить».

Просмотр экземпляров и типов данных

Окно «Объекты данных»

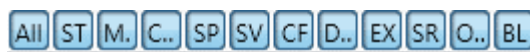
Окно «Объекты данных» предназначено для отображения структуры экземпляров данных: логических узлов, наборов данных и блоков управления (связанных с блоком управления набора данных). Для ручного открытия окна во вкладке главного окна «Вид» выберете команду «Объекты данных». По умолчанию окно находится в левой стороне главного окна программы SCL Express.

Для просмотра экземпляра данных необходимо выделить логический узел, набор данных или блок управления в менеджере проекта, при этом в заголовке окна отобразится наименование выделенного экземпляра, а в основной области – его структура в виде таблицы с колонками: наименование, значение, функциональная связь (FC) и описание.



Окно «Объекты данных» позволяет выполнять фильтрацию атрибутов данных по функциональной связи (FC). Назначение элементов управления и описание значений функциональной связи показаны ниже.

Назначение элементов управления окна «Объекты данных»

Элемент	Назначение
	Фильтрация по функциональной связи
	Отображения списка данных в виде дерева
	Отображение списка данных в виде групп данных, отсортированных по алфавиту
	Отображение данных в виде списка, с сортировкой по алфавиту

Описание значений функциональной связи FC

Группа	Наименование
ST	Информация о состоянии
MX	Измеряемые величины (аналоговые значения)
CO	Управление
SP	Уставка (вне группы настроек)
SV	Подстановка
CF	Конфигурация
DC	Описание
EX	Расширенное определение
SR	Сервисный ответ
OR	Operate received
BL	Блокировка
SE	Редактируемая группа настроек
SG	Группа настроек

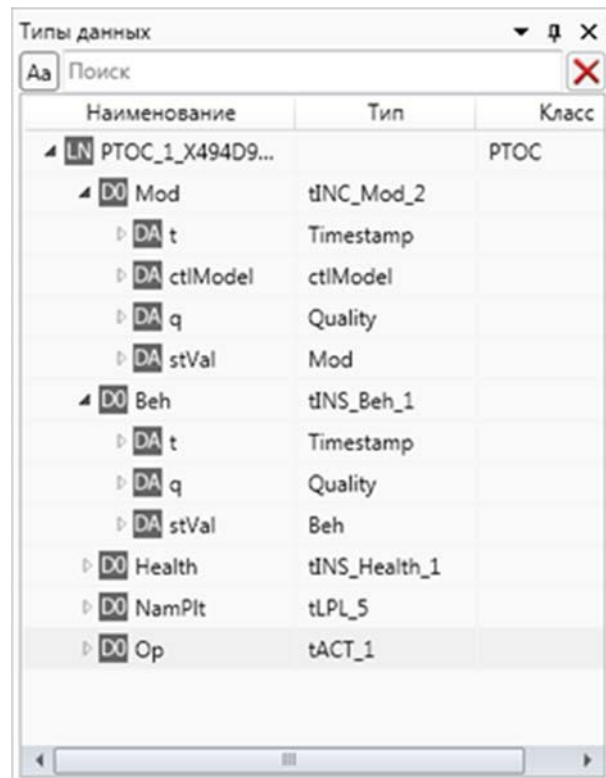
Структуру типов объектов данных и классов логических узлов можно посмотреть в окне «Типы данных».

Окно «Типы данных»

Окно «Типы данных» предназначено для отображения структуры типов логических узлов, наборов данных, объектов и атрибутов данных.

Для ручного открытия окна во вкладке главного окна «Вид» выберете команду «Типы данных». По умолчанию окно находится в левой стороне главного окна программы SCL Express.

Для просмотра типа данных необходимо выделить логический узел, набор данных или атрибут данных в менеджере проекта, при этом в основной области окна отобразится структура в виде таблицы с колонками: наименование, тип, класс.



Наименование	Тип	Класс
LN PTOC_1_X494D9...		PTOC
└─ D0 Mod	tINC_Mod_2	
└─ DA t	Timestamp	
└─ DA ctIModel	ctIModel	
└─ DA q	Quality	
└─ DA stVal	Mod	
└─ D0 Beh	tINS_Beh_1	
└─ DA t	Timestamp	
└─ DA q	Quality	
└─ DA stVal	Beh	
└─ D0 Health	tINS_Health_1	
└─ D0 NamPlt	tLPL_5	
└─ D0 Op	tACT_1	

Задание

В соответствие с вариантом, выданным преподавателем осуществить описание оборудования подстанции, представленной на рисунках приложения А.

Выгрузить файл описания подстанции SCL и отчет в pdf документ, описывающий все сформированные разделы описания подстанции.

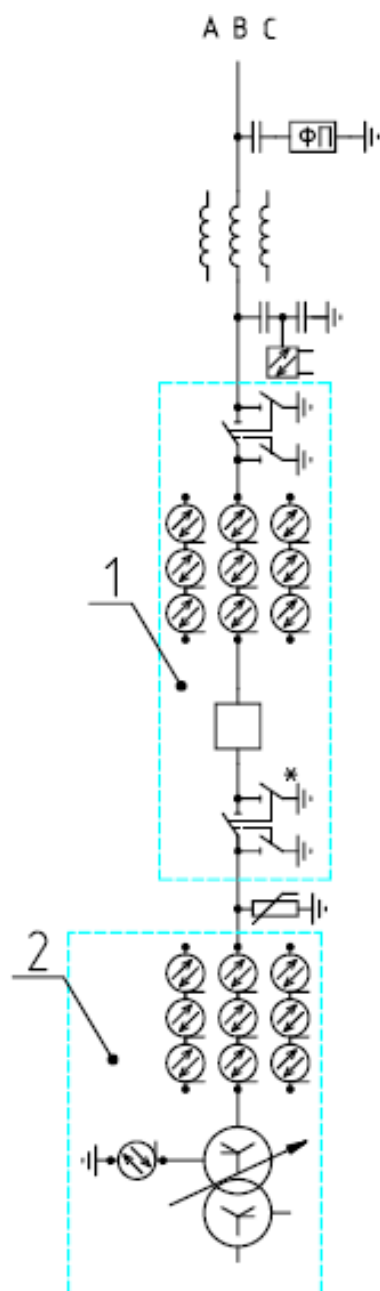


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
35(110) 220I-3Н/трехфазное	1	ШПДС 1-6-0
220-3Н/В-пофазное, Р,ЗН-трехфазное	1	ШПДС 2-6-0
220(330,500)-3Н/пофазное	1	ШПДС 2-0-6
35(110) 220I-3Н/трехфазное	2	ШПДС МО 3/0
220(330,500)-3Н/пофазное	2	ШПДС МО 1/0

Схема № 3Н – Блок (линия-трансформатор) с выключателем

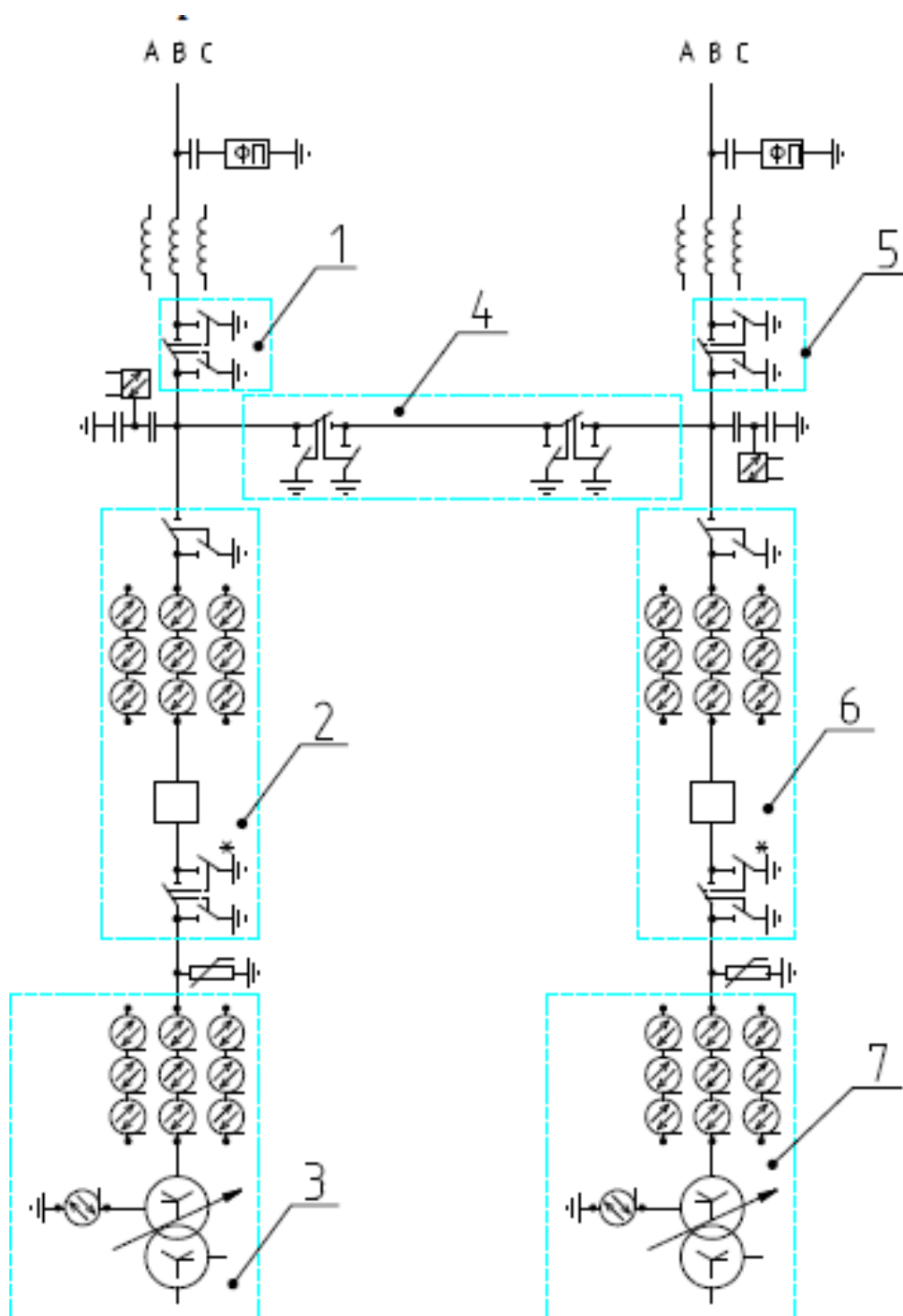


Схема № 4Н – Два блока с выключателями и неавтоматической
перемычкой со стороны линий

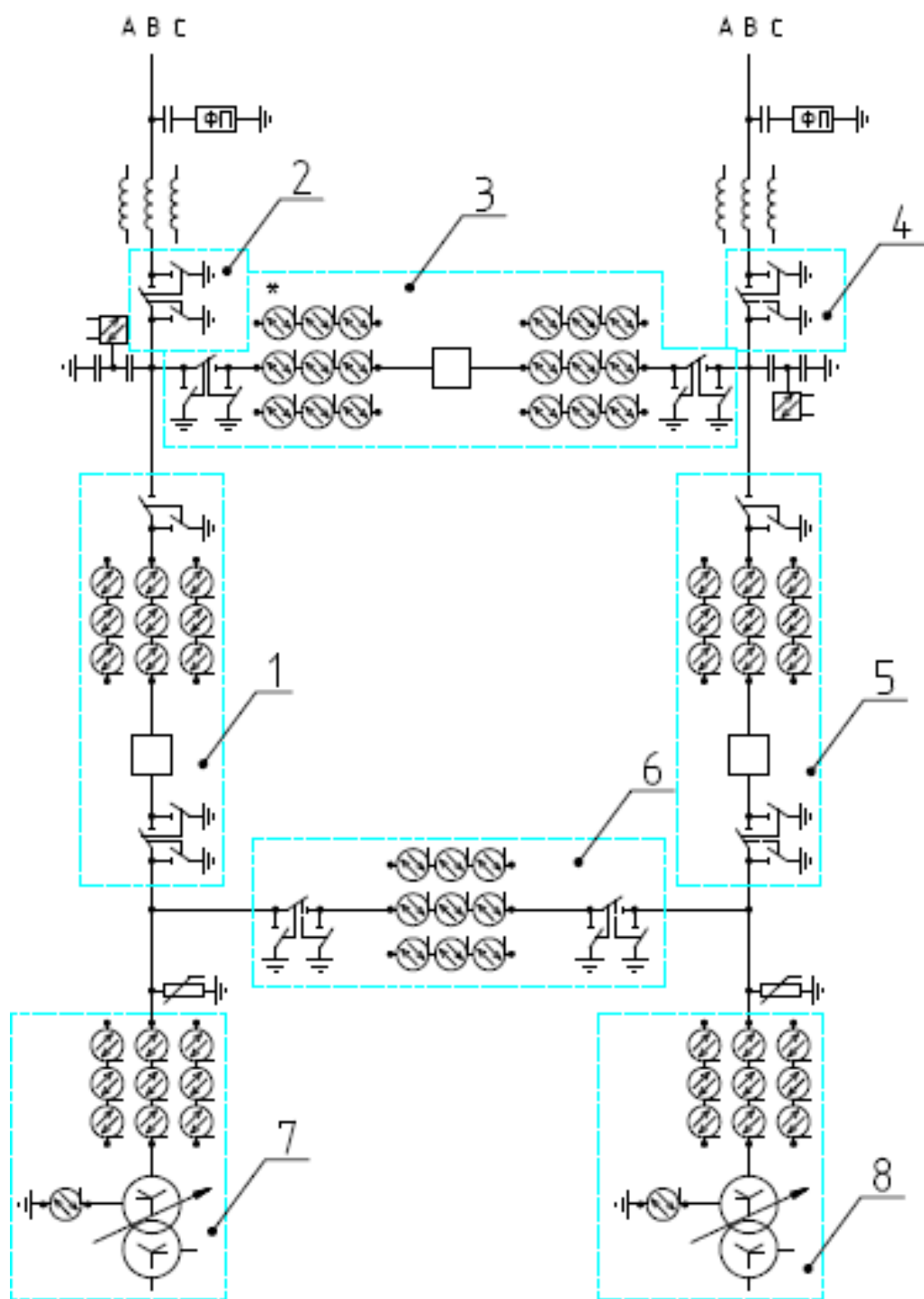


Схема № 5АН – Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и
ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов

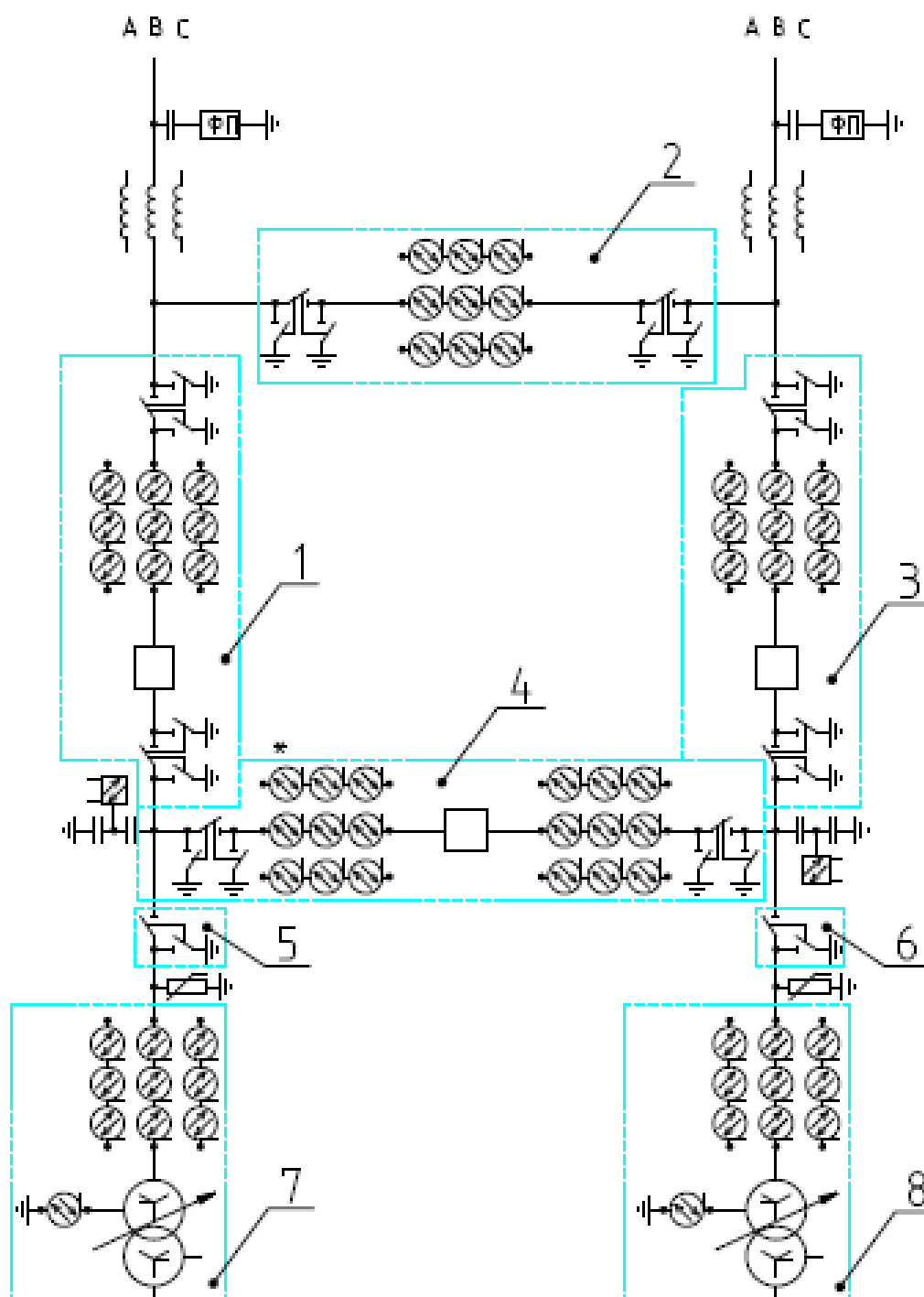


Схема № 5Н – Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и
ремонтной перемычкой со стороны линий

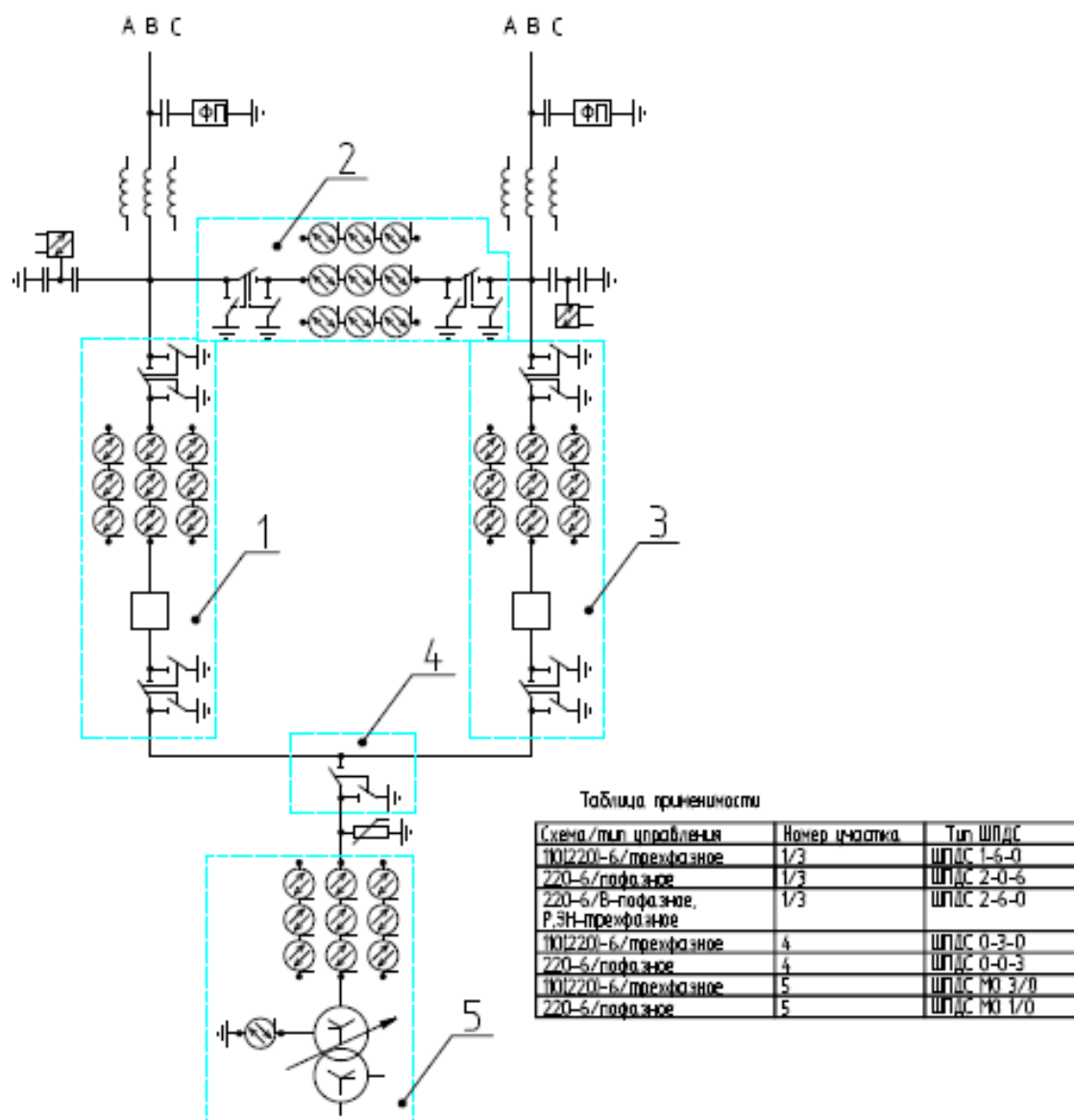


Схема № 5 – Заход-выход

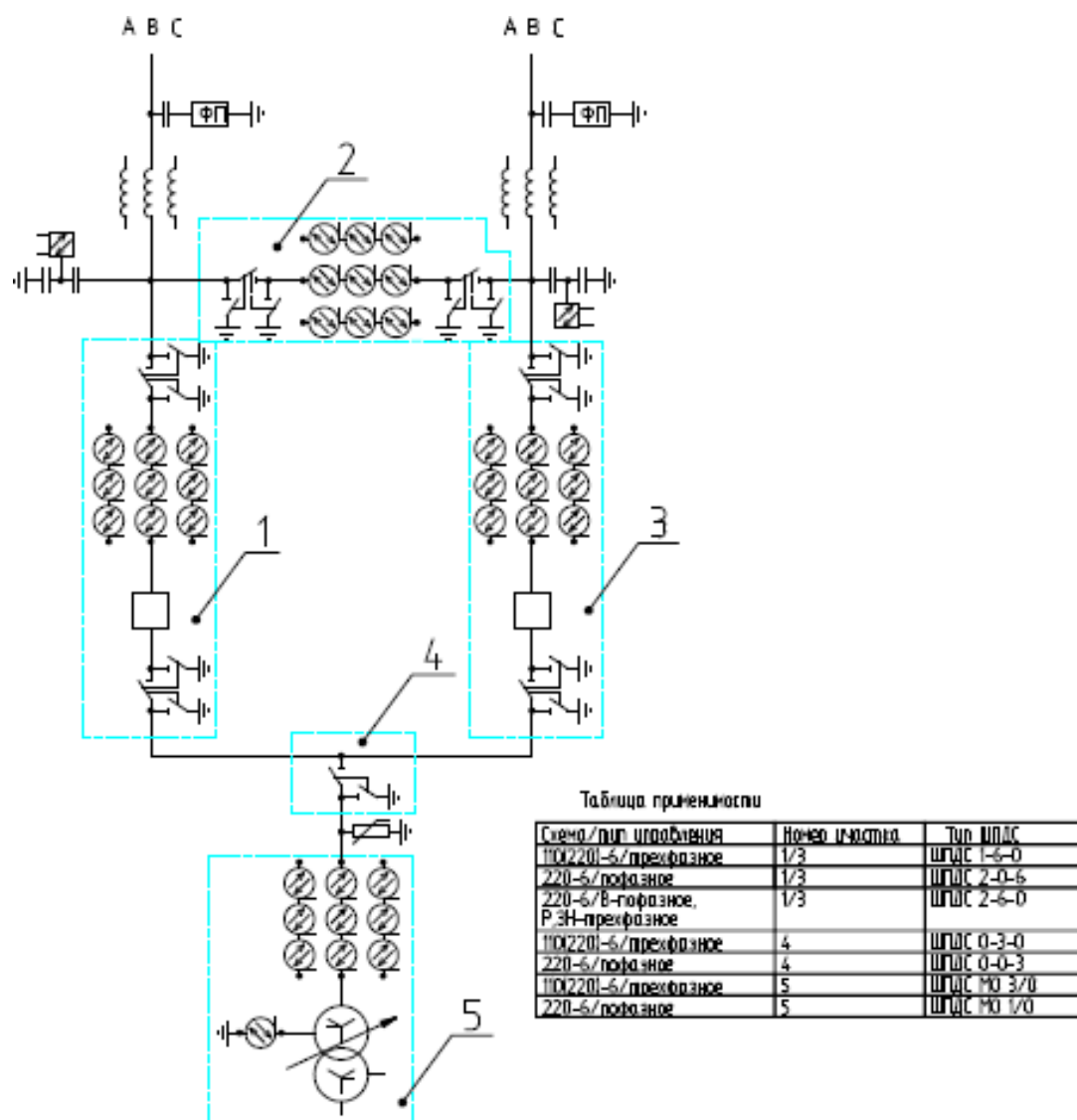


Схема № 6 – Заход-выход

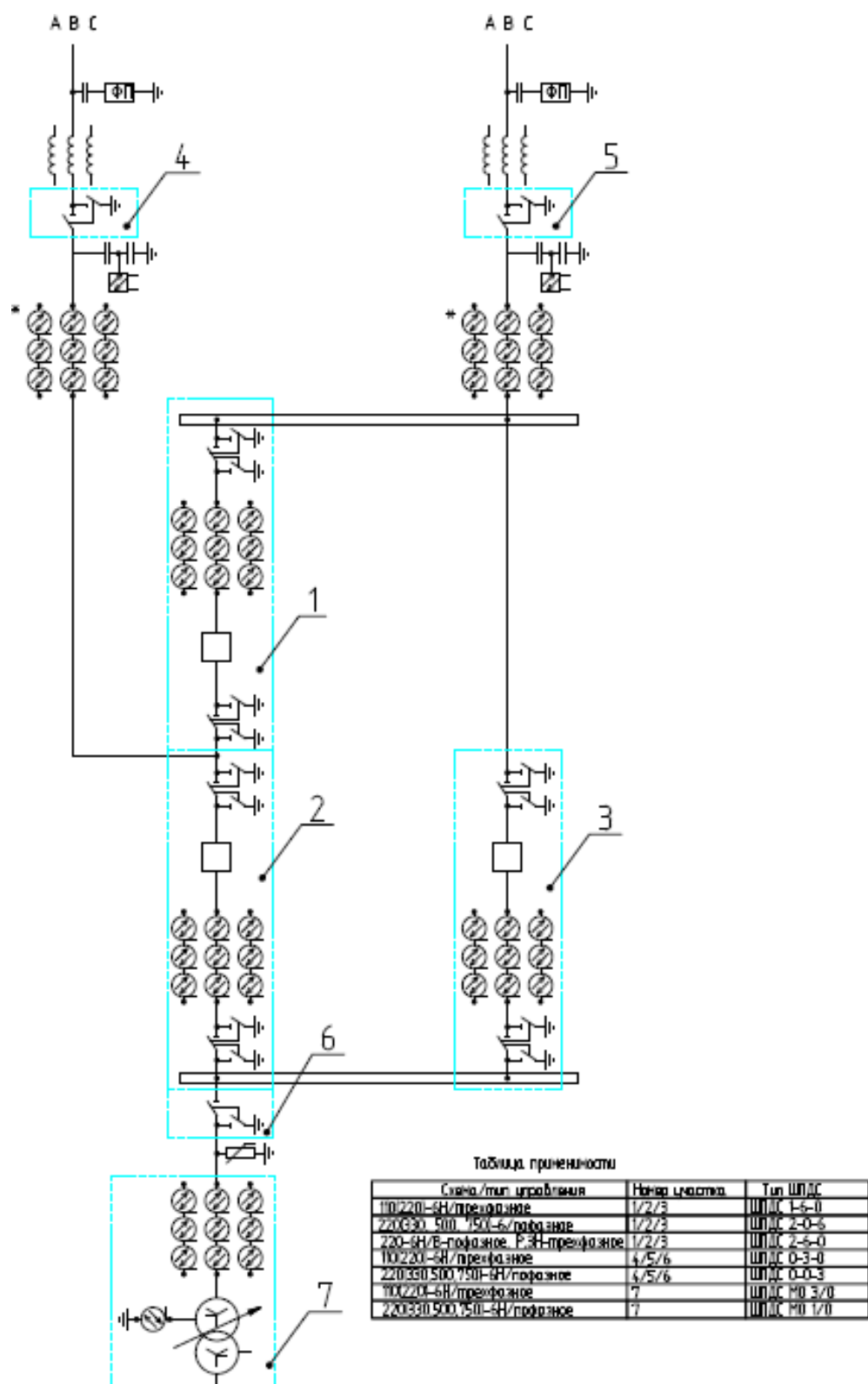


Схема № 6Н – Треугольник

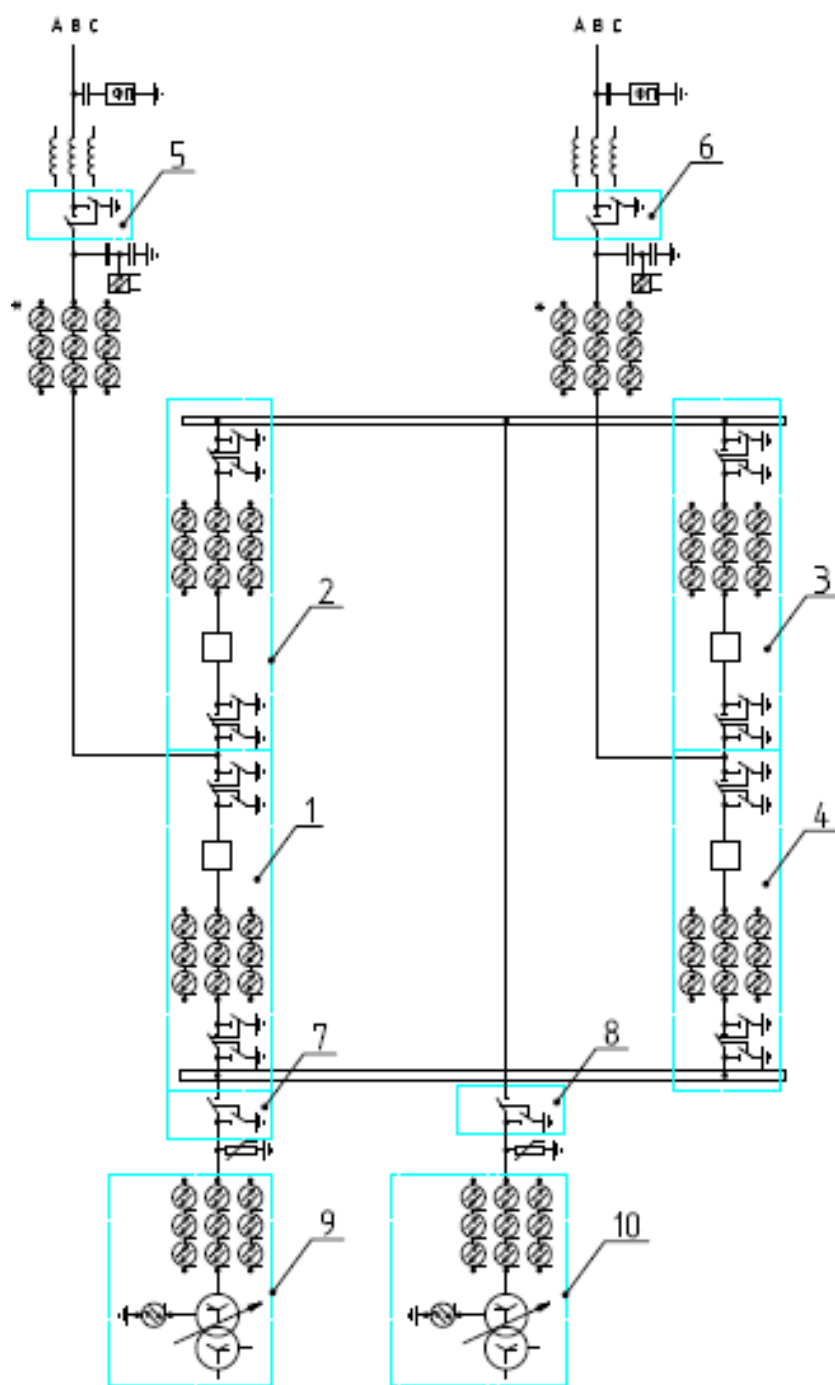


Схема № 7 – Четырехугольник

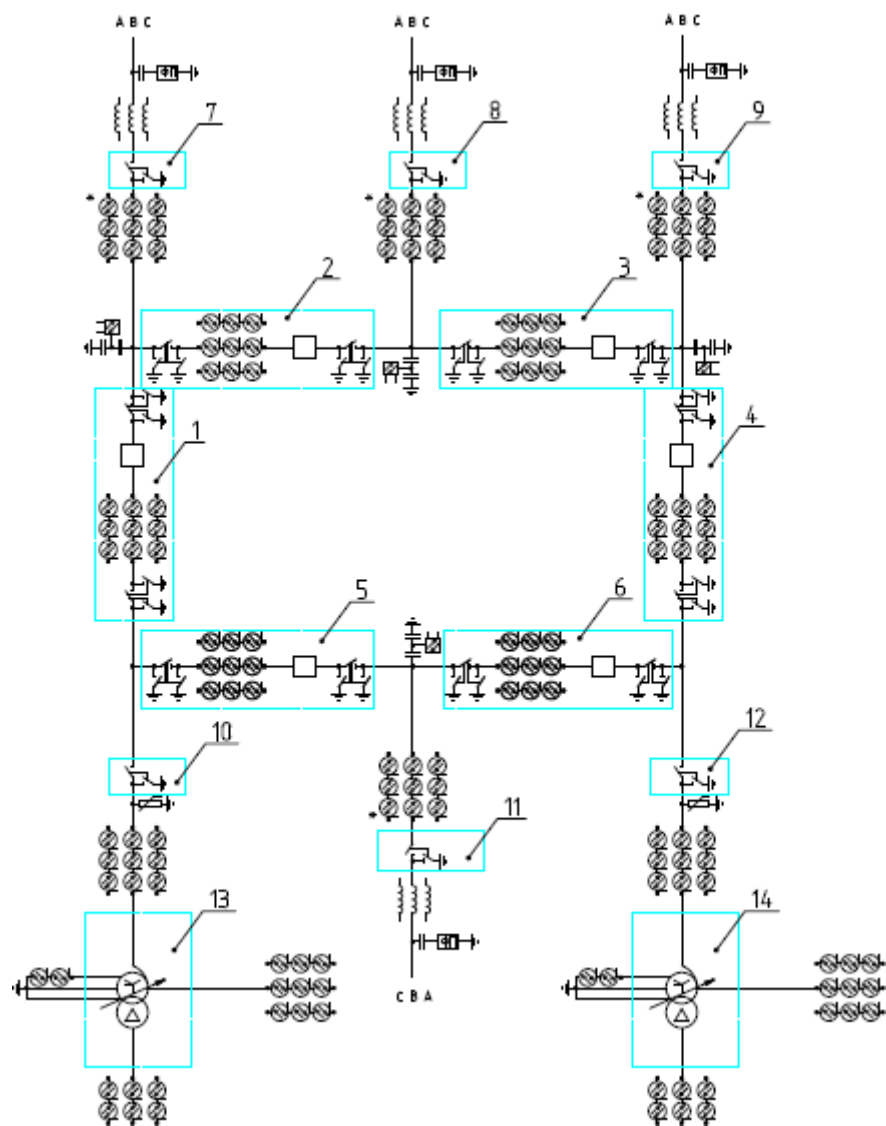


Схема № 8 – Шестиугольник

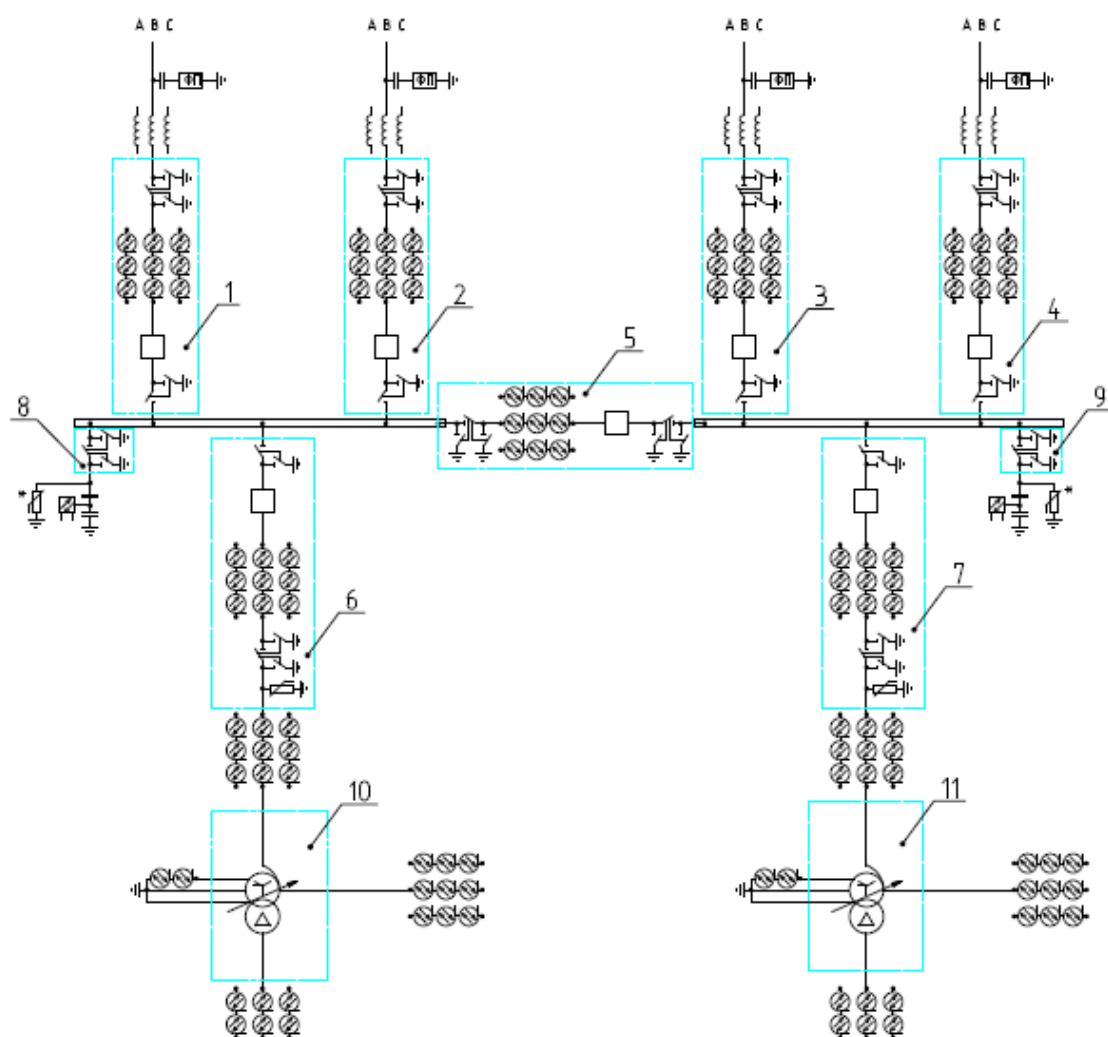


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
35(110, 220)-9/трехфазное	1-7	ШПДС 1-6-0
220-9/пофазное	1-7	ШПДС 2-0-6
220-9/В-пофазное, Р,ЗН-трехфазное	1-7	ШПДС 2-6-0
35(110, 220)-9/трехфазное	8/9	ШПДС 0-3-0
220-9/пофазное	8/9	ШПДС 0-0-3
35(110, 220)-9/трехфазное	10/11	ШПДС МО 3/0
220-9/пофазное	10/11	ШПДС МО 1/0

Схема № 9 – Одна рабочая секционированная система шин

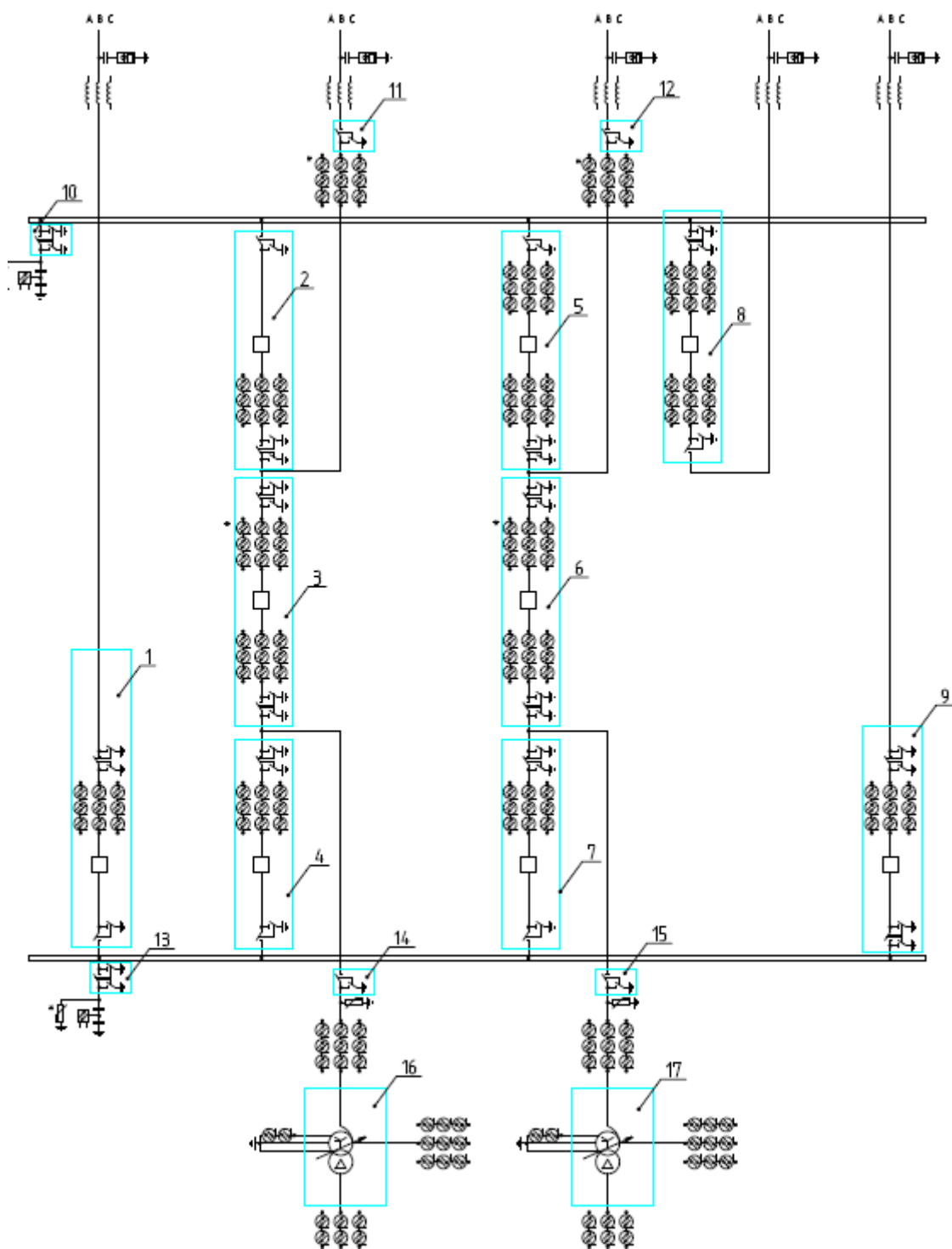


Схема № 9АН – Одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку

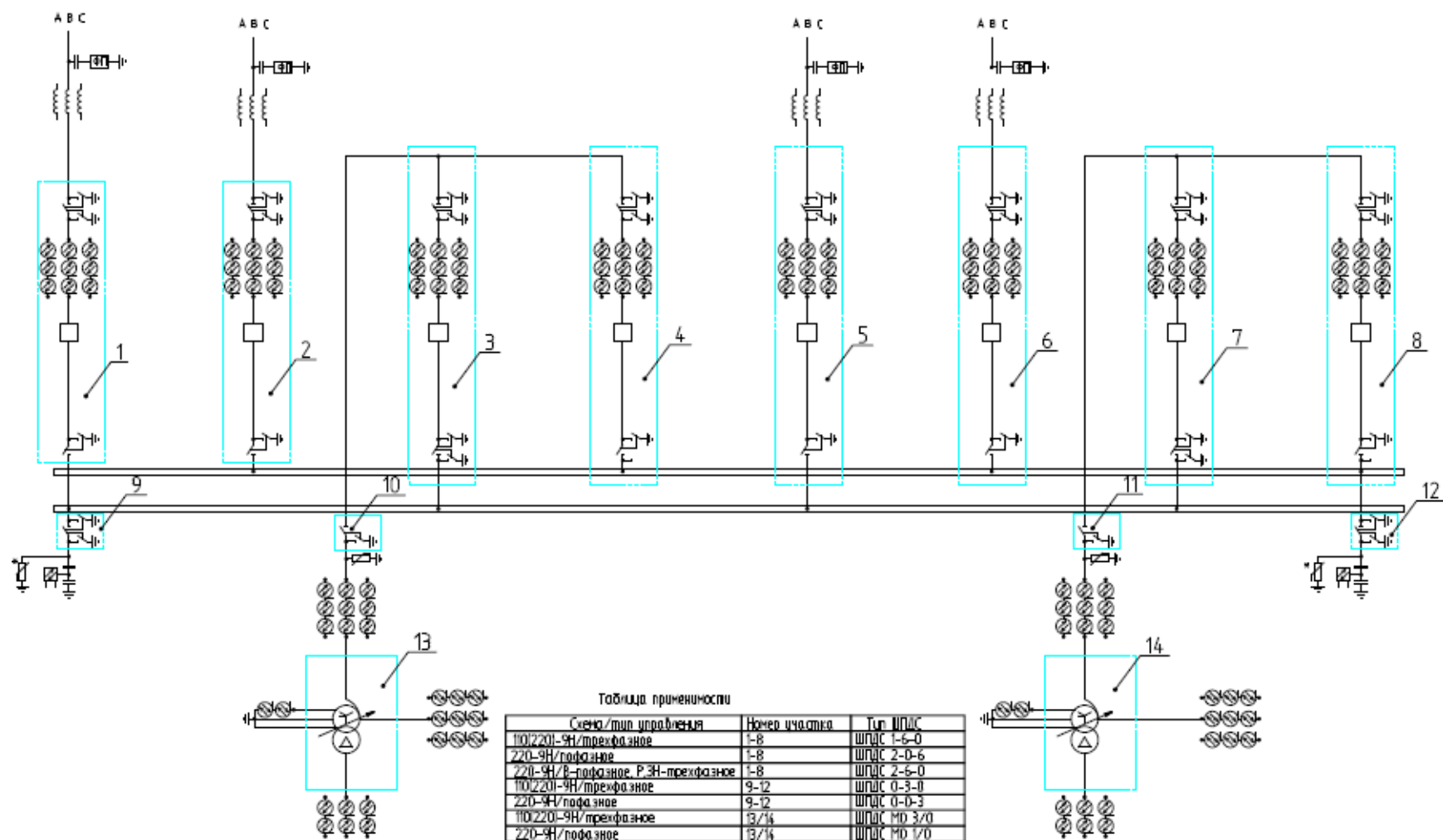


Схема № 9Н – Одна рабочая секционированная система шин с подключением трансформаторов через развилку выключателей

