

**ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ  
«КЛИЕНТ МЭК 61850»**

**Руководство пользователя**

На 74 листах

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЭВМ .....</b>	<b>3</b>
1.1. Общие сведения .....	3
1.2. Термины, сокращения и определения .....	3
1.3. Перечень эксплуатационной документации .....	4
<b>2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ .....</b>	<b>5</b>
2.1. Назначение .....	5
2.2. Условия применения .....	5
<b>3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. КЛИЕНТ МЭК 61850 .....</b>	<b>7</b>
4.1. Чтение конфигурационного файла .....	7
4.1.1. Интеллектуальное электронное устройство .....	9
4.1.2. Модель данных .....	10
4.1.2.1. Логическое устройство .....	10
4.1.2.2. Логический узел .....	11
4.1.2.3. Объекты данных .....	12
4.1.2.4. Атрибуты данных .....	13
4.1.3. Наборы данных .....	17
4.1.4. Отчёты .....	18
4.1.5. GOOSE .....	23
4.1.6. МЭК 60870 .....	25
4.1.7. Модели управления .....	28
4.1. Получение данных от ИЭУ .....	30
4.2. Передача данных .....	31
4.3. Телеуправление .....	33
4.3.1. Direct control .....	33
4.3.2. SBO with normal security .....	34
4.3.3. Direct control with enhanced security .....	36
4.3.4. Select before operate (SBO) with enhanced security .....	38
4.4. Лог файл .....	41
<b>5. КОМАНДНАЯ УТИЛИТА NMI .....</b>	<b>45</b>
5.1. Назначение .....	45
5.2. Запуск .....	45
5.3. Описание интерфейса программы .....	45
5.4. Описание команд .....	46
5.4.1. Связь с ИЭУ .....	47
5.4.2. Чтение данных с ИЭУ .....	48
5.4.3. Запись данных .....	50
5.4.4. Наборы данных .....	50
5.4.5. Отчёты .....	51
5.4.6. Группы уставок .....	56
5.4.7. Управление .....	57
5.4.8. GOOSE .....	63
5.4.9. Модель .....	64
5.4.10. Time Quality .....	65
5.4.11. Файлы .....	66
5.4.12. Список всех команд .....	67
5.5. Список ошибок .....	68

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЭВМ

### 1.1. Общие сведения

«Клиент МЭК 61850» представляет собой программу для ЭВМ (ПЭВМ), состоящую из набора компонентов: исполняемого файла, конфигурационного файла и файла лицензии.

Основными исполняемыми файлами программы являются «IEDConvWin.exe» для ОС Windows, и «IEDConvLin.out»/«IEDConvArm.out» для ОС Linux. Они обеспечивают телеуправление, сбор данных телесигнализации и телеизмерений с интеллектуальных электронных устройств SA-систем, основанных на стандартах цифровой подстанции согласно МЭК 61850.

Данное руководство пользователя описывает принципы и конкретику работы с программой «Клиент МЭК 61850», а также с командной компонентой «HMI», выступающей в роли управляющей утилиты, с помощью которой можно выполнять мониторинг работы ПЭВМ в реальном времени, просматривать через ПЭВМ отдельные значения объектов устройств, следить и управлять состояниями ИЭУ, формировать и отправлять команды в устройства, скачивать файлы, выполнять сервисные функции.

Уровень подготовки пользователей для работы с ПЭВМ требует профессиональных знаний в предметной области (в частности знаний стандарта МЭК 61850 и МЭК 60870-5-104) и навыки работы с ОС Windows и Linux.

### 1.2. Термины, сокращения и определения

Таблица 1 – Термины и обозначения

Термин (сокращение)	Определение
ИЭУ / IED	Интеллектуальное электронное устройство (Intelligent Electronic Device)
XML	Расширяемый язык разметки (eXtensible Markup Language)
ПЭВМ	Программа для ЭВМ
ЧМИ / HMI	Человеко-машинный интерфейс (Human-machine interface)
ОИК / ПТК	Оперативный информационный комплекс / Программно-технический комплекс
SCADA	Система диспетчерского управления и сбора данных (Supervisory Control And Data Acquisition)
SA	Автоматизация подстанций (substation automation)
МЭК	Международная электротехническая комиссия
MMS	Протокол передачи данных по технологии «клиент-сервер» (Manufacturing Message Specification)
FC	Функциональная связь (Functional Constraint)
GI	Принудительный опрос (General Interrogation)
RCB	Блок управления отчётом (Report Control Block)
SAP	Коммуникационная точка доступа логического устройства (Server Access Point)
URCB	Блок управления небуферизованными отчётами (Unbuffered Report Control Block)

Термин (сокращение)	Определение
BRCB	Блок управления буферизованными отчетами (Buffered Report Control Block)
GOOSE	Общее объектно-ориентированное событие на подстанции (Generic Object-Oriented Substation Event)
goCB	Блок управления GOOSE сообщениями (goose control block)
SGCB	Блок управления Setting groups
SCL	Язык описания конфигурации для связи между ИЭУ на электрических подстанциях (Substation Configuration description Language)
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
COT	Причина передачи в МЭК 60870 (The Event Playback Cause of Transmission)
S/E	Значение двухэтапной записи в МЭК 60870. Соответствующая команда посылается в устройство с помощью функции «выбрать и выполнить» (Select/Execute).
ТС	Телесигналы
ТИ	Телеизмерения
SCD	Описание конфигурации подстанции (Substation Configuration Description)
ICD	Описание возможностей ИЭУ (IED Capability Description)
CID	Описание сконфигурированного ИЭУ (Configured IED Description)

### 1.3. Перечень эксплуатационной документации

Настоящий документ входит в состав комплекта эксплуатационной документации, включающего следующие документы:

- ПЭВМ «Клиент МЭК 61850. Описание программы для ЭВМ»;
- ПЭВМ «Клиент МЭК 61850. Руководство по установке»;
- ПЭВМ «Клиент МЭК 61850. Руководство администратора».

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

### 2.1. Назначение

Программа «Клиент МЭК 61850» является одной из серверных программ ОИК «СИСТЕЛ», предназначенной для ввода информации в SCADA системы, непосредственно не поддерживающие протоколы стандарта МЭК 61850. В терминах самого стандарта ПЭВМ является клиентом МЭК 61850.

Программа «Клиент МЭК 61850» осуществляет сбор данных телесигнализации и телеизмерений с интеллектуальных электронных устройств по протоколам MMS и GOOSE (стандарт МЭК 61850), а также обеспечивает удаленное управление ИЭУ цифровыми командами телеуправления. Организацию взаимодействия систем верхнего уровня автоматизации с множеством устройств, использующих для связи МЭК 61850, ПЭВМ осуществляет посредством преобразования полученных данных в кадры протокола МЭК 60870-5-104 и последующей передачей их по одному или нескольким направлениям верхнего уровня.

Общая схема работы ПЭВМ в энергосистеме представлена на рисунке 2.1.

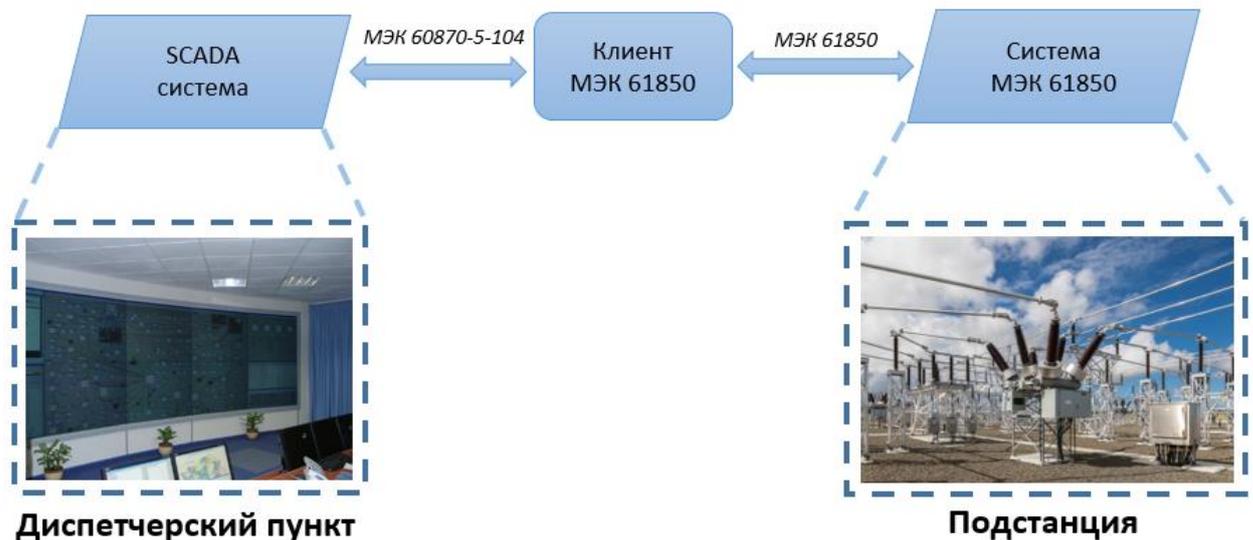


Рисунок 2.1 – Схема работы ПЭВМ

### 2.2. Условия применения

Рекомендуемые характеристики ПК/устройства для работы программы приведены в таблице Таблица 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые характеристики компьютера

№	Параметр	Значение
1	Процессор	Тактовая частота – не менее 4 ГГц; Число ядер – 4 и более
2	Память	1 Гб и более
3	Количество портов Ethernet	1 и более

### 3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Подготовка к работе программы «Клиент МЭК 61850» включает в себя несколько задач:

1. Анализ требований и подбор аппаратного обеспечения. Проведите обзор и убедитесь в совместимости ПЭВМ с необходимым для её запуска оборудованием: процессоры, оперативная память, сетевые интерфейсы, коммутационное оборудование, маршрутизаторы, коммутаторы и др.
2. Установка программного окружения. Установите и настройте программное обеспечение, необходимое для работы программы "Клиент МЭК 61850": ОС, все обязательные компоненты ПЭВМ, компоненты командной утилиты «NMI», сервер синхронизации времени, программу «Конфигуратор клиентского и серверного программного обеспечения МЭК 61850».
3. Настройка сети. Убедитесь, что сеть настроена для соответствия требованиям ПЭВМ, включая правильные IP-адреса, настройки маршрутизации и наличие необходимых служб и протоколов.

Данные процедуры относятся к компетенции системного администратора. Подробные инструкции по установке и настройке, а также программные и аппаратные требования содержатся в эксплуатационной документации «Руководство администратора» и «Руководство по установке». В данных документах также описывается и процесс запуска программы.

## 4. КЛИЕНТ МЭК 61850

Работу ПЭВМ можно разделить на несколько блоков.

- 1 БЛОК – Загрузка данных конфигурации программы посредством чтения конфигурационного файла.
- 2 БЛОК – Подписка на отчёты и GOOSE сообщения, получение данных от ИЭУ по протоколам MMS и GOOSE.
- 3 БЛОК – Конвертация и передача полученных данных на верхний уровень по протоколу МЭК 60870-5-104.
- 4 БЛОК – Реализация телеуправления ИЭУ посредством МЭК 60870.

### 4.1. Чтение конфигурационного файла

Конфигурационный файл программы "Клиент МЭК 61850" содержит параметры и настройки, которые определяют поведение и работу программы. ПЭВМ зачитывает конфигурационный файл сразу после запуска.

Конфигурационный файл подготавливается заранее специализированным ПО «Конфигуратор клиентского и серверного программного обеспечения МЭК 61850». Подробная инструкция по проектированию и созданию файла описана в эксплуатационной документации «ПЭВМ Конфигуратор клиентского и серверного программного обеспечения МЭК 61850. Руководство пользователя».

Наименование конфигурационного файла задано как «MMSTo104.xml». Конфигурационный файл формируется на основе SCL файлов интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ), с которыми будет взаимодействовать ПЭВМ (рисунок 4.1).

```

<MMS>
  <Client104>
    <ConnectedAP iedName = "ED2_REF_IED">
    <ConnectedAP iedName = "ED2_IED2">
    <ConnectedAP iedName = "ED2_IED3">
      <Address>
      <ReportSettings cbName="Conf" datSet="Conf" rptID="Conf" optFields="Conf" bufTime="Conf" trgOps="Conf"
      <GSESettings appID="Conf" dataLabel="Dyn" cbName="Conf" datSet="Conf"></GSESettings>
      <LDevice inst="LD1" desc="">
      <Report Ref = "ED2_IED3LD1/LLN0.BR.BRCB GGIO1" enable="0" name="BRCB GGIO1" rptID="BRCB GGIO1 RptIDzz"
      <Report Ref = "ED2_IED3LD1/LLN0.RP.URCB GGIO2" enable="0" name="URCB GGIO2" rptID="URCB GGIO2 RptID" b

    </ConnectedAP>
    <ConnectedAP iedName = "ED2_IED5">
    <GooseInterface>eth0</GooseInterface>
    <GooseSubscribing>
    <DataTypeTemplates>
    <Communication>
  </MMS>

```

Рисунок 4.1 – Пример содержимого конфигурационного файла

Файлы SCL (Substation Configuration Language) являются частью стандарта МЭК 61850 и используются в системах автоматизации подстанций для определения конфигурации и свойства IED устройств (Intelligent Electronic Devices), с которыми программа «Клиент МЭК 61850» будет взаимодействовать. SCL файлы содержат информацию о структуре и конфигурации подстанции, включая:

- физические устройства и их параметры;
- логические устройства;

- логические узлы;
- привязки между логическими и физическими устройствами;
- типы данных и свойства (LNodeType, DOType, DAType, EnumType).

Из этих и других параметров строится так называемая объектная информационная модель интеллектуального электронного устройства (рисунок 4.2).

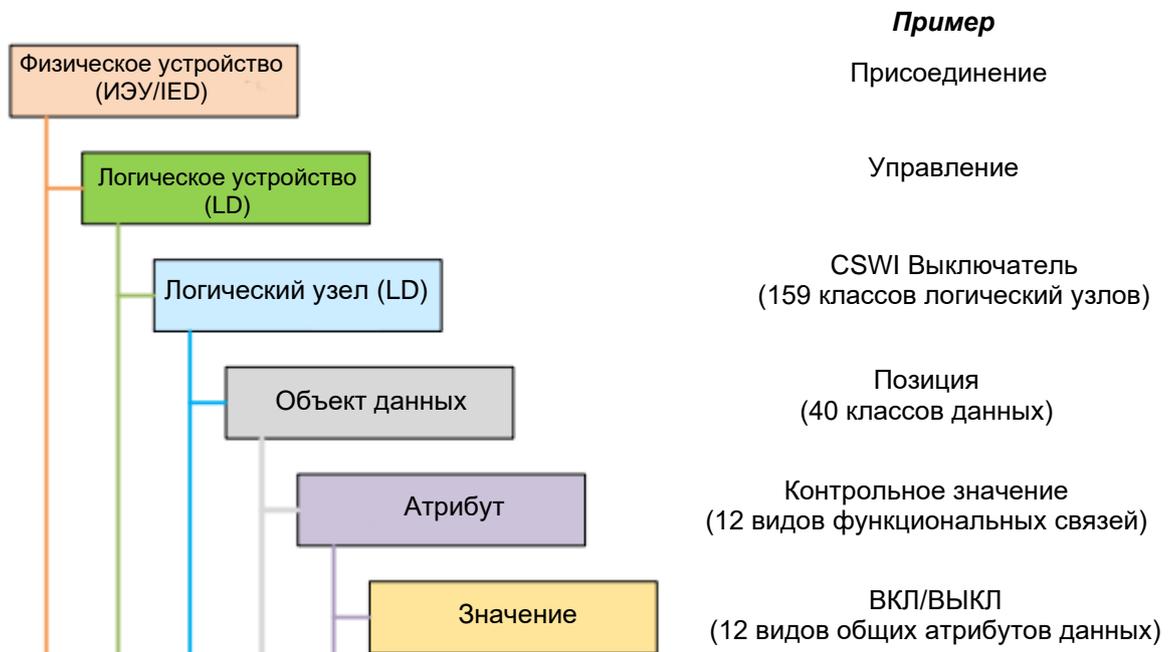


Рисунок 4.2 – Информационная модель ИЭУ МЭК 61850

Информационная модель является одной из главных составляющих стандарта МЭК 61850. Она обеспечивает единое понимание структуры цифрового объекта электроэнергетики на концептуальном уровне. Конфигурационный SCL файл ИЭУ в свою очередь является формализованным представлением виртуальных абстрактных данных и сервисов, описанных информационной моделью (рисунок 4.3).