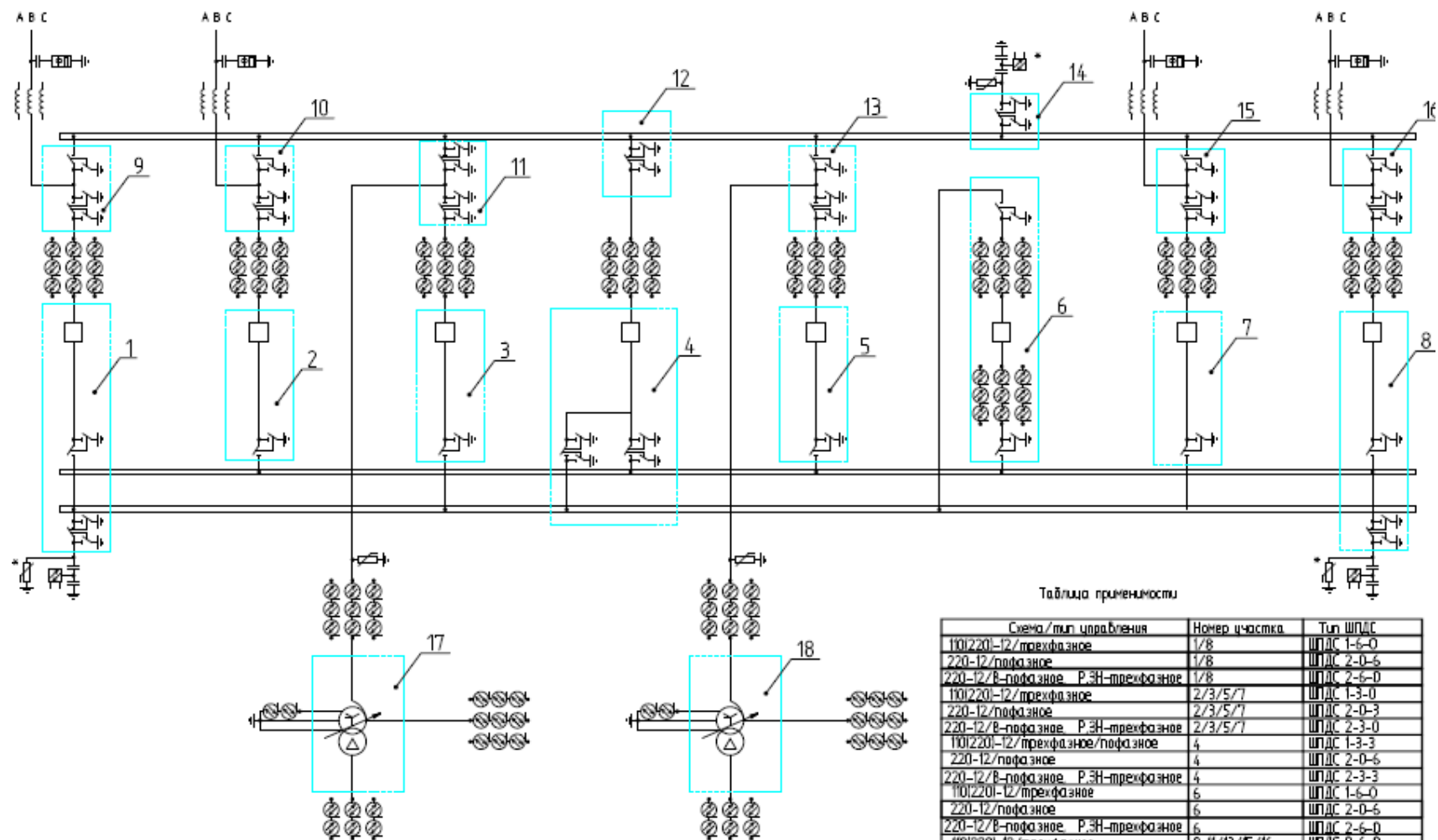


Схема № 12 – Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин

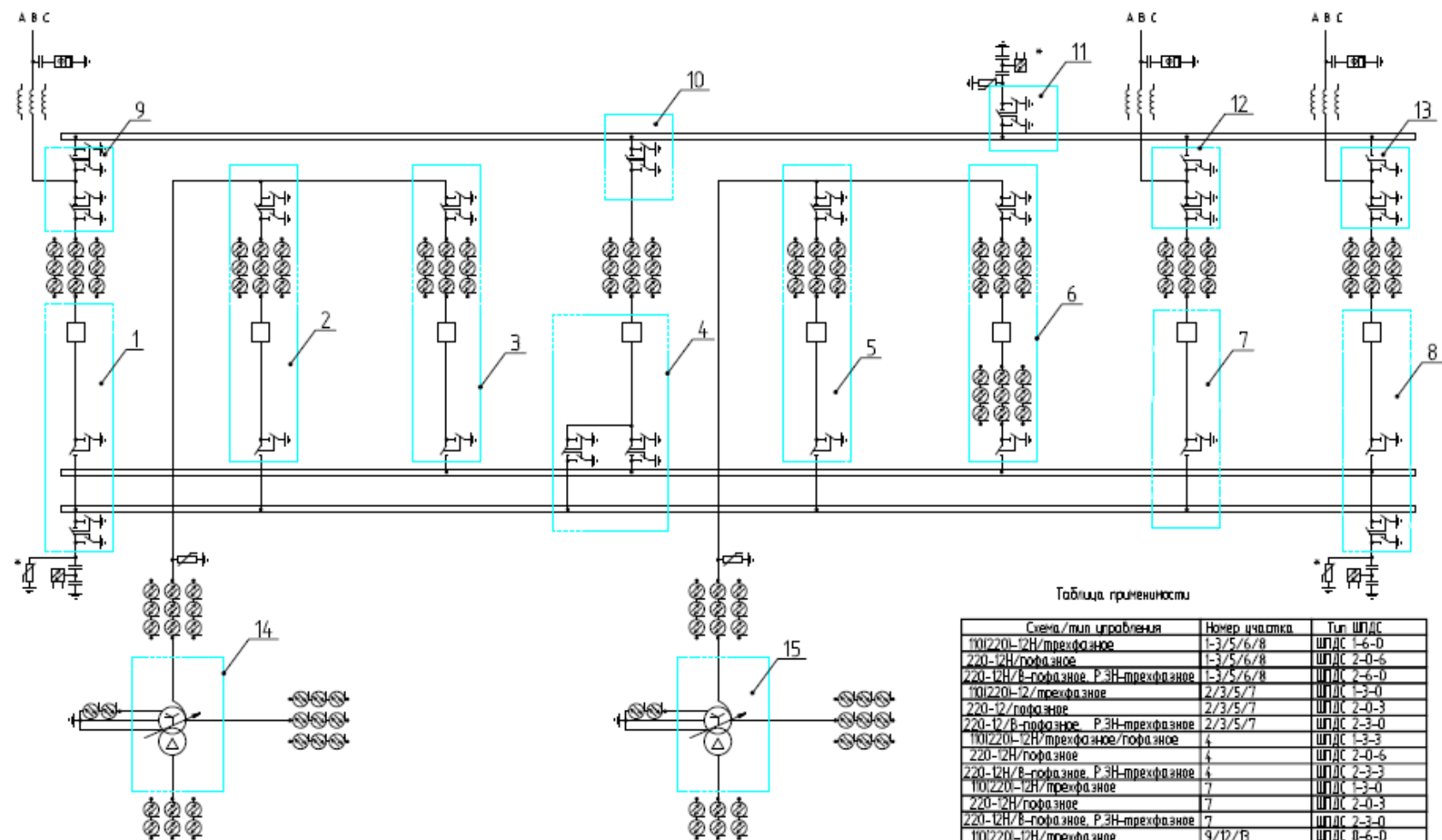


Таблица применимости

Схема/тип управления	Номер участка	Тип ШПДС
10/220-12Н/трехфазное	1-3/5/6/8	ШПДС 1-6-0
220-12Н/пофазное	1-3/5/6/8	ШПДС 2-0-6
220-12Н/В-пофазное, РЗН-трехфазное	1-3/5/6/8	ШПДС 2-6-0
10/220-12/трехфазное	2/3/5/7	ШПДС 1-3-0
220-12/пофазное	2/3/5/7	ШПДС 2-0-3
220-12/В-пофазное, РЗН-трехфазное	2/3/5/7	ШПДС 2-3-0
10/220-12Н/трехфазное/пофазное	4	ШПДС 1-3-3
220-12Н/пофазное	4	ШПДС 2-0-6
220-12Н/В-пофазное, РЗН-трехфазное	4	ШПДС 2-3-3
10/220-12Н/трехфазное	7	ШПДС 1-3-0
220-12Н/пофазное	7	ШПДС 2-0-3
220-12Н/В-пофазное, РЗН-трехфазное	7	ШПДС 2-3-0
10/220-12Н/трехфазное	9/12/В	ШПДС 0-6-0
220-12Н/пофазное	9/12/В	ШПДС 0-0-6
10/220-12Н/трехфазное	10/11	ШПДС 0-3-0
220-12Н/пофазное	10/11	ШПДС 0-0-3
10/220-12Н/трехфазное	14/15	ШПДС МО 3/0
220-12Н/пофазное	17/18	ШПДС МО 1/0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «Основы проектирования высокоавтоматизированных
подстанций» для студентов направления подготовки специальности
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Ставрополь 2025

Содержание

- Практическое занятие №1. Требования по установке ШПДС
- Практическое занятие №2. Требования по установке ШПАС
- Практическое занятие №3. Расчет оборудования ЛВС и ШСК
- Практическое занятие №4. Выбор цифровых трансформаторов тока и напряжения
- Практическое занятие №5. Выбор параметров GOOSE-сообщений
- Практическое занятие №6. Выбор параметров SV-сообщений
- Практическое занятие №7. Параметрирование MMS сообщения
- Задача №8. Оценка информационной нагрузки при реализации комплексов РЗА и АСУ ТП
- Практическое занятие №9. Многоадресная MAC-фильтрация
- Практическое занятие №10. Виртуальные локальные сети (Virtual Local Area Network)
- Практическое занятие №11. Настройка и тестирование функции многоадресной фильтрации для управления трафиком IEC 61850
- Практическое занятие №12. Настройка и тестирование функции виртуальных локальных сетей для управления трафиком IEC 61850
- Практическое занятие №13. Расчет нагрузки на локальную вычислительную сеть электрической подстанции
- Практическое занятие №14. Настройка VLAN сетевого коммутатора
- Практическое занятие №15. Настройка маршрутизации сетевого коммутатора
- Практическое занятие №16. Присвоение идентификатора GOOSE-сообщения (goID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции
- Практическое занятие №17. Присвоение идентификатора отчета MMS (rptID) устройства в локальной вычислительной сети электрической подстанции
- Практическое занятие №18. Присвоение имени ldName логического устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции
- Список использованной литературы

Практическое занятие №1. Требования по установке ШПДС

Задание

В соответствии с «Правила оформления принципиальных электрических схем подстанций» для предложенной по варианту схеме подстанции выбрать типы и места установки шкафов преобразования дискретных сигналов (ШПДС) и графически изобразить расположение на схеме подстанции, с подробным описанием состава шкафа и возможностей по функциональному преобразованию сигналов.

Общие теоретические положения

В шкафах преобразования дискретных сигналов (ШПДС) устанавливаются устройства преобразования дискретных сигналов (ПДС). ПДС предназначены для преобразования дискретных сигналов положений коммутационных аппаратов в цифровую форму и последующей передачи посредством протокола GOOSE устройствам РЗА и АСУ ТП и преобразования GOOSE-сообщений, получаемых от устройств среднего уровня РЗА и АСУ ТП, в дискретные сигналы для выдачи команд на исполнительные механизмы коммутационных аппаратов.

Шкафы преобразования дискретных сигналов (ШПДС) размещаются в непосредственной близости от первичного оборудования, являющегося источниками и приёмниками первичных сигналов, с целью минимизации протяженности контрольных цепей и количества клеммных соединений.

ПДС, устанавливаемые внутри ШПДС, подключаются к аппаратам таким образом, чтобы исключить отказ работоспособности функций управления силовым выключателем ввиду выхода из строя одного из устройств ПДС при условии работоспособности резервирующих устройств.

По типам в соответствии с классификацией СТО на типовые шкафы ПАО «ФСК ЕЭС» ШПДС подразделяются на две группы:

– ШДПС для коммутационного оборудования (серия ШПДС-х-х-х);

- ШПДС для маслонаполненного оборудования (серия ШПДС МО).
- ШПДС может применяться для сбора сигнализации и управления:
- выключателем с трёхфазным или пофазным приводом;
- одним разъединителем с двумя заземляющими ножами — всего тремя коммутационными аппаратами, не включая выключателя;
- двумя разъединителями, оснащёнными двумя заземляющими ножами каждый — всего шестью коммутационными аппаратами, не включая выключателя;
- разъединители могут быть как с трехфазным приводом, так и с пофазным.

Выбор ШПДС из перечня типовых вариантов осуществляется исходя из схемы электрической принципиальной и состава аппаратов на присоединении.

Варианты исполнений ШПДС

Исполнение ШПДС-0-0-3 предназначено для контроля 3 (трех) трехфазных аппаратов с пофазным приводом, например, сборки из 1 (одного) разъединителя и 2 (двух) заземляющих ножей. Общее количество фаз аппаратов, контролируемых ШПДС-0-0-3 составляет 9 (девять).

Исполнение ШПДС-0-3-0 предназначено для контроля 3 (трех) коммутационных аппаратов с трехфазным приводом, например, сборки из 1 (одного) разъединителя и 2 (двух) заземляющих ножей.

Исполнение ШПДС-1-0-3 предназначено для контроля одного силового выключателя с трехфазным приводом и 3 (трех) трехфазных аппаратов с пофазным приводом, например, сборки из 1 (одного) силового выключателя, 1 (одного) разъединителя и 2 (двух) заземляющих ножей.

В качестве временного решения для преобразования дискретных сигналов в цифровую форму и из цифровой формы в дискретные сигналы во время реконструкции внутри ОПУ применяются шкафы ШЭТ ПДС. При реализации цифрового интерфейса системы пожаротушения маслонаполненного оборудования применяются шкафы ШЭТ ПДС НСП и

ШЭТ ПДС КПЗ, устанавливаемые в помещениях насосной станции пожаротушения и камеры переключения задвижек соответственно.

Полный перечень вариантов исполнения ШПДС для архитектуры типа II (III) приведен в [4].

Для сборок линейного разъединителя с заземляющими ножами в исполнении с трехфазным приводом следует применять шкаф ШПДС-0-0-3.

Для сборок коммутационных аппаратов в рамках присоединений 330-500 кВ, состоящих из 1 (одного) силового выключателя с пофазным приводом, и 2 (двух) разъединителей с заземляющими ножами следует использовать ШПДС-2-0-6.

Для маслонеполненных вводов трансформаторов 500 – 750 кВ с функцией КИВ в состав ШПДС МО входит ПАС, осуществляющий преобразование соответствующих сигналов тока и передачу их по протоколу SV.

Пример изображения схемы ИТС с указанием мест установки ШПДС

На рисунке 1.1 приведен фрагмент схемы ИТС с изображенными на ней ШПДС.

Рекомендации и схемы установки ШПДС для различных схем распределительных устройств приведены в Приложении А. [1]

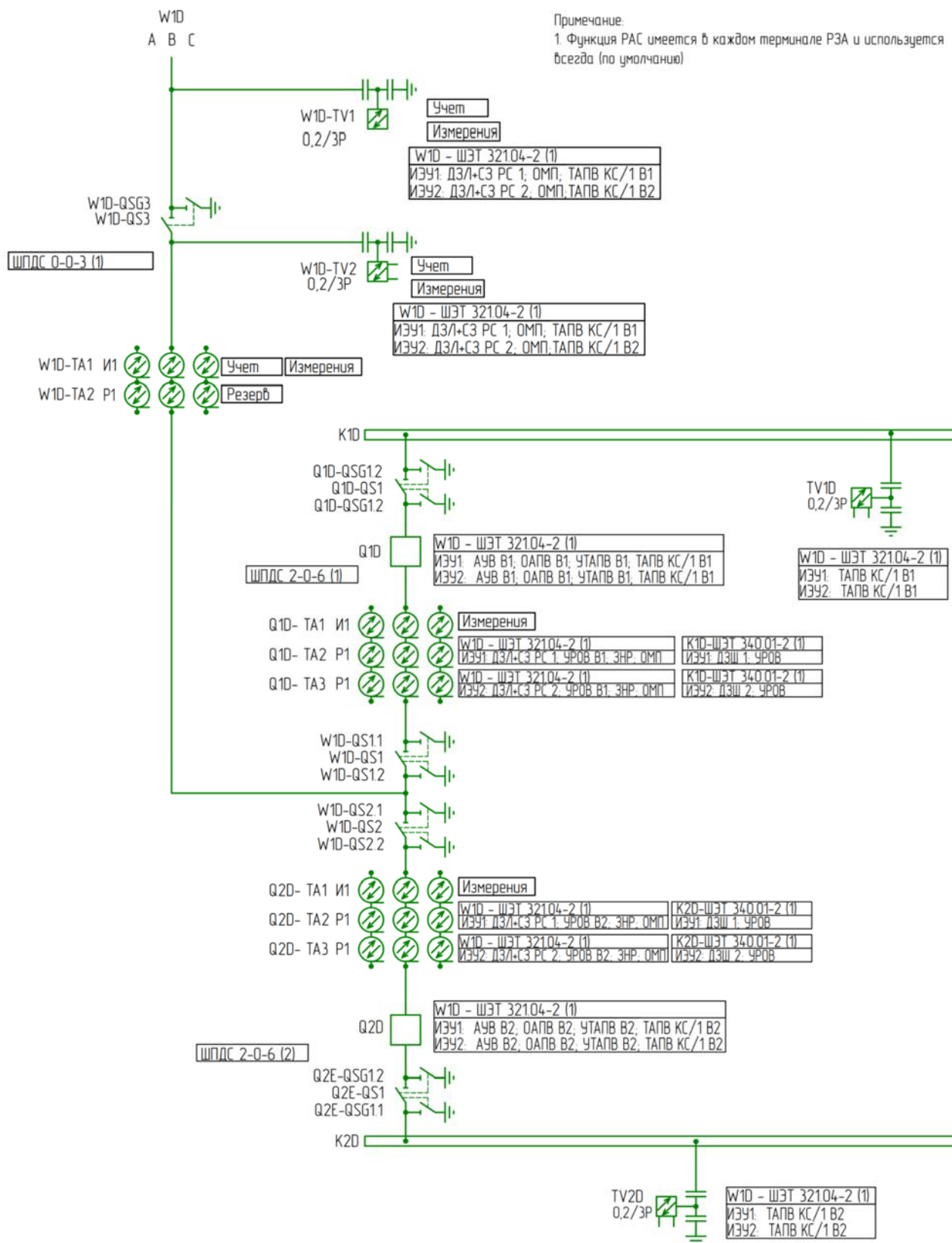


Рисунок 1.1. Пример схемы ИТС III архитектуры с изображением мест подключения ШПДС

Практическое занятие №2. Требования по установке ШПАС

Задание

В соответствии с «Правила оформления принципиальных электрических схем подстанций» для предложенной по варианту схеме подстанции выбрать типы и места установки шкафов преобразования аналоговых сигналов (ШПАС) и графически изобразить расположение на схеме подстанции, с подробным описанием состава шкафа и возможностей по функциональному преобразованию сигналов.

Указания по выбору мест установки и подключения ШПАС

Шкафы преобразователей аналоговых сигналов (ШПАС) предназначены для размещения устройств преобразования аналоговых сигналов (ПАС). Устройства ПАС предназначены для преобразования аналоговых сигналов от электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения в цифровой формат в соответствии с протоколом стандарта МЭК 61850-9-2. ШПАС предусматриваются при реализации объектов по архитектуре III типа на переходном этапе (до широкомасштабного внедрения цифровых ТТ и ТН). В случаях, не противоречащих НПА и НТД, на ВЛ 110 кВ и выше предусматривается установка шкафов отбора напряжения или однофазных трансформаторов напряжения для АПВ с контролем наличия напряжения и/или синхронизма. В этом случае для преобразования аналоговых сигналов в цифровой формат используется ШПАС ОН.

ШПАС применяются только для цепей РЗА, а цепи измерительных преобразователей, приборов учёта и контроля качества электрической энергии подключаются к цепям электромагнитных ТТ напрямую.

При проектировании объектов ПАО «ФСК ЕЭС» должны применяться типовые ШПАС [3]:

– ШПАС ТН - преобразования в SV поток аналогового сигнала напряжения от обмоток «звезда» измерительного трансформатора

напряжения. К ШПАС ТН подключается шесть цепей напряжения: 3 со стороны «звезды», 3 со стороны «звезды» или «разомкнутого треугольника» для контроля цепей напряжения;

- ШПАС ТТ - предназначен для преобразования в SV поток аналогового сигнала от трансформаторов тока. В ШПАС ТТ устанавливаются два ПАС, каждый из которых подключается к отдельной обмотке ТТ;

- ШПАС ОН - предназначен для преобразования в SV поток аналогового сигнала от шкафа отбора напряжения (ШОН) или однофазного ТН.

Примеры схем распределения ШПАС по цепям ТТ и ТН для различных вариантов схем распределительных устройств приведены на рисунке 2.1.

Указания по выбору параметров и мест подключения цифровых ТТ

Общие положения

Цифровые трансформаторы тока и напряжения являются разновидностью электронных ТТ и ТН, снабженных цифровым интерфейсом, передающим данные, как правило, по протоколам стандарта МЭК 61850.

Цифровые ТТ и ТН могут отличаться по принципу действия и, в связи с этим, обладать рядом характеристических особенностей, обуславливающих правила выбора параметров указанных аппаратов.

Отдельными стандартами организации на конкретные виды ЦТТ и ЦТН могут быть установлены дополнительные требования.

Цифровые ТН устанавливаются по тем же правилам, что и электромагнитные, так как точки контроля напряжения для функций РЗА и АСУ ТП сохраняются.

Цифровые ТТ обладают рядом особенностей по сравнению с электромагнитными:

- больший по сравнению с электромагнитными ТТ диапазон измеряемых токов в пределах класса точности;

- выдача мгновенных значений токов и напряжений в цифровом виде с конкретным значением в первичных величинах;

– возможность суммирования значений двух потоков ЦТТ в цепи выключателей для вычисления тока ЛЭП без потери точности.

При проектировании установки ЦТТ необходимо учитывать следующие особенности:

– для выполнения дифференциальной защиты ошиновки высшего напряжения ЦТТ устанавливаются в непосредственной близости от автотрансформатора, этим достигается ввод в зону действия ДЗТ вводов ВН и пуск пожаротушения только от ДЗТ, КИВ и газовой защиты;

– для ЛЭП, подключаемых к РУ через два выключателя, установка ЦТТ в ЛЭП требует технического обоснования.

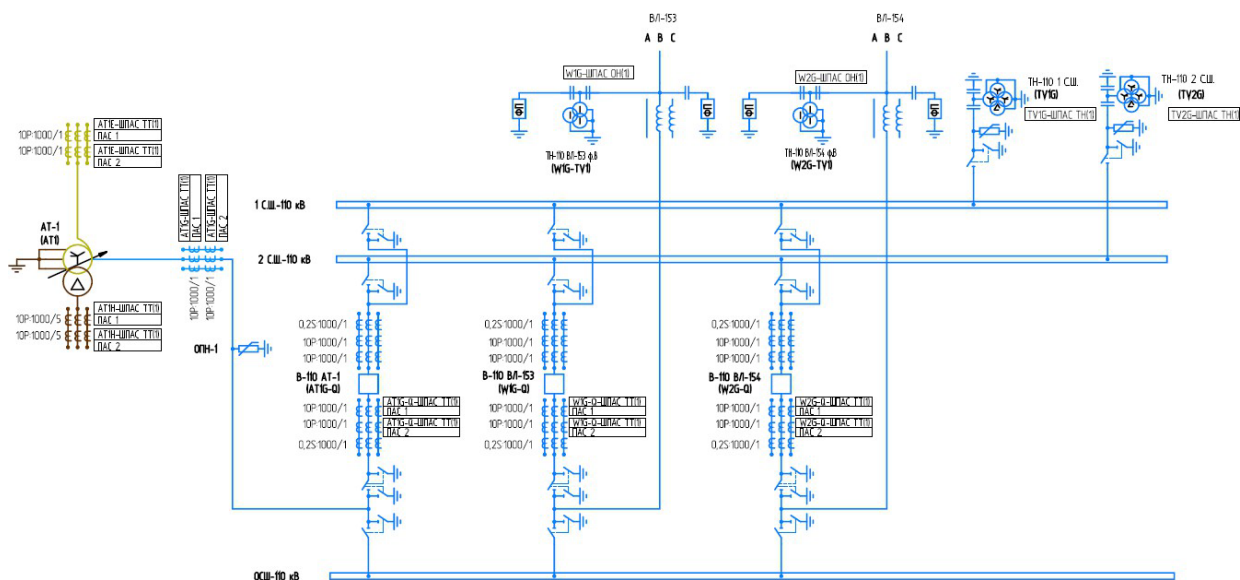


Рисунок 2.1 – Схемы распределения ШПАС по цепям ТТ и ТН для
схемы Две рабочие и обходная система сборных шин

Практическое занятие №3. Расчет оборудования ЛВС и ШСК

Для заданной по варианту схемы электрической подстанции, пользуясь методикой, приведенной ниже, выбрать и расставить УПАСК, ШПДС, ШПАС

Методика расчета количества оборудования ЛВС и ШСК

Однолинейная схема ПС, для которой приведен пример расчета оборудования ЛВС и ШСК, приведена в данном приложении.

На однолинейной схеме отмечены выбранные типовые шкафы РЗА, УПАСК, ШПДС, ШПАС.

Ниже приведен расчет количества оборудования ЛВС АСУ ТП для архитектуры III типа:

- с отдельной шиной процесса;
- с мультишиной.

Вариант 1 – с отдельной шиной процесса.

1. В таблице 1.1 указано количество оборудования ЛВС для АСУ ТП с отдельной шиной процесса.

Таблица Б.1 – Расчет оборудования ЛВС для АСУ ТП с отдельной шиной процесса

п. 3.1 Количество устройств, подключаемых	к шине управления		к шине ДМЗ
	резервированное подключение	нерезервированное подключение	резервированное подключение
	АРМ – 3 Сервер – 2 ПДС ШСО – 1 Сервер СОВ – 1	АРМ – 2 Принтер – 2 Межсетевой экран - 2	Сервер ТМ – 2 Сервер удаленного доступа – 2 Сервер ИБ – 1 Сервер СОВ – 1 Межсетевой экран – 2 (нерезервированный)
	Итого: 10		Итого: 7
с учетом резерва	12		8
п. 3.2 Количество			

коммутаторов шины управления и шины ДМЗ - основной - резервный	1 1	1 1	
п. 3.3 Место установки коммутаторов шины управления и шины ДМЗ	основные коммутаторы шины управления и шины ДМЗ – в ШСО № 1; резервный коммутаторы шины управления и шины ДМЗ – в ШСО № 2		
п. 3.4 Количество устройств смежных подсистем, подключаемых через МЭ	0		
п. 3.5 Количество устройств, подключаемых к шине станции	500 кВ УПАСК - 2 РЗА – 18 КП – 2 ПДС – 26 Итого: 48	220 кВ УПАСК – 7 РЗА – 11 КП – 2 ПДС – 30 ПАС – 4 Итого: 54	10 кВ РЗА – 15 ИП – 13 Итого: 28
с учетом резерва	55	62	33
п. 3.6 Количество коммутаторов шины станции - PRP сети А - PRP сети Б	3 3	3 3	2 2
п. 3.7 Количество ШСК шины станции - PRP сети А	1 (3 коммутатора)	1 (3 коммутатора)	1 (2 коммутатора)

- PRP сети Б	1 (3 коммутатора)	1 (3 коммутатора)	1 (2 коммутатора)
п. 3.8 Количество портов в оптическом кроссе	$26 \cdot 4 = 104$	$34 \cdot 4 = 136$	
п. 3.9 Количество 16-портовых кассет оптического кросса	7	9	
п. 4.1 Количество устройств, подключаемых к шине процесса	ЭОБ - 14 РЗА – 18 КП – 2 Итого: 34	ЭОБ – 11 РЗА – 11 КП – 2 ПАС – 4 Итого: 28	-
с учетом резерва	39	32	
п. 4.2 Количество коммутаторов шины процесса - PRP сети А - PRP сети Б	2 2	2 2	-
п. 4.3 Количество ШСК шины процесса - PRP сети А - PRP сети Б	1 (4 коммутатора) 1 (4 коммутатора)		
п. 4.4 Количество портов в оптическом кроссе	$4 \cdot 4 = 16$		
п. 4.5 Количество 16-портовых кассет оптического кросса	1		

В итоге, для рассматриваемой ПС для архитектуры III типа с отдельной шиной процесса необходимо установить 8 ШСК (24 коммутатора):

– 2 ШСК по три коммутатора и 7 кассет оптического кросса для подключения устройств присоединений ОРУ 500 кВ к шине станции;

– 2 ШСК по три коммутатора и 9 кассет оптического кросса для подключения устройств присоединений ОРУ 220 кВ к шине станции;

– 2 ШСК по два коммутатора для подключения устройств присоединений 10 кВ к шине станции;

– 2 ШСК по четыре коммутатора и 1 кассете оптического кросса для подключения устройств присоединений ОРУ 500 кВ, ОРУ 220 кВ к шине процесса.

А также 2 коммутатора шины управления и 2 коммутатора шины ДМЗ в ШСО № 1 и ШСО № 2.

Вариант 2 – с мультишиной.

2. В таблице 1.2 приведен расчет оборудования ЛВС для АСУ ТП с мультишиной.

Таблица 1.2 – Расчет оборудования ЛВС для АСУ ТП с мультишиной

п. 3.1 Количество устройств, подключаемых	к шине управления		к шине ДМЗ
	резервированное подключение	нерезервированное подключение	резервированное подключение
	АРМ – 3 Сервер – 2 ПДС ШСО – 1 Сервер СОВ – 1	АРМ – 2 Принтер – 2 Межсетевой экран - 2	Сервер ТМ – 2 Сервер удаленного доступа – 2 Сервер ИБ – 1 Сервер СОВ – 1 Межсетевой экран – 2 (нерезервированный)
	Итого: 10		Итого: 7
с учетом резерва	12		8
п. 3.2 Количество коммутаторов шины управления и шины ДМЗ			

- основной	1	1	
- резервный	1	1	
п. 3.3 Место установки коммутаторов шины управления и шины ДМЗ	основные коммутаторы шины управления и шины ДМЗ – в ШСО № 1; резервный коммутаторы шины управления и шины ДМЗ – в ШСО № 2		
п. 3.4 Количество устройств смежных подсистем, подключаемых через МЭ	0		
п. 3.5 Количество устройств, подключаемых к шине станции	500 кВ	220 кВ	10 кВ
	УПАСК - 2 РЗА – 18 КП – 2 ПДС – 26 ЭОБ - 14 Итого: 62	УПАСК – 7 РЗА – 11 КП – 2 ПДС – 30 ПАС – 4 ЭОБ - 11 Итого: 65	РЗА – 15 ИП – 13 Итого: 28
с учетом резерва	71	72	33
п. 3.6 Количество коммутаторов шины станции			
- PRP сети А	3	3	2
- PRP сети Б	3	3	2
п. 3.7 Количество ШСК шины станции			
- PRP сети А	1 (3 коммутатора)	1 (3 коммутатора)	1 (2 коммутатора)
- PRP сети Б	1 (3 коммутатора)	1 (3 коммутатора)	1 (2 коммутатора)
п. 3.8 Количество портов в оптическом кроссе	26*4 = 104	34*4 = 136	

п. 3.9 Количество 16-портовых кассет оптического кросса	7	9	

В итоге, для рассматриваемой ПС для архитектуры III типа с мультишиной необходимо установить 6 ШСК (16 коммутаторов):

- 2 ШСК по три коммутатора и 7 кассет оптического кросса для подключения устройств присоединений ОРУ 500 кВ к мультишине;

- 2 ШСК по три коммутатора и 9 кассет оптического кросса для подключения устройств присоединений ОРУ 220 кВ к мультишине;

- 2 ШСК по два коммутатора для подключения устройств присоединений 10 кВ к мультишине.

А также 2 коммутатора шины управления и 2 коммутатора шины ДМЗ в ШСО № 1 и ШСО № 2.

Практическое занятие №4.

Выбор цифровых трансформаторов тока и напряжения

Указания по выбору параметров и мест подключения цифровых ТТ

Общие положения

Цифровые трансформаторы тока и напряжения являются разновидностью электронных ТТ и ТН, снабженных цифровым интерфейсом, передающим данные, как правило, по протоколам стандарта МЭК 61850.

Цифровые ТТ и ТН могут отличаться по принципу действия и, в связи с этим, обладать рядом характеристических особенностей, обуславливающих правила выбора параметров указанных аппаратов.

Отдельными стандартами организации на конкретные виды ЦТТ и ЦТН могут быть установлены дополнительные требования.

Цифровые ТН устанавливаются по тем же правилам, что и электромагнитные, так как точки контроля напряжения для функций РЗА и АСУ ТП сохраняются.

Цифровые ТТ обладают рядом особенностей по сравнению с электромагнитными:

- больший по сравнению с электромагнитными ТТ диапазон измеряемых токов в пределах класса точности;
- выдача мгновенных значений токов и напряжений в цифровом виде с конкретным значением в первичных величинах;
- возможность суммирования значений двух потоков ЦТТ в цепи выключателей для вычисления тока ЛЭП без потери точности.

При проектировании установки ЦТТ необходимо учитывать следующие особенности:

- для выполнения дифференциальной защиты ошиновки высшего напряжения ЦТТ устанавливаются в непосредственной близости от автотрансформатора, этим достигается ввод в зону действия ДЗТ вводов ВН и пуск пожаротушения только от ДЗТ, КИВ и газовой защиты;

– для ЛЭП, подключаемых к РУ через два выключателя, установка ЦТТ в ЛЭП требует технического обоснования.

Особенности выбора цифровых ТТ по току

Цифровые электронные трансформаторы по принципу действия обладают более линейной характеристикой по сравнению с традиционными электромагнитными трансформаторами, благодаря чему для цифровых трансформаторов тока используется укороченная шкала диапазонов номинальных токов, в которых ЦТТ может работать в рамках заявленного класса точности. В соответствии с [1] определены шкалы номинальных параметров для цифровых трансформаторов тока для измерений и защиты, представленные в таблицах ниже (см. Таблицу 1.1, Таблицу 1.2, Таблицу 1.3). Таблица 1.1 – Метрологические характеристики цифровых трансформаторов тока для измерений для АСУ ТП, АИИС КУЭ и ПКЭ

Диапазоны измерения тока	Исполнение 1И ($I_{\text{макс}} = 250 - 1000\text{А}$)			Исполнение 2И ($I_{\text{макс}} = 800 - 4000\text{А}$)		
	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность
Нижний диапазон	0,75	2,5	30'	0,75	8	30'
	0,35	12,5	15'	0,35	40	15'
	0,2	50	10'	0,2	160	10'
Верхняя граница	0,2	1200	10'	0,2	4800	10'
	0,5	1500	20'	0,5	6400	20'

Таблица 1.2 – Метрологические характеристики цифровых трансформаторов тока для РЗА

Диапазоны измерения тока	Исполнение 1Р (для РЗА ВЛ и Т)			Исполнение 2Р (для РЗА ВЛ и стороны НН АТ)		
	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность
Нижняя граница точности	10	10	240'	10	30	240'
	5	20	120'	5	80	120'
	1	40	60'	1	110	60'
Верхняя граница точности	1	36000	60'	1	100000	60'
	5	50000	120'	5	126000	120'
	10	55000	240'	10	140000	240'
	30	90000	640'	30	200000	640'

Таблица 1.3 – Метрологические характеристики универсальных цифровых трансформаторов, использующихся для АСУ ТП, АИИС КУЭ и ПКЭ и РЗА

Диапазоны измерения тока	Исполнение 1Р (для РЗА ВЛ и Т)			Исполнение 2Р (для РЗА ВЛ и стороны НН АТ)		
	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность	погрешность, %	значение тока, А действ.	Угловая погрешность
Нижняя граница точности	0,75	2,5	30'	0,75	8	30'
	0,35	12,5	15'	0,35	40	15'
	0,2	50	10'	0,2	160	10'
	0,2	1200	10'	0,2	4800	10'
	0,5	1500	20'	0,5	6400	20'
Верхняя граница точности	1	36000	60'	1	100000	60'
	5	50000	120'	5	126000	120'
	10	55000	240'	10	140000	240'
	30	90000	640'	30*	200000	640'

В соответствии с установленной шкалой номинальных параметров для целей измерений рекомендуется на присоединениях с расчётным током нагрузки, с учетом перспективного потребления, не превышающим 800 А использовать цифровые трансформаторы исполнения 1И или 1ИР, а на присоединениях с током более 800 А использовать трансформаторы исполнения 2И или 2ИР.

Выбор параметров измерительных контуров цифровых трансформаторов, используемых для релейной защиты, осуществляется по номинальному току и проверяется по максимальному току. Расчетное значение номинального тока и тока КЗ с учётом апериодической составляющей должно лежать в диапазоне измеряемых токов ЦТТ.

Как правило, для РЗА присоединений тупиковых ВЛ и сторон высшего напряжения силовых трансформаторов и сторон высшего и среднего напряжения силовых автотрансформаторов применяется исполнение 1Р или 1ИР, а для присоединений ВЛ и стороны низшего напряжения АТ применяется исполнение 2Р или 2ИР.

Выбор вида обмотки определяется расчётом установившихся режимов для проверки метрологических характеристик ТТ и расчётом токов КЗ для выбора характеристик для работы РЗА. Предпочтительным является

установка 2-х обмоток 1ИР или 2ИР для взаиморезервирования. В случае если обмотки 1ИР и 2ИР не могут обеспечить характеристики для работы устройств АИИСКУЭ и РЗА к 2-м обмоткам ИР добавляется 3-я обмотка И для АИИСКУЭ.

При проверке ЦТТ для защиты (классов 1Р, 2Р, 1ИР, 2ИР) по току КЗ общим правилом является обеспечение погрешности не более 1 % в зоне несрабатывания защит (при внешних КЗ) или на границах срабатывания.

Проверка ЦТТ по току КЗ осуществляется следующим образом:

– Для дистанционной защиты при установке ЦТТ на присоединении ВЛ (см. рисунок 1.1) погрешность не более 10 % должна быть обеспечена для КЗ в точке К1 «за спиной» защиты, погрешность не более 1 % должна быть обеспечена для КЗ в точках К3 и К4. Для точки К2, расположенной в первых 10 % защищаемой ЛЭП погрешность может превышать 10 % при наличии обоснования в проектной документации. Для всех транзитных ЛЭП рекомендуется использовать ЦТТ с обмотками 2Р. Для тупиковых ЛЭП используются ЦТТ с обмотками 1Р при условии, что в конце ЛЭП ток КЗ входит в диапазон, обеспечивающий погрешность не хуже 1 %;

– Для продольной дифференциальной защиты при установке ЦТТ на присоединениях силового трансформатора (см. рисунок 1.2 (а)) погрешность не более 1 % должна быть обеспечена для КЗ в точках К1, К4 и К6. При этом при КЗ в защищаемой зоне и больших кратностях тока КЗ к току уставки погрешность ЦТТ может превышать 10 % при наличии обоснования в проектной документации. Для сторон ВН и СН трансформаторов рекомендуется использовать ЦТТ с обмотками 1Р. Для стороны НН рекомендуется использовать ПАС в ячейке ввода, подключенный к электромагнитному ТТ. В случае невозможности обеспечить правильность работы РЗА с электромагнитным ТТ необходимо использовать ЦТТ;

– Для продольной дифференциальной защиты при установке ЦТТ на присоединениях автотрансформатора (см. рисунок 1.2 (б)) погрешность не более 1 % должна быть обеспечена при КЗ в точках К1, К4 и К5. При этом при

КЗ в защищаемой зоне и больших кратностях тока КЗ к току уставки ($I_{КЗ} / I_{уст} > 10$) погрешность ЦТТ может превышать 10 % при наличии обоснования в проектной документации. Для ДЗО НН автотрансформатора погрешность не более 1% должна быть обеспечена при КЗ в точке К7, а погрешность не более 10 % должна быть обеспечена в точках К6 и К5, что автоматически получается, так как при КЗ в точках К6 и К5 ОТТ установленный между АТ и реактором должен иметь погрешность 1% по условию обеспечения правильной работы дифференциальной защиты автотрансформатора. Для стороны ВН и СН автотрансформаторов рекомендуется использовать ЦТТ с обмотками 1ИР. Для стороны НН (между АТ и реактором) рекомендуется использовать ЦТТ с обмотками 2ИР. Для контроля тока через ввод рекомендуется использовать ПАС в ячейке ввода, подключаемый к электромагнитному ТТ. При использовании однофазных АТ необходимо прорабатывать вопрос места установки ОТТ: до соединения в треугольник или после с учётом токов КЗ и выбора параметров срабатывания устройств РЗА.

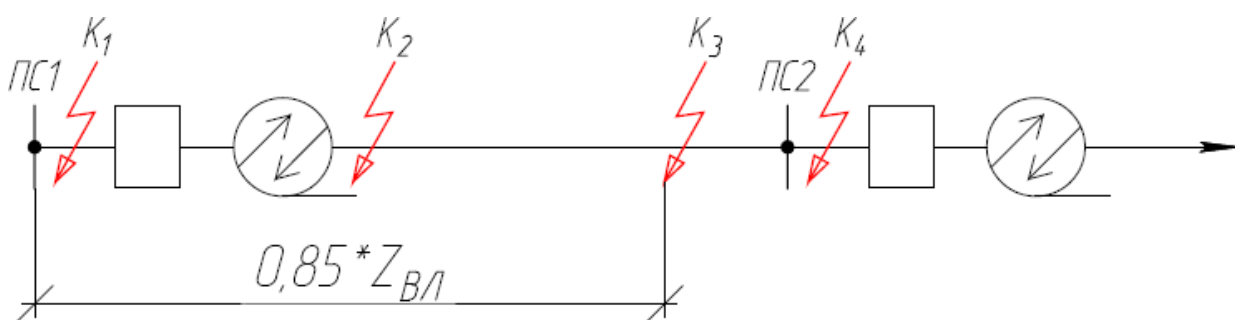
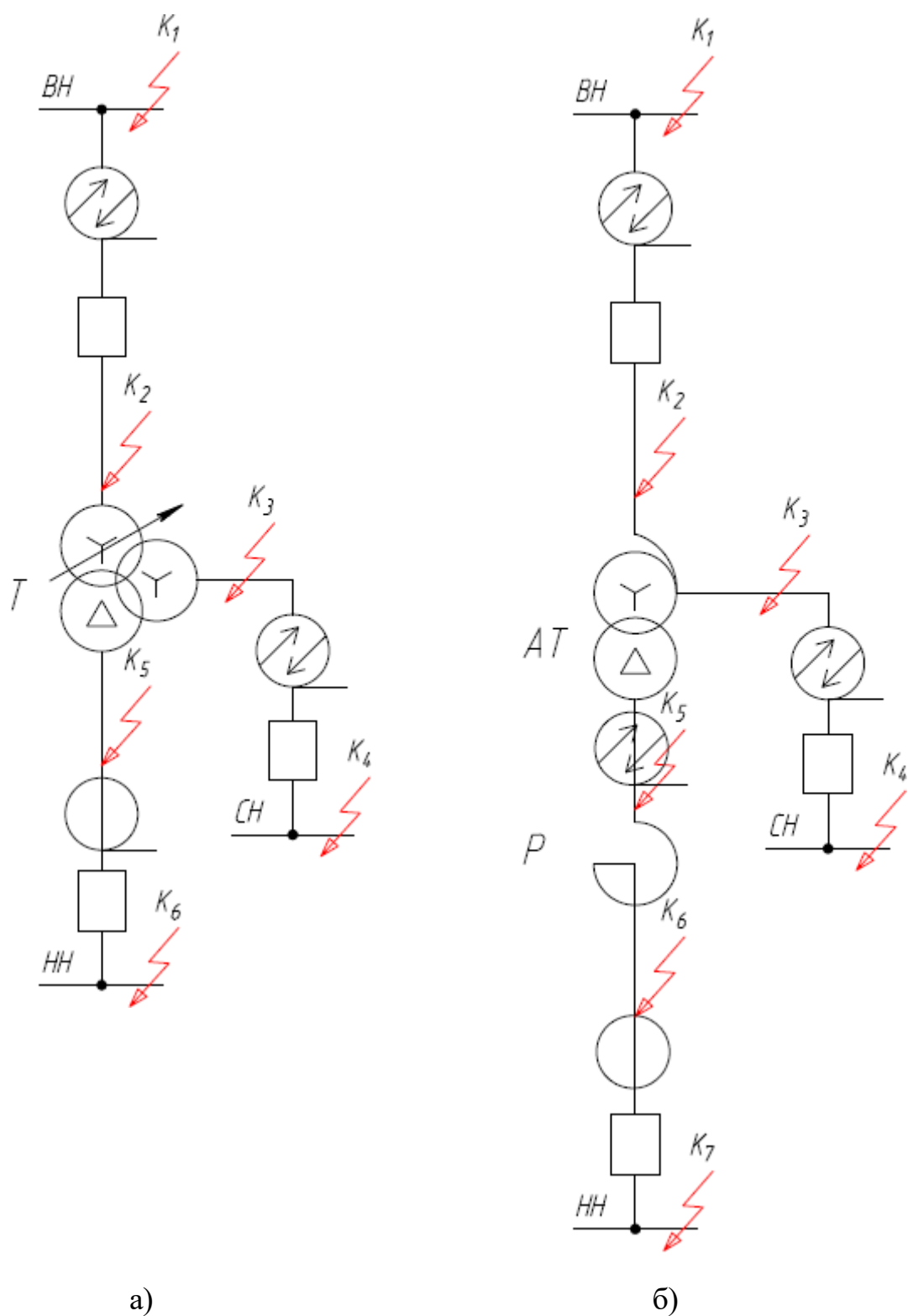


Рисунок 1.1 – Схема для расчёта КЗ на присоединении ВЛ



а) б)
 Рисунок 1.2 – Схема расчёта токов КЗ на присоединении трансформатора (а) и автотрансформатора (б)

Задание

Для заданному по варианту присоединению рассматриваемой подстанции выбрать ЦТТ и при необходимости ЦТН.

Используя таблицы 1.1-1.3 указать в отчете по практической работе описание метрологических характеристик цифровых трансформаторов тока.

№ варианта	Инагр., А	Назначение	Объект защиты	Токи КЗ в точках, кА	Примечания
1	470	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=10 K2=25 K3=20 K4=15	тт пс1
2	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=15 K3=5 K4=5 K5=3,5 K6=3,5	тт вн
3	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=2,3 K2=20 K3=7 K4=7 K5=4,5 K6=4,5	тт вн
4	770	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=12,5 K2=30 K3=27 K4=13,5	тт пс1
5	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=1,2 K3=1,3 K4=1,3 K5=3,1 K6=40	тт сн
6	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=1,4 K2=1,4 K3=5 K4=45 K5=1,5 K6=1,5	тт сн
7	470	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=10 K2=25 K3=20	тт пс1

				K4=15	
8	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=15 K3=5 K4=5 K5=3,5 K6=3,5	тт вн
9	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=2,3 K2=20 K3=7 K4=7 K5=4,5 K6=4,5	тт вн
10	770	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=12,5 K2=30 K3=27 K4=13,5	тт пс1
11	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=1,2 K3=1,3 K4=1,3 K5=3,1 K6=40	тт сн
12	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=1,4 K2=1,4 K3=5 K4=45 K5=1,5 K6=1,5	тт сн
13	470	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=10 K2=25 K3=20 K4=15	тт пс1
14	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=15 K3=5 K4=5 K5=3,5 K6=3,5	тт вн
15	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=2,3 K2=20 K3=7 K4=7 K5=4,5	тт вн

				K6=4,5	
16	770	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=12,5 K2=30 K3=27 K4=13,5	тт пс1
17	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=1,2 K3=1,3 K4=1,3 K5=3,1 K6=40	тт сн
18	960	РЗА, Изм.	АТ	K1=1,4 K2=1,4 K3=5 K4=45 K5=1,5 K6=1,5	тт сн
19	470	РЗА, Изм.	ВЛ	K1=10 K2=25 K3=20 K4=15	тт пс1
20	890	РЗА, Изм.	ТР	K1=1,2 K2=15 K3=5 K4=5 K5=3,5 K6=3,5	тт вн

Выбор трансформаторов тока на напряжение 6(10)кВ



Требуется выбрать трансформаторы тока (ТТ) типа ТОЛСЭЦ-10 на напряжение 6 кВ устанавливаемые в ячейку типа КРУ-СЭЦ61М (ОАО «Самарский завод «Электроцин»), для питания счетчика электрической энергии типа СЭГ 4ПМ.03М, подключенный к обмотке класса точности 0,5S (для технического учета), а также для подключения терминала релейной защиты типа Сириус-21-ЛН1 (ЗАО «РАДИУС Автоматика»), согласно рисунку 2.1 и рисунку 2.2.

От проектируемой ячейки осуществляется питание силового трансформатора мощностью 2500 кВА.

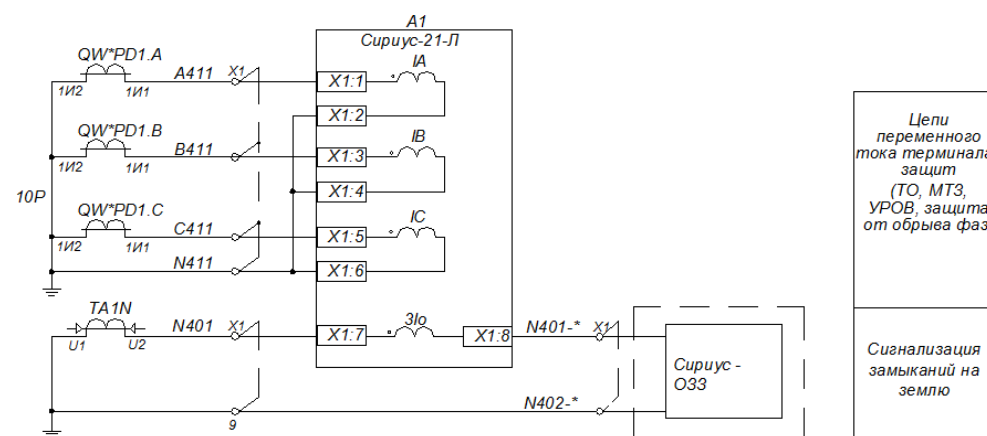


Рисунок 2.1 — Схема подключения трансформаторов тока к терминалу Сириус-21-Л-И1

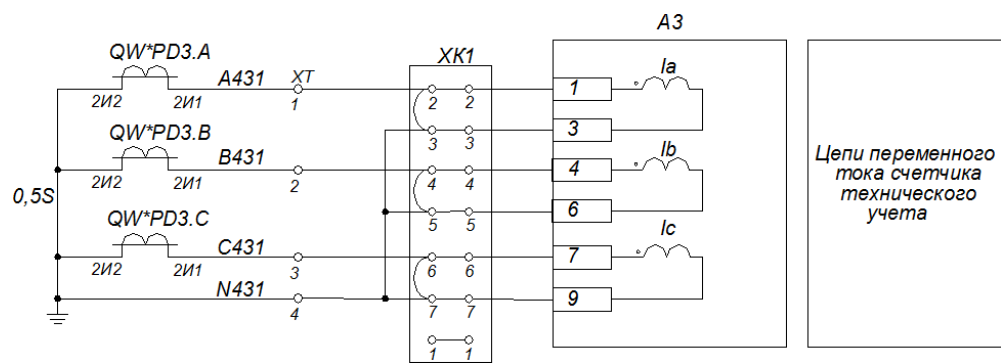


Рисунок 2.2 — Схема подключения трансформаторов тока к счетчику
СЭТ 4ТМ.03М

Выбирать трансформаторы тока, мы должны из условий:

1. Номинальное напряжение $U_{уст} = 6 \text{ кВ} \leq U_{ном} = 10 \text{ кВ}$ (условие выполняется);
2. Номинальный ток $I_{расч} < I_{ном}$;
- 2.1. Рассчитываем первичный расчетный ток

$$I_{расч} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 6} = 240,8 \text{ (А)}$$

Предварительно выбираем трансформаторы тока на номинальный первичный ток 300 А (согласно каталога, см. таблицу 1) $I_{ном} = 300 \text{ А} > I_{расч} = 240,8 \text{ А}$ (условие выполняется);

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
1. Номинальное напряжение, кВ	10
2. Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
3. Номинальный первичный ток, А	10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000
4. Номинальный вторичный ток, А	5
5. Номинальная частота, Гц	50
6. Число вторичных обмоток, не более	4
7. Номинальные вторичные нагрузки с коэффициентом мощности $\cos\varphi = 0,8$ ВА: обмотки для измерения обмотки для защиты	5; 10 15, 20, 30
8. Номинальный класс точности: для измерений и учета для защиты	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5 5P; 10P
9. Номинальная предельная кратность $K_{ном}$ вторичной обмотки для защиты	10, 15, 20
10. Номинальный коэффициент безопасности приборов $K_{бном}$ вторичной обмотки для измерений	5, 10, 15

3. Для того, чтобы присоединенные приборы, работали в требуемом классе точности, необходимо чтобы, подключаемая вторичная нагрузка Z_n не превышала номинальной, для данного класса точности, при этом должно выполняться условие $Z_n \leq Z_{доп}$.

Рассчитываем вторичную нагрузку согласно типовой работы «Указания по расчету нагрузок трансформаторов тока» «Теплоэлектропроект» №48082-э.

3.1 Определяем сопротивление счетчика типа СЭТ 4ТМ.03М:

$$Z_n = \frac{\Sigma S_{приб.}}{I_{2ном.}^2} = \frac{0,3}{5^2} = 0,012 \text{ Ом},$$

где:

- $S_{приб.} = 0,3 \text{ ВА}$ – потребляемая мощность прибора, согласно каталога на счетчик СЭТ 4ТМ.03М.

- $I_{2ном.} = 5 \text{ А}$ – номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока.

3.2 Определяем сопротивление обмотки трансформаторов тока для измерения, рассчитанное из номинальной вторичной нагрузки, равное 5 ВА, согласно каталога на ТОЛСЭЦ-10.

$$Z_{доп} = \frac{S_{ном.}}{I_{2ном.}^2} = \frac{5}{5^2} = 0,2 \text{ Ом}$$

3.3 Определяем сопротивление провода (кабеля) пользуясь выражением (3) из типовой работы №48082-э, для схемы соединения трансформаторов тока в полную звезду, принимая что $Z_n = Z_{доп}$:

$$r_{np} = Z_{доп} - Z_n - r_{пер} = 0,2 - 0,012 - 0,05 = 0,138 \text{ Ом};$$

где:

$r_{пер} = 0,05 \text{ Ом}$ – переходное сопротивление контактов при двух, трех приборах и 0,1 Ом при большем числе приборов;

3.4 Определяем сечение кабеля соединяющего трансформаторы тока класса точности 0,5S с счетчиком типа СЭТ 4ТМ.03М:

$$S = \frac{l}{\gamma \cdot r_{np}} = \frac{4}{57 \cdot 0,138} = 0,5 \text{ мм}^2$$

где:

- l – длина провода (кабеля) от трансформатора тока до места установки измерительных приборов, м;

- γ – удельная проводимость, мОм*мм² (для меди $\gamma = 57$, для алюминия $\gamma = 34,5$).

По условиям механической прочности для меди, принимаем кабель сечением 2,5 мм².

3.5 Определяем фактическое сопротивление кабеля с учетом принятого.

$$r_{np} = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{4}{57 \cdot 2,5} = 0,028 \text{ Ом}$$

3.6 Определяем фактическую нагрузку, при этом должно выполняться условие $Z_n < Z_{доп}$:

$$Z_n = Z_n + r_{np} + r_{пер} = 0,012 + 0,028 + 0,05 = 0,09 \text{ Ом}$$

$Z_n < Z_{доп} = 0,09 \text{ Ом} < 0,2 \text{ Ом}$ (условие выполняется);

4. Определяем сопротивление и сечение кабеля для токовых цепей микропроцессорного терминала Сириус-21-ЛН1, согласно рис.1.

4.1 Определяем сопротивление микропроцессорного терминала Сириус-21-ЛН1:

$$Z_n = \frac{\Sigma S_{приб.}}{I_{2ном}^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом};$$

где:

$S_{приб.} = 0,5 \text{ ВА}$ — потребляемая мощность терминала Сириус-21-ЛН1, согласно каталога.

4.2 Определяем расчетную кратность для токовой отсечки по формуле (13) из типовой работы №48082-э:

$$K_{расч} = \frac{1,1 \cdot I_{с.з.}}{I_{1ном}} = \frac{1,1 \cdot 3000}{300} = 11$$

где:

- 1,1 — коэффициент, учитывающий 10%-ную погрешность ТТ при срабатывании защиты;
- $I_{с.з.} = 3000 \text{ А}$ — первичный ток срабатывания защиты;
- $I_{1н}$ — первичный номинальный ток ТТ.

По кривой предельной кратности для ТОЛСЭЦ-10 определяем допустимую нагрузку, исходя из расчетной кратности 11 при которой погрешность, не должна быть более 10%. $S_{доп} = 30 \text{ ВА}$.

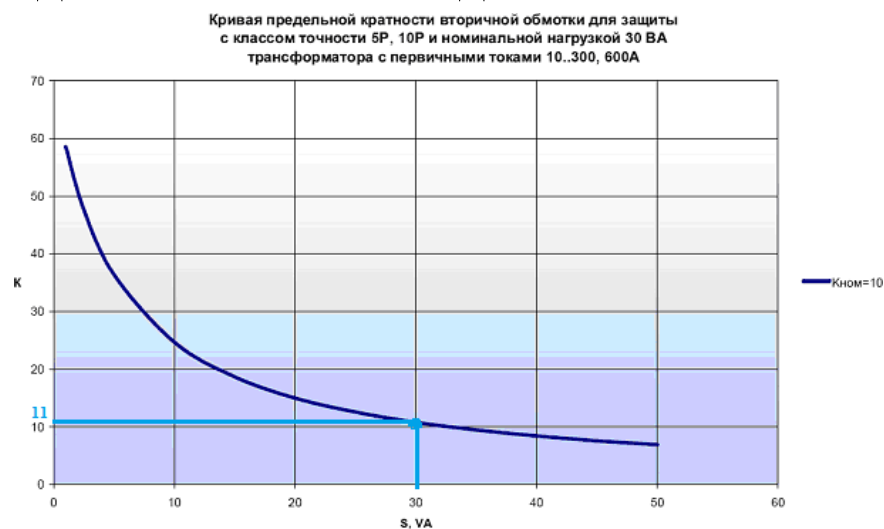


Рис.3 — Кривая предельной кратности вторичной обмотки для защиты с классом точности 5Р, 10Р и номинальной нагрузкой 30 ВА трансформатора с первичными токами 10...300, 600 А

4.3 Определяем сопротивление обмотки трансформаторов тока для защиты—10Р, рассчитанное из допустимой вторичной нагрузки, равной 30 ВА:

$$Z_{доп} = \frac{S_{доп}}{I_{2ном}^2} = \frac{30}{5^2} = 1,2 \text{ Ом};$$

4.4 Определяем сопротивление провода (кабеля) пользуясь выражением (3) из типовой работы №48082-э, для схемы соединения трансформаторов тока в полную звезду, принимая что $Z_n = Z_{доп}$:

$$r_{np} = Z_{доп} - Z_n - r_{пер} = 1,2 - 0,02 - 0,05 = 1,13 \text{ Ом}$$

4.5 Определяем сечение кабеля соединяющего трансформаторы тока класса точности 10Р с терминалом Сириус-21-ЛН1:

$$S = \frac{l}{\gamma \cdot r_{np}} = \frac{4}{57 \cdot 1,13} = 0,06 \text{ мм}^2$$

где:

- l — длина провода (кабеля) от трансформатора тока до места установки терминала, м;

- γ — удельная проводимость, мОм*мм² (для меди $\gamma = 57$, для алюминия $\gamma = 34,5$).

По условиям механической прочности для меди, принимаем кабель сечением 2,5 мм².

4.6 Определяем фактическое сопротивление кабеля с учетом принятого.

$$r_{np} = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{4}{57 \cdot 2,5} = 0,028 \text{ Ом}$$

4.7 Определяем фактическую нагрузку, при условии, что $Z_n < Z_{доп}$ должно выполняться:

$$Z_n = Z_n + r_{np} + r_{пер} = 0,02 + 0,028 + 0,05 = 0,098 \text{ Ом}$$

$Z_n < Z_{доп} = 0,098 \text{ Ом} < 1,2 \text{ Ом}$ (условие выполняется);

Здесь я хотел бы сделать не большое отступление, как видно из расчетов при использовании современной аппаратуры в ячейках КРУ с небольшой потребляемой мощностью и незначительной длиной кабеля, проводить расчеты по определению сечения кабеля, можно не выполнять.

А сечение кабеля применять по механической прочности, согласно ПУЭ раздел 3.4.4. для токовых цепей—2,5 мм² для меди и 4 мм² для алюминия;

Если же у Вас, например, трансформаторы тока находятся на ОРУ, а измерительная аппаратура расположена на значительном расстоянии от трансформаторов тока, то обязательно нужно проверить чтобы выполнялось условие $Z_n \leq Z_{доп}$.

5. Проверяем на электродинамическую стойкость по условию:

$$i_y = 20,553 \text{ кА} \leq i_{пр.с} = 80 \text{ кА} \text{ (условие выполняется)}$$

где:

- $i_y=20,553\text{ кА}$ —расчетный ударный ток КЗ;
- $i_{пр.с}=80\text{ кА}$ —ток динамической стойкости, выбирается из каталога по таблице 2 для исполнения 01.

Таблица 2

Номинальный первичный ток:	Исполнения трансформаторов							
	01,02,03 11, 21	04,05,06 12, 22	07,08,09 13, 23	14, 24	01,02,03 11, 21	04,05,06 12, 22	07,08,09 13, 23	14, 24
	Односекундный ток термической стойкости, кА				Ток электродинамической стойкости, кА			
10 А	1	2	—	—	2,5	5	—	—
15 А	1,6	3,2	—	—	4	8	—	—
20 А	2	4	—	—	5	10	—	—
30 А	3	6	—	—	7,5	15	—	—
50 А	5	8	10	20	12,5	20	25	50
75 А	8	10	16	31,5	20	25	40	80
100 А	10	16	20	40	25	40	50	100
150 А	16	20	31,5	40	40	50	80	100
200 А	20	31,5	40	—	50	80	100	—
300 А	31,5	40	—	—	80	100	—	—
400-2000 А	40	—	—	—	100	—	—	—

6. Определим предельный ток термической стойкости. При этом должно выполняться условие:

$$B_k \leq I_{тер.}^2 \cdot t_{тер} = 5,23 \leq 31,5^2 \cdot 1 = 5,23 \leq 992,25 (\text{кА}^2 \cdot \text{с}) \text{ условие выполняется}$$

где:

- $I_{тер.}=31,5\text{ кА}$ предельный ток термической стойкости, выбранный по каталогу (см. таблицу 2);
- $t_{тер}=1\text{ сек.}$ — длительность протекания тока термической стойкости, согласно каталогу (см. таблицу 2);
- B_k — тепловой импульс рассчитывается ранее, при выборе силового выключателя 6 кВ.

Выбираем трансформатор тока типа ТОЛСЭЩ-10-01-0,5S0,5/10P-5/10/30-300/5У2 и для токовых цепей выбираем кабель марки КВВГЭнг-4х2,5мм².

Все расчетные и каталожные данные, сводим в таблицу 3.

Таблица 3

№ п/п	Расчетные данные	Каталожные данные	Условие выбора	Примечание
		Трансформатор тока ТОЛ-СЭЩ-10-01- 0,5S/0,5/10P-5/10/30- 300/5У2		
1	$U_{уст}=6\text{ кВ}$	$U_{ном}=10\text{ кВ}$	$\frac{U_{уст}}{U_{ном}} \leq 1$	условие выполняется
2	$I_{расч}=240,8\text{ А}$	$I_{ном}=300\text{ А}$	$I_{расч} < I_{ном}$	условие выполняется
3	$Z_H=0,09\text{ Ом}$	$Z_{доп}=0,2\text{ Ом}$	$Z_H \leq Z_{доп}$	Для счетчика СЭТ 4М.03М (условие выполняется)
4	$Z_H=0,01\text{ Ом}$	$Z_{доп}=1,2\text{ Ом}$	$Z_H \leq Z_{доп}$	Для терминала Сирус-21-ЛН1 (условие выполняется)
5	$B_k = 5,23 (\text{кА}^2 \cdot \text{с})$	$I_{тер.}^2 \cdot t_{тер.} = 992,25 (\text{кА}^2 \cdot \text{с})$	$B_k \leq I_{тер.}^2 \cdot t_{тер.}$	условие выполняется

Практическое занятие №5. Выбор параметров GOOSE-сообщений

Составить в соответствии с заданным преподавателем типом и классом сообщения задания на параметрирование блока управления.

Теоретические положения.

Передача GOOSE-сообщений осуществляется в режиме многоадресной рассылки Multicast. Для адресации кадров на канальном уровне используются MAC адреса физических устройств, MAC-адрес получателя идентифицирует адрес многоадресной рассылки GOOSE-сообщения.

При проектировании для GOOSE-сообщений должны быть выбраны следующие параметры согласно [20]:

- Destination MAC-адрес – MAC-адрес групповой рассылки;
- APPID – прикладной идентификатор GOOSE-сообщения;
- VLAN ID – идентификатор VLAN;
- MaxTime – максимальное время ретрансляции GOOSE-сообщений;
- MinTime – минимальное время ретрансляции GOOSE-сообщений.

Для многоадресных рассылок по протоколу GOOSE используется стандартизованный диапазон MAC-адресов, рассмотренный на рисунке 10.2.

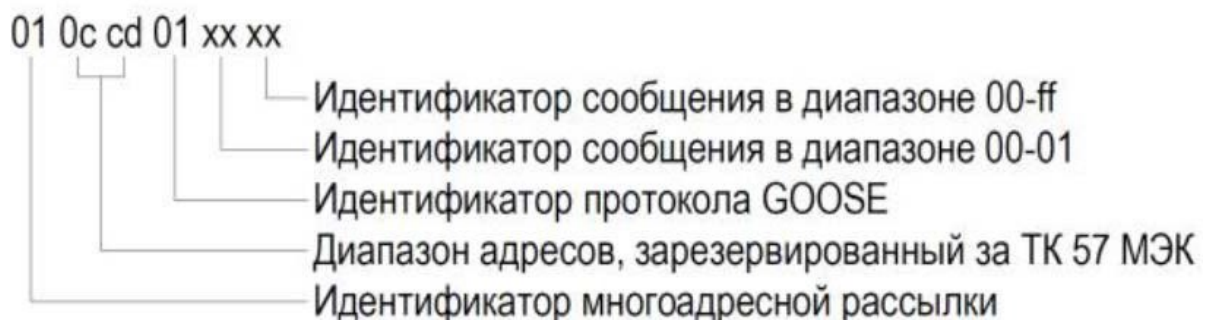


Рисунок 10.1 – Диапазон адресов многоадресной рассылки для GOOSE-сообщений

Для разделения сообщений по важности соответствующим GOOSE-сообщениям назначаются MAC-адреса назначения в соответствии Таблицей 4.1.

Если в рамках проектируемого объекта количество GOOSE-сообщений превышает 512, то допускается расширение приведенного диапазона MAC-адресов назначения в пределах двух младших байтов адреса, таким образом, что второй байт (справа) для сообщений класса I всегда должен быть чётным числом, а для сообщений класса II – всегда нечетным числом, следующим образом:

– 01:0C:CD:01:00:00 – 01:0C:CD:01:00:FF – основной диапазон для сообщений класса I;

– 01:0C:CD:01:01:00 – 01:0C:CD:01:01:FF – основной диапазон для сообщений класса II;

– 01:0C:CD:01:02:00 – 01:0C:CD:01:02:FF – дополнительный диапазон для сообщений класса I и т.д.;

– 01:0C:CD:01:03:00 – 01:0C:CD:01:03:FF – дополнительный диапазон для сообщений класса II и т.д.

Выбор параметра VLAN ID осуществляется в соответствии действующими требованиями к настройке ЛВС.

Выбор параметров интегральной передачи GOOSE-сообщений осуществляется исходя из ответственности данных, передаваемых в сообщении в соответствии с Таблицей 4.2.

Если в состав набора данных GOOSE-сообщения включены данные различных классов в соответствии с таблицей (например, сигналы отключения и сигналы положения разъединителей), то требования по параметрам выбираются по наиболее ответственным сигналам (в данном случае по классу I).

Пример оформления задания на параметрирование блока управления GOOSE-сообщением приведен в Таблице 4.3.

Параметр APPID присваивается уникальным для каждого GOOSE-сообщения в пределах ПС, диапазон присваиваемых значений в зависимости от классов напряжения и сообщения приведен в Таблице 10.1.

Таблица 4.1 – Диапазон APPID для классов напряжения и классов сообщения

Класс напряжения, кВ	APPID для класса сообщения I	APPID для класса сообщения II
6	8000-87FF	0000-07FF
10, 20	8800-8FFF	0800-0FFF
35	9000-97FF	1000-17FF
60, 110, 150	9800-9FFF	1800-1FFF
220	A000-A7FF	2000-27FF
330	A800-AFFF	2800-2FFF
500	B000-B7FF	3000-37FF
750	B800-BFFF	3800-3FFF

Таблица 4.2 – Указания по выбору параметров GOOSE-сообщений в соответствии с требованиями корпоративного профиля ПАО «ФСК ЕЭС»

Класс сообщения	Диапазон MAC-адресов назначения	Типы передаваемых сигналов	APPID	Минимальный интервал между сообщениями (MinTime), мс	Максимальный интервал между сообщениями (MaxTime), мс
I	01:0C:CD:01:00:00 – 01:0C:CD:01:00:FF	1) Все сигналы аварийного отключения и включения выключателей от: терминалов РЗА, РЗА, сигналы пуска УРОВ и запрета АПВ. 2) Сигналы РЗА (телеускорения) и ПА, действующие на пуск команд УПАСК, сигналы, выдаваемые с УПАСК 3) Сигналы с силового оборудования действующего на отключение выключателей: ГЗ, температура и т.д. 4) Сигналы неисправности цепей ТТ/ТН и другие действующие на блокировку РЗА 5) Положение выключателя и сигнал контроля тока по электромагниту отключения	8000-BFFF	4	1000
II	01:0C:CD:01:01:00 – 01:0C:CD:01:01:FF	1) Сигналы состояния силового оборудования (действие на сигнал): сигналы повышения температуры, срабатывания отсечного клапана, газовой защиты и технологических защит, действующих на сигнал 2) Сигналы неисправности оборудования: утечка элегаза, состояния пружин и цепей питания пружин, потеря питания систем охлаждения силового оборудования 3) появление "земли" в сети 6-35кВ и в СОПТ, отклонения от нормы электрических параметров оборудования	0000-3FFF	100	10000

		4) Отключение автоматических выключателей, и неисправность предохранителей в СОПТ, ЩСН и других системах ПС 5) Сигналы положения разъединителей, заземляющих ножей и тележек выключателей 6) Состояние блокировки управления коммутационных аппаратов			

Пример оформления задания на параметрирование блока управления

Таблица 4.3. Пример оформления задания на параметрирование блока управления передачей GOOSE-сообщений с указанием устройств- подписчиков

Устройство-отправитель	Параметры GOOSE-сообщения	Состав набора данных	Описание	Устройства-приемники
ИЭУ1 W1C_S035_001_PA_PROT	GoID: 1_W1C_PA_S035_01_QT	CB1PTRC1.Op.phsA	Аварийное отключение B1 Q1C ф.А	ПДС1 Q1C_Y004_001_DD_IO
	MAC-адрес: 01-0C-CD-01-00-00	CB1PTRC1.Op.phsB	Аварийное отключение B1 Q1C ф.В	ПДС2 Q1C_Y004_002_DD_IO
	APPID: 0xB000	CB1PTRC1.Op.phsC	Аварийное отключение B1 Q1C ф.С	ПДС1 Q2C_Y005_001_DD_IO
	VLAN: 0x5DC	CB2PTRC1.Op.phsA	Аварийное отключение B2 Q2C ф.А	ПДС2 Q2C_Y005_002_DD_IO
		CB2PTRC1.Op.phsB	Аварийное отключение B2 Q2C ф.В	
		CB2PTRC1.Op.phsC	Аварийное отключение B2 Q2C ф.С	
		BARPTRC1.Op.general	Отключение ВЛ с запретом АПВ от ИЭУ1	

Практическое занятие №6. Выбор параметров SV-сообщений

Задание: В соответствии с заданным преподавателем объектом генерации SV сообщения, сформировать задания на параметрирование блока управления потоками.

Передача потоков мгновенных значений Sampled Values осуществляется в многоадресной рассылке Multicast. Для адресации кадров на канальном уровне используются MAC-адреса, MAC-адрес получателя идентифицирует адрес многоадресной рассылки потока Sampled Values. Проектом для данных, передаваемых посредством Sampled Values, должны быть определены следующие параметры согласно [21]:

- Destination MAC-адрес – MAC-адрес назначения групповой рассылки;
- VLAN ID – идентификатор виртуальной локальной сети;
- APPID – уникальный прикладной идентификатор SV;
- noASDU – количество выборок, передаваемых в одном кадре SV;
- smpRate – частота дискретизации для соответствующего потока SV.

Для многоадресных рассылок по протоколу Sampled Values используется стандартизованный диапазон адресов, рассмотренный на рисунке 10.1.

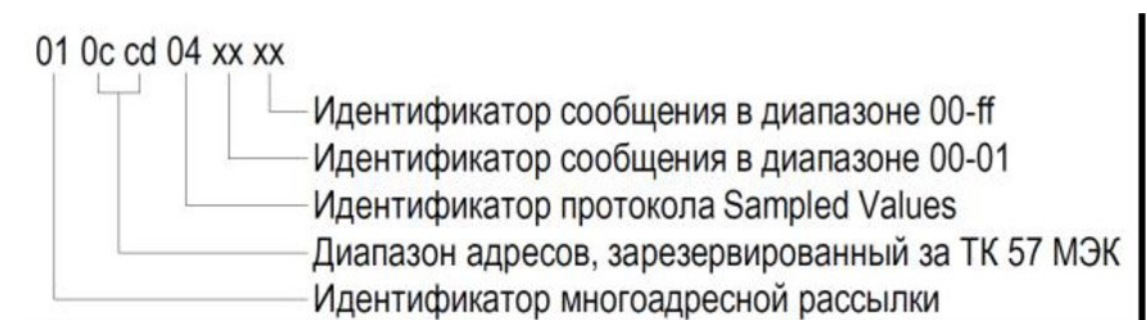


Рисунок 10.1. Диапазон адресов многоадресной рассылки по протоколу Sampled Values

Выбор параметра VLAN ID осуществляется в соответствии действующими требованиями к настройке ЛВС.

Выбор параметров Destination MAC-адрес, APPID, noASDU и smpRate осуществляется в соответствии с указаниями корпоративного профиля ПАО «ФСК ЕЭС», приведенными в Таблице 5.2.

Пример оформления задания на параметрирование блока управления SV-потокм приведен в Таблице 5.3.

Параметр APPID присваивается уникальным для каждого SV-потока в пределах ПС, диапазон присваиваемых значений в зависимости от классов напряжения и потока приведен в Таблице 5.1

Таблица 5.1. Диапазон APPID для классов напряжения и классов потока

Класс напряжения, кВ	APPID для класса потока 1Р	APPID для класса потока 2Р	APPID для класса потока 1И	APPID для класса потока 2И
6	4000-42A9	5550-56A5	6000-62A9	75570-76A5
10, 20	42AA-4553	56A6-57FB	62AA-6553	76A6-77FB
35	4554-47FD	57FC-5951	6554-67FD	77FC-7951
60, 110, 150	47FE-4AA7	5952-5AA7	67FE-6AA7	7952-7AA7
220	4AA8-4D51	5AA8-5BFD	6AA8-6D51	7AA8-7BFD
330	4D52-4FF8	5BFE-5D53	6D52-6FF8	7BFE-7D53
500	4FF9-52A5	5D54-5EA9	6FF9-72A5	7D54-7EA9
750	52A6-554F	5EAA-5FFF	72A6-754F	7EAA-7FFF

Таблица 5.2. Указания по выбору коммуникационных параметров SV в соответствии с требованиями корпоративного профиля ПАО «ФСК ЕЭС»

Класс потока	Тип быстрогодействия в соответствии с МЭК 61850-5	Диапазон MAC-адресов назначения	Набор передаваемых сигналов	APPID	поASDU (количество выборок для каждого значения, передаваемых в одном пакете)	Частота, выборок за период	Классификация согласно МЭК 61869-9
1P	Type P7	01:0C:CD:04:00:00 – 01:0C:CD:04:00:FF	Передача трех сигналов	4000-5FFF	2	96	F4800S2I3U0 F4800S2I0U3
2P	Type P7	01:0C:CD:04:00:00 – 01:0C:CD:04:00:FF	Передача одного сигнала	4000-5FFF	2	96	F4800S2I1U0 F4800S2I0U1
1И	Type P8	01:0C:CD:04:01:00 – 01:0C:CD:04:01:FF	Передача трех сигналов	6000-7FFF	6	288	F14400S6I3U0 F14400S6I0U3
2И	Type P8	01:0C:CD:04:01:00 – 01:0C:CD:04:01:FF	Передача одного сигнала	6000-7FFF	6	288	F14400S6I1U0 F14400S6I0U1

Распределение SV-потоков

Таблица 5.3 – SV потоки с указанием основного (О) и резервного (Р) источника для каждого терминала РЗА

Приемники Источники			Присоединение	W1C		W2C		K1C		K2C		AT1				AT2			
			Шкаф №	1		2		3		4		5				6			
			Шкаф тип	ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2	
Класс напряжения, кВ	Присоединение	ТТ или ТН		IE D1	IE D2	IE D3	IE D4	IE D5	IE D6	IE D7	IE D8	IE D9	IE D10	IE D11	IE D12	IE D13	IE D14	IE D15	IE D16
500	K1C	Q1C-TA2 P1		Р	Р			О	Р										
		Q1C-TA3 P1		Р	О			Р	О										
		Q2C-TA2 P1		О	Р					О	Р								
		Q2C-TA3 P1		Р	О					Р	О								
		Q3C-TA2 P1				О	Р	О	Р										
		Q3C-TA3 P1				Р	О	Р	О										
500	K1C	Q4C-TA2 P1				О	Р			О	Р								
		Q4C-TA3 P1				Р	О			Р	О								
	W1C	W1C-TV1		О	Р														

Приемники Источники			Присоед инение	W1C		W2C		K1C		K2C		AT1				AT2			
			Шкаф №	1		2		3		4		5				6			
			Шкаф тип	ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2	
	W2C	W1C-TV2		P	O														
		W2C-TV1																	
		W2C-TV2																	
		K1C		TV1C	O	P	O	P						O					
		K2C		TV2C	P	O	P	O										O	
500	AT1	AT1C-TA2 P1						O	P			O	P	O					
		AT1C-TA3 P1						P	O			P	O	P					
220	AT1	AT1E-TA2 P1										O	P		O				
		AT1E-TA3 P1										P	O		P				
10		AT1K-TA1 P2										O	P						
		AT1K-TA2 P2										P	O						
		AT1-TA1 P1										O	P						
		AT1-TA2 P1										P	O						

Приемники Источники			Присоединение	W1C		W2C		K1C		K2C		AT1				AT2			
			Шкаф №	1		2		3		4		5				6			
			Шкаф тип	ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 321.02-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 441.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2		ШЭТ 311.01-2		ШЭТ 410.01-2	
500	AT2	AT2C-TA2 P1								O	P					O	P	O	
		AT2C-TA3 P1								P	O					P	O	P	
220		AT2E-TA2 P1														O	P		O
220		AT2E-TA3 P1														P	O		P
10	AT2	AT2K-TA1 P2														O	P		
		AT2K-TA2 P2														P	O		
		AT2-TA1 P1														O	P		
		AT2-TA2 P1														P	O		

Практическое занятие №7.

Параметрирование MMS сообщения

Задание: В соответствии с заданным преподавателем объектом генерации MMS сообщения, сформировать задания на параметрирование блока управления отчетами.

Методика. Выбор параметров данных, передаваемых по протоколу MMS

В рамках ЦПС используются следующие коммуникационные сервисы стандарта МЭК 61850, назначаемые на протокол MMS согласно [17]:

- отчёты – для передачи данных телесигнализации и телеизмерений;
- управление – для оперативного управления;
- группы уставок;
- журналы событий и осциллограммы аварийных событий.

В рамках проекта ЦПС должны быть определены параметры управляющих блоков и наборы данных, передаваемых отчётов.

Определению подлежат следующие параметры управляющего блока передач отчетов:

- буферизируемый или небуферизируемый типы отчетов;
- идентификатор отчета (rptID);
- условия пуска – триггеры, запускающие механизм формирования и передачи отчета;
- опциональные поля – поля, включаемые в отчёт помимо обязательных полей;
- набор данных, передаваемый в отчёте;
- время буферизации (BufTm) – время, в течение которого данные будут включаться в один и тот же отчёт вместо формирования нового.

Для данных, передаваемых в отчете, определены опциональные поля для передачи, приведенные в Таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Опциональные поля отчёта

Название поля	Описание
Счетчик событий sequence-number	Подсчет событий
Метка времени отчета report-timestamp	Метка времени формирования отчета
Причина включения reason-for-inclusion	Указывается причина отправки отчета или передачи данных
Название набора данных DataSet	Название набора данных
Ссылка на данные data-reference	Указание ссылки на данные в ИЭУ
Переполнение буфера (только для буферизируемых отчетов) Buffer-overflow	Сигнал о переполнении циклического буфера памяти для буферизируемых отчетов
Номер вхождения EntryID	Идентификатор вхождения, зависит от ИЭУ
Версия конфигурации ConfRev	Передается текущая версия конфигурации

Параметры для передаваемых отчетов в проекте выбираются в соответствии с положениями исходя из группы сигналов, передаваемых в отчете.

Таблица 6.2. Параметры отчетов для групп сигналов

Группа сигналов	Тип отчета	Время буферизации (bufTm)	Условия пуска	Опциональные поля
Сигнализация АСУ ТП	НБО	1000	Data Change Quality Change General Interrogation	ConfRev Report Timestamp Reason for Inclusion
Сигнализация РЗА	БО	100	Data Change Quality Change	ConfRev Entry ID Report Timestamp Reason for Inclusion Buffer Overflow
Измерения АСУ ТП	НБО	500	Data Change Quality Change Integrity General Interrogation	ConfRev Report Timestamp Reason for Inclusion
Измерения РЗА	НБО	500	Data Change Quality Change Integrity General Interrogation	ConfRev Report Timestamp Reason for Inclusion

Набор данных, передаваемых в составе отчета, определяются в соответствии с таблицами данных, передаваемых в АСУ ТП и формируется из

данных (Data Object). Формирование наборов данных из атрибутов данных (Data Attribute) не допускается.

Значение интервала периодической отправки отчетов (атрибут intgPd) для сигналов измерений нормального режима устанавливается равным 5000 мс.

Пример оформления задания на параметрирование блока управления отчетами приведен в Таблица 6.3.

Пример оформления задания на параметрирование блока управления отчетами

Тип отчёта: небуферизируемый

Идентификатор отчёта (rptId): ИЭУ1
K1E_S050_001_PA_SYSTEM/LLN0\$BR\$1_K1E_PA_S050_01_AD_U

Наименование набора данных: LLN0BRptStDs

Ссылка на блок управления: ИЭУ1
K1E_S050_001_PA_SYSTEM/LLN0/1_K1E_PA_S050_01_AD_U

Условия передачи: отправка по изменению флага качества, отправка по изменению данных

Время буферизации перед отправкой: 0

Таблица 6.3 – Перечень передаваемых сигналов

№	Идентификатор сигнала	FC	Описание
1	SYSTEM/LLN0/Mod	ST	Системные функции. Режим работы
2	SYSTEM/LLN0/Loc	ST	Системные функции. Местное
3	SYSTEM/LPHD1/PhyHealth	ST	Информация о физическом устройстве. Контроль исправности устройства

Список использованной литературы

1. СТО 34.01-6-005-2019 Коммутаторы энергообъектов. Общие технические требования, ПАО «Россети».
2. СТО 56947007-29.240.10.256-2018 Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС, ПАО «ФСК ЕЭС».
3. МЭК 62439-3(2016) Промышленные сети связи. Сети с высокой готовностью к автоматической обработке. Часть 3. Протокол параллельного резервирования (PRP) и бесшовное резервирование среды высокой готовности (HSR) (IEC 62439-3(2016) Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR).
4. МЭК 61850-8-1 (2011) Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-1. Схема распределения особой услуги связи (SCSM). Схема распределения для производственной системы модульной конструкции MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и по ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1 (2011) Communication networks and systems for power utility automation - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3).
5. IEEE 802.1D-2004 Стандарт Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE). Стандарт для локальных и городских сетей: мосты управления доступом к средствам массовой информации (MAC) (IEEE 802.1D-2004 Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges).
6. МЭК 62439-2(2016) Промышленные сети связи. Сети с высокой готовностью к автоматической обработке. Часть 2. Протокол резервирования среды передачи (MRP) (IEC 62439-2(2016) Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP).

7. СТО 56947007-29.240.044-2010 Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства, ПАО «ФСК ЕЭС».

8. СТО 56947007-29.240.10.256-2018 Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС, ПАО «ФСК ЕЭС».

9. Типовая работа «Указания по расчету нагрузок трансформаторов тока» «Теплоэлектропроект» №48082-э

10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание. 2008г.

11. Рожкова Л.Д. и Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., Энергоатомиздат, 1987.

12. СТО 56947007-29.240.10.256-2018 Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС, ПАО «ФСК ЕЭС».

13. СТО 56947007-29.240.021-2009 Схемы распределения по трансформаторам тока и напряжения устройств информационно-технологических систем (ИТС). Типовые требования к оформлению (с изменениями от 29.04.2016, от 20.09.2019), ПАО «ФСК ЕЭС».

14. Типовая проектная документация на шкафы АСУ ТП. Типовая проектная документация на шкафы преобразователей аналоговых сигналов (ШПАС) ПАО «ФСК ЕЭС». Приложение 4 к Приказу от 17.05.2018 № 170 «О внесении изменений в приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 01.09.2014 № 373».

15. Типовая проектная документация на шкафы АСУ ТП. Типовая проектная документация на шкафы преобразователей дискретных сигналов (ШПДС) ПАО «ФСК ЕЭС». Приложение 4 к Приказу от 17.05.2018 № 170 «О внесении изменений в приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 01.09.2014 № 373».

16. МЭК 61131-3(2013) Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования (IEC 61131-3(2013) Programmable controllers - Part 3: Programming languages).

17. МЭК 61850-4(2011) Системы автоматизации и сети связи на подстанциях. Часть 4. Построение системы и управление проектом (IEC 61850-4(2011) Communication networks and systems for power utility automation - Part 4: System and project management).

18. Страница ресурсов UML TM OMG, электронный источник <http://www.omg.org/uml>.

19. Пространства имен в XML, W3C, по адресу <http://www.w3.org/TR/1999/REC-XML-имена-19990114>.

20. XML-схемы Часть 0: Пример, W3C, электронный источник <http://www.w3.org/TR/2001/REC-XMLSCHEMA-0-20010502>.

21. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС), ПАО «ФСК ЕЭС».

Практическое занятие на тему «Оценка информационной нагрузки при реализации комплексов РЗА и АСУ ТП»

Теоретическая часть

Методика расчета нагрузки сети

Для шины процесса определяется количество SV-потоков, GOOSE-сообщений и производится суммирование в соответствии с **Таблицей 2** и **Таблицей 3** для запроектированного количества сообщений/потоков в сегменте сети.

Нагрузка сети от GOOSE, MMS-сообщений принимается равной **0,8 Мб/с** для типового шкафа РЗА. Указанное значение было определено экспериментальным путем на полигонах производителей / поставщиков АСУ ТП при построении сети в соответствии с данным стандартом.

Для шины управления и шины ДМЗ расчет загрузки сети не производится.

Для мультишины определяется количество SV-потоков, GOOSE-сообщений, количество типовых шкафов и производится суммирование нагрузок.

В соответствии с полученными значениями нагрузки сети определяется тип интерфейсов сетевых коммутаторов для подключения устройств полевого уровня и уровня присоединения: 100BASE или 1000BASE.

Коэффициент использования сети

Коэффициент использования сети равен отношению нагрузки на сеть к пропускной способности. Коэффициент использования сети рассчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{v}{v_{max}}. \quad (1)$$

Несмотря на то, что скорость передачи данных в сети определенной технологии всегда одна и та же, производительность сети уменьшается с увеличением объема передаваемых данных. Во-первых, объем передаваемых

данных (трафик) делится между всеми компьютерами сети. Во-вторых, даже та доля пропускной способности разделяемого сегмента, которая должна приходиться на один узел, очень часто ему не достается из-за особенностей работы механизма доступа к общей среде передачи данных.

После определенного предела увеличение коэффициента использования сети приводит к резкому уменьшению реальной скорости передачи данных. Потери времени, связанные с работой механизма доступа к разделяемой среде, зависят от характера обращений компьютеров к сети и не могут быть точно рассчитаны, поэтому для обеспечения достаточной производительности задается предельное значение коэффициента использования сети, при котором сеть будет быстро реагировать на обращения пользователей.

С учетом современного развития промышленных коммутаторов для ПС ЕНЭС определен в размере 0,75.

Гарантированное время доставки сообщения/потока, включая прием-передачу, между сетевыми коммутаторами не должно превышать 0,025 мс (при максимальной длине сообщения/потока 1536 байт).

Задержки переключения пакетов по одному каналу (между входным и выходным портами) коммутатора при номинальной загрузке другого канала не должны превышать гарантированного времени доставки сообщений/потоков.

При проектировании ЛВС выбранные решения должны обеспечивать соответствие времени доставки сообщений/потоков требованиям требования стандарта ГОСТ Р МЭК 61850-5 и корпоративного профиля МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС».

Требования к производительности и допустимым нагрузкам на сеть, при которых сохраняется стабильная работа АСУ ТП и РЗА и требуемый уровень надежности

Оценку информационной нагрузки на ЛВС при проектировании необходимо проводить в первую очередь для сегмента сети, где

осуществляется передача данных по протоколу SV в связи с высокой нагрузкой указанного протокола.

Пропускная способность сети

Пропускная способность $V_{\max}$ это максимально возможная для данной сети скорость передачи данных, которая определяется битовой скоростью и некоторыми другими ограничивающими факторами (длительность интервалов между передаваемыми блоками данных, объем передаваемой по сети служебной информации и др.). Значения пропускной способности для сетевых технологий известны и приводятся в документации на устройства. В большинстве случаев можно принять пропускную способность равной битовой скорости.

Для расчетов $V_{\max}$ для стандарта 100BASE-TX (Fast Ethernet) принимаем 12Мб/с, для стандарта 1000BASE-TX (Gigabit Ethernet) – 120Мб/с.

В проектах цифровых подстанций применяются форматы кадров SV (ASDU — количество выборок для одной фазы, передаваемых в одном кадре) и частоты дискретизации в соответствии с данными, приведенными в **Таблице 1**.

Таблица 1 – Спецификация форматов кадра SV, частоты дискретизации и набора данных для различных профилей

Профиль	РЗА	АСКУЭ	Структура набора данных
МЭК 61850-9-2LE	4000 Гц, 1 ASDU	12 800 Гц, 8 ASDU	Фиксированный набор данных для всех видов присоединений: 4 тока, 4 напряжения
Профиль ПАО «ФСК ЕЭС» на базе МЭК 61869-9	4800 Гц, 2 ASDU	14 400 Гц, 6 ASDU	Форматы набора данных: 3 тока, 3 напряжения, 1 ток, 1 напряжение

В **Таблице 2** приведены расчётные значения нагрузки, формируемые потоками SV для профиля МЭК 61850-9-2 LE и для Профиля ПАО «ФСК ЕЭС» на базе МЭК 61869-9.

Таблица 2 – Эмпирические значения нагрузки от разных видов информационных потоков

Количество потоков	Загрузка канала Ethernet, Мб/с	
	МЭК 61850-9-2LE	Профиль ПАО «ФСК ЕЭС» на базе МЭК 61869-9
1 поток РЗА (1 аналоговый сигнал)	5,12	2,82
1 поток РЗА (3 аналоговых сигнала)	5,12	3,44
8 потоков РЗА (3 аналоговых сигнала)	40,96	27,49
1 поток АИИСКУЭ (1 аналоговый сигнал)	11,10	6,12
1 поток АИИСКУЭ (3 аналоговых сигнала)	11,10	7,97
8 потоков АИИСКУЭ (3 аналоговых сигнала)	88,20	63,74

В Таблице 3 приведены расчётные значения нагрузки, формируемые потоками SV для типовых шкафов РЗА для профиля МЭК 61850-9-2 LE и для Профиля ПАО «ФСК ЕЭС» на базе МЭК 61869-9.