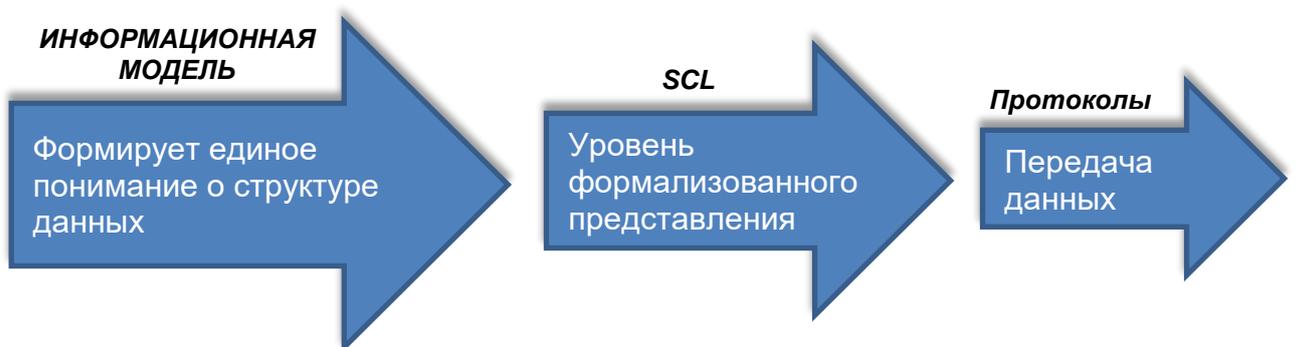


Рисунок 4.3 – Составляющие стандарта МЭК 61850 и их роли

Язык описания цифровой подстанции SCL основан на расширяемом языке разметки XML. И также как и SCL файлы, файл конфигурации ПЭВМ имеет XML структуру, которая подразумевает, что он состоит из различных блоков - тегов и атрибутов, описывающих различные аспекты конфигурации программы. Чтение конфигурационного файла происходит по шагам, где каждый блок параметров и

его значения считываются последовательно и используются для настройки ПЭВМ.

Содержимое конфигурационного файла можно разделить на несколько блоков:

- список физических устройств и параметры подключения к ним (наименование устройств, адреса, порты, селекторы и др.);
- описание информационной объектной модели данных всех ИЭУ (эта часть совпадает с аналогичной секцией в scl файле устройства);
- доступные данные и сервисы их передачи: наборы данных, подписка на отчёты, настройки передачи данных;
- конвертация данных в МЭК 60870-5-104: сопоставление ссылок на объекты информационной модели и адресов в МЭК 60870;
- настройка подписки на GOOSE сообщения, сопоставление адресов данных в GOOSE и МЭК 60870
- список и настройки команд телеуправления
- настройки клиента МЭК 60870

#### 4.1.1. Интеллектуальное электронное устройство

Под интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ) понимаются устройства релейной защиты, автоматики, телемеханики, измерительные устройства и другие, обеспечивающие реализацию стандартов цифровой подстанции согласно МЭК 61850. Именно с ИЭУ взаимодействует программа «Клиент МЭК 61850»: осуществляет подключение, чтение данных, управление, реакции на события и другое.

Элементы конфигурационного файла описывающие ИЭУ представлены в таблице 3 и на рисунке 4.4.

```
<ConnectedAP iedName = "ENIP_132">
  <Address>
    <IED_IP>172.16.50.132</IED_IP>
    <IED_PORT>102</IED_PORT>
    <Use>1</Use>
  </Address>
```

Рисунок 4.4 – Секция описание ИЭУ

Таблица 3 – Описание секции <ConnectedAP> - <Address>

Тэги и атрибуты		Описание
<Connected AP>		интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ)
iedName	Имя ИЭУ	
<Address>		параметры связи с устройством
<IED_IP>		ip-адрес ИЭУ
<IED_PORT>		порт подключения ИЭУ
<Use>		флаг работы с данным ИЭУ (вкл / выкл)

Помимо параметров связи ИЭУ, конфигурация описывает дополнительные параметры OSI-модели (рисунок 4.5, таблица 4).

```

<Communication>
  <ConnectedAP iedName="ENIP_132" apName="APN">
    <Address>
      <P type="OSI-AP-Title">1,1,999,1,1</P>
      <P type="OSI-AE-Qualifier">12</P>
      <P type="OSI-PSEL">00000001</P>
      <P type="OSI-SSEL">0001</P>
      <P type="OSI-TSEL">0001</P>
    </Address>
  </ConnectedAP>
</Communication>

```

Рисунок 4.5 – Секция описание параметров OSI модели

Таблица 4 – Описание секции <Communication>

Тэги и атрибуты		Описание
<Communication>		
<Connected AP>		интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ)
iedName	имя ИЭУ	
apName	имя точки доступа	
<Address>		общие параметры OSI
<P>		параметр
type= "OSI-AP-Title"	Application Process (AP) Title для OSI-связи	
type="OSI-AE_qualifier"	Application Entity (AE) Qualifier для OSI-связи	
type= "OSI-PSEL "	селектор уровня представления в рамках протокола OSI	
type= "OSI-SSEL"	селектор сеансового уровня в рамках протокола OSI	
type= "OSI-TSEL"	селектор транспортного уровня в рамках протокола OSI	

#### 4.1.2. Модель данных

Информационная модель данных устройства описывается совокупностью логических узлов, объектов и атрибутов данных. В конфигурационном файле блок модели данных описывается множеством тэгов, представляющих секции логических устройств, логических узлов и типов данных.

##### 4.1.2.1. Логическое устройство

*Логическое устройство* (LD) предназначено для группировки логических узлов по их функциональному назначению. Его модель позволяет одному физическому устройству функционировать в качестве различных устройств.

Родительским элементом для логического устройства в конфигурационном файле выступает <ConnectedAP> (описан в таблице 3).

На рисунке 4.6 представлены примеры описания логических устройств ИЭУ в XML структуре конфигурационного файла.

```

<LDevice inst="LD1" desc="">
<LDevice inst="MAXLD Padding Padding Padding Padding Padding" desc="description">
<LDevice inst="LDinst" desc="">
```

Рисунок 4.6 – Логические устройства в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание элемента <LDevice>

Тэги и атрибуты		Описание
<LDevice>		логическое устройство ИЭУ
inst	экземпляр устройства, уникальное наименование	
desc	описание логического устройства, информация о назначении или функциональности устройства	

#### 4.1.2.2. Логический узел

*Логический узел (LN)* представляет собой одну конкретную (из составных) функцию устройства и является наименьшим элементом, способным обмениваться данными.

Родительским элементом для логического узла в конфигурационном файле выступает <LDevice> (описан в таблице 5).

На рисунке 4.7 представлен пример описания логических узлов экземпляра логического устройства ИЭУ в XML структуре конфигурационного файла.

```

<LDevice inst="MAXLD Padding Padding Padding Padding Padding Padding" desc="description">
  <LN lnClass="LLNO" inst="" lnType="LLNO_TYPE1" prefix="" desc="" fullName="LLNO">
  <LN lnClass="LPHD" inst="1" lnType="LPHD_TYPE" prefix="" desc="" fullName="LPHD1"></LN>
  <LN lnClass="MMXU" inst="01" lnType="MMXU_max" prefix="MAX Pref" desc="" fullName="MAX PrefMMXU01">
  <LN lnClass="GGIO" inst="10000" lnType="GGIO_TYPE1" prefix="MaxPref" desc="" fullName="MaxPrefGGIO10000"></LN>
  <LN lnClass="ANCR" inst="10000" lnType="ANCR_TYPE_MAX" prefix="MaxPref" desc="" fullName="MaxPrefANCR10000"></LN>
</LDevice>
```

Рисунок 4.7 – Логические узлы в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Описание элемента <LN>

Тэги и атрибуты		Описание
<LN>		логический узел
lnClass	Класс логического узла - определяет функции, которые выполняет данный узел	
inst	экземпляр логического узла в рамках логического устройства	
lnType	определяет тип логического узла, используя заранее определенные типы, которые описывают функции и	

	объекты данных, связанные с узлом (<DataTypeTemplates>)	
prefix	префикс для имени узла, может использоваться для дополнительной идентификации узла	
desc	описание логического узла, информация о назначении или функциональности узла	
fullName	полное имя логического узла, состоящее из имени класса, префикса и номера экземпляра	

### 4.1.2.3. Объекты данных

Логический узел состоит из свойств, называемых объектами данных. *Объекты данных* (DO/ DATA) — это составляющие логического узла, представляющие собой прикладные объекты на подстанции. Они могут включать в себя как атрибуты, так и другие объекты данных.