Таблица 3 – Эмпирические значения нагрузки от потоков SV для типовых шкафов РЗА (справочно)

Наименование схемы	Количество потоков	Загрузка канала Ethernet, Мб/с	
		МЭК 61850 9-2LE	Профиль ПАО «ФСК ЕЭС» на базе МЭК 61869-9
Шкаф комплекса дифференциальных защит сборных шин 110 – 220 кВ ШЭТ 240.01-2	40 потоков (3тока) + 2 потока (3 напряжения)	215,04	144,48
Шкаф защиты сборных шин 330 – 750 кВ ШЭТ 340.01-2	12 потоков (3тока) + 2 потока (3 напряжения)	71,68	48,16
Шкаф защиты ошиновки 110 – 750 кВ ШЭТ 441.01-2	6 потоков (3тока) + 5 потоков (3 напряжения)	56,32	37,84

Шкаф защит ОВ 110 – 220 кВ ШЭТ 251.01-2	4 потока (3 тока) + 2 потока (3 напряжения) + 1 поток (1 напряжение)	35,84	24,08
Шкаф защит ШСВ/СВ 110 – 750 кВ ШЭТ 451.01-2	2 потока (3 тока) + 4 потока (3 напряжения)	30,72	20,64
Шкаф защит ЛЭП 110 – 220 кВ ШЭТ 221.01-2, ШЭТ 221.02-2, ШЭТ 221.03-2, ШЭТ 221.04-2, ШЭТ 221.05-2, ШЭТ 221.06-2	8 потоков (3 тока) + 3 потока (3 напряжения)	56,32	37,84
Шкаф защит ЛЭП 330 – 750 кВ ШЭТ 321.01-2, ШЭТ 321.02-2, ШЭТ 321.03-2, ШЭТ 321.04-2, ШЭТ 321.05-2	14 потоков (3 тока) + 6 потоков (3 напряжения)	102,4	68,8
Шкаф защит батареи статических конденсаторов ШЭТ 431.01-2	8 потоков (3 тока) + 1 поток (1 ток) + 2 потока (3 напряжения)	56,32	37,22
Шкаф защит шунтирующего реактора 110-750 кВ ШЭТ 431.02-2	15 потоков (3 тока) + 3 потока (3 напряжения)	92,16	61,92
Шкаф защит компенсационного реактора ШЭТ 431.03-2	4 потока (3 тока) + 3 потока (1 ток) + 1 поток (1 напряжение)	40,96	25,04
Шкаф защит трансформатора 110-220 кВ и ошиновки 6-35 кВ ШЭТ 211.01-2	16 потоков (3 тока) + 4 потока (1 ток) + 4 потока (3 напряжения)	122,88	80,08
Шкаф основных защит автотрансформатора 220 кВ и ошиновки 6-35 кВ ШЭТ 211.02-2	14 потоков (3 тока) + 5 потоков (3 напряжения)	97,28	65,36
Шкаф основных защит автотрансформатора 330 750 кВ и ошиновки 6-35 кВ ШЭТ 311.01-2	14 потоков (3 тока) + 3 потока (3 напряжения)	87,04	58,48

Шкаф резервных защит автотрансформатора 220 750 кВ ШЭТ 410.01-2	4 потока (3 тока) + 5 потоков (3 напряжения)	46,08	30,96
Шкаф автоматики пуска пожаротушения ШЭТ 400.01-2	24 потока (3 тока) + 6 потоков (3 напряжения)	153,6	103,2
Для канала 1 ГБ	195 потоков РЗА	998,4	670,8
	290 потоков РЗА	-	997,6

Пример решения задания

Для решения вопроса оценки информационной нагрузки на шину процесса подстанции при реализации комплексов РЗА для схемы подстанции, приведенной на рисунке 1 обозначим величину загрузки канала Ethernet при выдаче сообщений согласно протоколу МЭК 61850-9-2LE следующие:

1 поток РЗА (3 аналоговых сигнала 80 измерений на период промышленной частоты) – 5,12 Мб/с;

1 поток АИИСКУЭ (3 аналоговых сигнала) – 11,10 Мб/с;

1 поток РЗА (1 аналоговый сигнал) – 5,12 Мб/с.

Трансформатор напряжения на присоединении низкого напряжения генерирует 1 поток РЗА и 1 поток АИИСКУЭ по каждой секции.

Каждое из трех указанных присоединений шин низкого напряжения подстанции генерирует 1 поток РЗА (3 аналоговых сигнала) и 1 поток АИИСКУЭ (3 аналоговых сигнала) и 1 поток РЗА (1 аналоговый сигнал, от ТТ НП), кроме вводных присоединений.

Вводные присоединения генерируют дополнительно 1 поток 1 поток РЗА (3 аналоговых сигнала 80 измерений на период промышленной частоты) для дифференциальной защиты трансформатора.

Для присоединений высокого напряжения подстанции Шкаф защит трансформатора 110-220 кВ и ошиновки 6-35 кВ ШЭТ 211.01-2 16 потоков (3 тока) + 4 потока (1 ток) + 4 потока (3 напряжения) - 122,88, а так же Шкаф защит ЛЭП 110 – 220 кВ ШЭТ 221.01-2 8 потоков (3 тока) + 3 потока (3 напряжения) 56,32 Мб/с.

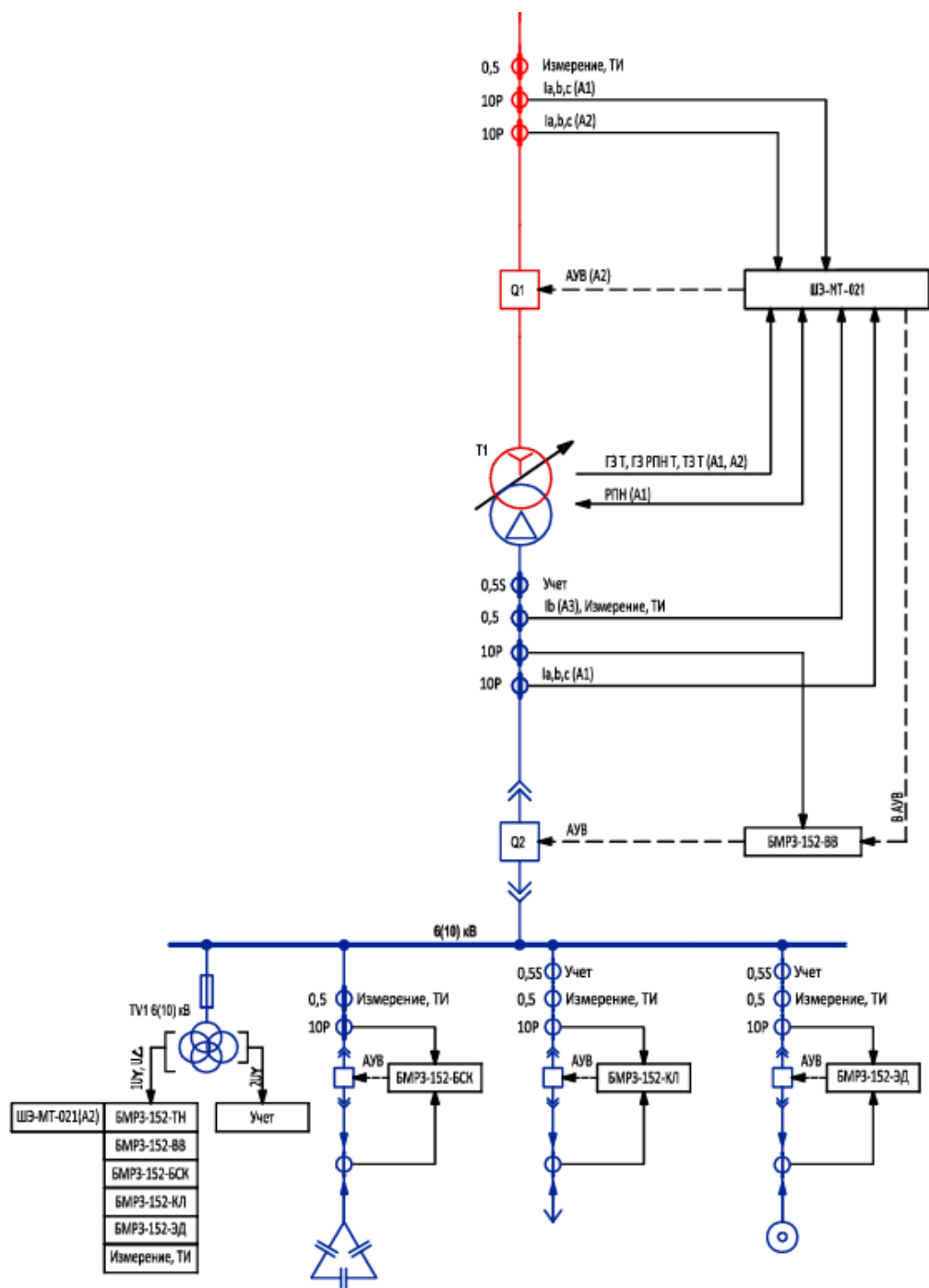


Рисунок 1 – Схема 3Н электрической подстанции с расположенными на ней измерительными трансформаторами тока и напряжения присоединений.

В результате расчета шина процесса указанной схемы электрической подстанции испытывает нагрузку равную 227 Мб/с

Задание для самостоятельного выполнения

Выполнить оценку информационной нагрузки на шину процесса подстанции при реализации комплексов РЗА для схемы подстанции, приведенной на рисунке 2. Предполагается что измерительные ТТ и ТП оснащены устройствами сопряжения с объектом и формируют SV потоки согласно МЭК 61850-9-2 LE.

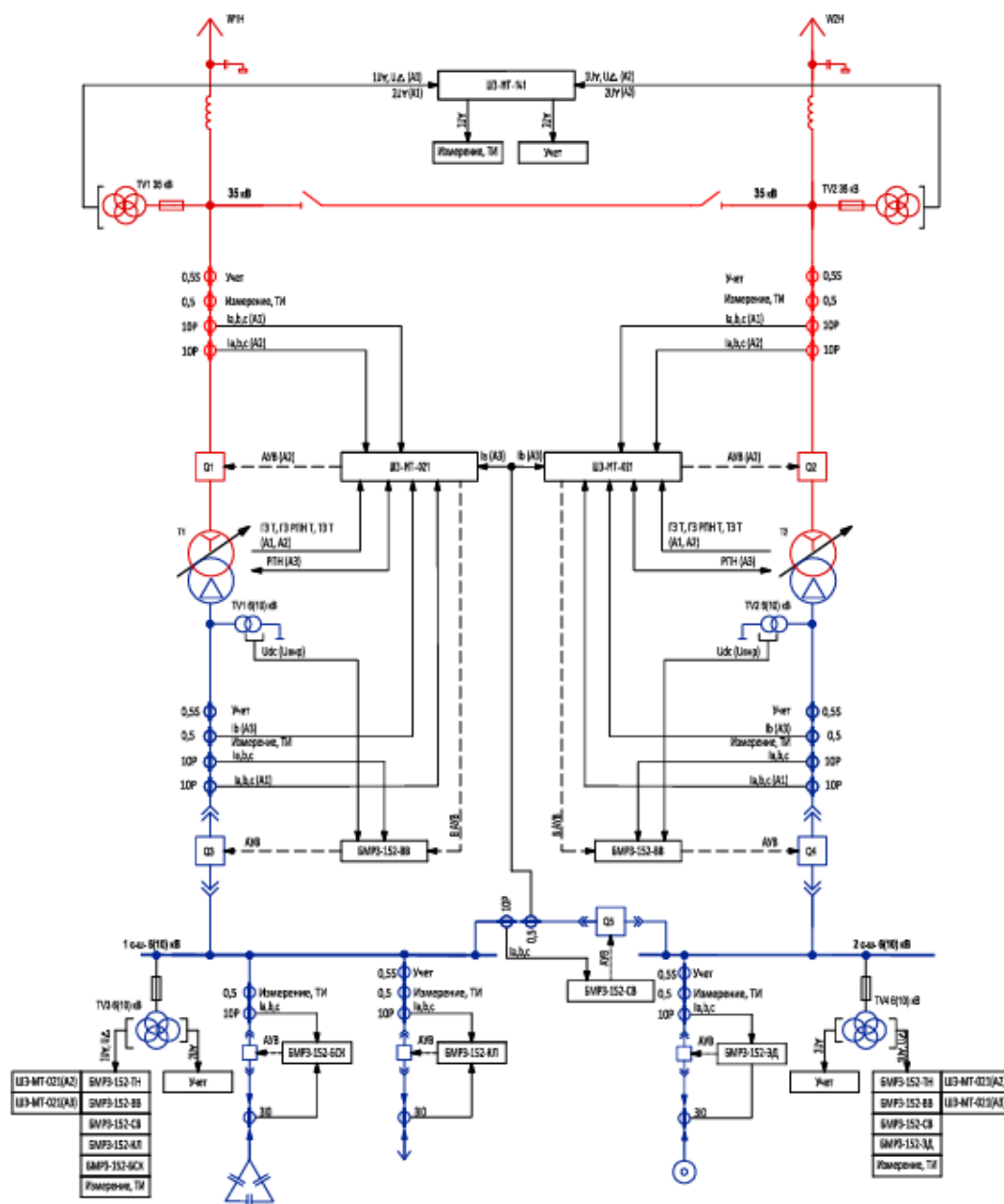


Рисунок 2 – Схема 4Н электрической подстанции с расположенными на ней измерительными трансформаторами тока и напряжения присоединений.

Практическое занятие на тему «Многоадресная MAC-фильтрация»

Теоретическая часть

Wireshark фильтр по IP, по порту, по протоколу, по MAC

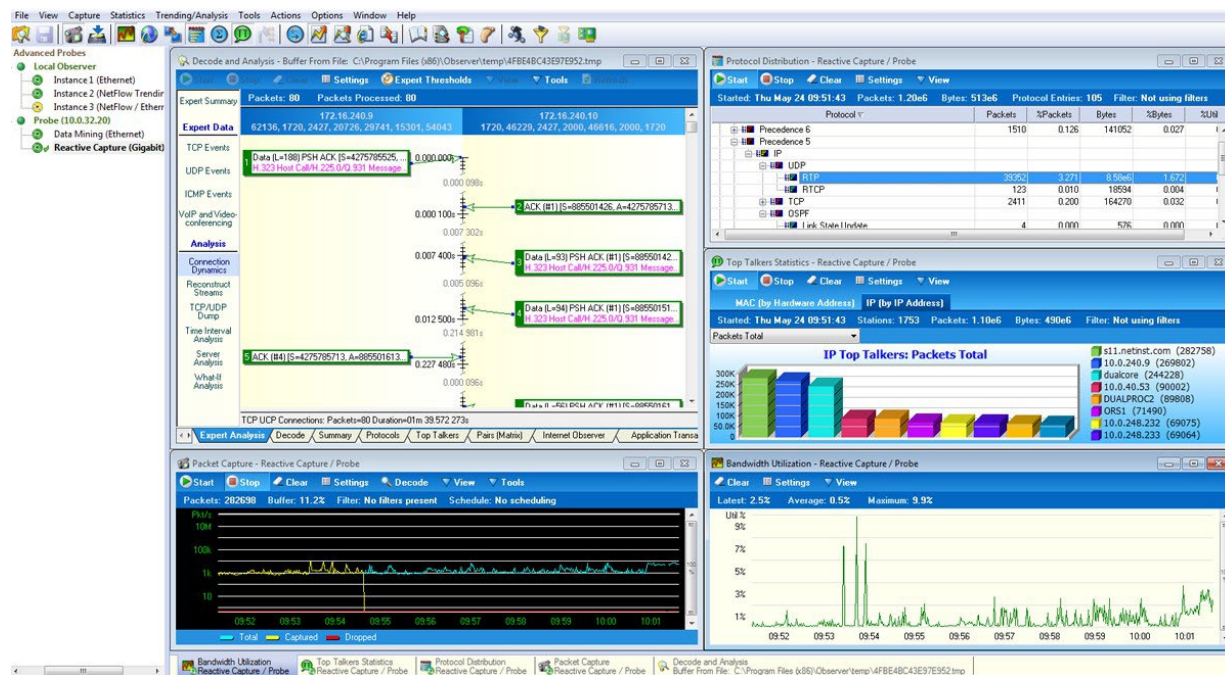


Рисунок 1 – Анализатор протоколов

Любой анализатор протоколов должен иметь возможность не только захватить трафик, но и помочь эффективно его проанализировать. Основное отличие коммерческого анализатора протоколов от бесплатного – наличие встроенной экспертной системы, которая позволит быстро разобрать буфер по сервисам или типам ошибок. Что позволит существенно ускорить время локализации проблемы и работать с уже отсортированной и предварительно оцененной для вас информацией. Тут можно обратить внимание на решения от VIAVI Solutions под названием Observer или на ClearSight Analyzer от компании Netscout.

В случае если не выделяют бюджет, а проблемы есть, то остается запастись терпением и кофе и установить себе Wireshark. В сетях передачи данных на скоростях 1 Гбит/сек и выше буфер захвата трафика заполняется

мгновенно и на выходе получается достаточно большой массив данных. Этот массив данных, понимая взаимодействие между различными устройствами в сети можно отфильтровать по разным параметрам. Для этого Wireshark имеет несколько возможностей:

- Цветовая кодировка ошибочных пакетов — можно настроить под себя. Пакеты, которые несут в себе ошибку, будут выделены в буфере специальным цветом.
- Фильтр через строку фильтрации. Вы имеете большой опыт в работе с Wireshark и протоколами и можете ввести фильтр самостоятельно. Большой выбор фильтров можно найти [здесь](#).
- Выделение любой области в пакете, правый клик мыши и «Применить как фильтр». Метод для начинающих: очень удобно, так как не надо ломать голову.

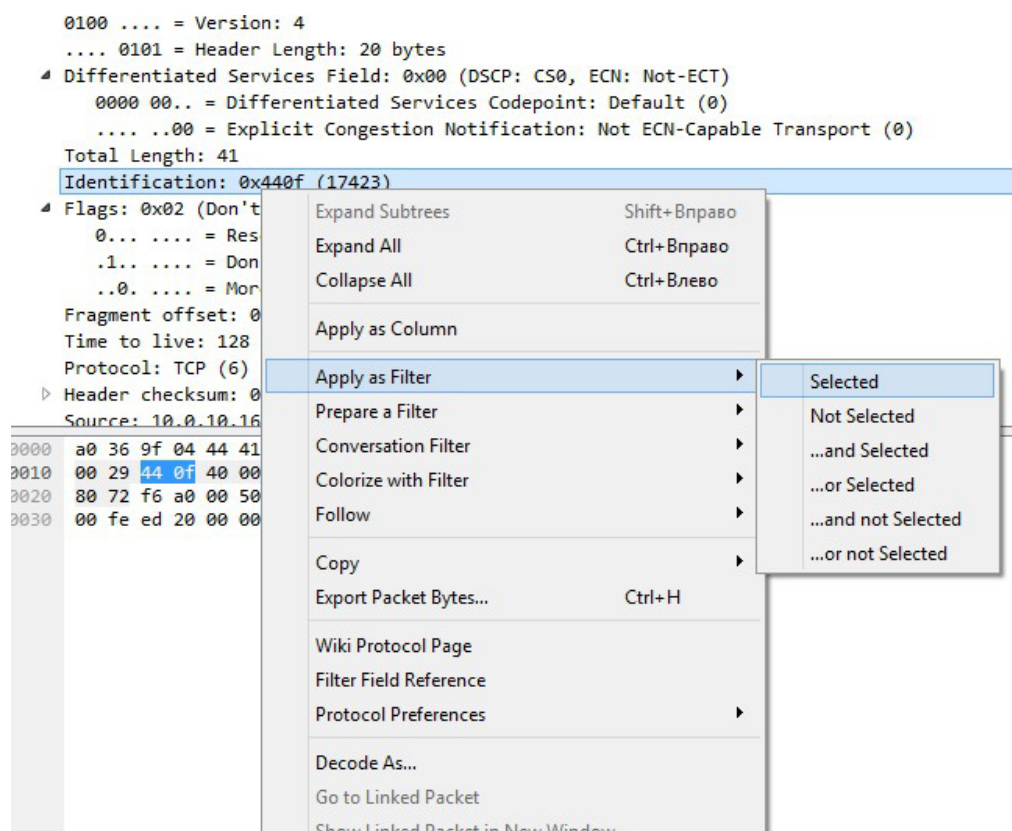


Рисунок 2 – Применение фильтра по идентификатору

Пример выполнения задания

Какие основные фильтры существуют для отображения трафика?

Wireshark фильтр по протоколу

Достаточно в строке фильтра ввести название протокола и нажать ввод.

На экране останутся пакеты, которые относятся к искомому протоколу. Таким образом, фильтр выглядит:

http

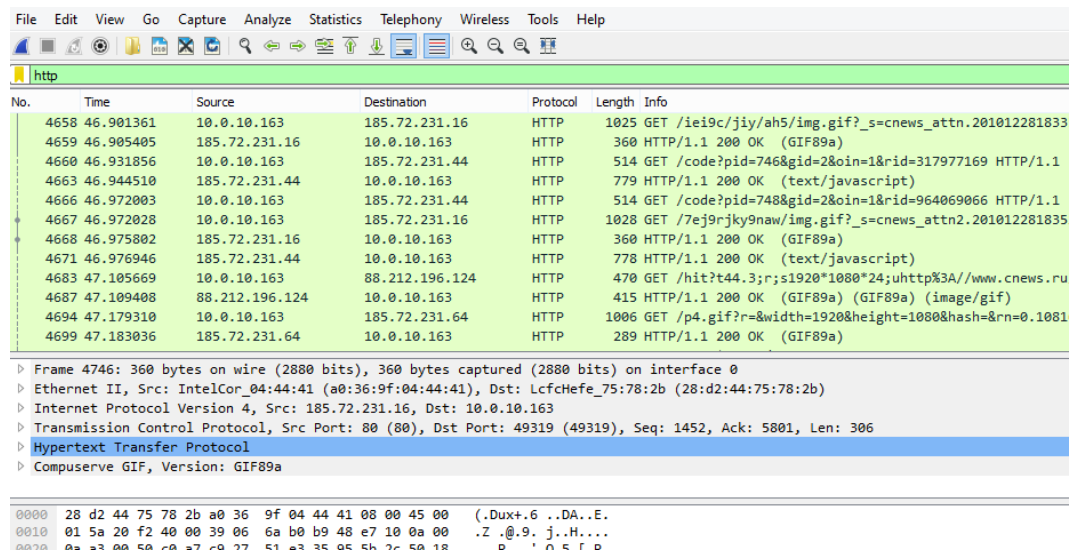


Рисунок 3 – Фильтр по протоколу http

Если буфер захвата необходимо отфильтровать по нескольким протоколам, то необходимо перечислить все желаемые протоколы и разделить их знаком ||. Например: arp || http || icmp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4784	47.724691	10.0.10.163	80.68.246.17	HTTP	612	POST /comme
4798	47.729719	80.68.241.196	10.0.10.163	HTTP	775	HTTP/1.1 20
4805	47.731588	80.68.241.196	10.0.10.163	HTTP	1203	HTTP/1.1 20
4807	47.733443	80.68.246.17	10.0.10.163	HTTP	604	HTTP/1.1 20
4808	47.744336	AsustekC_45:f2:7f	Broadcast	ARP	60	Who has 10.
4814	47.780299	10.0.10.163	80.68.241.196	HTTP	839	GET /mrtest
4815	47.781436	10.0.10.163	80.68.241.196	HTTP	839	GET /mrtest
4825	47.787448	80.68.241.196	10.0.10.163	HTTP	1164	HTTP/1.1 20
4828	47.789453	80.68.241.196	10.0.10.163	HTTP	332	HTTP/1.1 20
4831	47.804046	10.0.10.163	80.68.241.196	HTTP	839	GET /mrtest
4839	47.812563	80.68.241.196	10.0.10.163	HTTP	439	HTTP/1.1 20
4863	47.948589	IntelCor_04:44:41	Broadcast	ARP	60	Who has 10.

▸ Frame 4746: 360 bytes on wire (2880 bits), 360 bytes captured (2880 bits) on interface
 ▸ Ethernet II, Src: IntelCor_04:44:41 (a0:36:9f:04:44:41), Dst: LcfcHefe_75:78:2b (28:d2:)
 ▸ Internet Protocol Version 4, Src: 185.72.231.16, Dst: 10.0.10.163
 ▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 80 (80), Dst Port: 49319 (49319), Seq: 1452, A
 ▸ Hypertext Transfer Protocol
 ▸ Compuserve GIF, Version: GIF89a

Рисунок 4 – Фильтр по протоколам arp, http, icmp

Wireshark фильтр по IP адресу и фильтр по MAC

В зависимости от направления трафика фильтр будет немного отличаться. Например, мы хотим отфильтровать по IP адресу отправителя 50.116.24.50:

`ip.src==10.0.10.163`

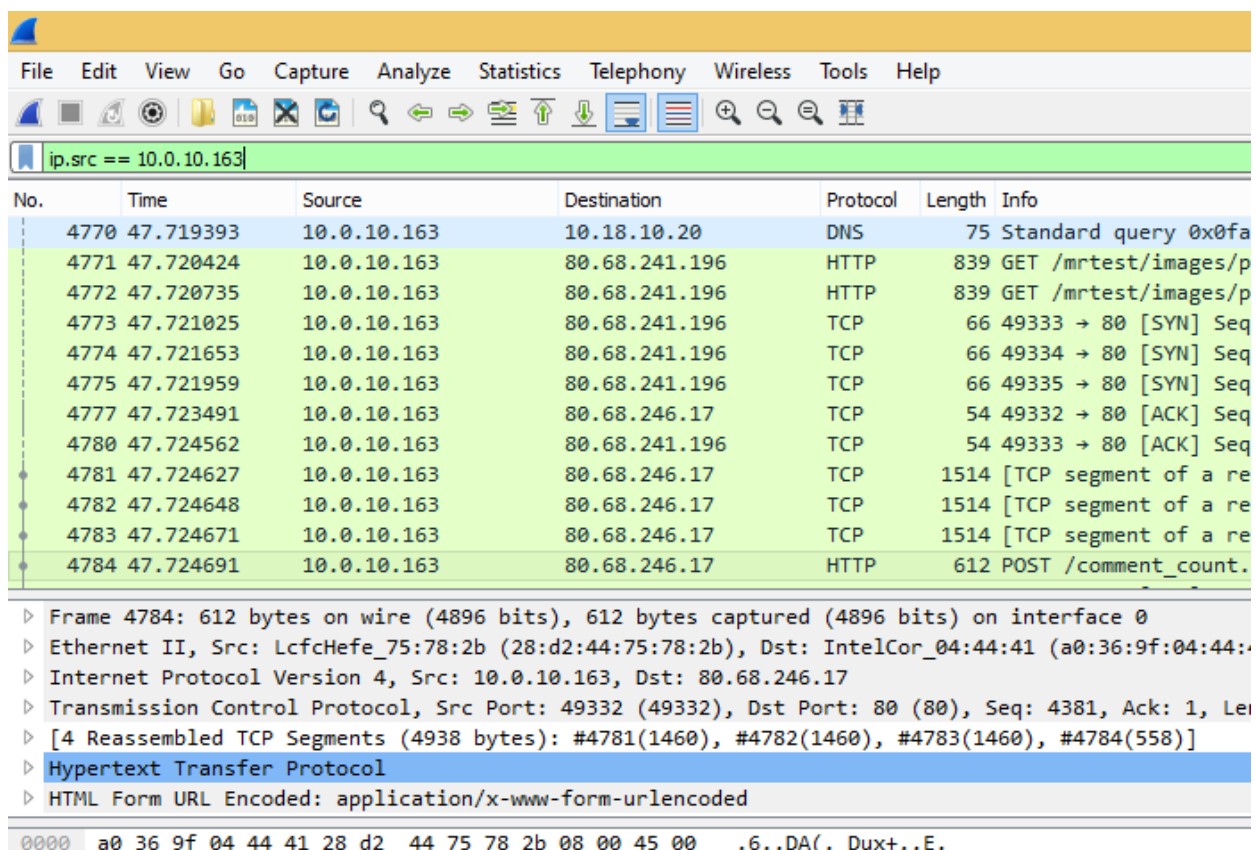


Рисунок 5 – Фильтр по протоколу IP

По получателю фильтр будет выглядеть `ip.dst == x.x.x.x`, а если хотим увидеть пакеты в независимости от направления трафика, то достаточно ввести:

`ip.addr==50.116.24.50`

В случае если нам необходимо исключить какой то адрес из поля отбора, то необходимо добавить `!=`. Пример:

`ip.src!=80.68.246.17`

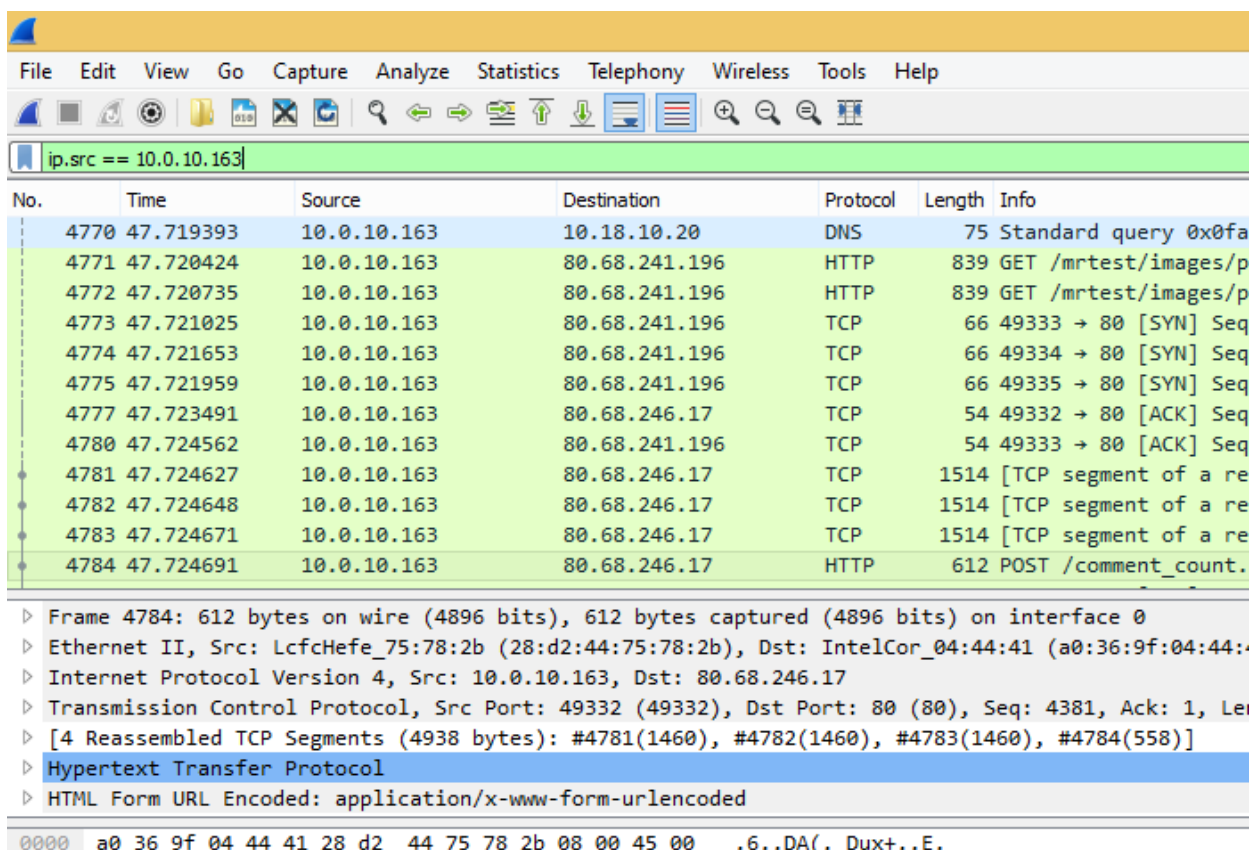


Рисунок 6 – Фильтр по протоколу IP

Если мы анализируем трафик внутри локальной сети и знаем MAC адрес пользователя, то можно указать в качестве фильтра Wireshark его MAC адрес, например:

`eth.addr == AA:BB:CC:DD:EE:FF`

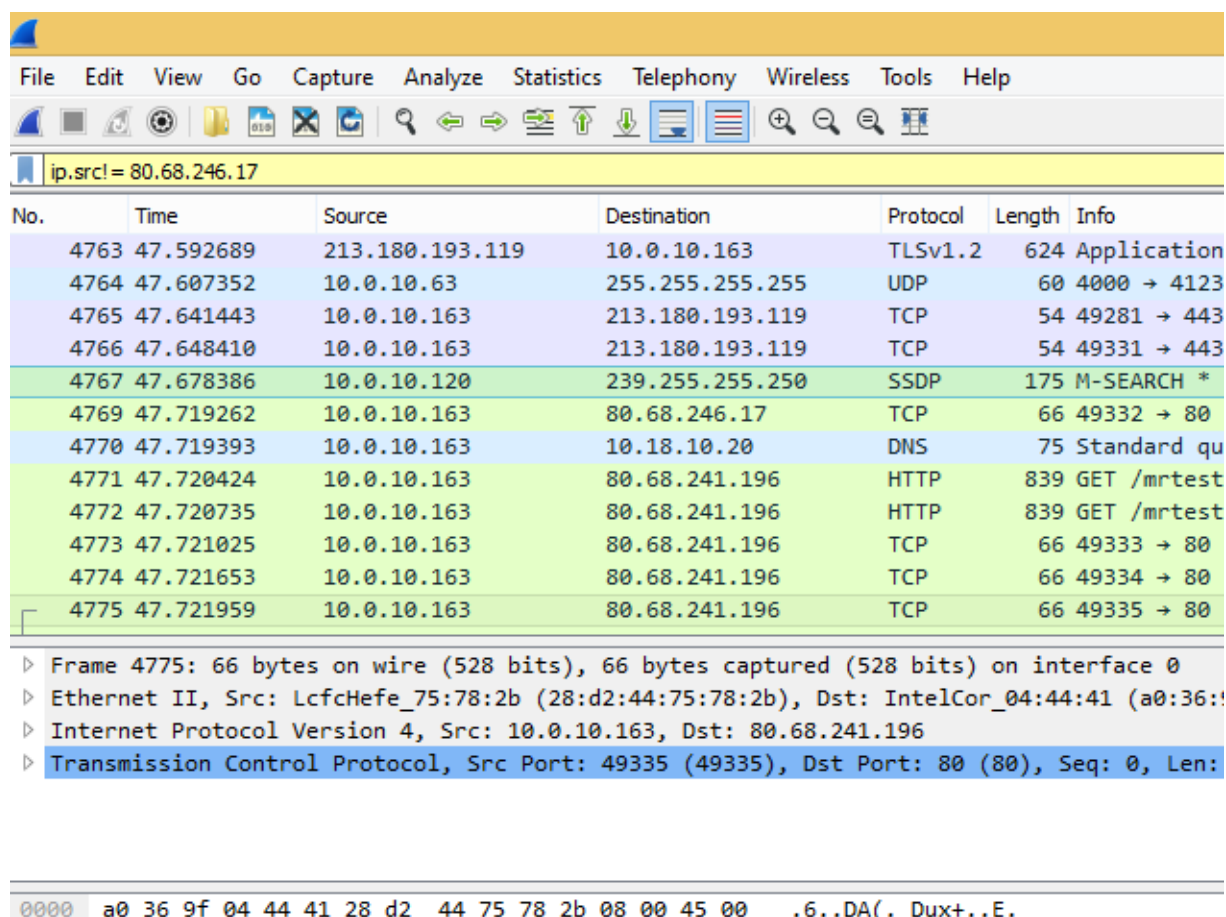
Wireshark фильтр по номеру порта

При анализе трафика мы можем настроить фильтр по номеру порта, по которому осуществляет передачу трафика тот или иной протокол. Номера всех зарегистрированных портов можно узнать [здесь](#). Пример:

`ftp.port==21`

Так же как и с адресами IP и MAC мы можем отдельно фильтровать по портам получения или отправления **tcp.srcport** и **tcp.dstport**. Кроме указания номеров портов Wireshark дает отличную возможность отфильтровать буфер по флагам в TCP протоколе. Например, если мы хотим увидеть TCP пакеты с флагом SYN (установление соединения между устройствами), то вводим в строке поиска:

tcp.flags.syn



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4763	47.592689	213.180.193.119	10.0.10.163	TLSv1.2	624	Application
4764	47.607352	10.0.10.63	255.255.255.255	UDP	60	4000 → 4123
4765	47.641443	10.0.10.163	213.180.193.119	TCP	54	49281 → 443
4766	47.648410	10.0.10.163	213.180.193.119	TCP	54	49331 → 443
4767	47.678386	10.0.10.120	239.255.255.250	SSDP	175	M-SEARCH *
4769	47.719262	10.0.10.163	80.68.246.17	TCP	66	49332 → 80
4770	47.719393	10.0.10.163	10.18.10.20	DNS	75	Standard qu
4771	47.720424	10.0.10.163	80.68.241.196	HTTP	839	GET /mrtest
4772	47.720735	10.0.10.163	80.68.241.196	HTTP	839	GET /mrtest
4773	47.721025	10.0.10.163	80.68.241.196	TCP	66	49333 → 80
4774	47.721653	10.0.10.163	80.68.241.196	TCP	66	49334 → 80
4775	47.721959	10.0.10.163	80.68.241.196	TCP	66	49335 → 80

Frame 4775: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: LcfcHefe_75:78:2b (28:d2:44:75:78:2b), Dst: IntelCor_04:44:41 (a0:36:01:04:44:41)
Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.10.163, Dst: 80.68.241.196
Transmission Control Protocol, Src Port: 49335 (49335), Dst Port: 80 (80), Seq: 0, Len: 0

0000 a0 36 9f 04 44 41 28 d2 44 75 78 2b 08 00 45 00 .6..DA(. Dux+..E.

Рисунок 7 – Фильтр по порту

Популярные фильтры

В таблице ниже приведены наиболее популярные фильтры для отображения содержимого буфера захвата:

Фильтр отображения	Описание	Пример написания
eth.addr	MAC адрес отправителя или получателя	eth.addr == 00:1a:6b:ce:fc:bb
eth.src	MAC-адрес отправителя	eth.src == 00:1a:6b:ce:fc:bb
eth.dst	MAC-адрес получателя	eth.dst == 00:1a:6b:ce:fc:bb
arp.dst.hw_mac	Протокол ARP – MAC адрес получателя	arp.dst.hw_mac == 00:1a:6b:ce:fc:bb
arp.dst.proto_ipv4	Протокол ARP – IP адрес версии 4 получателя	arp.dst.proto_ipv4 == 10.10.10.10
arp.src.hw_mac	Протокол ARP – MAC адрес отправителя	arp.src.hw_mac == 00:1a:6b:ce:fc:bb
arp.src.proto_ipv4	Протокол ARP – IP адрес версии 4 отправителя	arp.src.proto_ipv4 == 10.10.10.10
vlan.id	Идентификатор VLAN	vlan.id == 16

ip.addr	IP адрес версии 4 получателя или отправителя	ip.addr == 10.10.10.10
ip.dst	IP адрес версии 4 получателя	ip.addr == 10.10.10.10
ip.src	IP адрес версии 4 отправителя	ip.src == 10.10.10.10
ip.proto	IP protocol (decimal)	ip.proto == 1
ipv6.addr	IP адрес версии 6 получателя или отправителя	ipv6.addr == 2001::5
ipv6.src	IP адрес версии 6 отправителя	ipv6.addr == 2001::5
ipv6.dst	IP адрес версии 6 получателя	ipv6.dst == 2001::5
tcp.port	TCP порт получателя или отправителя	tcp.port == 20
tcp.dstport	TCP порт получателя	tcp.dstport == 80
tcp.srcport	TCP порт отправителя	tcp.srcport == 60234
udp.port	UDP порт получателя или отправителя	udp.port == 513
udp.dstport	UDP порт получателя	udp.dstport == 513
udp.srcport	UDP порт отправителя	udp.srcport == 40000
vtp.vlan_info.vlan_name	Имя VLAN	vtp.vlan_info.vlan_name == TEST
bgp.originator_id	Идентификатор BGP (Адрес IPv4)	bgp.originator_id == 192.168.10.15
bgp.next_hop	Следующий хоп BGP (Адрес IPv4)	bgp.next_hop == 192.168.10.15
rip.ip	RIP IPv4 address	rip.ip == 200.0.2.0
ospf.advrouter	Идентификатор маршрутизатора по протоколу OSPF	ospf.advrouter == 192.168.170.8
eigrp.as	Номер автономной системы EIGRP	eigrp.as == 100
hsrp.virt_ip	Виртуальный IP адрес по протоколу HSRP	hsrp.virt_ip == 192.168.23.250
vrrp.ip_addr	Виртуальный IP адрес по протоколу VRRP	vrrp.ip_addr == 192.168.23.250
wlan.addr	MAC адрес отправителя или получателя Wi-Fi	wlan.addr == 00:1a:6b:ce:fc:bb
wlan.sa	MAC-адрес отправителя Wi-Fi	wlan.sa == 00:1a:6b:ce:fc:bb
wlan.da	MAC-адрес получателя Wi-Fi	wlan.da == 00:1a:6b:ce:fc:bb

Задание для самостоятельного выполнения

Выполнить фильтрацию для локального компьютера, подключенного к сети интернет в программном средстве Wireshark по следующим признакам:

- Фильтр по протоколу http;
- Фильтр по протоколу IP;
- Фильтр по протоколу MAC.

Список использованной литературы

1. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. Телекоммуникации и сети: Учеб. пособие для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы
3-е издание. Учебное пособие, СПб.:Питер 2007

Практическое занятие на тему «Виртуальные локальные сети (Virtual Local Area Network)»

Введение

VLAN (аббр. от англ. Virtual Local Area Network) — логическая («виртуальная») локальная компьютерная сеть, представляет собой группу хостов с общим набором требований, которые взаимодействуют так, как если бы они были подключены к широковещательному домену, независимо от их физического местонахождения. VLAN имеет те же свойства, что и физическая локальная сеть, но позволяет конечным станциям группироваться вместе, даже если они не находятся в одной физической сети. Такая реорганизация может быть сделана на основе программного обеспечения вместо физического перемещения устройств.

Цель работы

Цель лабораторной работы – исследовать принцип работы виртуальных локальных сетей VLAN (Virtual Local Area Network) на основе портов и стандарта IEEE 802.1q.

Теоретическая часть

Виртуальной локальной сетью называется логическая группа узлов сети, трафик которой, в том числе и широковещательный, на канальном уровне полностью изолирован от других узлов сети. Это означает, что передача кадров между разными виртуальными сетями на основании MAC-адреса невозможна независимо от типа адреса — уникального, группового или широковещательного. В то же время внутри виртуальной сети кадры передаются по технологии коммутации, то есть только на тот порт, который связан с адресом назначения кадра. Таким образом с помощью виртуальных

сетей решается проблема распространения широковещательных кадров и вызываемых ими последствий, которые могут развиваться в широковещательные штормы и существенно снизить производительность сети.

VLAN обладают следующими преимуществами:

- гибкость внедрения. VLAN являются эффективным способом группировки сетевых пользователей в виртуальные рабочие группы, несмотря на их физическое размещение в сети;

- VLAN обеспечивают возможность контроля широковещательных сообщений, что увеличивает полосу пропускания, доступную для пользователя;

- VLAN позволяют повысить безопасность сети, определив с помощью фильтров, настроенных на коммутаторе или маршрутизаторе, политику взаимодействия пользователей из разных виртуальных сетей.

Типы VLAN:

В коммутаторах могут быть реализованы следующие типы VLAN:

- на основе портов;
- на основе стандарта IEEE 802.1Q;
- на основе стандарта IEEE 802.1ad (Q-in-Q VLAN);
- на основе портов и протоколов IEEE 802.1v;
- на основе MAC-адресов;
- асимметричные.

Также для сегментирования сети на канальном уровне модели OSI в коммутаторах могут использоваться другие функции, например функция Traffic Segmentation.

Построение VLAN на основе портов основано только на добавлении дополнительной информации к адресным таблицам коммутатора и не использует возможности встраивания информации о принадлежности к виртуальной сети в передаваемый кадр. Виртуальные локальные сети, построенные на основе стандарта IEEE 802.1Q, используют дополнительные поля кадра для хранения информации о принадлежности к VLAN при его

перемещении по сети. С точки зрения удобства и гибкости настроек, VLAN стандарта IEEE 802.1Q является лучшим решением по сравнению с VLAN на основе портов. Его основные преимущества:

1. Гибкость и удобство в настройке и изменении — можно создавать необходимые комбинации VLAN как в пределах одного коммутатора, так и во всей сети, построенной на коммутаторах с поддержкой стандарта IEEE 802.1Q. Способность добавления тегов позволяет информации о VLAN распространяться через множество 802.1Q-совместимых коммутаторов по одному физическому соединению (магистральному каналу, Trunk Link);

2. Позволяет активизировать алгоритм связующего дерева (Spanning Tree) на всех портах и работать в обычном режиме. Протокол Spanning Tree оказывается весьма полезным для применения в крупных сетях, построенных на нескольких коммутаторах, и позволяет коммутаторам автоматически определять древовидную конфигурацию связей в сети при произвольном соединении портов между собой. Для нормальной работы коммутатора требуется отсутствие замкнутых маршрутов в сети. Эти маршруты могут создаваться администратором специально для образования резервных связей или же возникать случайным образом, что вполне возможно, если сеть имеет многочисленные связи, а кабельная система плохо структурирована или документирована. С помощью протокола Spanning Tree коммутаторы после построения схемы сети блокируют избыточные маршруты. Таким образом, автоматически предотвращается возникновение петель в сети;

3. Способность VLAN IEEE 802.1Q добавлять и извлекать теги из заголовков кадров позволяет использовать в сети коммутаторы и сетевые устройства, которые не поддерживают стандарт IEEE 802.1Q;

4. Устройства разных производителей, поддерживающие стандарт, могут работать вместе, независимо от какого-либо фирменного решения;

5. Чтобы связать подсети на сетевом уровне, необходим маршрутизатор или коммутатор L3. Однако для более простых случаев, например, для организации доступа к серверу из различных VLAN, маршрутизатор не

потребуется. Нужно включить порт коммутатора, к которому подключен сервер, во все подсети, а сетевой адаптер сервера должен поддерживать стандарт IEEE 802.1Q.

Пример решения задания

В программе GNS3 постройте следующую топологию:

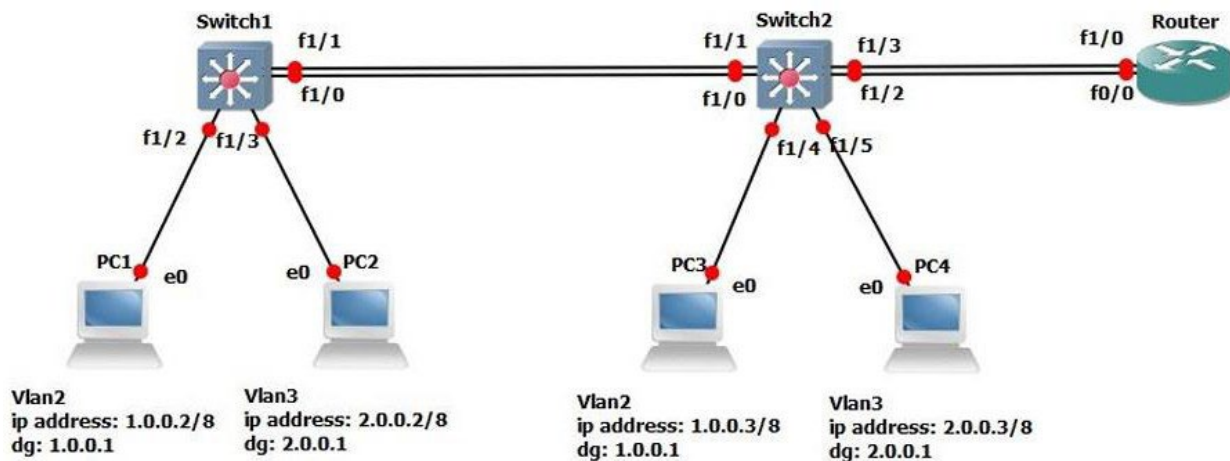


Рисунок 1 – Исследуемая сеть

В данном примере в качестве маршрутизатора используется Cisco 3640 с двумя сетевыми модулями NM-1FE-TX для моделирования персональных компьютеров используются QEMU или VirtualBox машины с образом операционной системы linux-microcore 2.10 или tinyCore.

Настройка персональных компьютеров

Настройте персональные компьютеры на работу с соответствующими IP адресами, используя следующие команды:

1. Вход в режим суперпользователя:

```
sudo su
```

2. Выставить интерфейсу eth0 ip-адрес и маску подсети: `ipconfig eth[X]`

```
[IP_adress] netmask [MASK]
```

3. Задать ip-адрес шлюза по умолчанию(default gateway): route add net 0/0 gw[IP_Gateway]

Пример для компьютера PC1:

```
tc@box: "$ sudo su
```

```
root@box: "# ifconfig eth0 1.0.0.2 netmask 255.0.0.0
```

```
root@box: "#route add -net 0/0 gw 1.0.0.1
```

С помощью следующих команд убедитесь в правильности введенной вами конфигурации:

```
root@box: "# ifconfig eth0 // для просмотра информации об интерфейсе
```

```
root@box: "# route // выводит таблицу маршрутизации.
```

После ввода команды route, в таблице должна существовать следующая запись:

Destination	Gateway	Genmask
Default	1.0.0.1	0.0.0.0

Таким же образом настраиваются оставшиеся персональные компьютеры.