Объекты данных описываются в конфигурационном файле в секции типов данных <DataTypeTemplates> в элементе, отвечающем за тип логического узла <LNNodeType> (рисунок 4.8). Связка осуществляется по атрибуту id (InType в <LN>).

```
<DataTypeTemplates>
  <LNNodeType id="LLNO_TYPE" lnClass="LLNO" iedType="" desc="">
    <DO name = "NamPlt" type="LPL" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "Beh" type="ENS" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "Health" type="ENS1" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "Mod" type="ENC" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "LocKey" type="SPS" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "Loc" type="SPS" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "LocSta" type="SPC" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "Diag" type="SPC" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "LEDRs" type="SPC" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "GrRef" type="ORG" transient="false" desc=""></DO>
    <DO name = "MltLev" type="SPG" transient="false" desc=""></DO>
  </LNNodeType>
  <LNNodeType id="LPHD TYPE" lnClass="LPHD" iedType="" desc="">
  <LNNodeType id="ANCR TYPE" lnClass="ANCR" iedType="" desc="">
```

Рисунок 4.8 – Описание объектов данных логического узла в конфигурационном файле ПЭВМ в зависимости от типа узла

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Описание элементов <DataTypeTemplates>, <LNNodeType>, <DO>

Тэги и атрибуты		Описание
<DataTypeTemplates>		определяет шаблоны типов данных, которые затем применяются к различному оборудованию и функциям подстанции
<LNNodeType>		Тип логического узла
id	Идентификатор типа логического	

		узла	
iedType		модель или тип ИЭУ, которому соответствует данный тип логического узла	
desc		Описание типа логического узла	
<DO>			объект данных
name		Имя объекта данных	
type		Тип объекта данных	
transient		указывает, является ли объект данных временным	
desc		Описание объекта данных	

В объектно-ориентированной модели стандарта логические узлы типизированы классами данных (Data Class). В зависимости от класса логического узла он содержит в себе определенные наборы объектов данных. А объекты данных в свою очередь также сгруппированы по типам, называемым классами общих данных (Common Data Classes). Пример логического узла класса XCBR и входящих в него объектов данных различных CDC классов представлен на рисунке 4.9.

XCBR			
Data Object	Explanation	CDC	Mandatory
<i>Basic LN</i>			
Mod	Mode	INC	M
Beh	Behavior	INS	M
Health	Health	INS	M
NamePlt	Name Plate	LPL	
Loc	Local operation, not remote	SPS	
EEHealth	External equipment health	INS	
EEName	External equipment name plate	DPL	
NamPlt	Name Plate	LPL	
OpCnt	Operation counter	INS	M
<i>Controls</i>			
Pos	Switch position	DPC	M
BlkOpn	Block opening	SPC	M
BlkCls	Block closing	SPC	M
ChaMotEna	Charger motor enable	SPC	
<i>Measures</i>			
SumSwARs	Sum of switched amperes, resetable	BCR	
<i>Status</i>			
CBOpCap	Circuit breaker operating capability	INS	M
POWCap	Point on wave switching capability	INS	
MaxOpCap	Operating capability when fully charged	INS	

} common to all logical nodes  
→ Pos is a DATA of Logical Node XCBR

Рисунок 4.9 – Описание узла и объектов данных класса XCBR

#### 4.1.2.4. Атрибуты данных

Каждый класс объектов данных имеет набор атрибутов. *Атрибуты данных* (DA) определяют свойства объекта данных, например, номинальное напряжение, номинальный ток или состояние. Объекты и атрибуты организованы в иерархическую структуру: объекты более высокого уровня представляют оборудование, а объекты более низкого уровня представляют функции или точки данных внутри этого оборудования.

На рисунке 4.10 показаны атрибуты объекта данных класса SPS.

Single Point Setting (SPS) class					
Attribute	Attribute Type	FC	TrgOp	Value/Value Range	M/O/C
<i>status</i>					
stVal	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE   FALSE	M
q	Quality	ST	qchg		M
t	TimeStamp	ST			M
<i>substitution</i>					
subEna	BOOLEAN	SV		TRUE   FALSE	PICS_SUBST
subVal	BOOLEAN	SV			PICS_SUBST
subQ	Quality	SV			PICS_SUBST
subID	VISIBLE STRING64	SV			PICS_SUBST
<i>configuration, description and extension</i>					
d	VISIBLE STRING255	DC	Text		O
dU	UNICODE STRING255	DC			O
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLN_M

Рисунок 4.10 – Описание атрибутов данных класса SPS

Атрибуты данных описываются в конфигурационном файле в секции типов данных <DataTypeTemplates> в элементе, отвечающем за тип объекта данных <DOType> (рисунок 4.11). Связка осуществляется по атрибуту id (type в <DO>).

```
<DOType id="SPS" iedType="" cdc="SPS">
  <DA name = "stVal" fc="ST" bType="BOOLEAN" dchg="1" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "q" fc="ST" bType="Quality" dchg="0" dupd="0" qchg="1" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "t" fc="ST" bType="TimeStamp" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "subEna" fc="SV" bType="BOOLEAN" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "subQ" fc="SV" bType="Quality" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "subID" fc="SV" bType="VisString64" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "blkEna" fc="BL" bType="BOOLEAN" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "subVal" fc="SV" bType="BOOLEAN" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "d" fc="DC" bType="VisString255" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "d_test" fc="DC" bType="VisString255" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "dU" fc="DC" bType="Unicode255" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
  <DA name = "dU_test" fc="DC" bType="Unicode255" dchg="0" dupd="0" qchg="0" type="" count="0" valKind="Set"></DA>
</DOType>
```

Рисунок 4.11 – Описание атрибутов объекта данных в конфигурационном файле ПЭВМ в зависимости от типа объекта данных

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 8. Родительским элементом блока является <DataTypeTemplates> (описан в таблице 7).

Таблица 8 – Описание элементов <DOType>, <DA>

Тэги и атрибуты		Описание
<DOType>		тип объекта данных
id	Идентификатор типа объекта данных	
iedType	Модель или тип ИЭУ	
cdc	Класс объекта данных	
<SDO>		подструктура объекта данных – объект данных, вложенный в другой объект данных
name	Имя объекта данных	
type	Тип объекта данных	
count	Число или ссылка на атрибут,	

		определяющие количество элементов массива, если этот объект имеет тип ARRAY		
<b>&lt;DA&gt;</b>			атрибут данных	
		name		Имя атрибута данных
		fc		Функциониальная связь
		bType		базовый тип атрибута данных
		dchg		Флаг, разрешающий изменение данных
		dupd		Флаг, разрешающий обновление данных
		qchg		Флаг, разрешающий изменение качества
		type		Тип атрибута данных
		count		Число или ссылка на атрибут, определяющие количество элементов массива, если этот атрибут имеет тип ARRAY
valKind	Определяет, как должно интерпретироваться значение атрибута, если оно задано			

Атрибуты данных содержат в себе фактические данные и являются производными от типов, определенных стандартом. В простейшем случае тип атрибута данных — это базовый тип, например INT, FLOAT или BOOLEAN. Но также атрибуты могут быть вложенными или иметь сложные предопределенные типы, или, например, индивидуальные перечисления (enumerations). На рисунке 4.12 представлены примеры сложных атрибутов типа «Vector» и «Analog Value», а также составляющие его атрибуты базовых типов INT и FLOAT.

Vector Type Definition			
Attribute Name	Attribute Type	Value/Value Range	M/O/C
mag	AnalogueValue		M
ang	AnalogueValue		O

AnalogueValue Type Definition			
Attribute Name	Attribute Type	Value/Value Range	M/O/C
i	INT32		integer value GC_1
f	FLOAT32		floating point value GC_1

Рисунок 4.12 – Описание типов атрибутов «Vector» и «Analog Value»

Типы атрибутов данных и базовые атрибуты описываются в конфигурационном файле в секции типов данных <DataTypeTemplates> в элементе, отвечающем за тип атрибута данных <DAType> (рисунок 4.13). Связка осуществляется по параметру id (type в <DA>).

```
<DataType id="RangeConfig">
<DataType id="Vector">
  <BDA name = "mag" bType="Struct" type="AnalogueValue" count="0"></BDA>
  <BDA name = "ang" bType="Struct" type="AnalogueValue" count="0"></BDA>
</DataType>
<DataType id="SBOwINT32">
```

Рисунок 4.13 – Описание базовых атрибутов данных в конфигурационном файле ПЭВМ в зависимости от типа атрибута данных

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 9. Родительским элементом блока является <DataTypeTemplates> (описан в таблице 7).

Таблица 9 – Описание элементов <DataType>, <BDA>

Тэги и атрибуты		Описание								
<DataType> <table border="1" data-bbox="284 813 1026 853"> <tr> <td>id</td> <td>идентификатор типа атрибута данных</td> </tr> </table>		id	идентификатор типа атрибута данных	тип атрибута данных						
id	идентификатор типа атрибута данных									
<BDA> <table border="1" data-bbox="341 891 1026 1155"> <tr> <td>name</td> <td>имя объекта данных</td> </tr> <tr> <td>bType</td> <td>базовый тип атрибута данных</td> </tr> <tr> <td>type</td> <td>тип атрибута данных</td> </tr> <tr> <td>count</td> <td>число или ссылка на атрибут, определяющие количество элементов массива, если этот объект имеет тип ARRAY</td> </tr> </table>		name	имя объекта данных	bType	базовый тип атрибута данных	type	тип атрибута данных	count	число или ссылка на атрибут, определяющие количество элементов массива, если этот объект имеет тип ARRAY	базовый атрибут данных
name	имя объекта данных									
bType	базовый тип атрибута данных									
type	тип атрибута данных									
count	число или ссылка на атрибут, определяющие количество элементов массива, если этот объект имеет тип ARRAY									

Одними из базовых типов являются так называемые перечисления (enumerations), которые используются для определения набора именованных значений, из которых можно выбрать одно значение. Перечисления позволяют определить список допустимых значений для атрибутов. Использование типов данных "перечисления" помогает унифицировать интерфейсы и обмен данными между устройствами и системами.

Перечисления описываются в конфигурационном файле в секции типов данных <DataTypeTemplates> в элементе, отвечающем за тип перечислений <EnumType> (рисунок 4.14). Связка осуществляется по параметру id (type в <BDA>).

```
<EnumType id="CtlModelKind">
  <EnumVal ord = "0">status-only</EnumVal>
  <EnumVal ord = "1">direct-with-normal-security</EnumVal>
  <EnumVal ord = "2">sbo-with-normal-security</EnumVal>
  <EnumVal ord = "3">direct-with-enhanced-security</EnumVal>
  <EnumVal ord = "4">sbo-with-enhanced-security</EnumVal>
</EnumType>
<EnumType id="SboClassKind">
  <EnumVal ord = "0">operate-once</EnumVal>
  <EnumVal ord = "1">operate-many</EnumVal>
</EnumType>
```

Рисунок 4.14 – Описание перечислений в конфигурационном файле ПЭВМ в зависимости от типа атрибута данных

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 10. Родительским элементом блока является <DataTypeTemplates> (описан в таблице 7).

Таблица 10 – Описание элементов <EnumType>, <EnumVal>

Тэги и атрибуты		Описание
<EnumType>		тип перечисления
id	Идентификатор типа перечисления	
<EnumVal>		значение перечисления
ord	порядок значение в перечислении	

### 4.1.3. Наборы данных

Набор данных — это список объектов и атрибутов данных, которые обрабатываются как единое целое. Он представляет из себя упорядоченную коллекцию ссылок на объекты (рисунок 4.15). Он не содержит сами объекты или атрибуты данных, а только ссылки на функционально связанные данные (FCD) или атрибуты функционально связанных данных (FCDA).

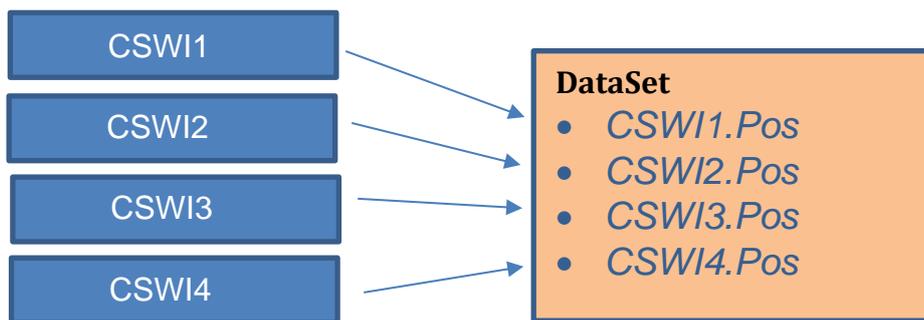


Рисунок 4.15 – Набор данных, сформированный из объектов нескольких узлов класса CSWI

Набор данных расположен в определенном логическом узле, но может также содержать ссылки на объекты данных или атрибуты из других логических узлов.

Наборы данных используются для определения данных, которые передаются через службы чтения и записи MMS, отчеты или GOOSE сообщения.

Наборы данных описываются в конфигурационном файле в секции логического узла <LN> (описан в таблице 6) элементом <DataSet> (рисунок 4.16).

```
<DataSet name="DSFCDA_Basic" desc="" ref="ED2_REF_IEDLD1/LLNO$DSFCDA_Basic">
  <FCDA prefix="" ldInst="LD1" lnClass="LPHD" lnInst="1" doName="PhyHealth" daName="stVal" ix=""
    fullName="ED2_REF_IEDLD1/LPHD1.PhyHealth.stVal" fc="ST"></FCDA>
  <FCDA prefix="" ldInst="LD1" lnClass="LPHD" lnInst="1" doName="PhyHealth" daName="q" ix=""
    fullName="ED2_REF_IEDLD1/LPHD1.PhyHealth.q" fc="ST"></FCDA>
  <FCDA prefix="" ldInst="LD1" lnClass="LPHD" lnInst="1" doName="OutOv" daName="stVal" ix=""
    fullName="ED2_REF_IEDLD1/LPHD1.OutOv.stVal" fc="ST"></FCDA>
  <FCDA prefix="" ldInst="LD1" lnClass="LPHD" lnInst="1" doName="OutOv" daName="t" ix=""
    fullName="ED2_REF_IEDLD1/LPHD1.OutOv.t" fc="ST"></FCDA>
```

Рисунок 4.16 – Описание набора данных в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Описание элементов <DataSet>, <FCDA>

Тэги и атрибуты		Описание
<DataSet>		Набор данных
name	Имя набора данных	
desc	описание, указывающее на назначение набора данных	
ref	Ссылка на набор данных от корня устройства до набора данных	
<FCDA>		Функционально связанные данные, входящие в набор данных.
prefix	префикс для имени набора данных, может использоваться для дополнительной идентификации	
InClass	Класс логического узла, к которому применяется этот член набора данных	
InInst	Объект экземпляра логического узла для данного члена набора данных	
doName	Имя информационного объекта (объекта данных), который является членом набора данных	
daName	имя атрибута данных (дочерний элемент doName), входящего в набор данных. Если это поле не указано, то весь doName является частью набора данных	
fc	Функциональная связь	
ix	индекс члена набора данных (используется для массивов или структур)	
fullName	Полное имя члена набора данных	

#### 4.1.4. Отчёты

Отчеты — это незапрашиваемые сообщения с данными, отправляемые сервером МЭК 61850. Отчеты представляют собой структурированные данные о различных событиях, таких как изменения в состоянии устройств, датчиков, процессов и т. д. Они предоставляют ПЭВМ возможность получать информацию о системе в режиме реального времени (небуферизируемые URСВ) или в виде буферизованных отчетов (BRСВ).

Сервис передачи отчётов позволяет настроить отправку определенных данных при выполнении определенных условий. При этом пересылаются не все объекты и атрибуты данных информационной модели данных устройства, а только те, которые включены в наборы данных, на которые ссылаются блоки управления отчётами. Отчет может быть настроен на передачу как всего контролируемого набора данных, так и на передачу только тех

объектов/атрибутов данных, с которыми происходят определенного рода события за предопределенный пользователем временной интервал (рисунок 4.17).