Настройка коммутаторов

Перед настройкой коммутаторов составьте таблицу, в которой указано какие номера виртуальных локальных сетей сопоставлены интерфейсам коммутаторов.

Таблица 1 – номера VLAN и связанные с ними интерфейсы

Коммутатор	VLAN2	VLAN3
Switch1	f1/0, f1/2	f1/1, f1/3
Switch2	f1/0, f1/4, f1/2	f1/1, f1/3, f1/5

Настройка коммутатора Switch1

```
Router>ena
```

```
Router#vlan database // команда для входа в режим создания VLAN
Router(vlan)#vlan 2 // создание VLAN 2
VLAN 2 added:
Name:
VLAN0002
Router(vlan)#vlan 3 name QWERTY
VLAN 3 added:
Name: QWERTY
// создание VLAN 3 с именем
// QWERTY
Router(vlan)#apply // команда применяющая введенные настройки
APPLY completed.
Router(vlan)#exit
// команда выхода из режима конфигурации VLAN
APPLY completed.Exiting.....Router#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname SW1
SW1(config)#int f1/0
SW1(config-if)#switchport access vlan 2 // сопоставление порта f1/0 с
VLAN 2
SW1(config-if)#int f1/1
SW1(config-if)#switchport access vlan 3 // сопоставление порта f1/1 с
VLAN 3
SW1(config-if)#int f1/2
SW1(config-if)#switchport access vlan 2 // сопоставление порта f1/2 с
VLAN 2
SW1(config-if)#int f1/3
SW1(config-if)#switchport access vlan 3 // сопоставление порта
f1/3 с VLAN 3
```

Для просмотра информации о VLAN введите следующую команду
SW1#show vlan-switch

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/4, Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7 Fa1/8, Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11 Fa1/12, Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
2	VLAN0002	active	Fa1/0, Fa1/2
3	QWERTY	active	Fa1/1, Fa1/3
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Рисунок 2 – Информация о VLAN 1

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/4, Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7 Fa1/8, Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11 Fa1/12, Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
2	VLAN0002	active	Fa1/0, Fa1/2
3	QWERTY	active	Fa1/1, Fa1/3
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

команду:

SW1#copy run start

Destination filename [startup-config]? Y Building
configuration...

[OK]

SW1#

Настройка коммутатора Switch2

Router>ena

```
Router#vlan
database
Router(vlan)#vlan
2
VLAN 2 added:
Name:
VLAN0002
Настройка коммутатора Switch2
Router(vlan)#vlan 3
VLAN 3 added:Name: VLAN0003
Router(vlan)#app
ly APPLY
completed.
Router(vlan)#exit
APPLY
completed.
Exiting....
Router#config t
Enter configuration commands, one per line. End
with CNTL/Z. Router(config)#hostname SW2
SW2(config)#int f1/1
SW2(config-if)#switchport
access vlan 3 SW2(config-if)#int
f1/0
SW2(config-if)#switchport
access vlan 2 SW2(config-if)#int
f1/2
SW2(config-if)#switchport
access vlan 2 SW2(config-if)#int
f1/4
```

```

SW2(config-if)#switchport
access vlan 2 SW2(config-if)#int
f1/3
SW2(config-if)#switchport
access vlan 3 SW2(config-if)#int
f1/5
SW2(config-if)#switchport
access vlan 3 SW2(config-if)#
*Mar 1 00:03:04.775: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on
Interface Vlan1, changed state to down
SW2#show vlan-switch brief

```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8, Fa1/9 Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12, Fa1/13 Fa1/14, Fa1/15
2	VLAN0002	active	Fa1/0, Fa1/2, Fa1/4
3	VLAN0003	active	Fa1/1, Fa1/3, Fa1/5
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Рисунок 3 – Информация о VLAN 2

После настройки коммутаторов с помощью утилиты Ping проверьте доступность хостов. Компьютеры одной VLAN должны взаимодействовать друг с другом, когда компьютеры из разных VLAN взаимодействовать не будут. Для остановки послыки пакетов нажмите Ctrl+C.

Настройка Маршрутизатора

Настройка маршрутизатора тривиальна и состоит в задании соответствующим интерфейсам правильных IP адресов.

```

Router>ena
Router#config t
Router(config)#int
f0/0
Router(config-if)#ip address 1.0.0.1
255.0.0.0 Router(config-if)#no shutd
Router(config-if)#int f1/0
Router(config-if)#ip address 2.0.0.1
255.0.0.0 Router(config-if)#no shutd

```

После настройки маршрутизатора снова проверьте доступность хостов с помощью утилиты Ping, если все сделано правильно, то сообщения ICMP эхо запросы должны доходить до любого интерфейса в любой сети.

Составьте следующую топологию

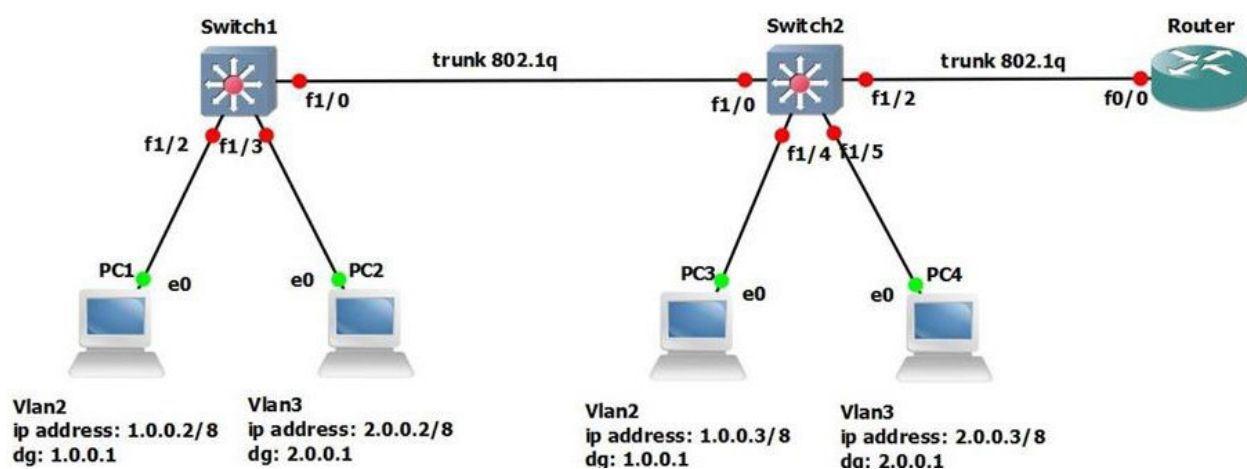


Рисунок 4 – Исследуемая сеть

Настройка компьютеров такая же, как и в предыдущей топологии

Настройка коммутаторов

Настройка коммутаторов полностью идентична, за исключением настройки портов которые стали транкинговыми. Для коммутатора Switch1 это порт f1/0, а для коммутатора Switch2 это порты f1/0и f1/2. В режиме

конфигурации этих портов необходимо ввести команду: **switchport mode trunk**, то есть перевести порты в магистральный режим.

Настройка коммутатора Switch1

```
Router>ena
Router#vlan
database
Router(vlan)#vlan
2
VLAN 2 added:
Name:
VLAN0002
Router(vlan)#vlan 3 name
QWERTY
Router(vlan)#apply
Router(vlan)#exit
Router#config t
Router(config)#hostname
SW1 SW1(config)#int
f1/0
SW1(config-if)#switchport mode trunk
SW1(config-if)#int f1/2
SW1(config-if)#switchport
access vlan 2 SW1(config-if)#int
f1/3
SW1(config-if)#switchport
access vlan 3 SW1#show vlan
switch
```


После ввода этой команды обратите внимание что порт который стал транкинговым не принадлежит ни одной VLAN

```
SW1#show int f1/0 switchport
```

```
Name: Fa1/0
```

```
Switchport: Enabled
```

```
Administrative Mode:
```

```
trunk Operational Mode:
```

```
trunk
```

```
Administrative Trunking Encapsulation:
```

```
dot1q Operational Trunking Encapsulation:
```

```
dot1q Negotiation of Trunking: Disabled
```

```
Access Mode VLAN: 0 ((Inactive))
```

```
Trunking Native Mode VLAN: 1
```

```
(default) Trunking VLANs Enabled:
```

```
ALL Trunking VLANs Active: 1-3
```

```
Priority for untagged frames: 0
```

```
Override vlan tag priority:
```

```
FALSE Voice VLAN: none
```

```
Appliance trust: none
```

Внимательно посмотрите на выведенную информацию, из которой видно режим работы порта, тип инкапсуляции, и номера VLAN, которые разрешены на транкинговом порте. Сохраните конфигурацию.

```
SW1#copy run start
```

```
Destination filename [startup-config]?
```

```
y Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
SW1#
```

Настройка коммутатора Switch2

Router>ena

Router#vlan

database

Router(vlan)#vlan

2

Router(vlan)#vlan 3

Router(vlan)#apply

Router(vlan)#exit

Router#config t

Настройка коммутатора Switch2

Router(config)#hostname

SW2 SW2(config-if)#int

f1/0

SW2(config-if)# switchport mode trunk

SW2(config-if)#int f1/2

SW2(config-if)# switchport mode trunk

SW2(config-if)#int f1/4

SW2(config-if)#switchport

access vlan 2 SW2(config-if)#int

f1/5

SW2(config-if)#switchport

access vlan 3 SW2(config-if)#

SW2#show vlan-switch

brief SW1#show int f1/0

switchport

SW1#show mac-address-table //просмотр таблицы коммутации

Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
c403.0f04.0000	Self	1	Vlan1
cc05.1674.0000	Dynamic	2	FastEthernet1/0
cc05.1674.0000	Dynamic	3	FastEthernet1/0
00aa.0078.2600	Dynamic	3	FastEthernet1/3
00aa.0018.4f00	Dynamic	2	FastEthernet1/2
00aa.0026.f900	Dynamic	3	FastEthernet1/0
00aa.009a.9400	Dynamic	2	FastEthernet1/0

Рисунок 5 – Просмотр таблицы коммутации

Обратите внимание на столбец VLAN.

После настройки коммутаторов с помощью утилиты Ping проверьте доступность хостов. Компьютеры одной VLAN должны взаимодействовать друг с другом, когда компьютеры из разных VLAN взаимодействовать не будут.

Настройка маршрутизатора

Для работы с VLAN на маршрутизаторе необходимо сконфигурировать столько подинтерфейсов сколько VLAN существует, затем указать тип инкапсуляции для каждого подинтерфейса и задать ip адрес каждому подинтерфейсу маршрутизатора. Перед созданием подинтерфейса необходимо командой no shutdown включить основной интерфейс.

Например, для создания подинтерфейса 43 на интерфейсе f0/0, необходимо в режиме конфигурации ввести interface f0/0.43. Номер интерфейса ни как ни связан с номером VLAN, но для удобства, как правило, номер подинтерфеса устанавливают равным номеру VLAN, то есть интерфейс f0/0.43 может принадлежать VLAN 50 и на оборот, интерфейс f0/0.50 может принадлежать VLAN 43, но одновременно интерфейс f0/0.43 не может принадлежать сразу двум VLAN.

Указание типа инкапсуляции: encapsulation dot1Q [номер VLAN]

Пример конфигурации маршрутизатора

```
Router>ena
Router#conf t
Router(config)#int f0/0 // заходим на основной интерфейс
Router(config-if)#no shutdown // включаем его
Router(config-if)#int f0/0.2 //создаем подинтерфейс номер 2
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 2 // задаем тип инкапсуляции
dot1q, а 2 указывает номер VLAN, к которой принадлежит данный
подинтерфейс
Router(config-subif)#ip address 1.0.0.1 255.0.0.0 //устанавливаем ip адрес
Router(config-subif)#exit // выход из режима конфигурации
подинтерфейса
Router(config)#int f0/0.3
Router(config-subif)#encapsulation
dot1Q 3 Router(config-subif)#ip
address 2.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-subif)#^Z
Router#show
Router#show ip
route
C 1.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C 2.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0.3
```

Обратите внимание на номера интерфейсов, к которым подключены сети 1.0.0.0 и 2.0.0.0. После настройки маршрутизатора с помощью утилиты ping проверьте связь между компьютерами, находящимися в разных VLAN.

Анализ форматов кадров

Во время или до запуска утилиты Ping между хостами PC1 и PC2 запустите сетевой анализатор протокола WireShark и посмотрите

перехваченные пакеты между коммутаторами и между хостом и коммутатором, обратите внимание на разные форматы кадров. Точки захвата указаны стрелками на рисунке 6. Для остановки посылки пакетов ICMP нажмите Ctrl+C.

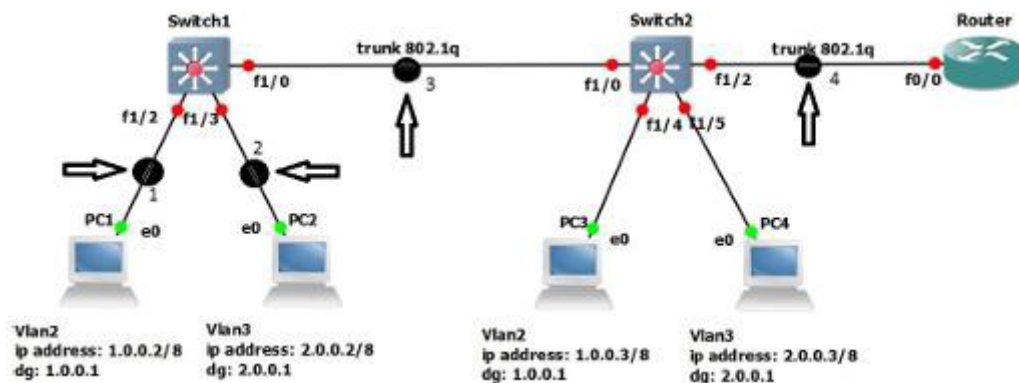


Рисунок 6 – Места захвата пакетов

На рисунке 7 изображено окно сетевого анализатора пакетов, в котором отображен формат пакета ICMP(столбец Protocol, цифра 3) echo request (столбец info, цифра 4) отправленного с адреса 1.0.0.2 (столбец source цифра 1), на адрес 2.0.0.1 (столбец destination, цифра 2). Детализация захваченного пакета показана в окне ниже, а заголовок Ethernet (цифра 5) и заголовок IP (цифра 6) выделены.

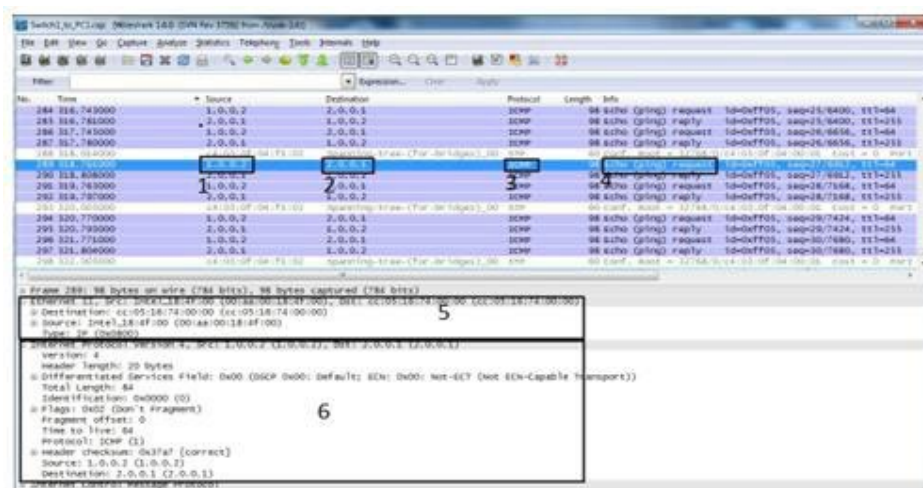


Рисунок 7 – Пример захвата пакета ICMP echo request

Пакет отправленный с компьютера PC1 до PC2, пройдет следующий маршрут:

PC1(int e0) =1=> (int f1/2)Switch1(int f1/0) =2=> (int f1/0)Switch2 (int f1/2)=3=> (int f0/0.2) Router (int f0/0.3) =4=> (int f1/2)Switch2 (int f1/0) =5=> (int f1/0)Switch1(int f1/2) =6=> (int e0)PC2

Задание для самостоятельного выполнения

1. Составьте исходную топологии;
2. Получите листинг команд конфигурации, либо конфигурационные файлы;
3. Сделайте захваты следующих пакетов с помощью программы Wireshark: Arp request, Arp reply, ICMP echo request, ICMP echo reply, поясните значение всех полей данных пакетов.

Контрольные вопросы

1. Формат метки VLAN согласно стандарту IEEE802.1 q;
2. Объясните принцип коммутации пакетов с учетом техники VLAN;
3. Дайте определение виртуальной локальной сети;
4. В чем разница между транкинговым портом и портом магистральным;
5. Какое максимальное количество VLAN можно организовать согласно стандарту IEEE 802.1q;
6. Поясните процедуру передачи пакета ICMP echo request от PC1 к PC2.

Список использованных информационных источников

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов [Текст]/ В.Г. Олифер, Н.А. Олифер, 4-е изд.: СПб.: Питер, 2006 -958 с.
2. Сергеев А.Н. Основы локальных компьютерных сетей [Текст]/ Сергеев А.Н.: Изд.: «Лань», 2016. 184 с.
3. Электронный каталог Documentation [Электронный ресурс]: / Internet. - <http://www.gns3.com/docs/> (10.08.2024).

Практическое занятие на тему «Настройка и тестирование функции многоадресной фильтрации для управления трафиком IEC 61850»

Теоретическая часть.

Протокол ARP

Любое устройство, подключенное к локальной сети (Ethernet, FDDI и т.д.), имеет уникальный физический сетевой адрес, заданный аппаратным образом. 6-байтовый Ethernet-адрес выбирает изготовитель сетевого интерфейсного оборудования из выделенного для него по лицензии адресного пространства. Если у машины меняется сетевой адаптер, то меняется и ее MAC-адрес.

4-байтовый IP-адрес задает менеджер сети с учетом положения машины в сети Интернет. Если машина перемещается в другую часть сети Интернет, то ее IP-адрес должен быть изменен. Преобразование IP-адресов в сетевые выполняется с помощью arp-таблицы. Каждая машина сети имеет отдельную ARP-таблицу для каждого своего сетевого адаптера. Не трудно видеть, что существует проблема отображения физического адреса (6 байт для Ethernet) в пространство сетевых IP-адресов (4 байта) и наоборот.

Протокол ARP (address resolution protocol, RFC-826) решает именно эту проблему - преобразует ARP- в MAC-адреса.

Рассмотрим процедуру преобразования адресов при отправлении сообщения. Пусть прикладная программа одной ЭВМ отправляет сообщение другой. Прикладной программе IP-адрес места назначения обычно известен. Для определения Ethernet-адреса просматривается ARP-таблица. Если для требуемого IP-адреса в ней присутствует MAC-адрес, то формируется и посылается соответствующий пакет.

Если же с помощью ARP-таблицы не удастся преобразовать адрес, то выполняется следующее:

1. Всем машинам в сети посылается пакет с ARP-запросом (с широковещательным MAC адресом места назначения).

2. Исходящий IP-пакет ставится в очередь.

Каждая машина, принявшая ARP-запрос, в своем ARP-модуле сравнивает собственный IP адрес с IP-адресом в запросе. Если IP-адрес совпал, то прямо по MAC-адресу отправителя запроса посылается ответ, содержащий как IP-адрес ответившей машины, так и ее MAC адрес. После получения ответа на свой ARP-запрос машина имеет требуемую информацию о соответствии IP и MAC-адресов, формирует соответствующий элемент ARP-таблицы и отправляет IP-пакет, ранее поставленный в очередь. Если же в сети нет машины с искомым IP-адресом, то ARP-ответа не будет и не будет записи в ARP-таблицу.

Протокол IP будет уничтожать IP-пакеты, предназначенные для отправки по этому адресу. Протоколы верхнего уровня не могут отличить случай повреждения в среде ethernet от случая отсутствия машины с искомым IP-адресом. Во многих реализациях в случае, если IP-адрес не принадлежит локальной сети, внешний порт сети (gateway) или маршрутизатор откликается, выдавая свой физический адрес (режим прокси-ARP).

Функционально, ARP делится на две части. Одна - определяет физический адрес при посылке пакета, другая отвечает на запросы других машин. ARP-таблицы имеют динамический характер, каждая запись в ней "живет" определенное время после чего удаляется. Менеджер сети может осуществить запись в ARP-таблицу, которая там будет храниться "вечно". ARP-пакеты вкладываются непосредственно в ethernet-кадры. Формат ARP-пакета показан на рисунке 1.

0	8	16	24	31
Тип оборудования		Тип протокола		
HA-Len	PA-Len	Код операции		
Аппаратный адрес отправителя (октеты 0...3)				
Адрес отправителя (октеты 4,5)		IP- адрес отправителя (октеты 0,1)		
IP- адрес отправителя (октеты 2,3)		Аппаратный адрес адресата (0,1)		
Аппаратный адрес адресата (октеты 2-5)				
IP-адрес адресата (октеты 0-3)				

Рисунок 1 – Формат пакета ARP

Понятие VLAN

VLAN (Virtual Local Area Network) – это виртуальные локальные компьютерные сети, которые существуют на втором уровне модели OSI. То есть, VLAN можно настроить на коммутаторе второго уровня. Если смотреть на VLAN, абстрагируясь от понятия «виртуальные сети», то можно сказать, что VLAN – это просто метка в кадре, который передается по сети. Метка содержит номер VLAN (его называют VLAN ID или VID), – на который отводится 12 бит, то есть, VLAN может нумероваться от 0 до 4095. Первый и последний номера зарезервированы, их использовать нельзя. Обычно, рабочие станции о VLAN ничего не знают, управление VLAN выполняют коммутаторы. На портах коммутаторов указывается в каком VLAN они находятся. В зависимости от этого весь трафик, который выходит через порт помечается меткой, то есть VLAN. Таким образом каждый порт имеет PVID (port vlan identifier). Этот трафик может в дальнейшем проходить через другие порты коммутатора(ов), которые находятся в этом VLAN и не пройдут через все остальные порты. В итоге, создается изолированная среда (подсеть), которая без дополнительного устройства (маршрутизатора) не может взаимодействовать с другими подсетями.

Зачем нужен VLAN ?

– Возможность построения сети, логическая структура которой не зависит от физической. То есть, топология сети на канальном уровне строится независимо от географического расположения составляющих компонентов сети.

– Возможность разбиения одного широковещательного домена на несколько широковещательных доменов. То есть, широковещательный трафик одного домена не проходит в другой домен и наоборот. При этом уменьшается нагрузка на сетевые устройства.

– Возможность обезопасить сеть от несанкционированного доступа. То есть, на канальном уровне кадры с других VLAN будут отсекаются портом коммутатора независимо от того, с каким исходным IP-адресом инкапсулирован пакет в данный кадр.

– Возможность применять политики на группу устройств, которые находятся в одном VLAN.

– Возможность использовать виртуальные интерфейсы для маршрутизации.

Достоинства использования VLAN

- Гибкое разделение устройств на группы
- Как правило, одному VLAN соответствует одна подсеть. Компьютеры, находящиеся в разных VLAN, будут изолированы друг от друга. Также можно объединить в одну виртуальную сеть компьютеры, подключенные к разным коммутаторам.
- Уменьшение широковещательного трафика в сети
- Каждый VLAN представляет отдельный широковещательный домен. Широковещательный трафик не будет транслироваться между разными VLAN. Если на разных коммутаторах настроить один и тот же VLAN, то порты разных коммутаторов будут образовывать один широковещательный домен.
- Увеличение безопасности и управляемости сети

- В сети, разбитой на виртуальные подсети, удобно применять политики и правила безопасности для каждого VLAN. Политика будет применена к целой подсети, а не к отдельному устройству.

- Уменьшение количества оборудования и сетевого кабеля
- Для создания новой виртуальной локальной сети не требуется покупка коммутатора и прокладка сетевого кабеля. Однако вы должны использовать более дорогие управляемые коммутаторы с поддержкой VLAN.

Тэгированные и нетэгированные порты

Когда порт должен уметь принимать или отдавать трафик из разных VLAN, то он должен находиться в тэгированном или транковом состоянии, иначе говоря, в trunk режиме. Понятия транкового порта и тэгированного порта одинаковые. Транковый или тэгированный порт может передавать как отдельно указанные VLAN, так и все VLAN по умолчанию, если не указано другое. Если порт нетэгирован, то он может передавать только один VLAN (родной или Native VLAN). Если на порту не указано в каком он VLAN, то подразумевается, что он в нетэгированном состоянии в первом VLAN (VID 1).

Разное оборудование настраивается по-разному в данном случае. Для одного оборудования нужно на физическом интерфейсе указать в каком состоянии находится этот интерфейс, а на другом в определенном VLAN необходимо указать какой порт как позиционируется – с тэгом или без тэга. И если необходимо, чтобы этот порт пропускал через себя несколько VLAN, то в каждом из этих VLAN нужно прописать данный порт с тэгом. На оборудовании Cisco Systems мы просто указываем какие порты какими VLAN нетэгированы (находятся в режиме access) и какие порты находятся в тэгированном состоянии (находятся в режиме trunk).

Для настройки портов в режим trunk созданы специальные протоколы. Один из таких имеет стандарт IEEE 802.1Q. Это международный стандарт, который поддерживается всеми производителями и чаще всего используется для настройки виртуальных сетей. Кроме того, разные производители могут

иметь свои протоколы передачи данных. Например, Cisco создала для своего оборудования протокол ISL (Inter Switch Link).

Межвлановская маршрутизация

Что такое межвлановская маршрутизация? Это обычная маршрутизация подсетей. Разница только в том, что каждой подсети соответствует какой-то VLAN на втором уровне. Что это значит. Допустим у нас есть два VLAN: VID = 10 и VID = 20. На канальном уровне эти VLAN осуществляют разбиение одной сети на две подсети. Хосты, которые находятся в этих подсетях не видят друг друга. То есть, трафик полностью изолирован. Для того, чтобы хосты могли взаимодействовать между собой, необходимо смаршрутизировать трафик этих VLAN. Для этого нам необходимо на сетевом уровне каждому из VLAN присвоить интерфейс, то есть прикрепить к ним IP-адрес. Например, для VID = 10 IP address будет 10.0.10.1/24, а для VID = 20 IP address – 10.0.20.1/24. Эти адреса будут дальше выступать в роли шлюзов для выхода в другие подсети. Таким образом, мы можем трафик хостов с одного VLAN маршрутизировать в другой VLAN. Что дает нам маршрутизация VLAN по сравнению с простой маршрутизацией подсетей без использования VLAN? А вот что:

- Возможность стать членом другой подсети на стороне клиента заблокирована. То есть, если хост находится в определенном VLAN, то даже, если он поменяет себе адресацию с другой подсети, он все равно останется в том VLAN, котором он был. Это значит, что он не получит доступа к другой подсети. А это в свою очередь обезопасит сеть от «плохих» клиентов.

- Мы можем поместить в VLAN несколько физических интерфейсов коммутатора. То есть, у нас есть возможность на коммутаторе третьего уровня сразу настроить маршрутизацию, подключив к нему клиентов сети, без использования внешнего маршрутизатора. Либо мы можем использовать внешний маршрутизатор, подключенный к коммутатору второго уровня, на котором настроены VLAN, и создать столько вспомогательных интерфейсов

(subinterface) на порте маршрутизатора, сколько всего VLAN он должен маршрутизировать.

- Очень удобно между первым и третьим уровнями использовать второй уровень в виде VLAN. Удобно подсети помечать как VLAN с определенными интерфейсами. Удобно настроить один VLAN и поместить в него кучу портов коммутатора. И вообще, много чего удобно делать, когда есть VLAN.

Протокол VTP

VTP (VLAN Trunking Protocol) – проприетарный протокол, разработанный Cisco, который позволяет устройствам автоматически делиться информацией о настроенных на них VLAN и самостоятельно вносить изменения в конфигурацию.

Режимы работы VTP

VTP коммутатор имеет два режима работы:

1. Server

В этом режиме можно создавать новые и вносить изменения в существующие VLAN'ы.

Коммутатор будет обновлять свою базу VLAN'ов и сохранять информацию о настройках во Flash памяти. Также в этом режиме генерируются и передаются сообщения как от других коммутаторов, работающих в режиме сервера, так и от клиентов

2. Client

Коммутатор в этом режиме будет передавать информацию о VLAN полученную от других коммутаторов и синхронизировать свою базу VLAN при получении VTP обновлений. Настройки нельзя будет поменять через командную строку такого устройства.

3. Transparent

В данном режиме коммутатор будет передавать VTP информацию другим участникам, не синхронизируя свою базу и не генерируя собственные обновления.

Настройки VLAN можно менять лишь для локального коммутатора.

Типы сообщений VTP

В VTP существует три типа сообщений:

1. Advertisement requests

Представляет из себя запрос от клиента к серверу на оповещение

SummaryAdvertisement

2. Summary advertisements

Данное сообщение по умолчанию сервер отправляет каждые 5 минут или сразу же после изменения конфигурации.

3. Subset advertisements

Отправляется сразу же после изменения конфигурации VLAN, а также после запроса на оповещение.

Стоит отметить, что VTP коммутатор, который получает информацию о новых VLAN'ах, внесет ее в свою конфигурацию только в том случае, если сообщение пришло от коммутатора с большим номером ревизии.

Номер ревизии — это некий идентификатор “свежести” базы VLAN. Коммутатор воспринимает базу с наивысшим номером ревизии как самую “свежую” и вносит изменения в свою конфигурацию.

Для оборудования других производителей существует аналогичный открытый стандарт - GVRP (GARP VLAN Registration Protocol).

Протокол STP

Spanning Tree Protocol — сетевой протокол, работающий на втором уровне модели OSI.

Основан на одноименном алгоритме, разработчиком которого является Радья Перлман.

Основной задачей STP является приведение сети Ethernet с множественными связями к древовидной топологии, исключающей циклы пакетов. Происходит это путем автоматического блокирования ненужных в данный момент для полной связности портов.

Протокол описан в стандарте IEEE 802.1D.

Для того чтобы определить какие порты заблокировать, а какие будут в режиме пересылки, STP выполняет следующее:

1. Выбор корневого моста (Root Bridge)
2. Определение корневых портов (Root Port)
3. Определение выделенных портов (Designated Port)

Выбор корневого моста

Корневым становится коммутатор с наименьшим идентификатором моста (Bridge ID). Только один коммутатор может быть корневым. Для того чтобы выбрать корневой коммутатор, все коммутаторы отправляют сообщения BPDU, указывая себя в качестве корневого коммутатора. Если коммутатор получает BPDU от коммутатора с меньшим Bridge ID, то он перестает анонсировать информацию о том, что он корневой и начинает передавать BPDU коммутатора с меньшим Bridge ID. В итоге только один коммутатор останется корневым и будет передавать BPDU.

Изначально Bridge ID состоял из двух полей:

- Приоритет — поле, которое позволяет административно влиять на выборы корневого коммутатора. Размер — 2 байта,
- MAC-адрес — используется как уникальный идентификатор, который, в случае совпадения значений приоритетов, позволяет выбрать корневой коммутатор. Так как MAC-адреса уникальны, то и Bridge ID уникален, так что какой-то коммутатор обязательно станет корневым.

Определение корневых портов

Порт коммутатора, который имеет кратчайший путь к корневому коммутатору называется корневым портом. У любого не корневого коммутатора может быть только один корневой порт.

Определение назначенных портов

Коммутатор в сегменте сети, имеющий наименьшее расстояние до корневого коммутатора называется назначенным коммутатором (мостом). Порт этого коммутатора, который подключен к рассматриваемому сегменту сети, называется назначенным портом.

Принцип действия

1. В сети выбирается один корневой мост (Root Bridge).
2. Далее каждый, отличный от корневого, мост просчитывает кратчайший путь к корневому. Соответствующий порт называется корневым портом (Root Port). У любого не корневого коммутатора может быть только один корневой порт.
3. После этого для каждого сегмента сети просчитывается кратчайший путь к корневому порту. Мост, через который проходит этот путь, становится назначенным для этой сети (Designated Bridge). Непосредственно подключенный к сети порт моста — назначенным портом.
4. Далее на всех мостах блокируются все порты, не являющиеся корневыми и назначенными. В итоге получается древовидная структура (математический граф) с вершиной в виде корневого коммутатора.

Алгоритм действия STP

- После включения коммутаторов в сеть, по умолчанию каждый (!) коммутатор считает себя корневым (root).
- Затем коммутатор начинает посылать по всем портам конфигурационные Hello BPDU пакеты раз в 2 секунды.
- Исходя из данных Hello BPDU пакетов, тот или иной коммутатор приобретает статус root, то есть корня.
- После этого все порты кроме root port и designated port блокируются.

Происходит посылка Hello-пакетов раз в 20 секунд либо при пропадании/восстановлении какого-нибудь линка, с целью препятствия появлению петель в сети.

Пример топологии

Изменениями топологии считается изменения ролей DP и RP. Коммутатор, который обнаружил изменения в топологии отправляет Topology Change Notification (TCN) BPDU корневому коммутатору:

- Коммутатор, на котором произошли изменения отправляет TCN BPDU через свой корневой порт. Отправка сообщения повторяется каждый hello interval (2 секунды) до тех пор, пока получение сообщения не будет подтверждено.

- Следующий коммутатор, который получил TCN BPDU отправляет назад подтверждение. Подтверждение отправляется в следующем Hello BPDU, которое будет отправлять коммутатор, выставлением флага Topology Change Acknowledgement (TCA).

- Далее коммутаторы, у которых порт работает в роли DP для сегмента, повторяют первые два шага и отправляют TCN через свой корневой порт и ждут подтверждения.

После того как корневой коммутатор получил TCN BPDU, он отправляет несколько следующих Hello с флагом TCA. Эти сообщения получают все коммутаторы. При получении сообщения hello с флагом TCA, коммутатор использует короткий таймер (Forward Delay time) для того чтобы обновить записи в таблице коммутации. Обновления выполняется из-за того, что после изменений в топологии STP в таблице коммутации могут храниться неправильные записи.

Если порт изменяет состояние с Blocking в Forwarding, то он должен пройти через два промежуточных состояния: Listening и Learning. Переход из Forwarding в Blocking может выполняться сразу.

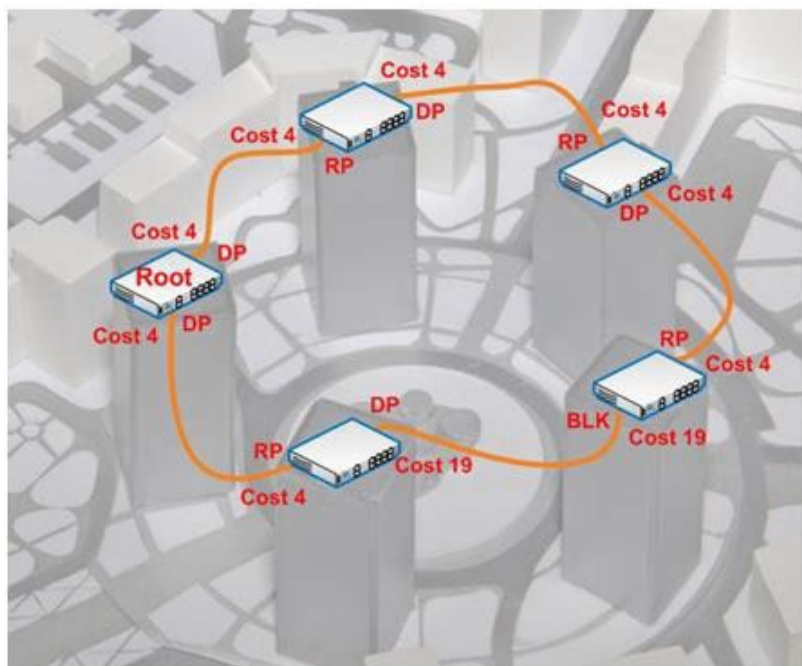


Рисунок 2 – Пример сетевой топологии с настроенным STP

Роли и состояния портов

Роли портов:

- Root Port — корневой порт коммутатора
- Designated Port — назначенный порт сегмента
- Nondesignated Port — неназначенный порт сегмента
- Disabled Port — порт который находится в выключенном состоянии

Состояния портов:

- Blocking — блокирование
- Listening — прослушивание
- Learning — обучение
- Forwarding — пересылка

Протокол EtherChannel

Технология EtherChannel позволяет объединять несколько физических портов на коммутаторах в один логический. Чтобы сразу стало понятно, о чём идёт речь, приведу пример: пусть два коммутатора соединены между собой четырьмя проводами (на каждом используется по 4 порта по 100 Mbit каждый).

В случае отсутствия EtherChannel – линки эти будут считаться петлями и протокол Spanning Tree заблокирует три из них. Работать будет только один и скорость обмена данными составит 100 Mbit, зато с тройным резервированием. В случае же объединения их с помощью EtherChannel (на обоих коммутаторах), между коммутаторами будет один виртуальный линк, состоящий из четырёх физических, работающий со скоростью 400 Mbit. Теперь, когда стало более или менее понятно, с чем мы имеем дело перейдём к описанию и настройке.

Технология EtherChanel изначально была предложена компанией Cisco, но в настоящий момент используются и у других производителей. Технология позволяет несколько физических портов в один виртуальный порт, именуемый PortChannel. Возможно создавать несколько отдельных PortChannel-ов на одном коммутаторе. Давайте подумаем, какие преимущества даёт эта технология:

1. Главное преимущество – скорость, нет необходимости покупать новый коммутатор, если на старом только гигабитные порты, а нам надо более быстрый аплинк к следующему коммутатору, мы можем объединить, например, 8 портов и получить 8 гигабит.

2. В плане надёжности Etherchannel отличается от использования протокола Spanning tree тем, что если в STP пропадает какой-то линк, то начинается пересчёт топологии, что занимает какое-то время, после чего, резервный канал вводится в строй, в случае же Etherchannel, топология не меняется, просто скорость канала в предыдущем примере станет не 8, а 7 гигабит. Иными словами, Etherchannel не избавляет от необходимости использовать Spanning Tree, но в случае, если линк пропадает именно на агрегированном участке, избавляет от необходимости пересчёта топологии.

3. Ещё одно небольшое, но всё же преимущество – после создания интерфейса portchannel, большая часть настроек может проводиться на нём – нет необходимости отдельно настраивать входящие в него физические интерфейсы – все параметры будут транслироваться на них автоматически.

Для того, чтобы PortChannel мог существовать, необходимо, чтобы все входящие в него порты имели одинаковые параметры, а именно:

1. Одинаковую скорость (нельзя создать portchannel, куда входили бы, например, FastEthernet0/1 и GigabitEthernet1/1 – либо все 10 Мбит, либо все 100, либо все – гигабит и т.д.)

2. Одинаковые настройки дуплекса

3. Одинаковые настройки VLAN-ов. В случае access портов – все порты должны быть в одном VLAN, в случае trunk портов – список разрешённых VLAN (команда switchport trunk allowed vlan) так же должен совпадать

Когда два коммутатора «договариваются» друг с другом об использовании между ними агрегированного канала, применяется один из двух протоколов: PAgP или LACP. PAgP – разрабатывался изначально cisco, а затем появился аналогичный открытый стандарт LACP, который был оформлен в виде спецификации IEEE и используется как на каталистах, так и на коммутаторах других производителей. Иными словами, в современных реалиях лучше всего использовать LACP, так как он совместим со всеми, в отличие от PAgP. В функциональном же плане протоколы аналогичные. PortChannel может быть настроен в одном из трёх режимов: On, Active и Passive (в LACP) или On, Auto, Desirable (в PAgP соответственно). Для того, чтобы между коммутаторами поднялся и заработал portchannel, необходимо, чтобы обе стороны были настроены в режиме On, либо одна была в режиме Active, а другая – Passive.

Пример решения задания

Примеры использования VLAN

- Объединение в единую сеть компьютеров, подключенных к разным коммутаторам. Допустим, у вас есть компьютеры, которые подключены к разным свитчам, но их нужно объединить в одну сеть. Одни компьютеры мы объединим в виртуальную локальную сеть VLAN 1, а другие — в сеть VLAN 2.

Благодаря функции VLAN компьютеры в каждой виртуальной сети будут работать, словно подключены к одному и тому же свитчу. Компьютеры из разных виртуальных сетей VLAN 1 и VLAN 2 будут невидимы друг для друга.

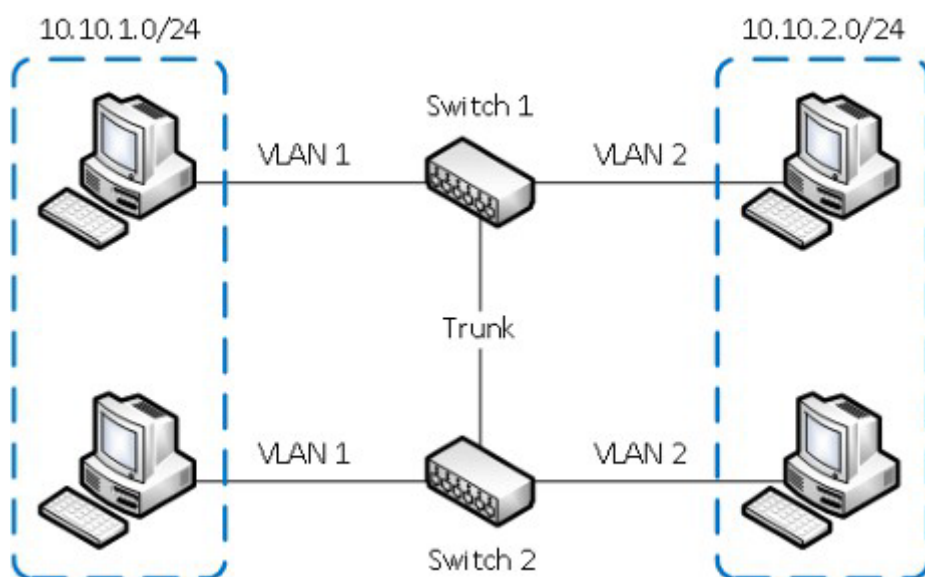


Рисунок 3 – Объединение в единую сеть компьютеров, подключенных к разным коммутаторам

- Разделение в разные подсети компьютеров, подключенных к одному коммутатору. На рисунке компьютеры физически подключены к одному свитчу, но разделены в разные виртуальные сети VLAN 1 и VLAN 2. Компьютеры из разных виртуальных подсетей будут невидимы друг для друга.

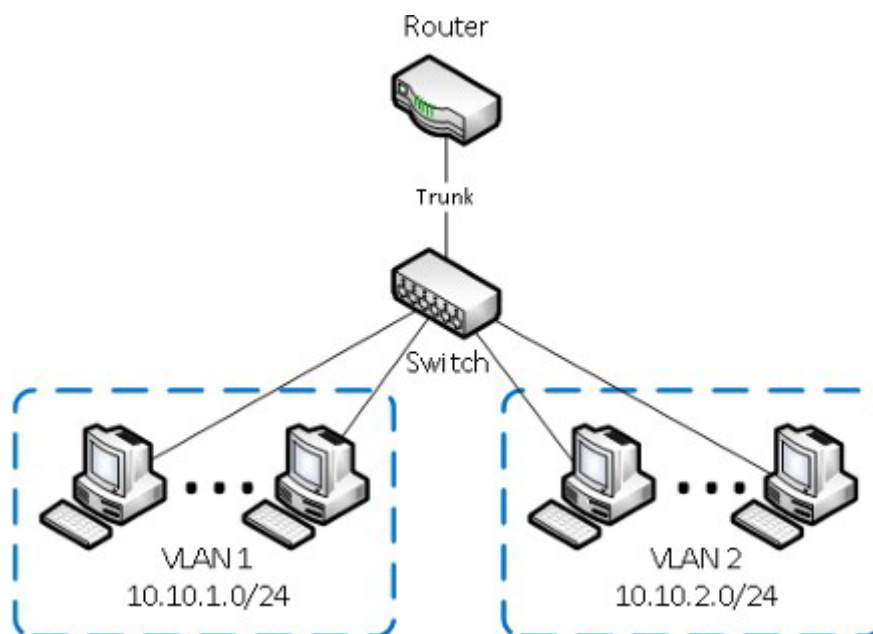


Рисунок 4 – Разделение в разные подсети компьютеров, подключенных к одному коммутатору

- Разделение гостевой Wi-Fi сети и Wi-Fi сети предприятия. На рисунке к роутеру подключена физически одна Wi-Fi точка доступа. На точке созданы две виртуальные Wi-Fi точки с названиями HotSpot и Office. К HotSpot будут подключаться по Wi-Fi гостевые ноутбуки для доступа к интернету, а к Office – ноутбуки предприятия. В целях безопасности необходимо, чтобы гостевые ноутбуки не имели доступ к сети предприятия. Для этого компьютеры предприятия и виртуальная Wi-Fi точка Office объединены в виртуальную локальную сеть VLAN 1, а гостевые ноутбуки будут находиться в виртуальной сети VLAN 2. Гостевые ноутбуки из сети VLAN 2 не будут иметь доступ к сети предприятия VLAN 1.

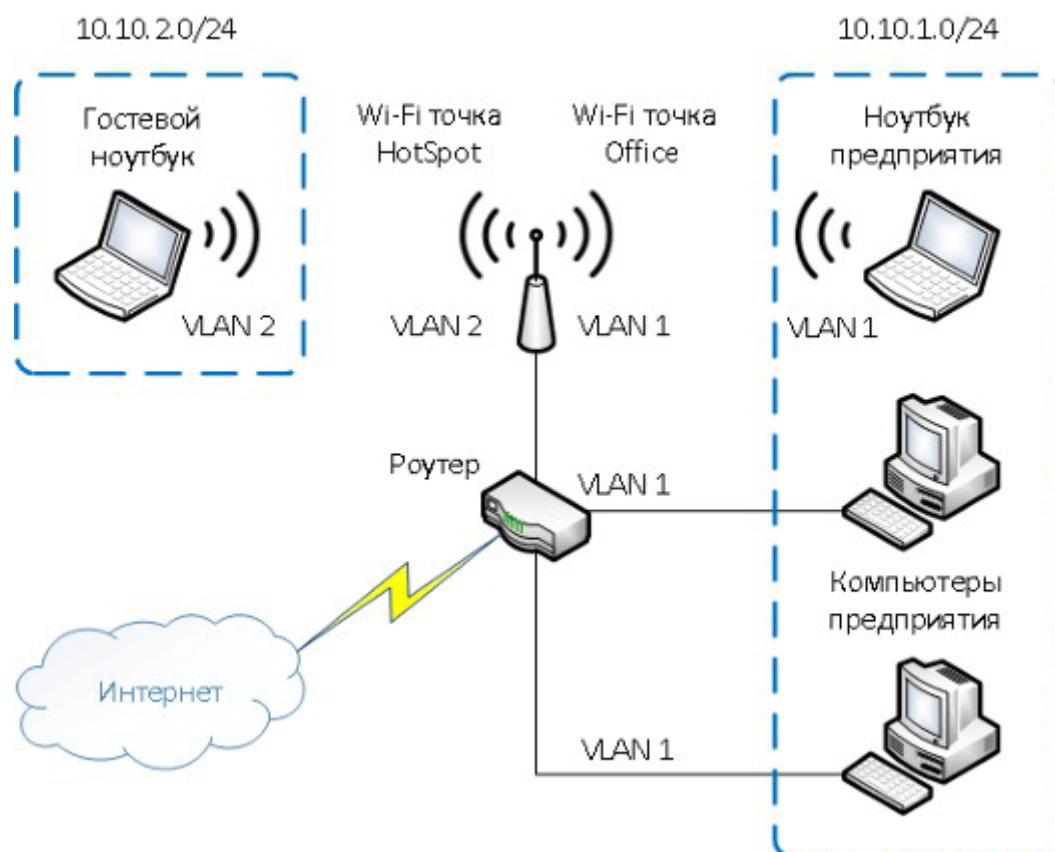


Рисунок 5 – Разделение гостевой Wi-Fi сети и Wi-Fi сети предприятия при помощи VLAN

Настройка VLAN

Ниже приведен набор основных команд, необходимых для администрирования VLAN.

Пример настройки VLAN можно найти источнике 13 из списка литературы.

Создание VLAN

Switch(config)#vlan 123 - создаем VLAN 123 (VLAN 1 по умолчанию зарезервирован)

Задание имени VLAN

Switch(config-vlan)#name Dir-ya - попадаем в настройки VLAN и задаем ему имя.

Команда для входа в контекст с настройкой VLAN

Switch(config)#vlan 123

Закрепление VLAN за конкретным портом коммутатора:

Switch (config)#interface fastEthernet 0/1 - переходим к настройке 1-ого порта.

Switch (config-if)#switchport mode access - переводим порт в режим access.

Switch (config-if)#switchport access vlan 123 - закрепляем за портом 123-й VLAN.

Настройка шлюзов на маршрутизаторе

Поскольку к роутеру физически подключен только 1 канал, то маршрутизацию необходимо выполнять не на уровне интерфейса, а на уровне виртуальных интерфейсов (англ. subinterface). Пример настройки виртуального интерфейса:

Router(config)#interface fastEthernet 0/0.2

Router(config-if)#encapsulation dot1Q 123 – включаем тегирование по протоколу 802.1q

Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

Отдельно стоит напомнить, что между коммутаторами должен быть включен режим trunk.

Настройка VTP

Ниже приведен набор основных команд, необходимых для настройки STP. Пример настройки можно найти в источнике 13 из списка литературы

Просмотр режима VTP

Switch#show vtp status

Настройка режима VTP

Switch(config)#vtp mode client – возможные варианты: server, client, transparent

Настройка домена VTP

Switch (config)#vtp domain vtp_domain.ru

Настройка STP

Ниже приведен набор основных команд, необходимых для настройки STP. Пример настройки можно найти в источнике 14 из списка литературы

Просмотр текущих данных STP

Switch#show spanning-tree

Настройка приоритета VLAN

Switch(config)#spanning-tree vlan 3 priority 30000

Или

Switch(config)# spanning-tree vlan 3 root primary

Перевод порта в режим Forwarding без выполнения проверок STP

Switch(config-if)#spanning-tree portfast - данная команда должна выполняться только для интерфейсов подключенных к единичному устройству, иначе могут возникнуть циклы.

Настройка EtherChannel

Для выполнения настройки EtherChannel необходимо изучить источники 11 и 12 методических указаний, ниже представлены основные команды необходимые для настройки EtherChannel.

Добавление интерфейсов в channel-group

Switch(config)interface range fastEthernet 0/1-2

Switch(config-if -range)#channel-group 1 mode active

Просмотр данных Etherchannel

Switch#show etherchannel summary

Задание для самостоятельного выполнения

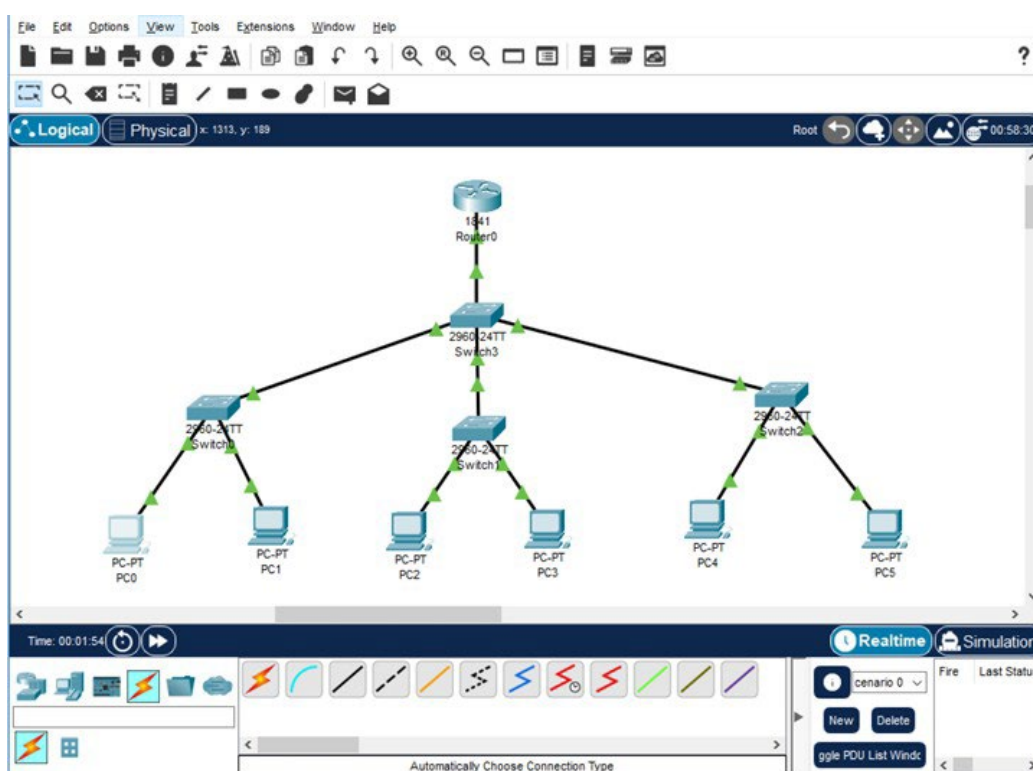
Построить локальную сеть, состоящую из 3х сегментов, соединенных через центральный коммутатор (структура изображена на рисунке 6). В каждом сегменте А, В и С устройств соответственно.

1. Расположить все конечные устройства в одной подсети. Посмотреть и зафиксировать процесс пересылки ARP пакета между узлами сети.

2. Настроить в текущей конфигурации 3 VLAN, при чем как минимум для 1й VLAN устройства должны находиться более чем в 1м сегменте. После этого вновь посмотреть алгоритм отправки ARP пакета.

3. Изменить текущую конфигурацию: настроить 3 разных подсети (каждая подсеть включает в себя устройства одного из VLAN), добавить роутер, подключенный к центральному коммутатору и добиться пересылки пакетов между разными подсетями. Снова посмотреть алгоритм пересылки ARP запроса в сети.

Пример описанной топологии изображен на рисунке 6.



Рисунке 6 – Топология сети для пункта 3 ЛР

Также предлагается выполнить 2 из следующих заданий на выбор:

1. Соединить между собой коммутаторы из разных сегментов. Отследить и зафиксировать процесс построения spanning tree для полученной архитектуры сети. Сравнить алгоритм построения для сети с аналогичной архитектурой, но без настроенного VLAN.

2. При помощи протокола VTP настроить автоматическую синхронизацию данных VLAN между коммутаторами. Центральный коммутатор должен выступать в роли сервера, остальные – в роли клиентов. Отследить процесс согласования между коммутаторами.

3. Дополнительно соединить центральный коммутатор с остальными коммутаторами по еще 1 каналу. Настроить etherchannel (по протоколу LACP) для агрегации полученных каналов.

Контрольные вопросы.

1. Что такое VLAN для чего он предназначен?
2. Для чего предназначен алгоритм ARP?
3. Что такое spanning tree, для чего предназначен этот протокол?
4. Для чего предназначен алгоритм DTP? как выглядит процесс согласования между коммутаторами?
5. Для чего предназначен алгоритм VTP? Какие типы пакетов посылаются этим протоколом? Какова структура этих пакетов?
6. Для чего нужен протокол Etherchannel? Каковы ограничения его применения?
7. Каким образом в Cisco Packet Tracer можно смоделировать циклическую пересылку пакетов, и какой протокол позволяет этого избежать?
8. Зачем нужно использовать VLAN, если можно просто разбить сеть на подсети на сетевом уровне?
9. Для чего на роутере применялась инкапсуляция протокола 802.1q ? Какие новые поля добавляет этот протокол?

Список используемых источников

1. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. Телекоммуникации и сети: Учеб. пособие для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 3-е издание. Учебное пособие, СПб.:Питер 2007
3. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей, СПб.: Питер 2007
4. Конфигурирование VLAN: [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/sw/5_x/nx-os/layer2/configuration/guide/Cisco_Nexus_7000_Series_NX-OS_Layer_2_Switching_Configuration_Guide_Release_5-x_chapter4.html (Дата обращения 10.08.2024)
5. Протокол преобразования адресов ARP: [Электронный ресурс]. URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/inet_book/4/44/arp_446.html (Дата обращения 10.08.2024)
6. IP Addressing: ARP Configuration Guide: [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipaddr_arp/configuration/xr-16/arp-xr-16-book.pdf (Дата обращения 10.08.2024)
7. Spanning Tree Protocol: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/tech/lan-switching/spanning-tree-protocol/index.html> (Дата обращения 10.08.2024)
8. Протокол DTP: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2181837&seqNum=8> (Дата обращения 10.08.2024)
9. Протокол VTP: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/lan-switching/vtp/10558-21.html> (Дата обращения 10.08.2024)
10. Настройка EtherChannel: [Электронный ресурс]. URL:

https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/1900/software/configuration/guide/Software_Configuration/etherchannel.pdf (Дата обращения 10.08.2024)

11. Агрегация канала EtherChannel: [Электронный ресурс]. URL: <http://ciscotips.ru/etherchannel> (Дата обращения 10.08.2024)

12. Протокол агрегирования каналов: Etherchannel; [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/334778/> (Дата обращения 10.08.2024)

13. Понятие VLAN, Trunk и протоколы VTP и DTP; [Электронный ресурс]. URL:

<https://habr.com/ru/articles/319080/> (Дата обращения 10.08.2024)

14. Протокол связующего дерева: STP; [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/321132/> (Дата обращения 10.08.2024)

Настройка и тестирование функции виртуальных локальных сетей для управления трафиком IEC 61850

Теоретическая часть

При использовании VLAN на основе портов (Port-based VLAN) каждый порт назначается в определенную VLAN независимо от того, какой компьютер подключен к этому порту. Это означает, что все пользователи, подключенные к этому порту, будут членами одной VLAN. Конфигурация портов – статическая и может быть изменена только вручную.

Особенности VLAN на основе портов:

1. Применяется в пределах одного коммутатора. Если необходимо организовать несколько рабочих групп небольшой сети на основе одного коммутатора, например, разделить технический отдел и отдел продаж, то VLAN на базе портов оптимально подходит для данной задачи.
2. Простота настройки. Создание виртуальных сетей на основе группирования портов не требует от администратора большого объема ручной работы – достаточно всем портам, помещаемым в одну VLAN, присвоить одинаковый идентификатор VLAN (VLAN ID).
3. Возможность изменения логической сегментации сети без физического перемещения станций. Достаточно изменить настройки порта, с одной VLAN (например, VLAN технического отдела) на другую (VLAN отдела продаж) и рабочая станция сразу же получает возможность совместно использовать ресурсы с членами новой VLAN. Таким образом, VLAN обеспечивают гибкость при перемещениях, изменениях и наращивании сети.
4. Каждый порт может входить только в одну VLAN. Для объединения виртуальных подсетей как внутри одного коммутатора, так и между двумя коммутаторами, нужно использовать сетевой уровень модели OSI. Один из портов каждой VLAN подключается к интерфейсу маршрутизатора, который создает таблицу маршрутизации для пересылки

кадров из одной подсети (VLAN) в другую (IP-адреса подсетей должны быть разными).

Примечание к настройке Рассматриваемый пример настройки подходит для следующих серий коммутаторов: DGS-1100, DGS-1210, DGS-3000, DGS-3120, DGS-3420, DGS-3620.

Пример решения задания

Задача

Создать в сети предприятия две подсети, трафик которых изолирован на канальном уровне.

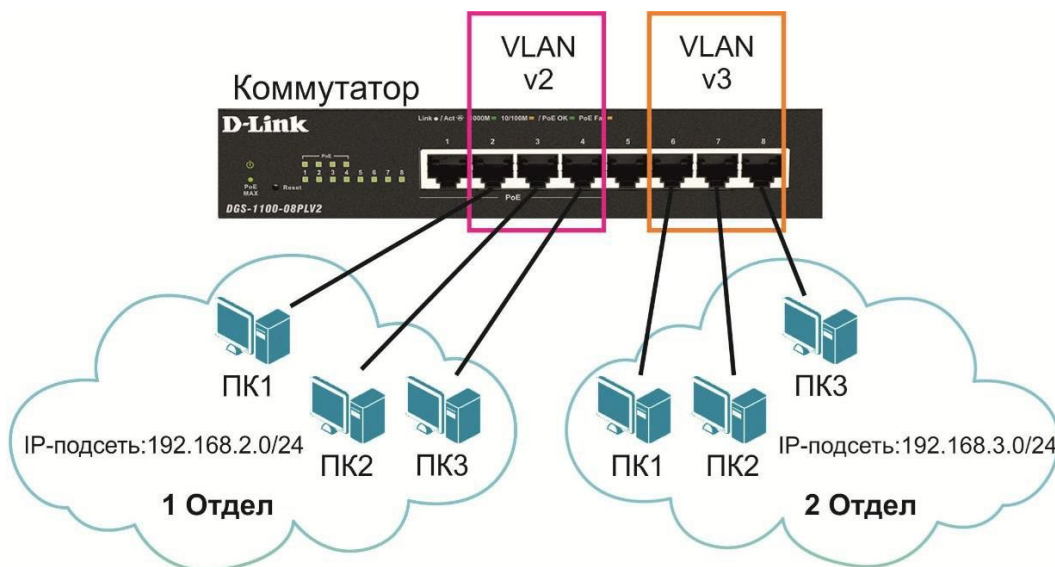


Рис. 1 Схема сети с двумя VLAN

Для решения поставленной задачи необходимо создать две виртуальные сети с использованием Port-Based VLAN и подключить к ним рабочие станции. Управление коммутатором может осуществляться через любой его порт.

Примечание

Количество VLAN на основе портов ограничено количеством портов данной модели коммутатора.

Настройка Port-Based VLAN

1. Подключитесь к Web-интерфейсу коммутатора.

Примечание

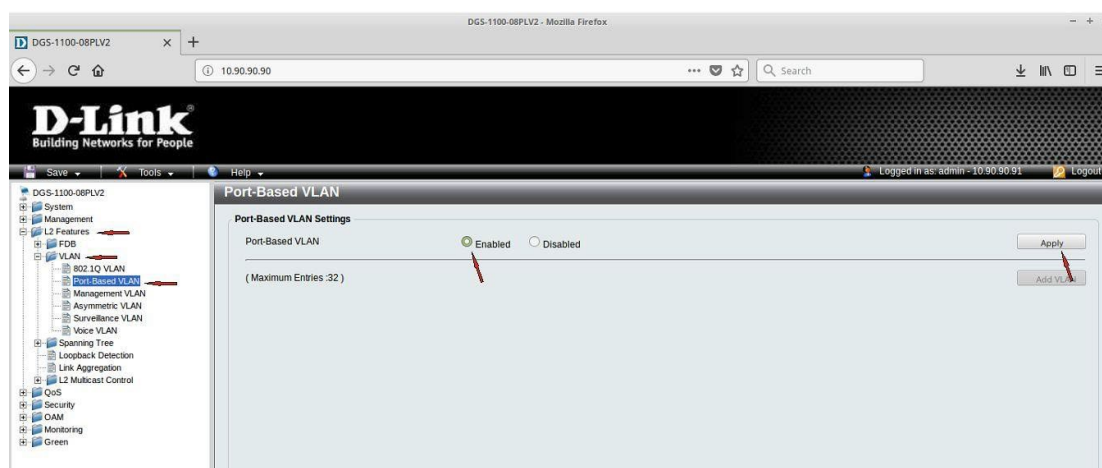
IP-адрес компьютера, с которого осуществляется вход в Web-интерфейс, должен принадлежать той же подсети, что и IP-адрес интерфейса управления коммутатором. По умолчанию IP-адрес управления коммутатором – 10.90.90.90/8.

2. В поле Password введите пароль (по умолчанию – admin).

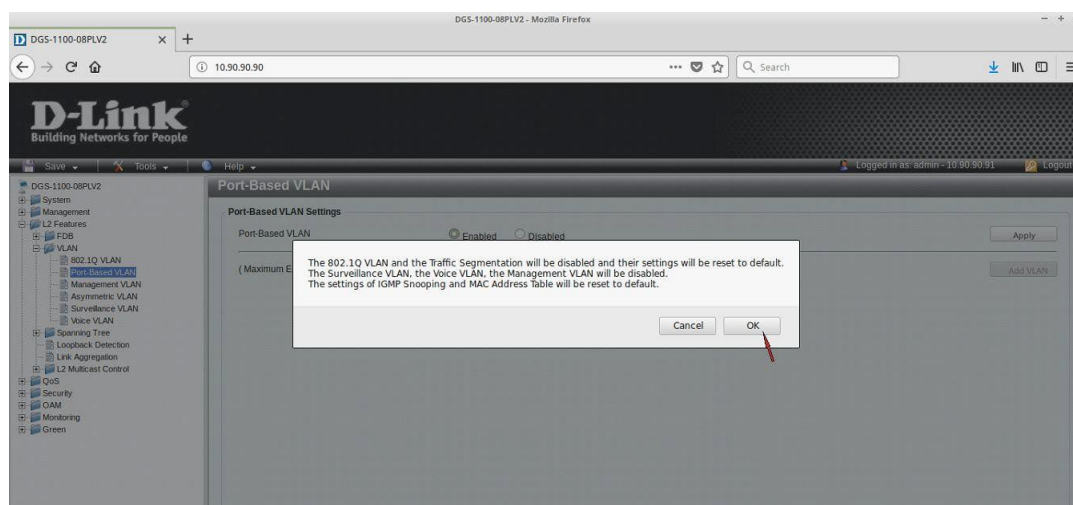
Примечание

Пароль чувствителен к регистру.

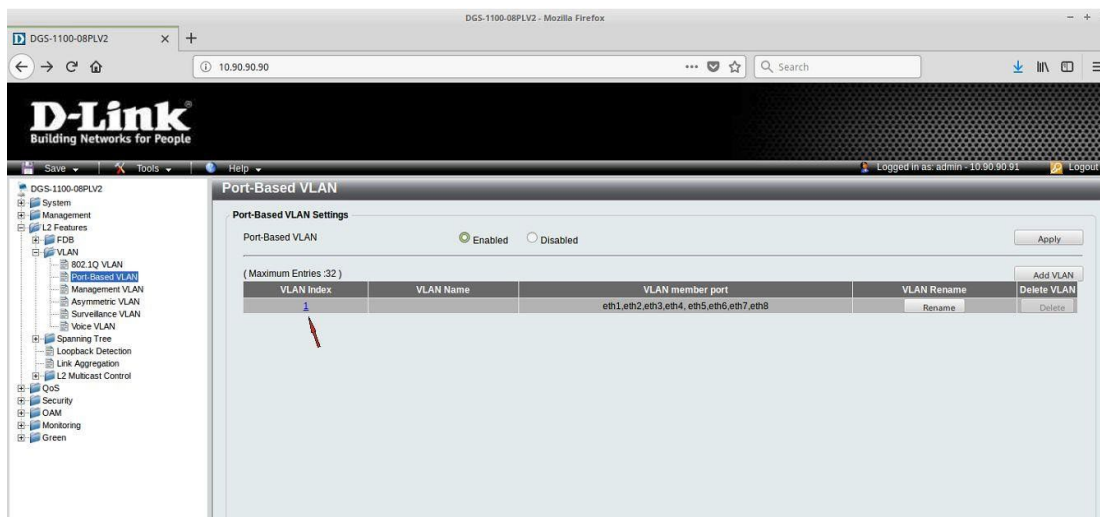
3. Далее активируйте функцию Port-Based VLAN. Для этого в меню слева выберите L2 Features → VLAN → Port-Based VLAN, в правой части выберите Enable и нажмите Apply.



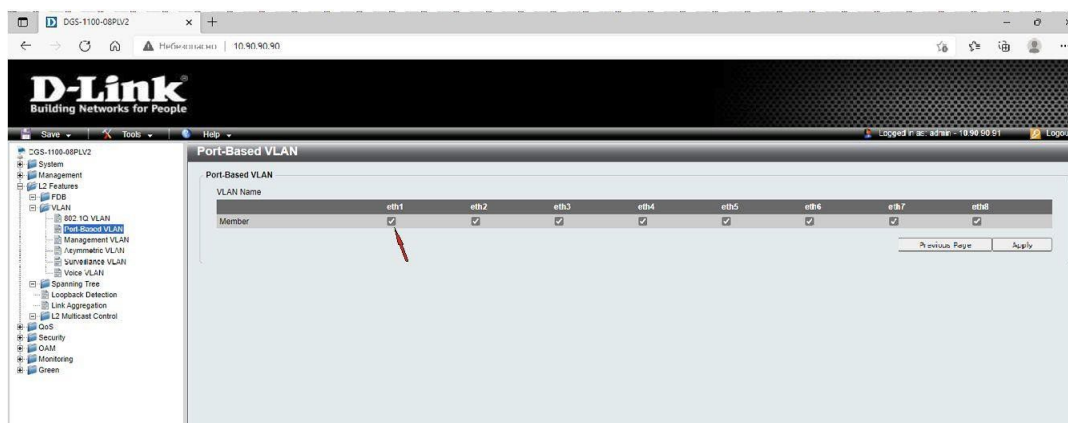
В появившемся окне нажмите ОК.

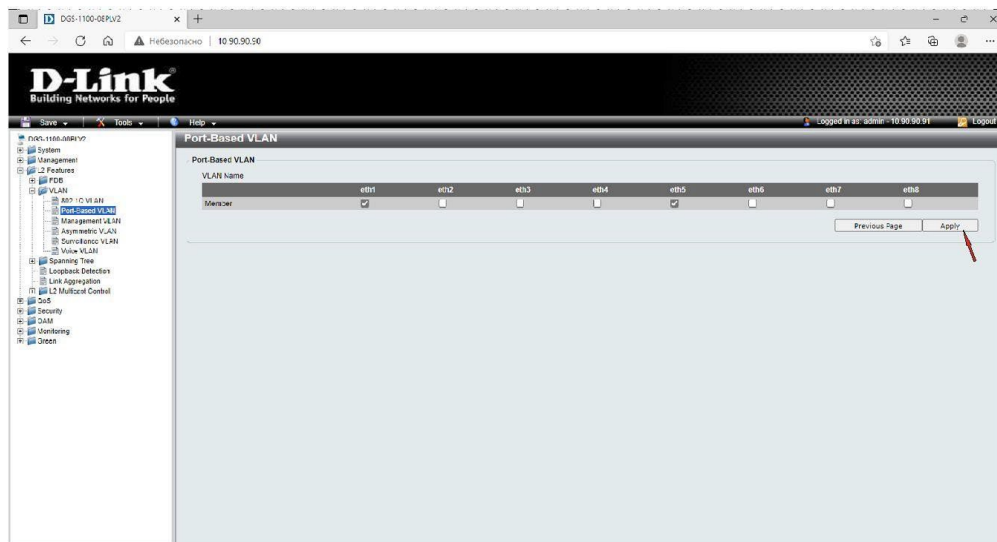


4. При использовании Port-Based VLAN порт коммутатора может быть членом только одной VLAN. Первоначально все порты являются членами VLAN по умолчанию (VLAN 1). Удалите из VLAN 1 порты, которые будут включены в VLAN v2 и VLAN v3. Для этого в столбце VLAN Index таблицы нажмите 1.

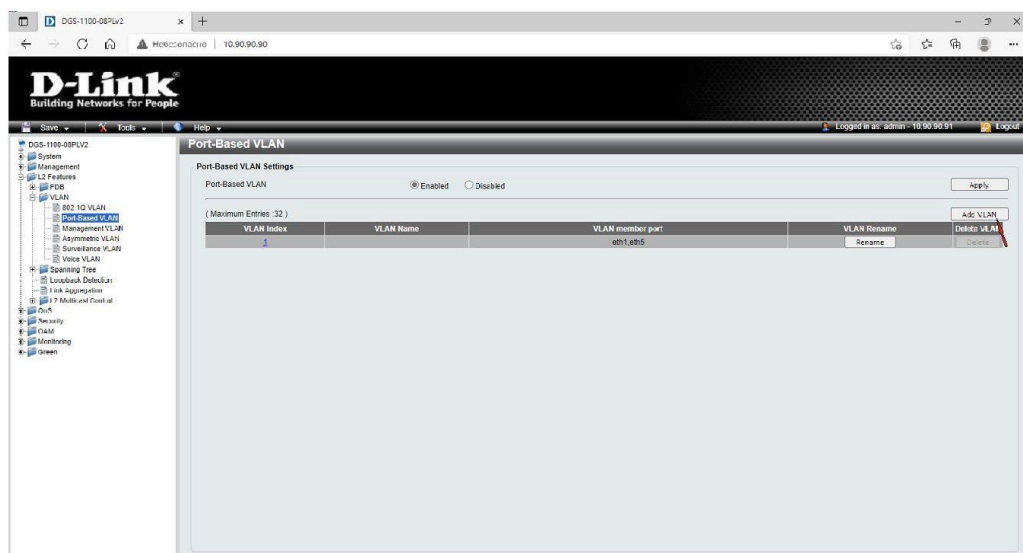


Снимите флажок с тех портов, которые необходимо удалить из VLAN 1 и добавить в новые VLAN. Нажмите Apply.

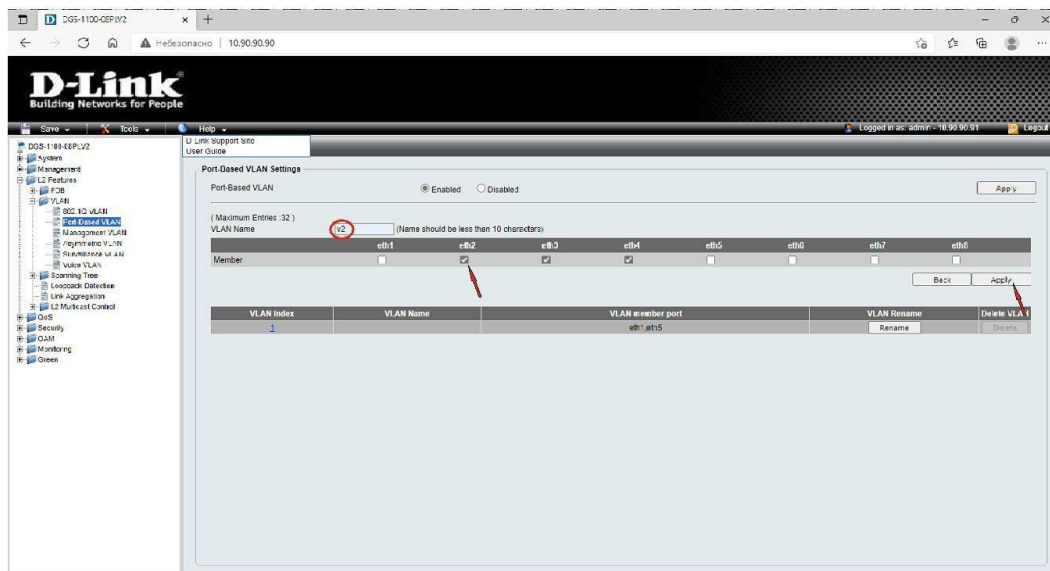




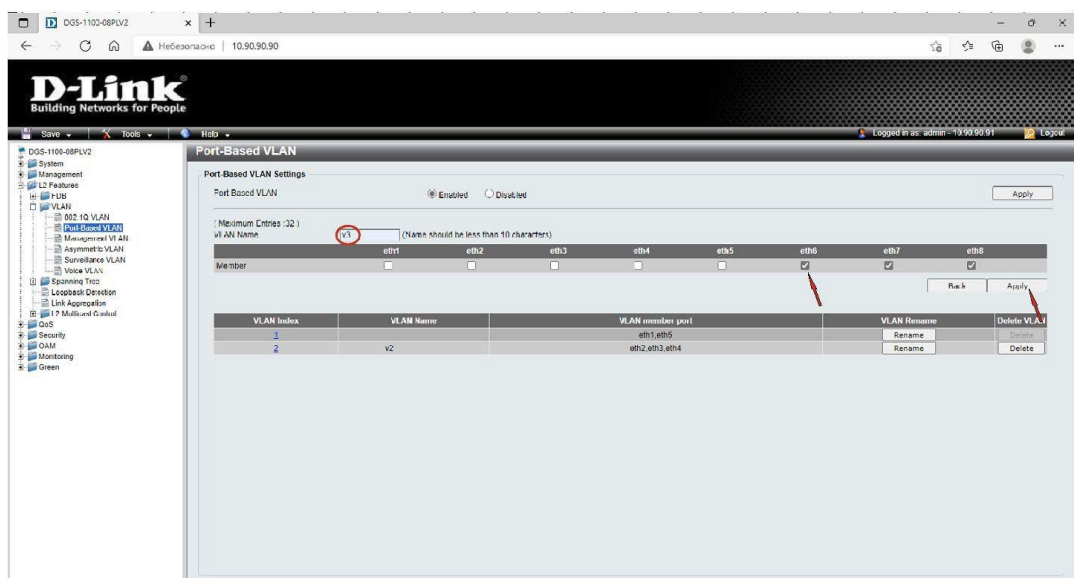
5. Создайте две VLAN – v2 и v3. Для этого в правом верхнем углу нажмите кнопку Add VLAN.



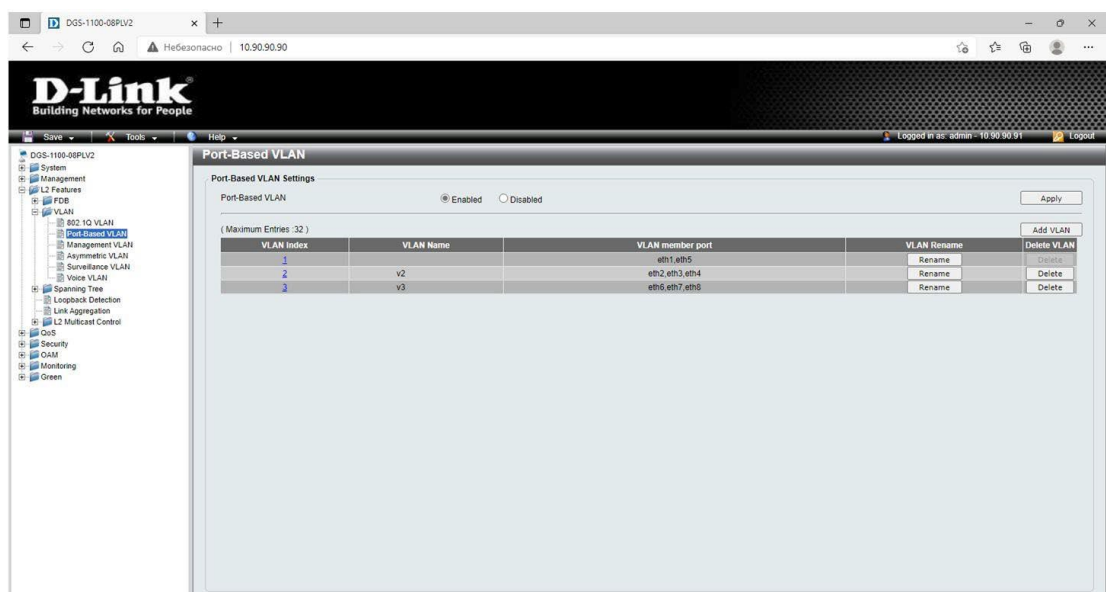
В поле VLAN Name задайте имя сети v2 и закрепите за ней необходимые порты, установив флажки в соответствующих полях. Нажмите кнопку Apply.



Аналогично создайте сеть v3 и назначьте соответствующие порты.

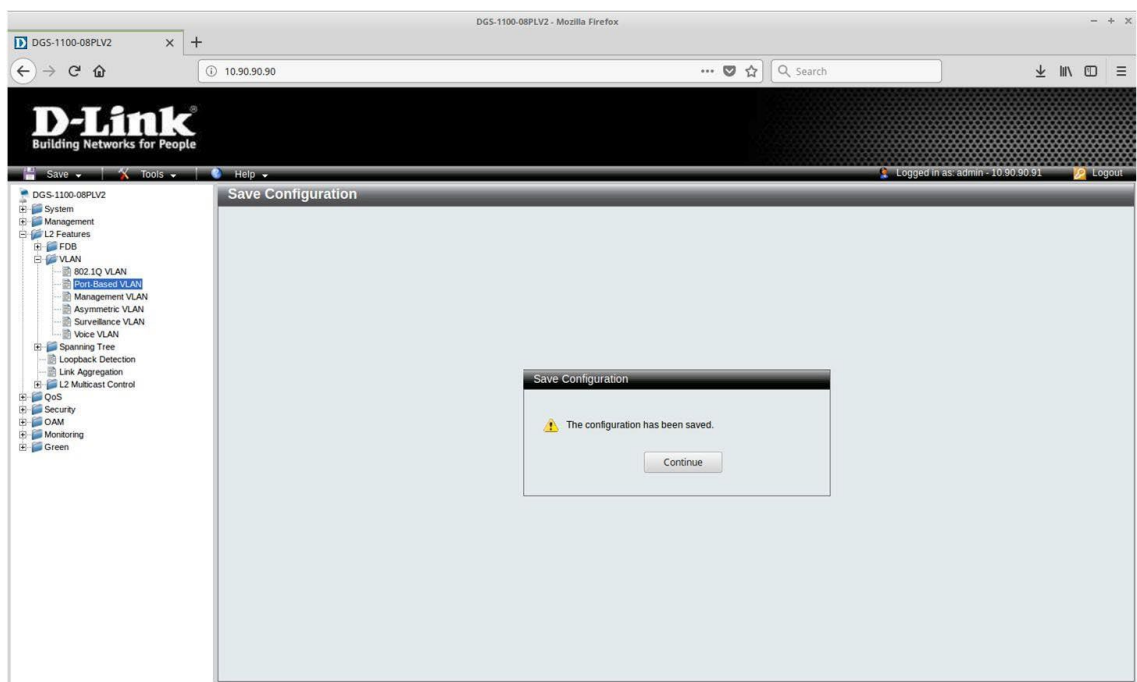
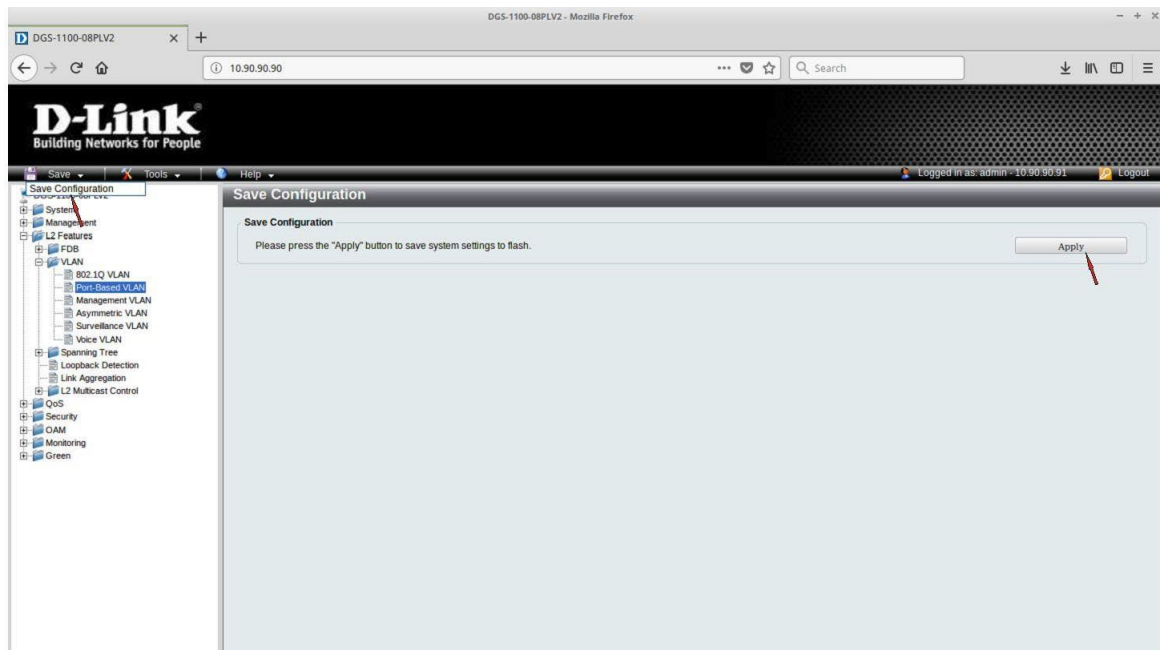


В итоге должны быть следующие настройки VLAN:



Убедитесь, что порты в столбце VLAN member port находятся в необходимых подсетях и нигде не повторяются.

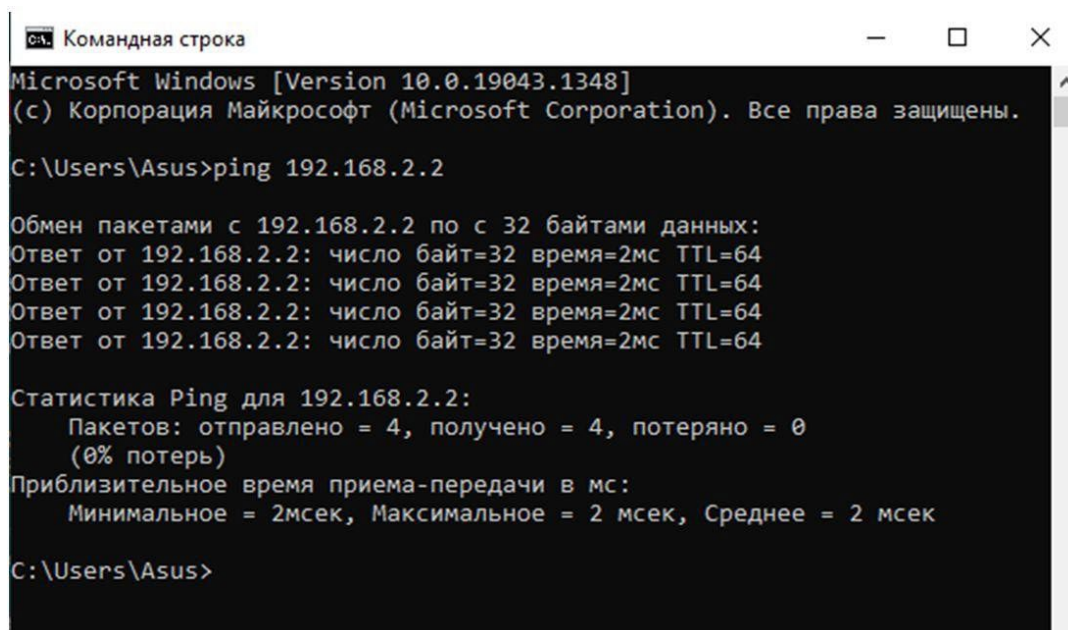
6. Сохраните настройки коммутатора, нажав в левом верхнем углу Save → Save Configuration, а в рабочей области справа – Apply.



7. Подключите рабочие станции к портам коммутатора.

8. Проверьте работу сети с помощью команды ping. С любой рабочей станции подсети 192.168.2.0/24 (VLAN v2) проверьте доступность другой

рабочей станции из этой подсети. При правильной настройке Port-Based VLAN пакеты должны передаваться.



```
Командная строка
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1348]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

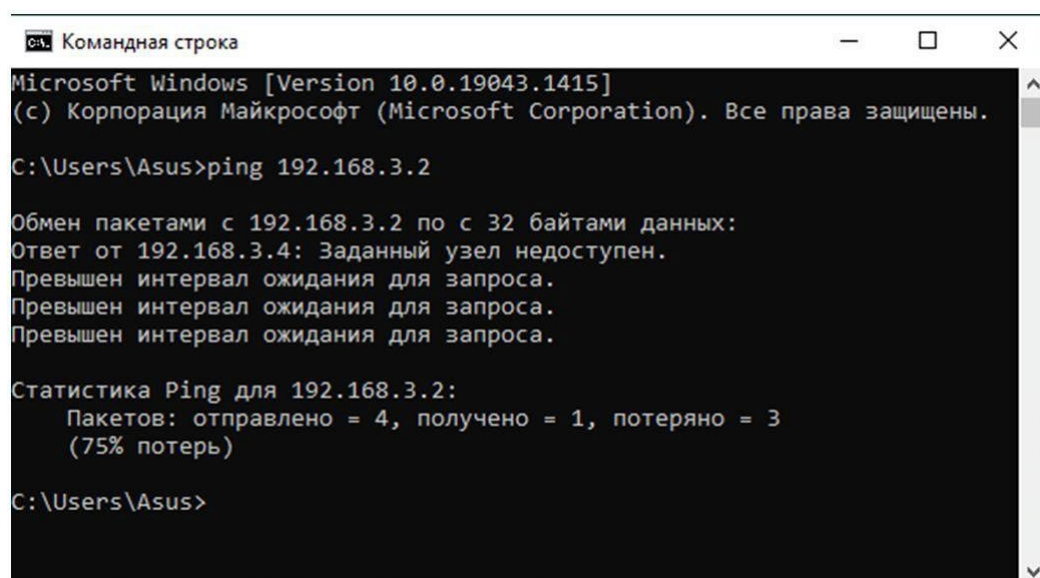
C:\Users\Asus>ping 192.168.2.2

Обмен пакетами с 192.168.2.2 по 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.2.2: число байт=32 время=2мс TTL=64
Ответ от 192.168.2.2: число байт=32 время=2мс TTL=64
Ответ от 192.168.2.2: число байт=32 время=2мс TTL=64
Ответ от 192.168.2.2: число байт=32 время=2мс TTL=64

Статистика Ping для 192.168.2.2:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 2мсек, Максимальное = 2 мсек, Среднее = 2 мсек

C:\Users\Asus>
```

На любой рабочей станции, находящейся в VLAN v2, настройте уникальный IP-адрес из подсети 192.168.3.0/24 (VLAN v3) и проверьте доступность любой рабочей станции из подсети 192.168.3.0/24. При правильной настройке Port-Based VLAN пакеты передаваться не будут.



```
Командная строка
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1415]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

C:\Users\Asus>ping 192.168.3.2

Обмен пакетами с 192.168.3.2 по 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.3.4: Заданный узел недоступен.
Превышен интервал ожидания для запроса.
Превышен интервал ожидания для запроса.
Превышен интервал ожидания для запроса.

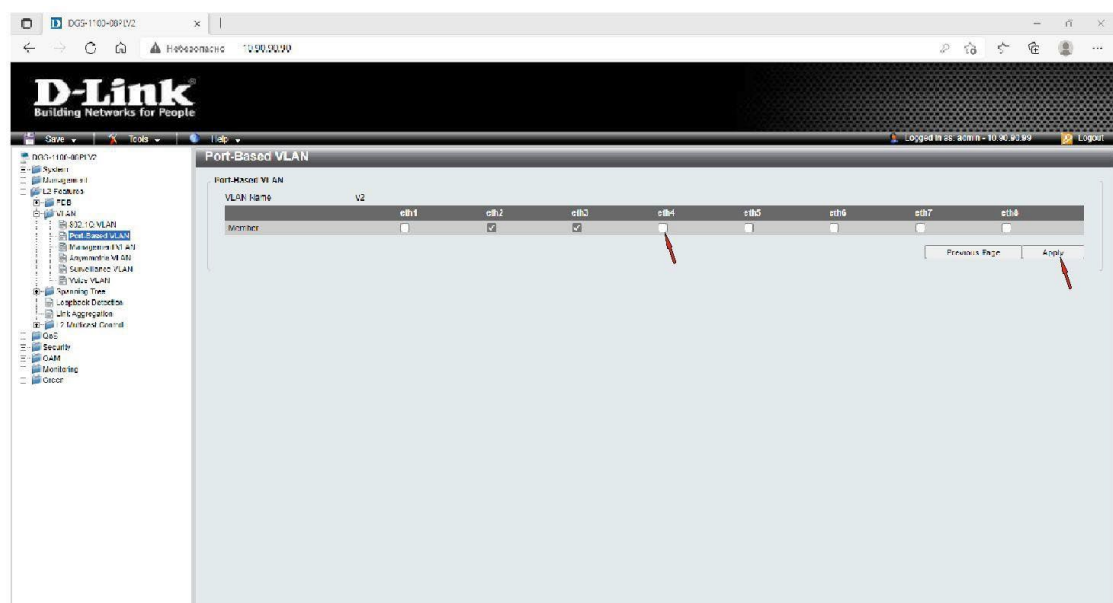
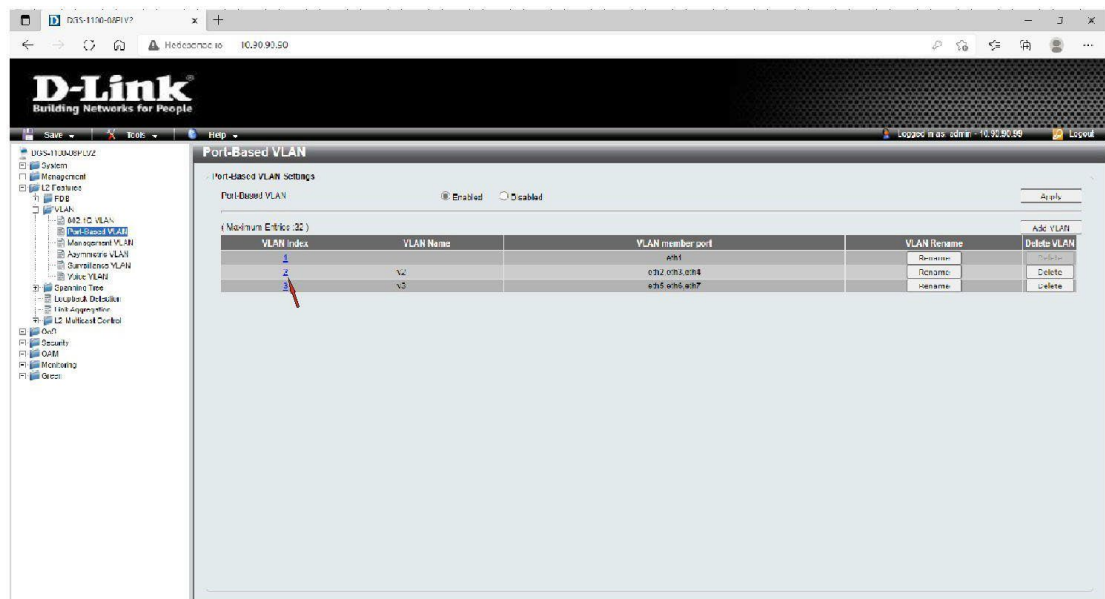
Статистика Ping для 192.168.3.2:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 1, потеряно = 3
    (75% потерь)

C:\Users\Asus>
```

При возникновении ошибок проверьте выполненные настройки.