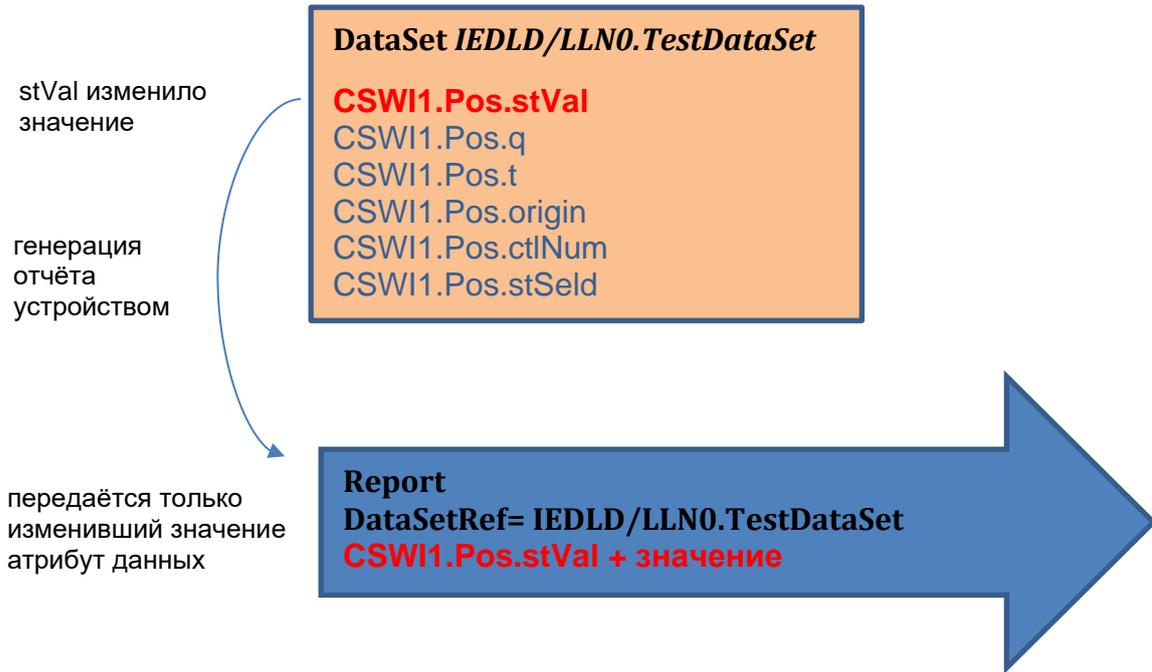


Рисунок 4.17 – Пример генерации отчёта ИЭУ в ответ на изменение значения члена набора данных

Используя механизм отчётов, программа «Клиент МЭК 61850» получает информацию от ИЭУ посредством подписки на блок управления отчётом.

На рисунке 4.18 представлен пример описания отчёта в XML структуре конфигурационного файла.

```
<Report Ref = "ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.BR.BRCB_GGIO" enable="1" name="BRCB_GGIO" rptID="BRCB_IEDLD_with_ldName"
bufTime="100" buffered="1" confRev="1" indexed="1" dataSet="Dataset_GGIO1"
rptIDchng="0" dataSetchng="0" bufTimechng="0" RsvTmsValue="0" PrefSync="0">
```

Рисунок 4.18 – Отчёт в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание элемента и атрибутов отчёта представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Описание элемент <Report>

Тэги и атрибуты		Описание
<b>&lt;Report&gt;</b>		Отчёт
Ref	Ссылка на отчет от корня устройства до блока управления отчётом	
enable	статус отчёта	
name	Имя блока управления отчётом	
rptID	Идентификатор отчета, который содержит уникальное имя отчета внутри устройства	
bufTime	время буферизации, позволяющее ограничить передачу данных между	

	устройством и клиентом	
buffered	определяет, является ли отчет буферизированным	
confRev	Номер конфигурации отчёта	
indexed	описывает, является ли отчёт индексированным	
datSet	Имя набора данных	
rptIDchng	указывает, нужно ли ПЭВМ при подписке на отчёт заменить идентификатор RCB на стороне ИЭУ	
datSetchng	указывает, нужно ли клиенту при подписке на отчёт заменить назначенный набор данных на стороне ИЭУ	
bufTimechng	указывает, нужно ли клиенту при подписке на отчёт изменить buffer time в соответствии с новыми настройками	
RsvTmsValue	время в течение которого будет сохраняться резервирование после потери ассоциации (только для BRCS)	
PrefSync	указывает, нужна ли после разрыва и последующего восстановления соединения синхронизация RCB по последнему полученному EntryID. Если флаг не установлен, клиент очищает буфер (purge).	

Существует несколько категорий событий возникновение которых генерирует отчёт на стороне сервера (ИЭУ):

- изменение данных - в отчет будут включаться только те атрибуты данных, значения которых изменились, или только те объекты данных, значения атрибутов которых изменились.
- изменение атрибута качества - в отчет будут включаться только те атрибуты качества, значения которых изменились, или только те объекты данных, атрибуты качества которых изменились.
- обновление данных - в отчёт будут включаться только те данные, значения которых были обновлены. В отличие от Data change, изменение самого значения не требуется - например, может случиться так, что обновится только метка времени.
- условие Integrity - данные передадутся устройством полным контролируемым набором по истечении периода времени, который задаётся в настройках
- General interrogation - данные передадутся полным контролируемым набором по инициативе клиента после получения сервером соответствующей команды.

В конфигурационном файле настройки данных категорий расположены в элементе <Report> в тэгах элемента <Options> (рисунок 4.19).

```
<Options chng="0">
  <DataChange>1</DataChange>
  <QualityChange>1</QualityChange>
  <DataUpdate>1</DataUpdate>
  <Integrity>0</Integrity>
  <GI perfom="0">1</GI>
  <IntegrityPeriod chng="0">5000</IntegrityPeriod>
</Options>
```

Рисунок 4.19 – Категории генерации отчёта в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание элементов и атрибутов данного блока представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Описание элементов категории элемента <Options>

Тэги и атрибуты		Описание
<Options>		Опции генерации отчета
chng	= 1, если необходимо изменить опции в соответствии с новыми настройками	
<DataChange>		= 1, если необходимо генерировать отчёт при изменении значения
<QualityChange>		= 1, если необходимо генерировать отчёт при изменении качества
<DataUpdate>		= 1, если необходимо генерировать отчёт при обновлении данных
<Integrity>		= 1, если необходима периодическая генерация отчёта
<GI>		= 1 для общего опроса
perfom	= 1, если необходимо выполнить общий опрос при первом подключении к ИЭУ	
<IntegrityPeriod>		Значение периода опроса, в миллисекундах
chng	= 1, если необходимо изменить значение периода опроса на ИЭУ в соответствии с новыми настройками	

Помимо объектов и атрибутов данных с их значениями в отчёт могут быть включены опциональные поля, которые предоставляют дополнительную информацию. Этот блок в конфигурационном файле представлен элементом <OptFields> (рисунок 4.20).

```
<OptFields chng="0" seqNum="1" timeStamp="1" dataSet="1" reasonCode="1"
  dataRef="1" entryID="1" configRef="1" bufOvfl="0"></OptFields>
```

Рисунок 4.20 – Настройка опциональных полей отчёта в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание элемента и его атрибутов представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Описание элементов категории элемента <OptFields>

Тэги и атрибуты		Описание
<OptFields>		Опциональные поля
chgng	= 1 для изменения опциональных полей на уровне ИЭУ	
seqNum	= 1 для включения в отчёт его порядкового номера	
timeStamp	= 1 для включения в отчёт метки времени	
dataSet	= 1 для включения в отчёт имени набора	
reasonCode	= 1 для включения в отчёт причины передачи	
dataRef	= 1 для включения в отчёт ссылок на данные из набора данных	
entryID	= 1 для включения в отчёт уникального идентификатора отчета (только для буферизованных отчетов), который позволяет клиенту запросить отправку определенного отчета.	
configRef	= 1 для включения в отчёт значения параметра ConfRev (счётчик версий конфигураций - обновляется всякий раз, когда блок управления отчётами или назначенный ему набор данных был изменен на уровне устройства).	
bufOvfl	= 1 для включения в отчёт флага, указывающего на переполнение буфера устройства (только для буферизованных отчетов), когда буфер полностью заполнен событиями, которые еще не были отправлены клиенту.	

В ИЭУ отчёт может быть определён как индексированный, что означает существование на устройстве нескольких экземпляров этого отчёта. Данный параметр в конфигурационном файле ПЭВМ указан в элементе <RptEnabled>. Например, при указании количества экземпляров отчёта TestRCB представленного на рисунке 4.21, на устройстве будут доступны следующие экземпляры:

- TestRCB01
- TestRCB02
- TestRCB03

```
<RptEnabled max="3" desc="" index="0"></RptEnabled>
```

Рисунок 4.21 – Описание количества экземпляров отчёта в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание элемента <RptEnabled> и его атрибутов представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Описание элемента <RptEnabled>

Тэги и атрибуты		Описание
< RptEnabled >		Информация об экземплярах отчёта
max	Определяет максимальное количество блоков управления отчётами этого типа, экземпляры которых создаются на ИЭУ	
desc	текст описания	
index	индекс, указывающий на какой экземпляр индексированного отчёта должен подписаться клиент (preassigned report). Если =0, то клиент пытается осуществить подписку на любой свободный экземпляр по порядку их нумерации.	