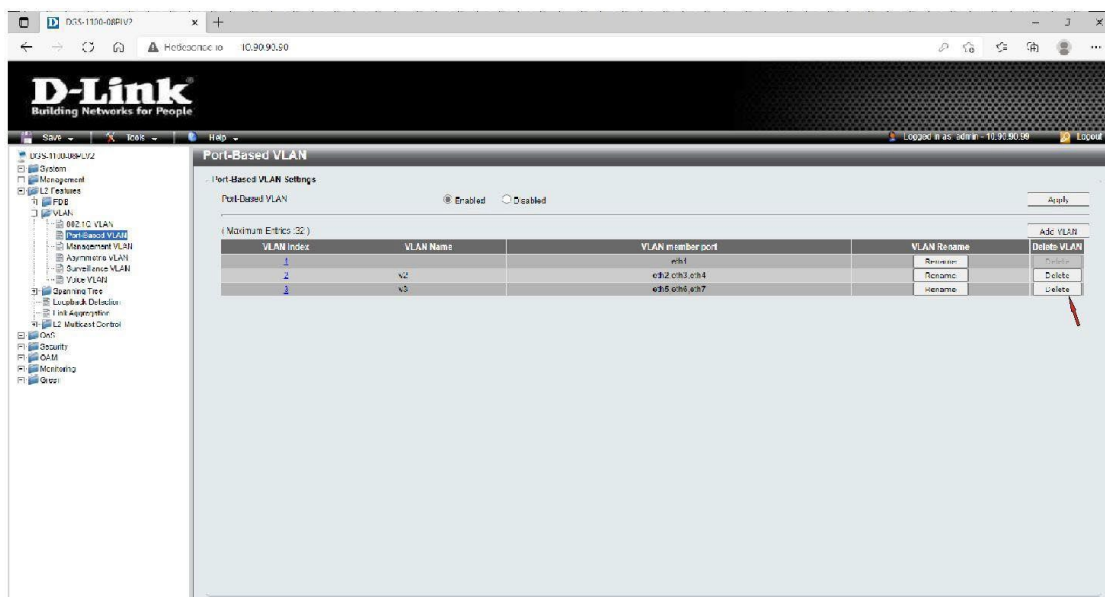
9. Чтобы удалить порт из VLAN v2 и сделать его членом VLAN v3, перейдите на страницу L2 Features → VLAN → Port-Based VLAN. В столбце VLAN Index нажмите 2 и на открывшейся странице снимите флажок с необходимого порта. Нажмите Apply.

Откройте VLAN v3 и назначьте порт в данную VLAN, установив флажок в соответствующем ему поле. Подтвердите изменения, нажав на Apply.



Сохраните настройки.

11. Чтобы удалить VLAN, перейдите на страницу L2 Features → VLAN → Port-Based VLAN и нажмите Delete в строке VLAN, которую необходимо удалить.



Сохраните настройки.

Задание для самостоятельного выполнения

Создать в сети предприятия две подсети, трафик которых изолирован на канальном уровне. Создайте мастер компьютер имеющий доступ к каждой из созданных подсетей.

Список использованных источников

1. L. B. Oliveira, M. Zapella, A. Sarda and W. Zanatta. «Managed Ethernet switches performance over IEC 61850 networks: Applications with high traffic flow», 13th International Conference on Development in Power System Protection 2016 (DPSP), Edinburgh, 2016, pp. 1–6.

2. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы.

Практическое занятие на тему «Расчет нагрузки на локальную вычислительную сеть электрической подстанции»

Теоретическая часть

Испытания в режиме информационного шторма

АСУ ТП, как правило, осуществляет свою работу путём обмена информацией с устройствами нижнего уровня: терминалами РЗА и контроллерами. Объёмы информации, передаваемой за определённый промежуток времени в различных режимах, могут быть оценены количественно и, в этой работе, будут пониматься под термином «информационная нагрузка».

Особенностью систем управления подстанции является неравномерность потока сигналов с полевого уровня: в обычном режиме количество сигналов не велико, но в моменты аварийных отключений поток сигналов скачкообразно возрастает в сотни раз, поэтому введено понятие «информационный шторм», означающее лавинообразно возрастающий поток сигналов во время аварии.

Одним из главных вопросов применения МЭК 61850 является надёжность работы всей системы. На данный момент существует множество исследований по надёжности отдельных аспектов применения МЭК 61850 [2]. Однако, внимание стабильности систем АСУ ТП и связи между устройствами РЗА при повышенной информационной нагрузке на сеть передачи данных стало уделяться совсем недавно.

Стойкость МП РЗА и контроллеров к информационной нагрузке – это способность микропроцессорных устройств нормально выполнять свои основные функции и корректно, без потерь передавать всю текущую информацию в ПТК АСУ ТП.

В классическом представлении модель OSI имеет всего семь уровней: физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представительский и прикладной. Однако реализуемые протоколы могут иметь не все указанные уровни, то есть некоторые уровни могут быть пропущены.

Механизм работы модели OSI

Наглядно механизм работы модели OSI можно представить на примере передачи данных при просмотре WEB-страниц в сети Интернет на персональном компьютере.

Передача содержимого страниц в Интернет осуществляется по протоколу HTTP (Hypertext Transfer Protocol), являющемуся протоколом прикладного уровня. Передача данных протокола HTTP обычно осуществляется транспортным протоколом TCP (Transmission Control Protocol). Сегменты протокола TCP инкапсулируются в пакеты сетевого протокола, в качестве которого в данном случае выступает IP (Internet Protocol). Пакеты протокола TCP составляют кадры протокола канального уровня Ethernet, которые в зависимости от сетевого интерфейса могут передаваться с использованием различного физического уровня. Таким образом, данные просматриваемой страницы в сети Интернет проходят как минимум четыре уровня преобразования при формировании последовательности битов на физическом уровне и затем столько же шагов обратного преобразования.

Такое количество преобразований ведет к возникновению задержек как при формировании последовательности битов с целью их передачи, так и при обратном преобразовании с целью получения передаваемых данных. Соответственно для уменьшения времени задержек количество преобразований должно быть сведено к минимуму. Именно поэтому данные по протоколу GOOSE (прикладного уровня) назначаются непосредственно на канальный уровень – Ethernet, минуя остальные уровни.

Вообще в главе МЭК 61850-8-1 представлены два коммуникационных профиля, которыми описываются все протоколы передачи данных, предусмотренные стандартом:

Профиль MMS;

Профиль Non-MMS (то есть не-MMS).

Соответственно сервисы передачи данных могут быть реализованы с использованием одного из указанных профилей. Протокол GOOSE (равно как и протокол Sampled Values) относится именно ко второму профилю.

Использование «укороченного» стека с минимальным количеством преобразований – это важный, однако не единственный способ ускорения передачи данных. Также ускорению передачи данных по протоколу GOOSE способствует использование механизмов расстановки приоритетов данных. Так, для протокола GOOSE используется отдельный идентификатор кадра Ethernet – Ethertype, который имеет заведомо больший приоритет по сравнению с остальным трафиком, например, передаваемым с использованием сетевого уровня IP.

Помимо рассмотренных механизмов, кадр Ethernet GOOSE-сообщения также может снабжаться метками приоритета протокола IEEE 802.1Q и метками виртуальных локальных сетей протокола ISO/IEC 8802-3. Такие метки позволяют повысить приоритет кадров при обработке их сетевыми коммутаторами.

Отправка информации нескольким адресатам

Для адресации кадров на канальном уровне используются физические адреса сетевых устройств – MAC-адреса. При этом Ethernet позволяет осуществлять так называемую групповую рассылку сообщений (Multicast). В таком случае в поле MAC-адреса адресата указывается адрес групповой рассылки. Для многоадресных рассылок по протоколу GOOSE используется определенный диапазон адресов (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Диапазон адресов многоадресной рассылки для GOOSE-сообщений

Сообщения, имеющие значение «01» в первом октете адреса, отправляются на все физические интерфейсы в сети, поэтому фактически многоадресная рассылка не имеет фиксированных адресатов, а ее MAC-адрес является скорее идентификатором самой рассылки и не указывает напрямую на ее получателей.

Таким образом, MAC-адрес GOOSE-сообщения может быть использован, например, при организации фильтрации сообщений на сетевых коммутаторах (MAC-фильтрации), а также указанный адрес может служить в качестве идентификатора, на который могут быть настроены принимающие устройства.

Поэтому передачу GOOSE-сообщений можно сравнить с радиотрансляцией: сообщение транслируется всем устройствам в сети, но для получения и последующей обработки сообщения устройство-приемник должно быть настроено на получение этого сообщения (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Схема передачи GOOSE-сообщений

Гарантированная доставка сообщений и контроль состояния канала

Передача сообщений нескольким адресатам в режиме Multicast, а также требования к высокой скорости передачи данных не позволяют реализовать при передаче GOOSE-сообщений получение подтверждений о доставке от получателей. Процедура отправки данных, формирования получающим устройством подтверждения, прием и обработка его устройством-отправителем и последующая повторная отправка в случае неудачной попытки заняли бы слишком много времени, что могло бы привести к чрезмерно большим задержкам при передаче критических сигналов.

Вместо этого для GOOSE-сообщений был реализован специальный механизм, обеспечивающий высокую вероятность доставки данных.

Во-первых, в условиях отсутствия изменений в передаваемых атрибутах данных пакеты с GOOSE-сообщениями передаются циклически через установленный пользователем интервал (рисунок 1.3а). Циклическая передача GOOSE-сообщений позволяет постоянно диагностировать информационную сеть. Устройство, настроенное на прием сообщения, ожидает его прихода через заданный интервал времени. В случае если сообщение не пришло в течение времени ожидания, принимающее устройство может сформировать сигнал о неисправности в информационной сети, оповещая диспетчера о возникших неполадках.

Во-вторых, при изменении одного из атрибутов передаваемого набора данных, вне зависимости от того, сколько времени прошло с момента отправки предыдущего сообщения, формируется новый пакет, который содержит обновленные данные. После чего отправка этого пакета повторяется несколько раз с минимальной выдержкой времени (рисунок 1.3б), а интервал между сообщениями (в случае отсутствия изменений в передаваемых данных) вновь увеличивается до максимального.

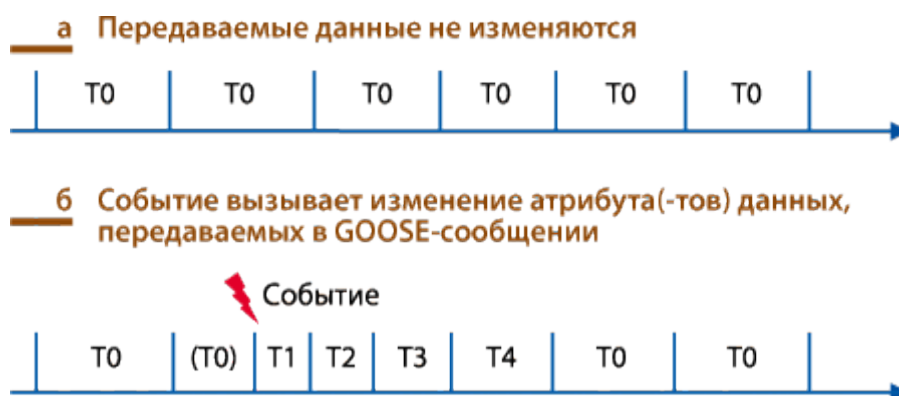


Рисунок 1.3 – Интервал между отправками GOOSE-сообщения

Пример выполнения задания

Для случая организации информационной сети обмена, приведенного на рисунке 1.4 и случая тестового изменения аналоговых сигналов, передаваемых MMS сообщениями 80 раз в секунду, а также 10 мс аварийной генерации GOOSE сообщений, рассчитать количество генерируемых MMS и GOOSE сообщений в шину станции во время аварии (информационного шторма) за время 1 секунда.

MMS сообщения от шести источников с частотой 80 событий в секунду соответствуют 480 сообщениям за заданный интервал времени.

Сообщения GOOSE при начале аварийного режима генерируются с сокращенным интервалом времени четыре периода, далее интервал восстанавливается до стандартного. Обозначив времена $T_0 = 20\text{мс}$, $T_1 = T_2 = 10\text{мс}$, $T_3 = T_3 = 15\text{мс}$.

В задании четыре устройства генерации сообщений GOOSE, поэтому:

$$N_{\text{сумм.}} = 2 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot (1000 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 15) / 20 = 47,5 = 206 \text{ сообщений.}$$

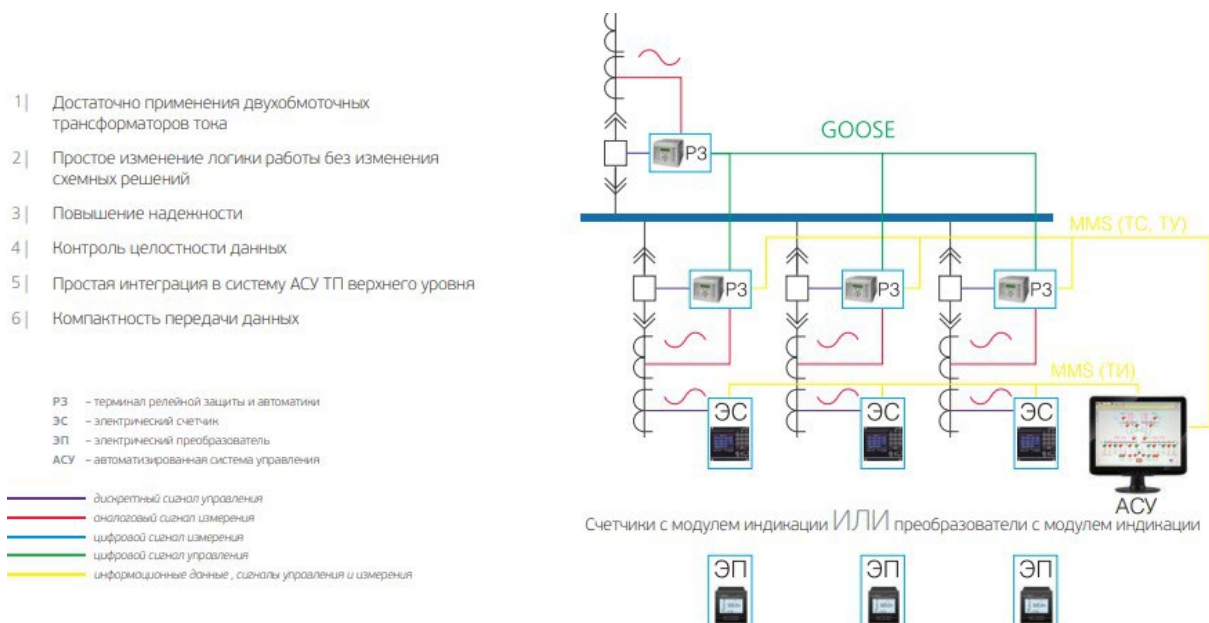


Рисунок 1.4 – Схема организации шины станции и обмена сообщениями GOOSE, MMS в примере расчета.

Задание для самостоятельного выполнения

Для случая организации информационной сети обмена, приведенного на рисунке 1.5 и случая тестового изменения аналоговых сигналов, передаваемых MMS сообщениями 70 раз в секунду, а также 10 мс аварийной генерации GOOSE сообщений, рассчитать количество генерируемых MMS и GOOSE сообщений в шину станции во время аварии (информационного шторма) за время 2 секунды.

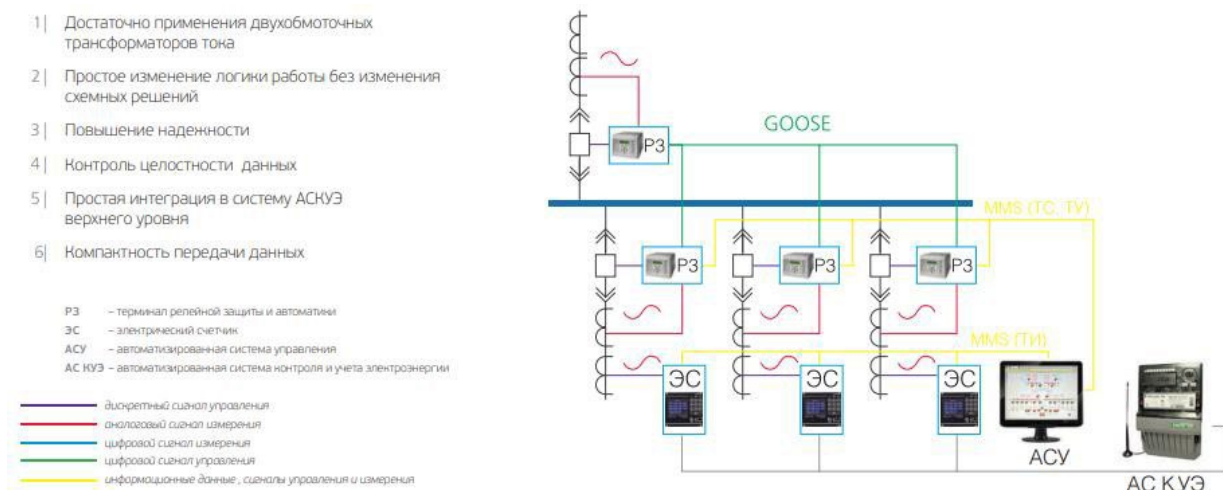


Рисунок 1.5 – Схема организации шины станции и обмена сообщениями GOOSE, MMS для самостоятельного задания.

Список использованной литературы

- 1 Аношин А.О., Головин А.В. Стандарт МЭК 61850. Информационная модель устройства // Новости ЭлектроТехники. 2012. № 5(77).
2. Информационно-вычислительные сети: учебное пособие. Капустин Д.А., Дементьев В.Е. Ульяновск : УлГТУ, 2011.– 141 с.
3. Протокол МЭК 61850. Коммуникационные сети и системы подстанций. Общий обзор для пользователей. Drew Baigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz;
4. Структура стандарта МЭК 61850. Alexander Golovin, Alexey Anoshin; Обзор стандарта МЭК 61850;
5. Цифровая подстанция. Подходы к реализации. Алексей Данилин, Татьяна Горелик, Олег Кириенко, Николай Дони. Энергетика. Электротехника. Связь. ЭЭПР №3, 2012;

Практическая работа по теме «Настройка VLAN сетевого коммутатора»

Теоретический материал

Виртуальная локальная сеть (VLAN) — это топология сети, настроенная в соответствии с логической схемой, а не физической компоновкой. VLAN может использоваться для объединения любого набора сегментов LAN в автономную группу пользователей, которая отображается как одна LAN. VLAN также логически сегментирует сеть на различные широковещательные домены, так что пакеты пересылаются только между портами внутри VLAN. Обычно VLAN соответствует определенной подсети, хотя и не обязательно.

VLAN может повысить производительность за счет экономии полосы пропускания и улучшить безопасность за счет ограничения трафика определенными доменами.

VLAN – это набор конечных узлов, сгруппированных по логике, а не по физическому местоположению. Конечные узлы, которые часто взаимодействуют друг с другом, назначаются в одну и ту же VLAN, независимо от того, где они физически находятся в сети. Логически VLAN можно приравнять к широковещательному домену, поскольку широковещательные пакеты пересылаются только членам VLAN, в которой была инициирована широковещательная передача.

Пример выполнения задания

Необходимо сформировать настройки VLAN сетевого коммутатора для предлагаемых условий транспорта потоков сообщений SV и RTP.

Схема предполагаемого обмена приведена на рисунке 1.1.

Настройка VLAN должна формировать двухсторонний поток RTP сообщений от сервера времени к устройствам MU для каждого устройства.

Сообщения SV каждого из устройств MU должны направляться только к серверу сбора данных и не наблюдаться в сетевых присоединениях других MU и сервера времени.

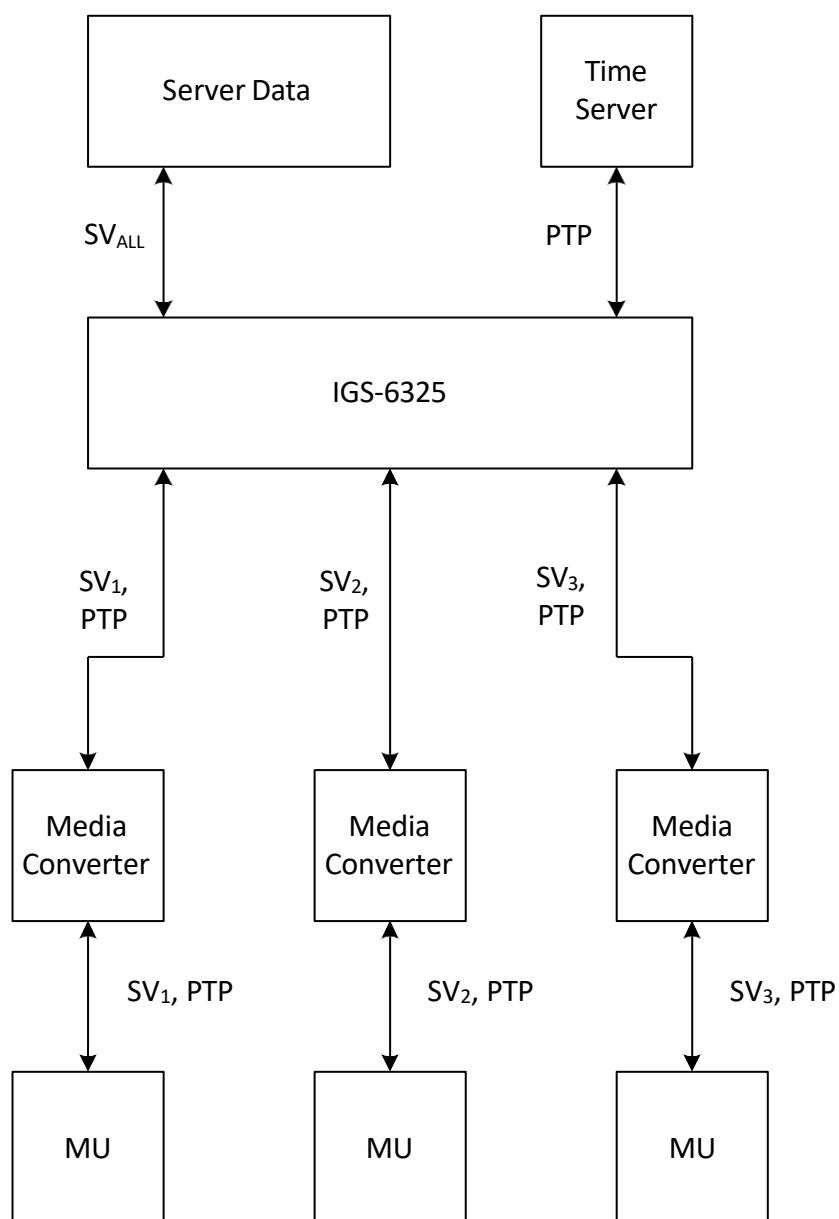


Рисунок 1.1 – Схема организации потоков сообщений для примера

Решение данной задачи формируется настройкой портов коммутатора и логических виртуальных сетей и маршрутов посредством настройки VLAN.

Результат настройки приведен на рисунке 1.2.

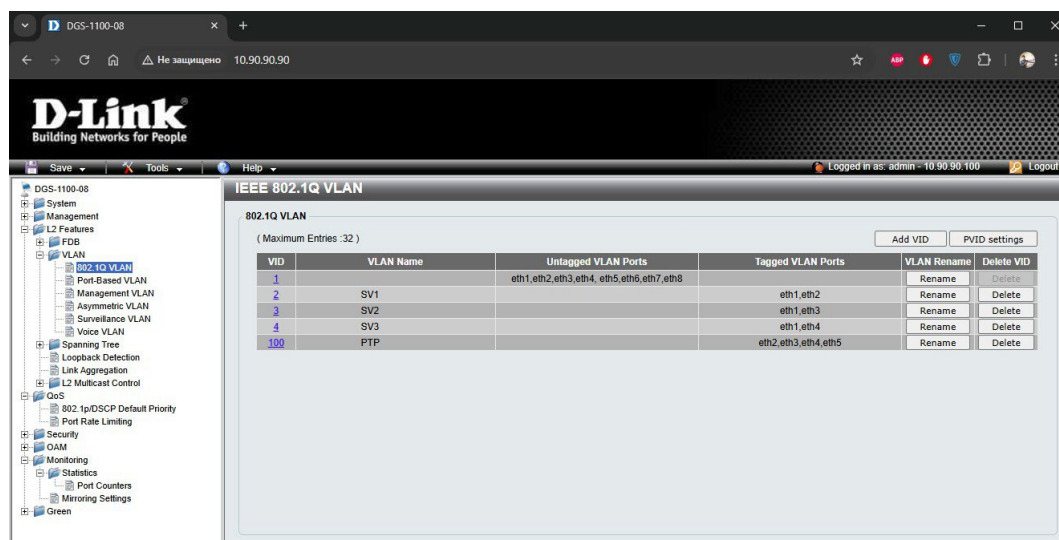


Рисунок 1.2 – Результат настроек VLAN (802.1Q)

Задание для самостоятельного выполнения

Необходимо сформировать настройки VLAN сетевого коммутатора для предлагаемых условий транспорта потоков сообщений SV и PTP.

Схема предполагаемого обмена приведена на рисунке 1.3.

Настройка VLAN должна формировать двухсторонний поток PTP сообщений от сервера времени к устройствам MU для каждого устройства. Сообщения SV_{1,2} каждого из устройств MU должны направляться только к серверу сбора данных Server Data 1 и не наблюдаться в сетевых соединениях других MU и сервера времени.

Сообщения SV_{3,4} каждого из устройств MU должны направляться только к серверу сбора данных Server Data 2 и не наблюдаться в сетевых соединениях других MU и сервера времени.

На рисунке 1.2 необходимо найти ошибку в настройке VLAN1.

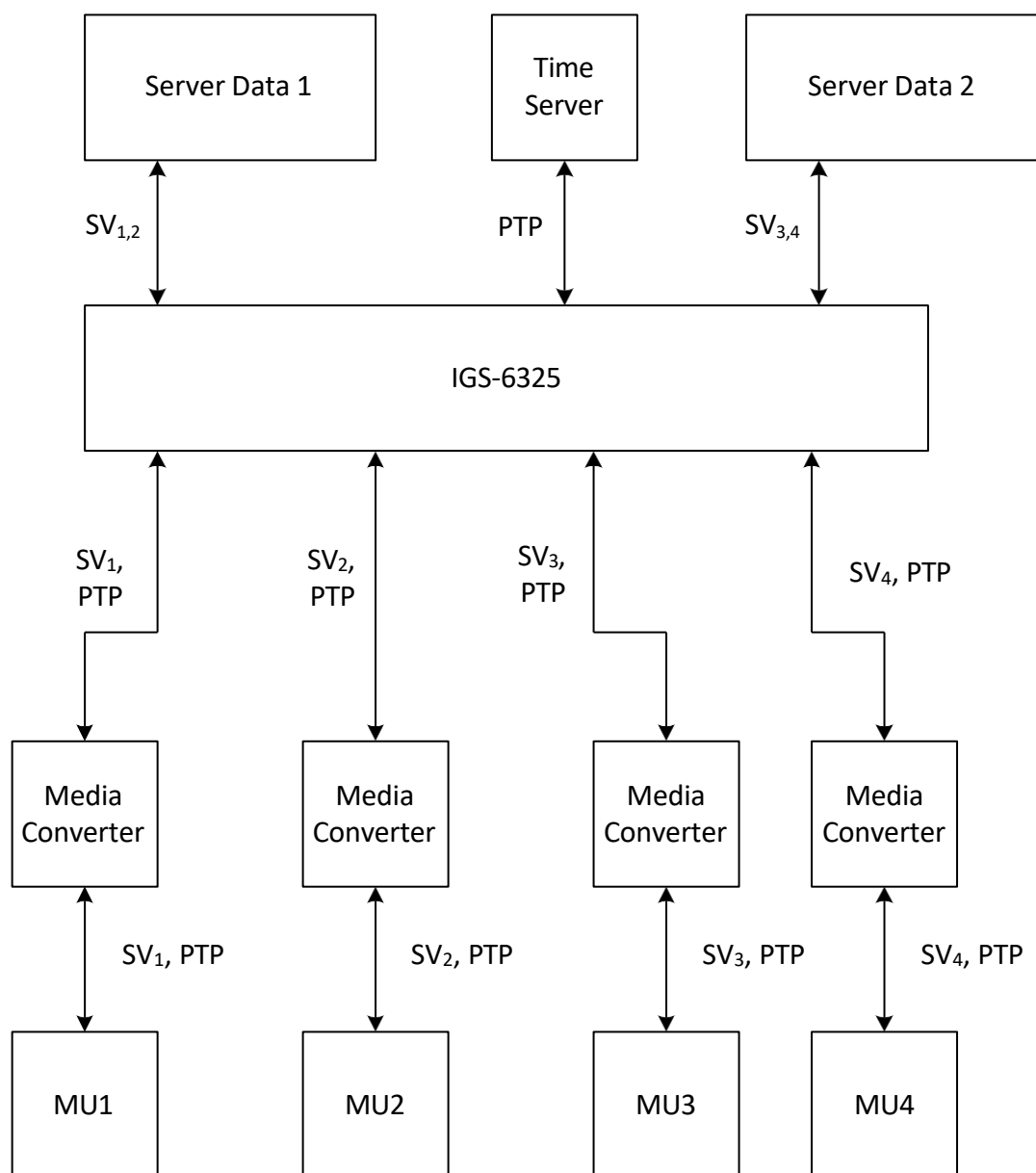


Рисунок 1.3 – Схема организации потоков сообщений для примера

Список использованной литературы

1. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007 29.240.10.302-2020 Типовые технические требования к организации и производительности технологических ЛВС в АСУ ТП ПС ЕНЭС Дата введения: 26.02.2020.
2. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «РОССЕТИ» СТО 34.01-6-005-2019 КОММУТАТОРЫ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ. Общие технические требования. Дата введения: 26.04.2019.
3. Протокол агрегирования каналов: Etherchannel; [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/334778/> (Дата обращения 10.08.2024)
4. Понятие VLAN, Trunk и протоколы VTP и DTP; [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/319080/> (Дата обращения 10.08.2024)
5. Протокол связующего дерева: STP; [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/321132/> (Дата обращения 10.08.2024)

Практическая работа по теме «Настройка маршрутизации сетевого коммутатора»

Теоретическая часть

Создание VLAN для управляемых коммутаторов

1. Введение

Данное задание описывает процедуру создания и конфигурации виртуальной локальной компьютерной сети на основе управляемых коммутаторов, которая может понадобиться для решения некоторых задач в процессе эксплуатации коммутатора.

VLAN (Virtual Local Area Network) - виртуальная локальная компьютерная сеть, которая имеет те же свойства, что и физическая локальная сеть, но позволяет конечным членам группироваться вместе, даже если они не находятся в одной физической сети.

WEB-интерфейс управляемых коммутаторов OSNOVO имеет широкие функциональные возможности для создания, настройки и управления виртуальными локальными сетями VLAN.

2. Разделы WEB-интерфейса для работы с VLAN

Управление и администрирование VLAN осуществляется через несколько разделов меню WEB-интерфейса управляемого коммутатора.

Для входа в WEB-интерфейс в адресной строке браузера требуется ввести IP-адрес коммутатора (по умолчанию IP 192.168.0.1). Далее следует ввести логин и пароль (по умолчанию логин: admin; пароль: admin или отсутствует);

Вход в WEB-интерфейс подробно описан в полной и краткой Инструкциях по эксплуатации соответствующего коммутатора.

В меню WEB-интерфейса предусмотрено три раздела для работы с VLAN:

- VLAN information - На этой странице представлена информация о существующих VLAN.

- VLAN Configuration - На этой странице возможно создать/удалить VLAN.

- VLAN Port Configuration - На этой странице доступны возможности по конфигурированию портов для VLAN.

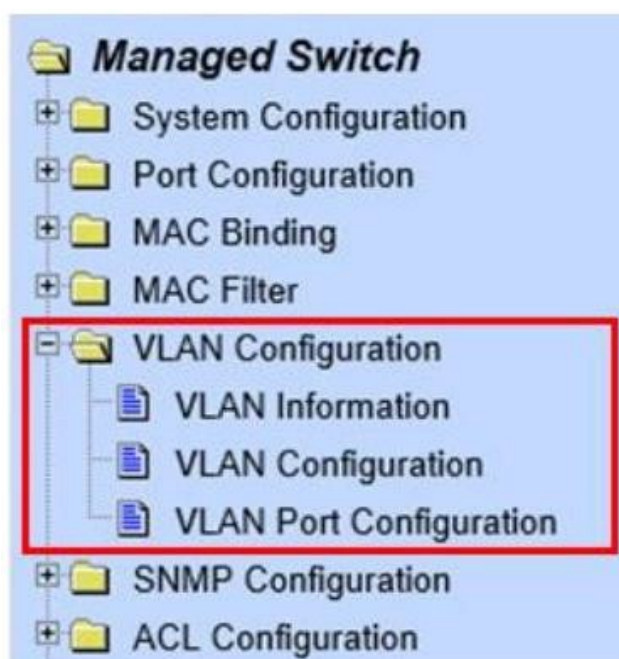


Рисунок 1 – Разделы меню WEB-интерфейса для работы с VLAN

Пример решения задания

Создание и управление VLAN

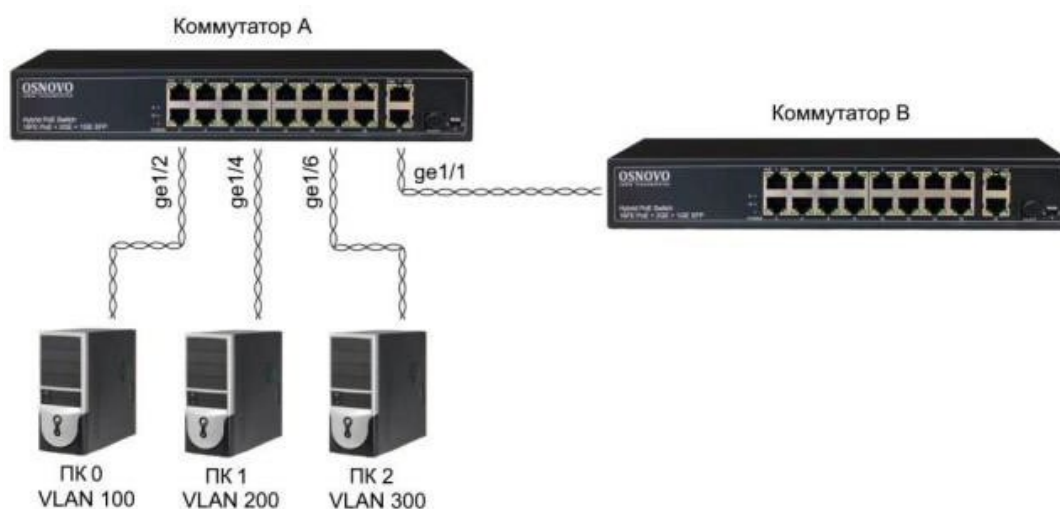


Рисунок 2 – Локальная сеть (пример).

На рисунке 2 представлен пример локальной сети состоящей из трёх ПК и двух коммутаторов. В данном случае конфигурация VLAN имеет следующий вид:

- Коммутатор А разделен на несколько VLAN: VLAN1, VLAN100, VLAN200, VLAN300;
- Порты коммутатора А ge1/8, ge1/9, ge1/10 принадлежат VLAN1;
- Порты коммутатора А ge1/2, ge1/3 принадлежат VLAN100;
- Порты коммутатора А ge1/4, ge1/5 принадлежат VLAN200;
- Порты коммутатора А ge1/6, ge1/7 принадлежат VLAN300;
- ПК0, ПК1, ПК2 находятся в различных VLAN;
- Порт ge1/1 является магистральным (trunk port), соединяет коммутатор А с коммутатором В.

Информация о VLAN (VLAN information)

На этой странице представлена информация о существующих VLAN. Данные предоставлены только для чтения и не могут быть изменены.

Информация о текущей конфигурации VLAN выбирается в выпадающем меню в левом верхнем углу и включает в себя:

- VID (VLAN ID);
- VLAN Name (Имя VLAN);
- State (состояние активное или неактивное);
- Port member (порты – участники VLAN, могут включать в себя как тегированные порты (t) и не тегированные (u)).

На рисунке 3 изображена страница WEB-интерфейса коммутатора А с конфигурацией VLAN соответствующей примеру (п.3.1).

Коммутатор по умолчанию всегда имеет VLAN1, который не может быть удален.

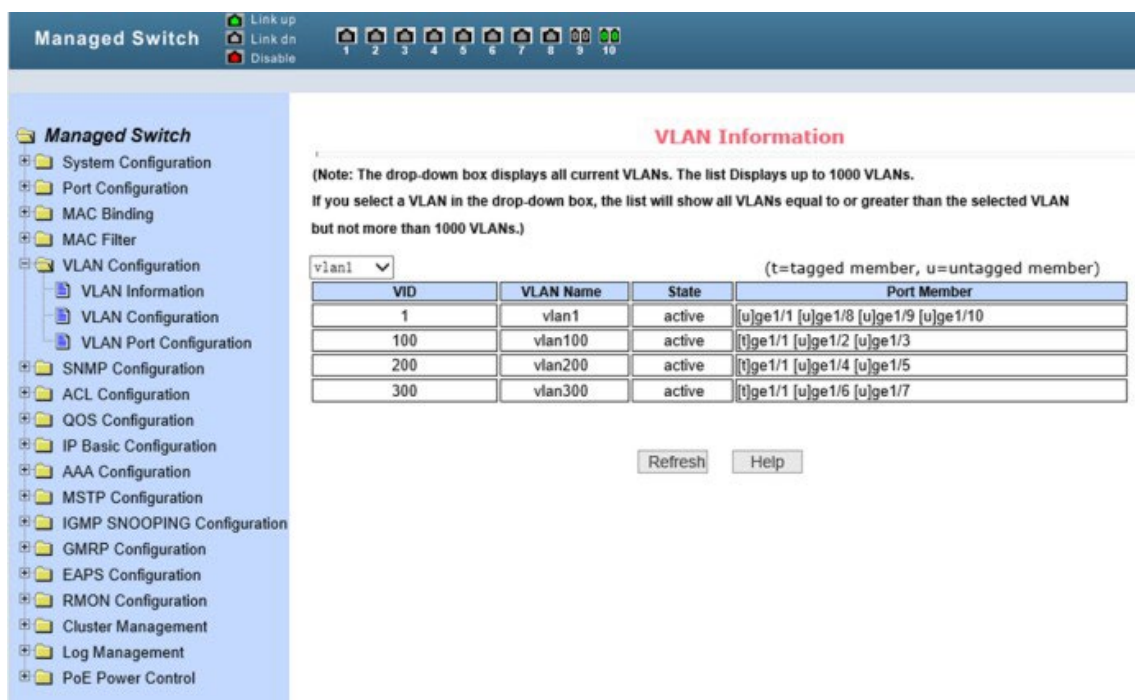


Рисунок 3 – Страница WEB-интерфейса «VLAN Information».

Задание для самостоятельного выполнения

Для схемы сети, изображенной на рисунке 1 создайте управление коммутатором В для доступа к ПК 1 только из четных портов, а для ПК0 и ПК2 создайте доступ только из нечетных портов коммутатора В/

Список используемых источников

1. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. Телекоммуникации и сети: Учеб. пособие для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 3-е издание. Учебное пособие, СПб.:Питер 2007
3. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей, СПб.: Питер 2007
4. Конфигурирование VLAN: [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/sw/5_x/nx-os/layer2/configuration/guide/Cisco_Nexus_7000_Series_NX-OS_Layer_2_Switching_Configuration_Guide_Release_5-x_chapter4.html (Дата обращения 10.08.2024)
5. Протокол преобразования адресов ARP: [Электронный ресурс]. URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/inet_book/4/44/arp_446.html (Дата обращения 10.08.2024)
6. IP Addressing: ARP Configuration Guide: [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipaddr_arp/configuration/xe-16/arp-xe-16-book.pdf (Дата обращения 10.08.2024)
7. Spanning Tree Protocol: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/tech/lan-switching/spanning-tree-protocol/index.html> (Дата обращения 10.08.2024)
8. Протокол DTP: [Электронный ресурс]. URL:

Практическая работа по теме «Присвоение идентификатора GOOSE-сообщения (goID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции»

Теоретический материал

Структура идентификатора GOOSE-сообщения (goID)

A_BBВ_CC_DEEE_FF_GG

A – Порядковый номер в пределах набора исходящих GOOSE-сообщений, генерируемых устройством IED;

BBB – Буквенное обозначение присоединения, к которому относится IED. Если устройство IED относится к общеподстанционному оборудованию, указать ALL (максимальное количество символов 10);

CC – Общая функциональная принадлежность устройства IED (см. таблицу 1.1)

DEEE – Место размещения и номер шкафа, где D определяет место размещения (см. таблицу 1.2), а трехзначное число – определяет номер шкафа (максимальное количество символов 3);

FF – Номер устройства IED в составе шкафа;

GG – Перечисление функций, передаваемых в GOOSE-сообщении (см. таблицу 1.3);

Таблица 1.1 – Типы сообщений по функциональной принадлежности

Идентификатор	Место размещения
PA	Релейная защита
EA	Противоаварийная автоматика
PD	СМПР, РАС, ОМП
GA	АОДС, АПВ, АВР
ТА	Технологическая автоматика

TR	Приемопередатчик
CC	ВЧ пост
CP	ВЧ пост с приемопередатчиком
AD	ПАС или ПАС с ПДС
DD	ПДС
CT	Трансформатор тока
VT	Трансформатор напряжения
BC	Контроллер присоединения
ID	Измерительный преобразователь
TS	Сервер времени
NS	Сетевой коммутатор
FA	Пожаротушение

Таблица 1.2 – Типы сообщений по функциональной принадлежности

Идентификатор	Место размещения
S	ГШУ, ОПУ, РЩ
Y	ОРУ 35-750 кВ
C	ЗРУ, КРУ, КРУН 6-35 кВ
P	УПЗ, Насосная
B	ЩПТ, ЩСН
O	Другое

Таблица 1.3 – Распределение номеров GOOSE сообщений по назначению

Идентификатор	Место размещения
QS	Положение выключателя, ремонт выключателя и состояние его цепей (контроль цепей управления, подхват импульса отключения,

	пружина, элегаз и др.) положение разъединителей, участвующих в РЗА
QT	Аварийное отключение выключателя
PS	Сигналы РЗА (пуск УРОВ, пуск ОАПВ, запрет АПВ, ощущение ДЗШ, ЗНФ, ускорение от защит параллельных линий, останов ВЧ, отключение от УРОВ, цикл ОАПВ, готовность ОАПВ, неуспешные ТАПВ и т.д.)
AC	Команды ПА
QC	Оперативное управление выключателем
QR	Управление выключателем от СКРМ
TS	Технологические сигналы оборудования
IC	Сигналы ТУ и ТО
SD	Сигналы положения разъединителей, заземляющих ножей и сигнализация неисправности КА
SC	Управление разъединителями, заземляющими ножами и сигналы разрешения управления
RS	Сигналы блокировки ЛЗШ, контроля тока дуговой защиты, разрешения АВР, наличия напряжения для АВР и т.д.
PC	Сигналы управления насосом
FS	Все вспомогательные сигналы пожаротушения
ID	Сигналы неисправности устройств и контролируемых подсистем
GG	Ненормированные сигналы GGIO отсутствующие в корпоративном профиле МЭК 61850

Пример выполнения задания

Интеллектуальное электронное устройство Сириус-2-МЛ №03. Расположенное в шкафу №010 в ОПУ, получающее данные измерений от трансформаторов тока и трансформатора напряжения, расположенных на открытом распределительном устройстве подстанции 110 кВ для выполнения функций защиты линии электропередач.

Запишем идентификатор GOOSE-сообщения (goID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции:

1_ALL_PA_S010_03_PS

Задание для самостоятельного выполнения

1. Записать идентификатор GOOSE-сообщения (goID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции для случая: Интеллектуальное электронное устройство ТПА-01 №05. Расположенное в шкафу №011 в ОПУ, получающее данные измерений от трансформаторов тока и трансформатора напряжения, расположенных на открытом распределительном устройстве подстанции 110 кВ для выполнения функций противоаварийной автоматики.

2. Сформировать идентификатор GOOSE-сообщения (goID) устройства в локальной вычислительной сети электрической подстанции для случая заданного преподавателем.

Список используемой литературы

1. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС. Дата введения: 26.02.2020.
2. ГОСТ 27.002-15 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.
3. ГОСТ 18685-73 Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения.
4. ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения.
5. ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.
6. ГОСТ Р 54325-11 (IEC/TS 61850-2:2003) Сети и системы связи на подстанциях. Часть 2. Термины и определения.

Практическая работа по теме «Присвоение идентификатора отчета MMS (rptID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции»

Теоретический материал

Структура идентификатора отчета MMS (rptID)

A_BBB_CC_DEEE_FF_GG_H

A – Порядковый номер в пределах набора блока отчета, генерируемого устройством IED;

BBB – Буквенное обозначение присоединения, к которому относится IED. Если устройство IED относится к общеподстанционному оборудованию, указать ALL (максимальное количество символов 10);

CC – Общая функциональная принадлежность устройства IED (см. таблицу 1.1)

DEEE – Место размещения и номер шкафа, где D определяет место размещения (см. таблицу 1.2), а трехзначное число – определяет номер шкафа (максимальное количество символов 3);

FF – Номер устройства IED в составе шкафа;

GG – Идентификатор передаваемой информации (см. таблицу 1.3);

H – Идентификатор буферизации (см. таблицу 1.4).

Таблица 1.1 – Типы сообщений по функциональной принадлежности

Идентификатор	Место размещения
PA	Релейная защита
EA	Противоаварийная автоматика
PD	СМПР, РАС, ОМП
GA	АОДС, АПВ, АВР
TA	Технологическая автоматика

TR	Приемопередатчик
CC	ВЧ пост
CP	ВЧ пост с приемопередатчиком
AD	ПАС или ПАС с ПДС
DD	ПДС
CT	Трансформатор тока
VT	Трансформатор напряжения
BC	Контроллер присоединения
ID	Измерительный преобразователь
TS	Сервер времени
NS	Сетевой коммутатор
FA	Пожаротушение

Таблица 1.2 – Типы сообщений по функциональной принадлежности

Идентификатор	Место размещения
S	ГШУ, ОПУ, РЩ
Y	ОРУ 35-750 кВ
C	ЗРУ, КРУ, КРУН 6-35 кВ
P	УПЗ, Насосная
B	ЩПТ, ЩСН
O	Другое

Таблица 1.3 – Идентификатор передаваемой информации

Идентификатор	Место размещения
AM	Телеизмерения
PM	Телеизмерения РЗА
AD	Сигнализация АСУ ТП
PD	Сигнализация РЗА

Таблица 1.4 – Идентификатор буферизации

Идентификатор	Место размещения
B	Буферизируемый отчет
U	Небуферизируемый отчет

Пример выполнения задания

Интеллектуальное электронное устройство ЭНИП-2 №15, выполняющее функции релейной защиты, расположенное в шкафу №002 в КРУН, получающее данные измерений от трансформатора тока присоединение «Л-14», расположенного на подстанции 110 кВ Пригородная.

Запишем идентификатор отчета MMS (rptID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции

15_Л-14_СТ_С002_15_PD_U

Задание для самостоятельного выполнения

Интеллектуальное электронное устройство TOPAZ MU №11, выполняющее функции АСУ ТП, расположенное в шкафу №013 в ОПУ, получающее данные измерений от трансформатора тока присоединение «Л-215», расположенного на подстанции 220 кВ Колосная.

Запишем идентификатор отчета MMS (rptID) устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции

Список используемой литературы

1. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС. Дата введения: 26.02.2020.
2. ГОСТ 27.002-15 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.
3. ГОСТ 18685-73 Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения.
4. ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения.
5. ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.
6. ГОСТ Р 54325-11 (IEC/TS 61850-2:2003) Сети и системы связи на подстанциях. Часть 2. Термины и определения.

Практическая работа по теме «Присвоение имени IdName логического устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции»

Теоретический материал

Структура присвоения iedName

AAAA_BBVBCC

AAAA – Название экземпляра логического устройства IdInst содержит тип (см. Таблицу 1.1) и порядковый номер при необходимости (максимальное кол-во символов 2)

BBVBCC – Название ИЭУ iedName согласно из практического задания №1.