#### 4.1.5. GOOSE

Протокол GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) является одним из наиболее широко известных протоколов, предусмотренных стандартом МЭК 61850. Передача GOOSE сообщений происходит в широкоэвещательном диапазоне, а значит, одновременно нескольким адресатам. Механизм GOOSE сообщений, так же, как и MMS отчёты, использует для отправки и получения данных группы объектов и атрибутов наборов DataSet. Так же, как и в блоке управления отчётом, в блоке управления отправкой GOOSE указывается ссылка на набор данных. Схема GOOSE сообщения показана на рисунке 4.22.

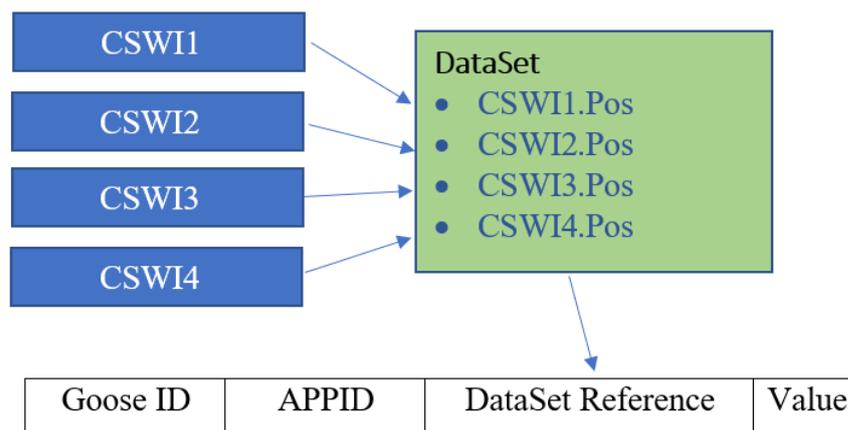


Рисунок 4.22 – Схема GOOSE сообщения.

Удобство использования механизма GOOSE заключается в том, что в рамках одного GOOSE-сообщения может отправляться как одно значение, так и одновременно несколько значений, а получатель при этом может извлечь из пакета лишь те данные, которые ему необходимы.

В конфигурационном файле ПЭВМ блоки управления GOOSE сообщениями описываются элементом <GSEControl> (рисунок 4.23).

```
<GSEControl ldInst="LD1" appID="GOID_FCDA" name="GoCB_FCDA" ref="ED2_REF_IEDLD1/LLN0$GO$GoCB_FCDA"
  type="GOOSE" datSet="FCDA_DSGoose1" confRev="1" desc="">
  <Address>
    <P type="VLAN-ID">100</P>
    <P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
    <P type="MAC-Address">01-0C-CD-01-00-AA</P>
    <P type="APPID">1234</P>
  </Address>
  <MinTime>1</MinTime>
  <MaxTime>3000</MaxTime>
</GSEControl>
```

Рисунок 4.23 – Описание блока управления GOOSE в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробное описание каждого тэга и атрибута этого блока представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Описание элементов блока GOOSE

Тэги и атрибуты		Описание
<b>&lt;GSEControl&gt;</b>		Блок управления GOOSE
ldInst	Идентификатор экземпляра логического устройства, с которым связан блок GOOSE	
appID	Идентификатор GOOSE	
name	Имя блока управления GOOSE	
ref	Полный путь к блоку управления GOOSE от корня устройства	
type	Тип сообщения GSE, которое будет использовать этот блок управления. Должно быть одно из двух значений: "GOOSE" или "GSSE".	
datSet	Набор данных	
confRev	счётчик версий конфигураций - обновляется всякий раз, когда блок управления GOOSE или назначенный ему набор данных был изменен на уровне устройства	
desc	описание или примечания к блоку управления GOOSE	
<b>&lt;Address&gt;</b>		Информация для маршрутизации сообщений GOOSE
<b>&lt;P&gt;</b>		Параметр
type="VLAN-ID"	идентификатор виртуальной локальной сети (VLAN), к которой принадлежит GOOSE сообщение	
type="VLAN-PRIORITY"	приоритет VLAN в контексте QoS	
type="MAC-Address"	MAC-адрес получателя	

	сообщения GOOSE	
type= "APPID"	Ethernet идентификатор GOOSE сообщения (используется для маршрутизации сообщения к нужному приложению или процессу)	
<MinTime>		Минимальное время (в миллисекундах), которое должно пройти между повторными передачами того же GOOSE-сообщения
<MaxTime>		Максимальное время (в миллисекундах), затрачиваемое на передачу одного и того же GOOSE-сообщения

#### 4.1.6. МЭК 60870

Протокол МЭК 60870-5-104 является стандартом для передачи данных в системах автоматизации в области электроэнергетики. Он определяет методы и средства передачи информации между системами управления энергетическими объектами.

Многие системы автоматизации и управления в области энергетики предпочитают использовать МЭК 60870-5-104 в качестве основного протокола, поэтому конвертация данных, поступающих с ИЭУ по МЭК 61850, в стандартный протокол МЭК 60870-5-104 обеспечивает совместимость и взаимодействие между различными системами, позволяя интегрировать информацию из различных источников.

В рамках процесса конвертации данных из стандарта МЭК 61850 в МЭК 60870-5-104 в конфигурационном файле ПЭВМ описываются параметры подключения к клиенту 104 протокола, а также сопоставление объектов МЭК 61850 индексам CA (Common Address) и IOA (Information Object Address) МЭК 60870-5-104.

Клиент МЭК 60870-5-104 в контексте отправки ему данных ПЭВМ по протоколу 104 относится к устройству или программному обеспечению, которое инициирует связь с ПЭВМ и получает от неё данные и информацию. В конфигурационном файле клиент 104 описывается элементом <Client104> (рисунок 4.24).

```
<Client104>
  <Client ip ="127.0.0.1" server_port = "2405"></Client>
</Client104>
```

Рисунок 4.24 – Блок описания клиента МЭК 60870-5-104 в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробнее элементы и атрибуты этой секции представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Описание элементов <Client104>, <Client>

Тэги и атрибуты		Описание
<Client104>		Блок описания параметров подключения клиента МЭК 60870
<Client>		Параметры подключения
ip	IP-адрес клиентского устройства	
server_port	порт, через который происходит соединение	

Сопоставление объектов и атрибутов данных информационной модели ИЭУ и индексов протокола 104 обеспечивает правильное преобразование и передачу информации между ПЭВМ и клиентом 104. На рисунке 4.30 представлен пример как такое сопоставление для конвертации данных, поступающих в ПЭВМ с отчётом описывается в конфигурационном файле ПЭВМ. Родительским элементом для данного блока соответственно является <Report> (описан в таблице 12).

```
<CA>2</CA>
<Options chng="0">
<OptFields chng="1" seqNum="1" timeStamp="1" dataSet="1" reasonCode="1" dataRef="1" entryID="1" configRef="1" bufOvfl
<RptEnabled max="5" desc="" index="0"></RptEnabled>
<DataSet Ref = "ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_HWYE">
  <DO>
    <doName>ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsAHar [MX]</doName>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsAHar.(0).cVal.mag.f" levelIndex="0/0/0/0.0/0/3.0/0/4">1</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsAHar.(0).cVal.ang.f" levelIndex="0/0/0/1/0.0/0/3.0/0/4">2</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsAHar.(1).cVal.mag.f" levelIndex="0/1/0/0/0.0/1/3.0/1/4">3</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsAHar.(1).cVal.ang.f" levelIndex="0/1/0/1/0.0/1/3.0/1/4">4</DA>
  </DO>
  <DO>
    <doName>ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsBHar [MX]</doName>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsBHar.(0).cVal.mag.f" levelIndex="1/0/0/0/0.1/0/3.1/0/4">5</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsBHar.(0).cVal.ang.f" levelIndex="1/0/0/1/0.1/0/3.1/0/4">6</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsBHar.(1).cVal.mag.f" levelIndex="1/1/0/0/0.1/1/3.1/1/4">7</DA>
    <DA name="ED2_REF_IEDLD1/MFLK1.PhPdmWav.phsBHar.(1).cVal.ang.f" levelIndex="1/1/0/1/0.1/1/3.1/1/4">8</DA>
  </DO>
</DataSet>
```

Рисунок 4.30 – Блок соотнесения объектов информационной модели ИЭУ и индексов МЭК 60870 в рамках отчёта в конфигурационном файле ПЭВМ

Таким образом, для каждого объекта МЭК 61850 в отчёте задается его соответствие индексам CA и IOA МЭК 60870-5-104. Важно, чтобы для базовых типов атрибутов включенных в набор данных отчёта в этом же наборе задавались типы «Quality» (.q) - качество и «Timestamp» (.t) – временная метка. Эти данные необходимы для корректной передачи данных в клиент МЭК 60870.