Полное имя логического устройства LdName являются сочетанием ИЭУ iedName и названием экземпляра устройства IdInst согласно [2]

Таблица 1.1 – Типы экземпляров логических устройств

Идентификатор	Место размещения
PROT	Логическое устройство функций РЗА
MEAS	Логическое устройство функций измерений
CTRL	Логическое устройство функций управления
DR	Логическое устройство функций РАС
MU	Логическое устройство функций ПАС или ПАДС
IO	Логическое устройство функций ПДС
SYS	Логическое устройство системных функций терминала

Пример решения задания

Интеллектуальное электронное устройство ЭНИП-2 №15. Расположенное в шкафу №002 в ОПУ, получающее данные измерений от трансформатора напряжения, расположенного на открытом распределительном устройстве подстанции 110 кВ.

Запишем `iedName` логического устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции для функций измерения:

Логическое устройство функций измерений будет иметь
`MEAS_Y015`

Задание для самостоятельного выполнения

Записать `iedName` логического устройств в локальной вычислительной сети электрической подстанции для системных функций терминала для случая: Интеллектуальное электронное устройство Парма №02. Расположенное в шкафу №П03 в ОПУ, получающее данные измерений от преобразователя дискретных сигналов (ПДС), расположенного в закрытом распределительном устройстве 10 кВ подстанции 110/10 кВ.

Список используемой литературы

1. СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС. Дата введения: 26.02.2020.

2. МЭК 61850-7-1(2011) Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 7-1. Базовая структура связи. Принципы и модели (IEC 61850-7-1(2011) Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-1: Basic communication structure - Principles and models

3. СТО 56947007-29.240.10.256-2018 Технические требования к аппаратно программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС, ПАО «ФСК ЕЭС».

4. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС), ПАО «ФСК ЕЭС».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «Основы проектирования высокоавтоматизированных подстанций» для студентов
направления подготовки /специальности
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Цифровые технологии в электроэнергетике

Ставрополь 2025

Оглавление

Введение	3
1. Основные мотивы самостоятельной работы студентов	4
2. Способы самостоятельной работы при чтении учебной и научной литературы	5
3. Формы ведения записей	15
4. Как слушать и конспектировать лекции	24
5. Использование компьютера в процессе самостоятельной работы студентов.	28
6. Подготовка к экзаменам и зачетам.....	36
Рекомендуемая литература	39

Введение

Основная Практическое занятие высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Для решения этой задачи в учебные планы всех специальностей включена самостоятельная работа, составляющая 50% учебного времени студента.

В связи с этим, студенту из пассивного потребителя знаний необходимо превратиться в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Происходящая в настоящее время реформа высшего образования связана по своей сути с переходом парадигмы обучения к парадигме образования. В этом плане следует признать, что самостоятельная работа студентов является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой. Это предполагает ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей студентов, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей личности.

В широком смысле под самостоятельной работой студентов следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих

контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Следует с первых дней обучения в вузе приучать себя к целесообразному распределению занятий по месяцам и неделям семестра. При этом очень важна равномерная работа как основное условие успешных занятий в вузе.

Высшей ступенью обучения является приобретение навыков самостоятельной творческой работы, а творческому применению знаний нужно учиться параллельно с их приобретением.

1. Основные мотивы самостоятельной работы студентов

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Среди внутренних факторов, способствующих активизации самостоятельной работы выделяют следующие:

1. *Полезность* выполняемой работ заключается в том, что результаты самостоятельной работы могут быть использованы на семинарских и практических занятиях, лабораторном практикуме, при подготовке публикации. Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут в его выпускную квалификационную работу.

2. *Творческая деятельность.* Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на той или иной кафедре.
3. *Участие* в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсам научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.
4. *Участие* в научно – практических конференциях.
5. *Подготовка публикаций* для сборников тезисов и докладов научно-практических конференций, журналов, учебных пособий и т.д.
6. *Участие в грантовых конкурсах.*

2. Способы самостоятельной работы при чтении учебной и научной литературы

При остром недостатке времени у студентов встает вопрос об оптимизации обучения, то есть такой организации учебного процесса, которая обеспечила бы условия для продуктивного самообучения и самовоспитания. Важнейшую роль здесь играет овладение способами самостоятельной работы. Речь идет о том, что чтобы прежде всего научиться рациональному использованию времени при работе с книгой.

В этом особенно нуждаются первокурсники, которые еще недостаточно владеют навыками умственной деятельности, обеспечивающей успешное обучение.

Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней учебы в вузе. Первые дни семестра важны, чтобы включиться в работу, установить определенный равномерный ритм на весь семестр. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься самостоятельно по 4-5 часов ежедневно, кроме выходных дней.

Под ритмом работы понимают ежедневные занятия в одни и те же часы, при чередовании их с перерывами для отдыха. Вначале для организации ритмичной работы требуется сознательное напряжение воли, затем

принуждение снимается, возникает привычка и работа становится потребностью.

Ритмичная работа позволяет студенту заниматься много, не уставая, не снижая производительности и не перегружая себя. Для этого необходимо:

- Сменять один вид работы другим, что позволяет сохранять высокую работоспособность, поскольку при однообразных видах занятий человек утомляется больше, чем при работе разного характера.
- Заниматься несколькими предметами в один и тот же день не всегда целесообразно, поскольку при каждом переходе нужно вновь концентрировать внимание и затрачивать время.
- Умение сосредотачиваться – необходимое условие для умственного труда, иначе работа оказывается малопродуктивной и даже бесполезной.
- Начинать занятия немедленно, как только сел за стол. Следует начинать с уверенностью, что вскоре придет сосредоточенное состояние, но, если внимание наступает не сразу или нарушается на время, нужно выяснить и устранить причины этого.
- Нужно научиться не прерывать внимания, пока читаемое не получит логического завершения, пока не будет пройден какой-либо этап. Нередко внимание отвлекается посторонними мыслями, которые во время занятий следует решительно отгонять. Перерыв в занятиях следует приурочить к концу изучения параграфа, раздела или главы книги, так как в этом случае не будет потери времени при возобновлении работы. Умение сосредоточиться, углубиться в работу приобретается в результате практики, создающей определенные навыки.
- Повысить производительность умственного труда может порядок на рабочем месте и обстановка, благоприятствующая работе.

Большая часть самостоятельной работы студента состоит в **изучении литературы**. Одна из задач студента – научиться самостоятельно работать с книгой, а это требует определенных затрат энергии и времени. Поэтому надо научиться делать эту работу рационально, то есть необходимо учиться читать.

Как работать с учебной и научной книгой

Методы эффективной работы с книгой в целях развития интеллекта можно условно разделить на две группы:

1. Правильная организация процесса чтения
2. Повышение скорости чтения и восприятия.

В комплексе оба метода могут в 2-3 раза сократить время прочтения различных материалов.

При чтении текста мозг формирует «свою трактовку содержания» прочитанного. Происходит перекодирование сообщения на языке собственных мыслей читателя. Мозг выделяет «ядерное», сущностное значение из текста. Эффективность такой перекодировки зависит от осмысления и внимательности чтения.

Как показали эксперименты, знание и умелое применение некоторых упражнений дают возможность извлекать «ядерное» значение в тексте быстро и надежно. Эти упражнения основаны на использовании дифференциального алгоритма чтения. Центральное место в этом алгоритме занимает «блок доминанта». Это слово в переводе с латинского языка означает «господствующий, основной, главный». Что же такое доминанта применительно к тексту?

Доминанта – главная смысловая часть текста. Она выражается своими словами, на языке собственных мыслей, является результатом переработки текста, его осмысления в соответствии с индивидуальными особенностями читателя, выявления основного замысла автора.

Дифференциальный алгоритм чтения в соответствии с блоками позволяет реализовать логико-семантический анализ текста: вначале выделить ключевые слова, затем построить смысловые ряды и, наконец, выделив цепь знаний, сформулировать доминанту. Именно так и только так (по О.А. Андрееву) можно увидеть главное, действительно, проникнуть в суть вещей, явлений, излагаемых автором.

Возможны три основных способа чтения.

- Первый способ – артикуляция или проговаривание вслух (или почти вслух) того, что читаешь. Скорость такого чтения невелика.
- Второй способ – чтение про себя, при котором речевой процесс проявлен в форме внутренней речи, то есть без открытой артикуляции. Текст, при этом усваивается более эффективно. Способ в принципе допускает быстрое чтение.
- Третий, наиболее совершенный способ чтения – тоже молча, но в условиях максимального сжатия внутренней речи, при котором она проявляется в виде коротких залпов ключевых слов и смысловых рядов, адекватно отражающих смысл текста.

Итак, артикуляция замедляет процесс чтения и от нее необходимо избавиться. Однако не приведет ли сокращение артикуляции при повышении скорости чтения к снижению качества восприятия и осмысления полученной информации?

Как показали исследования психологов, иногда при чтении слова могут быть заменены наглядными представлениями, пространственными схемами. Целые группы слов – одним словом.

Быстро читающие люди обладают способностью, не проговаривая читаемый текст, сразу улавливать и фиксировать замысел автора, а затем усваивать его на уровне внутренней речи. В этом случае, несмотря на высокую скорость чтения, происходит глубокое понимание и усвоение прочитанного, так как основная идея понятна с самого начала. Задачу научиться такому чтению можно решать в два этапа. Первый предполагает

сокращение артикуляции, если она ярко выражена, второй – овладение приемами чтения, при которых текст воспринимается крупными информационными блоками.

Как известно, людей по способу восприятия и переработки информации делят на три типа: зрительный, слуховой и кинестетический. Люди зрительного типа при чтении используют код наглядных образов, тогда как люди слухового типа применяют менее производительный код речедвижений. Наблюдения за людьми, читающими быстро, показывают, что они, как правило, относятся к зрительному типу. Вот пример, как описывает О.Бальзак процесс быстрого чтения: «Впитывание мысли в процессе чтения достигло у него способности феноменальной. Взгляд его охватывал семь – восемь строчек сразу, и разум постигал смысл со скоростью, соответствующей скорости глаз. Часто одно-единственное слово позволяло ему усвоить смысл целой фразы».

Направленным обучением можно практически любого здорового человека научить в процессе чтения использовать код наглядных зрительных образов при соответствующем сокращении артикуляции.

С опорой на работу Л.Г. Одинцова «Как научиться хорошо учиться» (М., 1996) приводим следующие рекомендации по работе с книгой.

- В тексте всегда есть элементы, нахождение и использование которых позволяет извлечь требуемую информацию наиболее быстро. Например, при чтении учебника в первую очередь отыскивается наиболее важная информация данной главы, параграфа, а она часто следует после слов: в итоге, в результате, выводы и т.д.
- Попробуйте в процессе чтения мысленно заглянуть вперед, представить себе, о чем будет идти речь, к какому выводу придет автор, как далее будет строиться изложение и т.д., например, если описывается одна сторона явления, то, очевидно, далее будет

описана и другая и т.д. Это позволяет предварительно подготовиться к последующей информации.

- Хорошим упражнением по развитию навыков «предвидения» является остановка чтения в момент, когда, по вашему мнению, заканчивается какая-то часть текста. Попробуйте предугадать содержание следующей части.
- До начала чтения текста важно собрать о нем как можно больше информации, чтобы точнее представить, что можно получить из данного текста и как лучше работать с ним. Это помогут сделать название, автор, издательство, аннотация, оглавление, предисловие и заключение. Предварительное ознакомление с книгой перед настоящим чтением позволяет сберечь время и труд.

Как правило, предисловие пишется крупным специалистом в данной области, и поэтому излагаемая проблема показывается как бы целиком, в общем плане, без подробностей. А это позволяет лучше сориентироваться, начинать чтение, зная основную цель автора.

- Перед углубленным чтением любого текста (статьи, книги, конспекта, лекции перед экзаменом) сначала бегло просмотрите его целиком. При этом постарайтесь выявить основные стержневые идеи, наиболее крупные части и логику их изложения. Лишь после такого просмотра переходите к более детальному чтению.
- Перед чтением статьи или параграфа учебника попробуйте проделать следующее: прочитайте внимательно первый абзац, потом бегло просмотрите первые или последние фразы следующих абзацев (в них обычно содержится основная информация), обратите внимание на курсивы, разрядки, подзаголовочный текст и, наконец, внимательно прочтите один-два последних абзаца; постарайтесь выявить основное направление текста и его построение.
- Прочитав в тексте интересную идею, полезно остановить свое внимание на ней, прислушаться к тем мыслям, которые она у вас

вызвала, подумать о тех последствиях, которые из нее вытекают, попытаться развивать ее дальше.

- Существенно замедляют чтение регрессии – частые возвратные движения глаз, многократное повторное прочитывание материала. Возвратиться к уже прочитанному, но недостаточно хорошо понятому участку лучше всего, когда прочитан законченный смысловой фрагмент текста и сделана хотя бы попытка его осмысления, а не в процессе чтения предложения.
- Любой текст не однороден по своей информационной насыщенности. В некоторых предложениях, абзацах сконцентрировано очень много информации, например, формулируются основные положения, ведущие идеи и т.д., а другие служат лишь иллюстрацией, фоном. Таким образом, текст имеет «смысловой рельеф». Чем точнее читатель умеет определить степень важности каждого отрезка текста и приспособить к «смысловому барьеру» способ своего чтения (то есть замедлить и углубить в более важных местах и ускорять в менее важных), тем продуктивнее чтение. Постарайтесь гибко варьировать способ работы с текстом в соответствии с его «смысловым барьером».
- Чтобы чтение было эффективным, попробуйте по прочитанному всегда отвечать на 6 вопросов: *«Кто делает? Что делает? Когда? Почему? Где? Как?»*

Освойте технику быстрого чтения по специальной методике, например по книге О.А. Андреева, Л.Н. Хромова. Учитесь быстро читать (М., 1991).

Большое значение при чтении учебной и научной литературы имеет умение запоминать прочитанный материал, а для этого необходимо тренировать память. Существуют приемы, позволяющие тренировать память, которыми необходимо овладеть, что позволит повысить эффективность работы с учебной и научной литературой.

Тренировка памяти. В учебной деятельности важно не только, и не столько быстро читать, но и усваивать материал, сохранять в памяти. Память прекрасно тренируема и управляема. Однако, прежде чем ее развивать, подумайте, какая именно память вам нужна: на идеи, на логику изложения материала, на схемы и формулы. Это разные виды памяти и развивать их надо по-разному.

Наблюдая за собой, выясните, как вам легче запомнить информацию – если вы ее видите, слышите или записываете. В дальнейшем постарайтесь так организовать работу, чтобы максимально использовать ведущий тип своей памяти.

Если у вас хорошая **зрительная память**, то хорошо запоминаются рисунки, расположение информации на странице, цвет и т.д. помогите себе, выделяя цветными карандашами отдельные места конспекта, обводя рамками, делая значки, пометки на полях, представляя зрительно отдельные аспекты текста.

При хорошей **слуховой памяти** лучше запоминается звучащая речь. Используйте эту особенность, выделяя интонацией, тембром голоса отдельные места текста, слушая его в записи на магнитофоне, рассуждая в слух и т.д.

В случае **памяти на движение** помогает повторная сокращенная запись запоминаемого материала, например выводов, основных положений текста, рисование таблиц, графиков, схем, а при выполнении лабораторных работ лучше все потрогать и проделать самому.

Наряду с использованием ведущего типа памяти, специально позаботьтесь и о развитии отстающих, так как при многих видах профессиональной деятельности они также могут потребоваться.

Использование приемов логического, осмысленного запоминания в несколько раз повышает продуктивность деятельности. Например, при запоминании лекции, глав учебников особенно действенным является

основные аспекты содержания, но и запомнить логику – целесообразную связь отдельных частей материала.

Постарайтесь с первого курса развивать память на то, что непосредственно касается вашей будущей профессии. Это и основной круг идей данной отрасли знаний, и методы, и наиболее интересные факты, и фамилии ведущих специалистов области и т.д. при этом лучше не ждать, что запомнится само, а специально стараться запомнить нужное.

Вообще установка на запоминание, особенно длительное, положительно сказывается на прочности и точности сохранения материала в памяти. Прикажите себе запомнить надолго, а не так как нерадивый студент, спешно «набивающий» себе голову информацией непосредственно перед экзаменом с единственной целью – удержать выученное на один – два дня.

Любая информация запоминается лучше, если в ней намечены какие-то спорные моменты – ориентиры. И как по камушкам переходят реку, так и по этим ориентирам потом легче воспроизвести содержание. При запоминании текста выделяйте «смысловые опорные пункты», которые легко запоминаются, но с которыми тесно связаны целые фрагменты материала. Это может быть крылатая фраза, яркая цитата, пример, идея и т.д.

Материал запоминается непроизвольно, то есть легко и без затраты специальных усилий, если он является целью какой-либо поисковой деятельности. Например, если вы задались вопросом и нашли ответ на то, что долго искали, или нашли подтверждение гипотезы, которую вы сами выдвинули, то это запоминается само собой. Отсюда вывод – организуйте свою деятельность так, чтобы предмет запоминался, являлся целью этой деятельности. Например, ищите, выделяйте в тексте наиболее важные его положения – и они запомнятся, делите текст на части, анализируйте связи между ними – и запомнится логика текста.

При повторении курса лекций, запоминая материал по отдельным темам или даже вопросам, не забывайте повторить связь между ними.

Именно тогда в голове укладывается система знаний, которая гораздо эффективнее, чем разрозненные обрывки.

В процессе развития памяти старайтесь не использовать стихийно сложившиеся мнения, механическое зазубривание, а применяйте научно обоснованные методы сознательной и рациональной организации развития памяти и поиск новых приемов.

Предпосылкой хорошей памяти являются осознание человеком своей деятельности и разграничение информации на ту, которая решающим образом помогает скорейшему достижению своих целей, и на менее существенную информацию. Начинайте любое дело с четкой и ясной формулировки его цели; определите, какая информация может оказать решающее воздействие на ее достижение, и сконцентрируйтесь на ней.

Прочному запоминанию способствует многомодельность восприятия, то есть запоминаемый текст читается, проговаривается и прослушивается. Везде, где это возможно, постарайтесь использовать три приема (слух, зрение и чувства) обработки запоминаемой информации сразу несколько органов чувств.

Не очень осмысленную вами информацию, которую, тем не менее, надо запомнить, можно удерживать с помощью ассоциативных приемов мнемотехники, суть которых в том, что новое связывается с известным не прямо, а через цепочку дополнительных промежуточных ассоциаций (помните цвета спектра – «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан»). Везде, где трудно запомнить прямо, найдите дополнительный связующий мостик. Такими «связующими» мостиками являются буквальные «узелки» на память, завязываемые многими на носовом платке. В течение дня человек неизбежно пользуется носовым платком, а там – узелок, «напоминающий», что нужно не забыть сделать определенное дело.

Память будет работать прекрасно, если наряду с имеющимися приемами вы будете придумывать все новые, адекватные различным видам

информации. Если такая работа привычна для вас, то с каждым годом память будет становиться все более мощной и продуктивной.

3. Формы ведения записей

Самостоятельная работа с книгой может быть успешной, если текст не только прочитан, но и законспектирован. Существует несколько **форм записей**, но любая форма записи не даст нужного результата, если не будет пробуждать мысли того, кто ее ведет, если отсутствует активная работа ума и формирование своих выводов из прочитанного.

Выбор формы записи зависит от индивидуальных особенностей человека, его образованности и опыта. При этом не меньшую роль играет назначение записей, то есть то, какие задачи ставит перед собой человек (для самообразования, для выступления на семинаре, для использования в будущем).

Введение записей мобилизует наряду со зрительной памятью, также и моторную память. Кроме того, у человека, систематически ведущего записи изучаемой литературы, создается свой фонд материалов для быстрого повторения и мобилизации накопленных знаний.

Все записи должны быть убористыми и компактными. Интервалы между строками должны быть достаточными, чтобы вписывать дополнения. Рекомендуется вести записи ручкой, а карандашом или ручкой другого цвета пользоваться для отметок и выделений при последующей работе. Полезно также датировать записи.

Записи могут носить различный характер: план, выписки, тезисы, аннотирование, конспектирование, реферирование.

1. План - наиболее краткая формой записи. Это перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. План обычно раскрывает структуру произведения, логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании.

Так, составленным планом можно воспользоваться, чтобы вспомнить прочитанное или быстро отыскать в книге нужное место. Представление об основных пунктах плана дает оглавление книги, поэтому во многих случаях наименования глав и разделов можно использовать в качестве пунктов. Составление плана приучает логически мыслить, вырабатывать умение сжато и последовательно излагать суть вопроса в письменной и устной форме.

Существует два способа составления плана: работа над ним по ходу чтения и составление плана после ознакомления с произведением. При этом план получается более последовательным и стройным.

Трудность составления плана состоит в том, что надо выяснить для себя, прежде всего, построение изучаемого текста, ход мыслей автора и лишь затем изложить содержание работы кратко и ясно. При всей своей краткости план дает представление о содержании прочитанного. Следует учесть, что форма плана не исключает цитирования отдельных мест и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идеи произведения, может включать выдержки из него, схемы, таблицы. Планом, особенно развернутым, необходимо пользоваться при написании выступления или статьи.

В целом развернутый план дает гораздо большее представление о произведении, его основных идеях, Практические занятия, которые в нем решаются. Он может включать положения, замечания, собственные мысли студента.

Важно знать, что составление планов помогает вырабатывать способность к отвлеченному, абстрактному мышлению, но наибольшую пользу составление плана даст подготовленным лицам, которые бывают достаточно лишь взглянуть на перечень основных вопросов, чтобы воспроизвести содержание прочитанного.

2. Тезисы – более сложная и совершенная форма записи, чем составление плана.

Это сжатое изложение основных мыслей прочитанного произведения или подготовляемого вступления. Особенностью тезисов является их утвердительный характер.

В них сосредотачивается самое главное, только выводы и обобщения, в них меньше доказательств, иллюстрации и пояснений. Тезисы не должны повторять дословно текст, но в ряде мест могут быть близки к нему, воспроизводя некоторые характерные выражения автора, важные для понимания хода его мыслей. Составление тезисов помогает глубже понять основные идеи произведения, выделить главное в нем; приучают сжато, точно и четко сформулировать свои мысли, повышает культуру речи и письма. При составлении тезисов учитывают следующее. Прежде всего, если произведение небольшое, необходимо внимательно изучать его в целом, если большое – изучать по главам и разделам. Затем, когда будут ясны основные идеи, кратко и последовательно излагать их в виде пунктов.

Различают простые и сложные, развернутые тезисы. Если записывают только утверждение чего – либо, такой тезис называют простым, а сложным тезисом будет выражение главной мысли, содержащее, кроме утверждения, еще и краткое ее доказательство.

Часто тезисы формулируются самим автором как выводы и обобщения в заключении книги или разделах книги. Нередко тезисы выделяются в тексте другим шрифтом.

Рекомендуется делать тезисные записи своими словами, причем можно записывать один абзац за другим, учитывая смысловую связь между ними. Но в большинстве случаев следует составлять сводный тезис, сложный по форме. При этом объединяется несколько утверждений, тесно связанных между собой.

Тезисы по содержанию очень близки к **конспекту**, но конспект носит более описательный характер, и его положения не столь категоричны, как в тезисах. Кроме того, конспект представляет собой более полную форму записи.

Следует отметить, что различие между формами записей условно, но в любой форме запись – важнейшая часть самостоятельной работы с книгой.

3. Выписки. Это записи текста из книги: теоретических положений, статистических данных, имеющих по мнению читателя важное значение.

Достоинство выписок состоит в точности воспроизведения текста книги, удобстве пользования записями при последующей работе, в накоплении обобщений и фактического материала. Выписки полезны для повторения, освежения в памяти прочитанного, для быстрой мобилизации своих знаний, когда необходимо в короткий срок вспомнить материал. Выписки выделяют из текста самое главное и тем самым помогают глубже понять его. Без них трудно обойтись при подготовке доклада, реферата, выступления. Выписки следует рассматривать как составную часть тезисов и конспектов.

Выписывать текст можно и по ходу чтения и после его завершения. В последнем случае надо замечать места, которые потом будут выписаны. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей страницы. Это нужно, чтобы в последствии можно было быстро найти в книге соответствующее место. Целесообразно выписывать из текста только такие места, в которых содержится самое главное, суть вопроса. Выписки должны быть ориентированы на изучение произведения в целом, а не отдельных мест, поскольку положения, вырванные из общего контакта, понимаются нередко совсем не так, как этого хотел автор. Иначе говоря, отдельно взятые, лишённые пояснений выдержки могут быть не поняты или поняты неправильно.

Выписки бывают дословные (цитаты) и «свободные», когда мысли автора излагаются своими словами. Следует учесть, что большие отрывки, которые трудно цитировать, целесообразнее в краткой форме переложить своими словами, но «яркие» и важные места лучше выписывать дословно. Каждую цитату следует заключать в кавычки. Если ее берут из середины

предложения, то после вводных кавычек ставят три точки. Ставят их и в конце цитаты, если из предложения опущены последние слова.

Следует знать, что какого-либо единого метода выписок, годного для всех случаев, не существует, поскольку у каждого человека свои особенности мышления и восприятия, свой подход к теме. Все это влияет на содержание и характер выписок.

Выписки рекомендуется хранить в картотеке, конвертах или папках, на которых следует обозначить общую тему.

4. Аннотация – еще одна форма записи, являющаяся кратким обобщением содержания книги. Ею удобно пользоваться, если имеется намерение вернуться к изучаемому произведению. Аннотация может быть необходима и для того, чтобы не забыть о нем.

Для составления аннотации надо сначала полностью прочитать и глубоко продумать произведение. При всей своей краткости аннотация может содержать отдельные фрагменты авторского текста, а не только оценку книги или статьи.

5. Резюме очень близко к аннотации. Это запись, являющаяся краткой оценкой прочитанного материала. Различие между ними состоит в том, что аннотация сжато характеризует произведение в целом, а резюме концентрирует внимание на его выводах, главных итогах.

6. Конспект – наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspectus», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к

прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник – непереносимое правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал, и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В **текстуальном конспекте** сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект – это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из другими источниками.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками,

репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению **тематического конспекта** предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

Следующим методом самостоятельной работы с книгой является **реферирование** на определенную тему. Слово реферат употребляется в двух различных значениях:

1. Краткое изложение содержания книги, научной работы;
2. Доклад за заданную тему на основе критического образа литературных источников.

7. Реферат – это один из самых сложных видов самостоятельной работы с книгой, а для этого следует овладеть более простыми приемами работы – разработкой плана, составлением тезисов и конспектов. Подготовка реферата и выступление с его изложением углубляет знания, расширяет кругозор, приучает логически, творчески мыслить, развивать культуру речи.

При просмотре литературы намечается ориентировочный план реферата, в который включается обычно 3-4 основных вопроса или раздела. Каждом из разделов формулируются подвопросы, помогающие последовательно раскрыть содержание проблемы.

В процессе изучения материала формулировки подвопросов и разделов обычно уточняются. При реферировании следует делать выписки, записывать мысли, возникающие при чтении; следует также точно записывать и определения тех понятий, которые будут использованы в реферате. Из прочитанной литературы нужно заимствовать не буквальный текст, а важнейшие мысли, идеи, теоретические положения; можно цитировать небольшие отрывки, приводить диаграммы, схемы, чертежи, но главное – высказывать собственные соображения по вопросам реферата. Приведенные выше советы следует рассматривать как примерные, предполагающие и другие подходы, поскольку у каждого человека вырабатываются свои приемы и навыки составления рефератов. Большую помощь в работе над рефератом оказывают предисловия к монографиям и сборникам. В них можно найти сведения о цели издания, а также о существующих пробелах в исследовании.

При разработке плана реферата важно учитывать, чтобы каждый его пункт раскрывал одну из сторон избранной темы, а все пункты в совокупности охватывали тему целиком. Различают несколько композиционных решений реферата: во-первых, хронологическое, когда тема раскрывается в исторической последовательности; во-вторых, описательное, при котором тема расчленяется на составные части, в целом раскрывающие определенное явление; в-третьих, аналитическое, когда тема исследуется в ее причинно-следственных связях и взаимозависимых проблемах. Важно следить за тем, чтобы каждый пункт плана был соотнесен с главной темой и не содержал повторения в других пунктах. Важными разделами реферата является вступление и заключение. Во вступлении надо обосновать актуальность темы, обозначить круг составляющих ее проблем, четко и кратко определить задачу своей работы. В заключении делаются краткие выводы, подводятся итоги. В конце реферата должен быть приложен список литературы.

В отличие от тематического конспекта реферат требует большей творческой активности, самостоятельности в обобщении изученной литературы, умения логически стройно изложить материал, оценить различные точки зрения на исследуемую проблему и высказать о ней собственное мнение. В реферате важно связать теоретические положения с практикой.

Итак, реферат – это самостоятельное произведение автора, которое должно свидетельствовать о знании литературы по данной теме, ее основной проблематике, отражать точку зрения автора реферата на эту проблематику, его умение осмысливать явления жизни на основе теоретических знаний.

При оценке реферата обычно руководствуются следующими критериями:

1. Удалось ли его автору раскрыть сущность данной проблемы;
2. Сумел ли автор показать связь рассматриваемой проблемы с жизнью;
3. Проявил ли автор самостоятельность и творческий подход в изложении реферата;
4. Можно ли считать реферат логически стройным и т.д.

4. Как слушать и конспектировать лекции

Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Лектор излагает теоретический и практический материал, относящийся к основному курсу. Из большого числа монографий, учебников, сборников лектор выбирает самое главное, помогает усвоить логику рассуждений. Интонацией голоса и манерой изложения лектором подчеркивает наиболее существенное, выделяет главное и второстепенное.

Лектор может приводить наблюдения и факты из своего личного опыта, что придает материалу убедительность, повышает интерес к предмету лекции, способствует его усвоению.

Важно помнить, что лекция – это творческий процесс, в котором участвуют одновременно и лектор, и студенты, поэтому она требует атмосферы сотрудничества и уважительного отношения к труду лектора.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект.

Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Для наиболее важных дисциплин, вызывающих наибольшие затруднения, рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять

материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная Практическое занятие при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Большую помощь при этом может оказать конспект. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство, позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных

записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами, выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

Но вести конспект на отдельных листках или карточках более трудоемко, чем в тетради. Карточки легко рассыпать и перепутать, приходится обзаводиться ящичками для хранения карточек, возникает необходимость на каждом листке писать его порядковый номер.

Но затрата труда и времени окупается преимуществами конспектирования на карточках перед конспектом в тетради.

Рекомендуется делать такие карточки, которые помещаются в обычный почтовый конверт. Карточки удобно тасовать, менять при необходимости их последовательность, раскладывать на столе для обзора. Например, учителю истории карточки служили бы долго. Перед уроком можно взять соответствующий конверт и найти в нем материал по узловым вопросам темы, записанный еще в вузе.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Следует знать, что не существует какого-либо единого, годного для всех метода конспектирования. Каждый ведет записи так, как ему представляется наиболее целесообразным и удобным. Собственный метод складывается по мере накопления опыта, но во всех случаях надо стремиться к

тому, чтобы конспективные записи были краткими и наилучшим образом содействовали глубокому усвоению изучаемого материала. Известный отечественный педагог В.А. Сухомлинский, рекомендовал учиться думать над конспектом уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение 2 часов. Он советовал также делить конспект на две графы: в первой кратко записывать изложенные лекции, а во второй – то, над чем надо подумать; сюда же следовало заносить узловые, главные вопросы, над которыми надо подумать постоянно, связывая с этим повседневное чтение. Он подчеркивал, что узловые вопросы предмета будут программой, на основе которой припоминается весь материал.

5. Использование компьютера в процессе самостоятельной работы студентов.

Наиболее комплексный ряд заданий, выполняемых студентом в процессе учебы в вузе, развивающих самостоятельность – это написание реферативных, курсовых и дипломных работ, выполнение которых требует применения всего спектра знаний, умений и навыков, приобретенных студентом в процессе обучения. Алгоритм, методика и формы выполнения этих работ практически одинаковы, они различаются содержанием и глубиной проработанности материала. И реферат, и курсовая, и дипломная работы должны выполняться в соответствии с действующими требованиями ГОСТов.

На современном этапе никто уже не представляет себе самостоятельную работу без использования международной информационной сети – **Интернет**. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии,

периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Написание работ творческого и исследовательского характера требует знания и умения применять различные компьютерные технологии. Можно предложить следующий алгоритм работы по написанию исследовательских и творческих работ с использованием компьютера.

- Первый этап заключается в наборе материала на компьютере. Для этого необходимо, чтобы на компьютер были установлен текстовый и графический редакторы для набора текста и выполнения различных рисунков, графиков или схем. Если материал неоднородный, т.е. содержит графики, схемы, чертежи, текст, то для этих целей лучше выбрать интегрированный пакет, который позволяет совмещать различного формата файлы (например Word, PageMaker и др.). Цитаты из книг и журналов можно переснимать на сканере – удобно и быстро. Здесь как раз и понадобится база данных, которая значительно упростит работу с выбранной литературой.
- Второй этап – корректировка ошибок, недочетов. Практика показывает, что чтение с листа более привычно и корректировать удобнее файлы, имея распечатанный образец перед собой.
- Третий этап – печать начисто. Откорректированный и исправленный текст необходимо не забыть проверить на орфографию (по возможности и стилистику) перед тем, как распечатать. Чертежи лучше выводить на бумагу на графопостроителе.
- Четвертый этап – рецензия специалистов, работающих в данной области.
- Пятый этап – защита курсовых или дипломных работ на кафедре или в лаборатории. Желательно использовать презентационные компьютерные программы (например, Power point) при ответе – это увеличит наглядность доклада и использовать презентационные средства типа Proxima – проектор, позволяющий выводить на экран

содержимое дисплея. Можно также использовать телевизор вместо монитора при наличии специального блока сопряжения.

Почти на всех этапах студент работает самостоятельно. За время выполнения исследования у него развиваются:

1. Навыки и методы работы с литературой: ее анализ, отбор необходимого материала.
2. Навыки и методы работы с персональным компьютером: профессиональный набор текста, выполнение рисунков и чертежей, схем и др.
3. Исследовательские навыки и др.

Поиск в Интернете.

1. Поиск информации в Интернете лучше всего начинать с работы в **Интернет-каталоге**.

Один из наиболее полных и хорошо систематизированных каталогов в русскоязычном секторе Интернета находится на сайте www.aport.ru. Есть много других Интернет-каталогов: www.yandex.ru, www.list.ru, www.rambler.ru (русскоязычные), www.altavista.com (англоязычный) и др. Выбор каталога зависит от вкусов пользователя, степени проработанности его тематической структуры, скорости доступа к ресурсам каталога и т.д.

2. Чтобы попасть на эту страничку, вам надо вписать URL (адрес) данного сайта в адресную строку вашего Интернет-обозревателя (браузера), которая находится в верхней части окна.

3. Перед вами откроется главная страница поисковой системы, например «Апорт».

4. Находим на этой странице ссылку на подкаталог «Наука и образование» и кликаем на ней мышью. Теперь мы попадаем на следующую

страницу каталога, где пользователю предлагается выбрать интересующую его рубрику.

5. Ищем на этой странице ссылку на рубрики. Кликаем на нее. Загружается следующая страница, на которой будут ссылки на подрубрики. Под списком рубрик появятся ссылки на конкретные Интернет-ресурсы. Вы выбираете интересующий вас ресурс (при этом можно пользоваться краткой аннотацией, рейтингом популярности сайта, информацией о времени его последнего обновления) и кликаете на его ссылке. Откроется новое окно браузера, в которое будет загружен выбранный вами сайт.

Помимо **тематического поиска** в любом Интернет-каталоге есть **контекстный поиск**. Попробуем по Интернет-каталогу найти **ссылки** на газету «География».

1. Набираем в окне браузера адрес любого из русскоязычных каталогов.

2. В появившемся поисковом окне набираем целиком словосочетание, например «газета География», если система может работать со словосочетаниями, или слово «газета», а потом во втором поиске «география», если такой функции в системе не предусмотрено (www.aport.ru). Не забудьте только при втором поиске напротив поискового окна поставить галочку «Искать в найденном».

3. Через несколько секунд на экране вашего компьютера появятся первые десять или двадцать ссылок на Интернет-страницы, где поисковая система нашла указанные вами слова. При необходимости после просмотра первой порции ссылок на Интернет-ресурсы можно перейти к следующим. Ссылки на них вы найдете внизу экрана.

4. Для сохранения интересующих вас Интернет-страниц достаточно кликнуть мышкой на меню «файл» (оно находится в самой верхней части браузера) и выбрать пункт «сохранить как».

5. Появится диалоговое окно, где вам нужно будет указать папку для сохранения данной страницы, вписать имя, под которым она будет сохранена

(по умолчанию страница сохраняется под тем же именем, что она имеет в Интернете).

6. Если все указано правильно, смело нажимайте на «ОК», в противном случае выбирайте «Отмену».

Часто бывает так, что всю страницу сохранять необязательно, так как интерес вызывают лишь отдельные ее элементы. Текстовая часть страницы без графики и средств мультимедиа сохраняется как файл языка HTML. Часто имеет смысл сохранять только текст, так как любые графические объекты занимают много места на дискетах и жестких дисках компьютера.

Если вам необходимо сохранить только графические элементы страницы (рисунки, фотографии и т.д.), достаточно кликнуть на интересующей вас картинке правой клавишей мыши. Появится диалоговое окно, в котором следует выбрать пункт «Сохранить рисунок как».

Следует помнить, что вы не сможете редактировать составленные в формате HTML Интернет-страницы. В случае если вам по каким-то причинам нужно **внести** в них **правку**, дополнить своими материалами, включить в готовый текстовый документ, то нужно:

1. Выделить мышью в окне браузера необходимый фрагмент текста (весь текст выделяется после нажатия на команды меню «правка» и «выделить все»);
2. Копировать его (команда «копировать» на вкладке «Правка» / «edit»);
3. Вставить в нужный текстовый файл в программе Word (команда «Вставить» / «Paste»).

Вы также можете **распечатать** нужные вам страницы:

1. Одновременно нажмите клавиши ctrl и P или выберите команду «Печать» / «Print» на вкладке «Файл».
2. Если вам не нужно распечатывать всю страницу, то вы можете распечатать ее фрагмент. Для этого вы выделяете интересующий

участок страницы мышью, а в диалоговом окне печати, указывая диапазон печати, выберите пункт «Выделенный фрагмент».

3. Если вы хотите вернуться на предыдущую страницу, достаточно кликнуть мышкой кнопку «Назад», которая находится в левом верхнем углу окна вашего браузера. Обратный шаг можно сделать, нажав на стрелку «Вперед».

Для того чтобы в следующий раз точно попасть на нужную вам страницу Интернета, совсем не обязательно переписывать ее адрес, часто громоздкий и сложный. Достаточно всего лишь добавить ссылку на страницу в папке «Избранное» (она расположена вверху экрана, на рабочей панели браузера). Если вы хотите запомнить много страниц и к тому же систематизировать их, то направляйтесь на специальный сайт www.zakladki.ru, где вы сможете сохранить гиперссылку на любую Интернет-страницу. В этом случае вы сможете работать не только со ссылками, подобранными вами, но и другими пользователями (при условии, что доступ к ним не закрыт паролем).

Использование электронной почты

Интернет предоставляет еще одну уникальную возможность – вступить в переписку с другими пользователями глобальной компьютерной сети посредством **электронной почты** (e-mail).

В настоящий момент существует много серверов (такие, как www.mail.ru, www.hotmail.ru и др.), которые дают возможность завести бесплатный электронный почтовый ящик.

Чтобы пользоваться почтовым ящиком вам надо:

1. Зарегистрироваться на этих сайтах.
2. Внимательно изучите все условия пользования своим электронным ящиком. Помните, что многие бесплатные почтовые ящики

прекращают свое существование, если клиент к ним долгое время не обращается.

3. Не забывайте также и то, что сам электронный ящик находится у вас дома лишь виртуально. На самом деле он размещен на сервере обслуживающей вас компании, которая предоставляет вам определенный участок сервера (как правило, около 5 мб).
4. Чтобы не возникало проблем с приемом и пересылкой сообщений, не забывайте регулярно чистить свой электронный почтовый ящик, уничтожая старые сообщения или пересохраняя их на жестком диске вашего компьютера.

Чтобы пользоваться **электронной почтой**, вам необходимо уметь проделывать следующие операции:

1. Вызовите программу по отправке почтовых сообщений (например «Outlook express»).
2. Если вы хотите отправить электронное сообщение, необходимо кликнуть мышкой на кнопке «Создать сообщение» или «Написать письмо».
3. Появится окно вашего письма.
4. В строке «Кому» указывается адрес электронной почты получателя. Адрес обязательно должен включать символ @.
5. Наберите с клавиатуры компьютера электронный адрес получателя вашего сообщения, например geo@1september.ru – адрес электронного почтового ящика газеты «География».
6. В строке «Копия» указываются адреса электронной почты тех адресатов, кому вы хотите послать копию данного сообщения (поле необязательно к заполнению).
7. В строке «Тема» указывается то словосочетание, которое увидит получатель вашего сообщения еще до ознакомления с его содержанием. Часто в этой строке в кратком виде формулируют основную идею послания (например, «Привет!» или «Материал к докладу» и др.).

8. После того как заполнена шапка письма, можете переходить в основное окно, где непосредственно пишете текст вашего сообщения.

По электронной почте вы можете **переслать любой файл с вашего компьютера** любому адресату.

1. При создании письма вам следует кликнуть по виртуальной кнопке «Вложить» в верхней части экрана.
2. Появится диалоговое окно, которое позволит выбрать нужный файл (или файлы) для пересылки. Вы должны знать, что прикреплять к вашему электронному сообщению можно не только текстовые файлы, но и графические, установочные и вообще любые.
3. Когда письмо готово, еще раз проверьте, верно ли указан адрес, после чего нажимаете клавишу «Отправить». Ваше сообщение отправлено.
4. Если вы по ошибке указали несуществующий адрес или электронный ящик вашего адресата по каким-нибудь причинам не работает, то ваше сообщение через несколько минут вернется обратно с уведомлением о существующих проблемах пересылки.

Для прочтения той почты, которая приходит к вам, необходимо:

1. Открыть папку «Входящие» вашей почтовой программы. Кликните мышкой на ссылке «Входящие».
2. Перед вами появится окно с обратными адресами, темами и сроками прихода всех неудаленных писем, которые пришли на ваш электронный адрес.
3. Чтобы прочесть письмо, достаточно кликнуть на его заголовке. Перед вами откроется окно с содержанием данного письма.
4. Вы можете ответить на это письмо, кликнув по ссылке «ответить». В этом случае компьютер автоматически заполнит строку с адресом, вписав туда адрес, с которого вам пришло это письмо. Весь текст исходного письма отобразится в основном окне и станет доступен для редактирования и дополнения.

5. Чтобы сохранить на своем компьютере пришедший к вам вложенный файл (письма с вложенными файлами помечены символом скрепки), надо открыть это письмо. Если вложен графический файл, он будет открыт в основном окне сообщения. В том случае, если прикрепленный файл имеет какой-либо другой формат, то, нажав на скрепку, вы можете ознакомиться с именами и форматом приложенных файлов. Эти файлы можно открыть, кликнув на них мышью, а можно сохранить, не открывая, выбрав пункт «сохранить вложения» из нисходящего списка под изображением скрепки.

При необходимости вы можете **переслать пришедшее вам письмо** другому адресату по вашему выбору, для этого надо кликнуть правой клавишей мыши по ссылке на это сообщение в окне «Входящие» и выбрать из нисходящего списка команду «Переслать».

6. Подготовка к экзаменам и зачетам

Экзаменационная сессия – очень тяжелый период работы для студентов и ответственный труд для преподавателей. Главная Практическое занятие экзаменов – проверка качества усвоения содержания дисциплины.

На основе такой проверки оценивается учебная работа не только студентов, но и преподавателей: по результатам экзаменов можно судить и о качестве всего учебного процесса. При подготовке к экзамену студенты повторяют материал курсов, которые они слушали и изучали в течение семестра, обобщают полученные знания, выделяют главное в предмете, воспроизводят общую картину для того, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины.

Экзаменам, как правило, предшествует сдача зачетов. К экзаменам допускаются только те студенты, которые сдали зачеты.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программы курса и конспект, которые указывают, что в курсе наиболее важно. Основной материал должен прорабатываться по учебнику, поскольку конспекта недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть проработан в течение семестра, а перед экзаменом важно сосредоточить внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением в памяти его краткого содержания в логической последовательности.

До экзамена обычно проводится консультация, но она не может возместить отсутствия систематической работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает лишь ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы. Польза от консультации будет только в том случае, если студент до нее проработает весь материал. Надо учиться задавать вопросы, вырабатывать привычку пользоваться справочниками, энциклопедиями, а не быть на иждивении у преподавателей, который не всегда может тут же, «с ходу» назвать какой-либо факт, имя, событие.

На экзамене нужно показать не только знание предмета, но и умение логически связно построить устный ответ.

Получив билет, надо вдуматься в поставленные вопросы для того, чтобы правильно понять их. Нередко студент отвечает не на тот вопрос, который поставлен, или в простом вопросе ищет скрытого смысла. Не поняв вопроса и не обдумав план ответа, не следует начинать писать. Конспект своего ответа надо рассматривать как план краткого сообщения на данную тему и составлять ответ нужно кратко. При этом необходимо показать умение выражать мысль четко и доходчиво.

Отвечать нужно спокойно, четко, продуманно, без торопливости, придерживаясь записи своего ответа.

На экзаменах студент показывает не только свои знания, но и учится владеть собой. После ответа на билет могут следовать вопросы, которые

имеют целью выяснить понимание других разделов курса, не вошедших в билет. Как правило, на них можно ответить кратко, достаточно показать знание сути вопроса. Часто студенты при ответе на дополнительные вопросы проявляют поспешность: не поняв смысла того, что у них спрашивают, начинают отвечать и нередко говорят не по сути.

Студент должен знать, что на экзамене осуществляется не только контроль и выставляется оценка, но это еще и дополнительная возможность, систематизация знаний. Если говорить о сверхзадаче экзаменатора, то она состоит в уяснении не только и не столько того, что студент выучил, сколько того, чему он научился и что останется у него после экзамена, поскольку этот остаток будет характеризовать образовательный уровень студента.

Следует помнить, что необходимым условием правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, поэтому подготовка к экзаменам не должна быть в ущерб сну. Установлено, что сильное эмоциональное напряжение во время экзаменов неблагоприятно отражается на нервной системе и многие студенты из-за волнений не спят ночи перед экзаменами. Обычно в сессию студенту не до болезни, так как весь организм озабочен одним - сдать экзамены. Но это еще не значит, что последствия неправильно организованного труда и чрезмерной занятости не скажутся потом. Поэтому каждый студент помнить о важности рационального распорядка рабочего дня и о своевременности снятия или уменьшения умственного напряжения.

Рекомендуемая литература

1. Борикина Л.В., Виноградова Н.А. Пишем реферат, доклад, выпускную квалификационную работу: Учеб. пособ. М., 2000.
2. Виноградова Н.А. Методические рекомендации по выполнению письменных работ. М., 1999.
3. Гарунов М.Г., Пидкасистый П.И. Самостоятельная работа студентов. М., 1978.
4. Демидова А.К. Пособие по русскому языку: научный стиль. Оформление научной работы. М., 1991.
5. Самостоятельная познавательная деятельность студента: методическое пособие / Сост. Е.В. Гребенникова. М., 2002.
6. Соловьева Н.Н. Основы подготовки к научной деятельности и оформление ее результатов (для студентов и аспирантов). М., 2000.
7. Соловьева Н.Н. Учусь общаться: читаю, слушаю, говорю, пишу: Учеб. пособ. по культуре речи и речевому общению. М., 1996.
8. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе. М., 2002.
9. Загашев И.О., Заир — Бек С.И. Критическое мышление: технологии развития. Спб, 2003.- 284 с.