Подробнее элементы и атрибуты блока конвертации представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Описание элементов блока конвертации данных отчёта в МЭК 60870

Тэги и атрибуты		Описание
<CA>		Значение общего адреса asdu
<DataSet>		Набор данных, включенный в отчет
Ref	Ссылка на набор данных от корня устройства	
<DO>		Объект/атрибут, включенный в DataSet

<doName>		CDA/ FCDA набора данных (ссылка + функциональная связь)
<DA>		Значение IOA (адрес информационного объекта в asdu), связанное с атрибутом, как с единицей данных, передаваемой клиенту МЭК 60870
name	Полная ссылка на атрибут данных от корня устройства	
levelIndex	Вложенность атрибута данных (а также его качества и временной метки) в информационной модели ИЭУ: "/" разделяет индекс объекта или атрибута в mms дереве dataset'a относительно самого dataset'a, "." разделяет атрибут объекта, содержащий значение, его качество и временную метку	

Помимо конвертации данных, передаваемых с отчётами ПЭВМ преобразует данные, получаемые через GOOSE сообщения. На рисунке 4.31 представлен пример как данные для конвертации, поступающие в ПЭВМ через GOOSE сообщения, сопоставляются с индексами МЭК 60870.

```

<GooseInterface>eth0</GooseInterface>
<GooseSubscribing>
  <Param AppID="1234" Ref="ED2_REF_IEDLD1/LLN0$GO$GoCB_FCDA" ID="GOID_FCDA"></Param>
  <GDataSet>
    <DA CA = "1" IOA = "1" GInd = "0"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "1" GInd = "1"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "1" GInd = "2"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "2" GInd = "3"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "2" GInd = "4"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "2" GInd = "5"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "3" GInd = "6"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "3" GInd = "7"></DA>
    <DA CA = "1" IOA = "3" GInd = "8"></DA>
  </GDataSet>

```

Рисунок 4.31 – Блок соотнесения атрибутов информационной модели ИЭУ и индексов МЭК 60870 в рамках GOOSE в конфигурационном файле ПЭВМ

Также как и в случае конвертации данных, получаемых через MMS отчёты, в наборе данных, указанном в GOOSE, каждый атрибут данных, чьё значение необходимо передать в МЭК 60870, должен сопровождаться атрибутами типа «Quality» (.q) - качество и «Timestamp» (.t) – временная метка. Все эти три атрибута ПЭВМ помещает в один IOA.

Подробнее элементы и атрибуты блока конвертации GOOSE представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Описание элементов блока конвертации данных GOOSE в МЭК 60870

Тэги и атрибуты	Описание
<GooseInterface>	Значение общего адреса asdu

<b>&lt;DataSet&gt;</b>		Набор данных, включённый в отчет
Ref	Ссылка на набор данных от корня устройства	
<b>&lt;DO&gt;</b>		Объект/атрибут, включенный в DataSet
<b>&lt;doName&gt;</b>		CDA/ FCDA набора данных (ссылка + FC)
<b>&lt;DA&gt;</b>		Значение IOA (адрес информационного объекта в asdu), связанное с атрибутом, как с единицей данных, передаваемой клиенту МЭК 60870
name	Полная ссылка на атрибут данных от корня устройства	
levelIndex	Вложенность атрибута данных (а также его качества и временной метки) в информационной модели ИЭУ: "/" разделяет индекс объекта или атрибута в mms дереве dataset'a относительно самого dataset'a, "." разделяет атрибут объекта, содержащий значение, его качество и временную метку	

#### 4.1.7. Модели управления

В программе «Клиент МЭК 61850» реализована возможность телеуправления ИЭУ посредством команд МЭК 60870-5-104. Клиент МЭК 60870 может отправлять команды телеуправления на ПЭВМ, которая в свою очередь перенаправит их на сервер МЭК 61850 в виде команд, соответствующих стандарту МЭК 61850. Таким образом, ПЭВМ играет роль посредника между сервером МЭК 61850 и системой, использующей для управления протокол 104, обеспечивая передачу команд между ними.

Объекты данных в МЭК 61850, которые позволяют осуществлять телеуправление, определяются атрибутом `ctlModel`. Атрибут `ctlModel` определяет возможные способы управления устройством или компонентом системы по протоколу МЭК 61850. В стандарте МЭК 61850 существует несколько абстрактных сервисов телеуправления, тип которых и отражен в атрибуте `ctlModel`. Общая концепция телеуправления в МЭК 61850 представлена на рисунке 4.32.

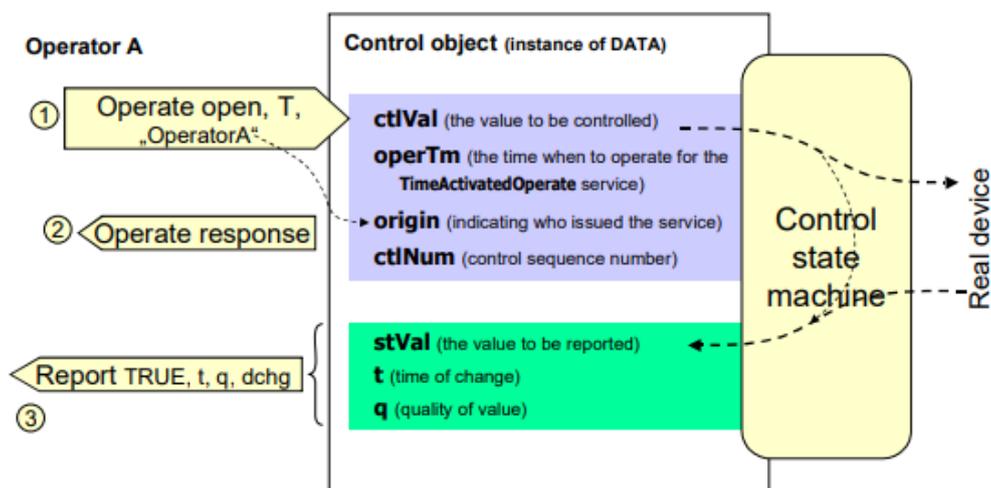


Рисунок 4.32 – Принцип модели управления в МЭК 61850

В стандарте МЭК 61850 существует четыре основных типа управления:

1. Direct control with normal security. Этот тип управления предполагает прямое управление с обычным уровнем защиты. В данном случае, осуществление команд контроллером напрямую воздействует на устройства и процессы управления без предварительной проверки.
2. Select before operate with normal security. Этот тип управления требует предварительного выбора и подтверждения операции управления, прежде чем она будет выполнена. Подтверждение отражает решение контроллера об осуществлении операции управления.
3. Direct control with enhanced security. Этот тип управления подразумевает обеспечение дополнительного уровня безопасности в процессе прямого управления. Он предотвращает нежелательные действия и повышает безопасность процессов управления.
4. Select before operate (SBO) with enhanced security. Этот тип управления включает в себя решение, принятое после предварительного выбора и подтверждения операции управления, но при этом обеспечивает дополнительные меры безопасности в процессе осуществления операции.

Описание управляемых объектов ИЭУ, типов модели и других параметров управления в конфигурационном файле ПЭВМ описывается элементами «Control» (рисунок 4.33).

```
<Control Ref = "ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos" ident="IEDConv"
  mode="1" interlock="1" synchro="1" test="0" >
  <DO>
    <CA>3</CA>
    <Type>direct_with_normal_security</Type>
    <DA name="ctlModel">1</DA>
  </DO>
</Control>
<Control Ref = "ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos" ident="IEDConv"
  mode="1" interlock="1" synchro="0" test="1" >
  <DO>
    <CA>4</CA>
    <Type>sbo_with_normal_security</Type>
    <DA name="ctlModel">1</DA>
  </DO>
</Control>
```

Рисунок 4.33 – Описание объектов и настроек телеуправления в конфигурационном файле ПЭВМ

Подробнее элементы и параметры блока телеуправления представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Описание элементов блока Control

Тэги и атрибуты		Описание
<Control>		Объект и настройки ТУ
Ref	Ссылка на объект управления от коря устройства	
ident	атрибут управления, идентифицирующий устройство/ приложение, инициирующее	

	операцию управления	
mode	режим (1 – конфигурируемый, 0 – по умолчанию)	
interlock	флаг проверки ограничений и условий перед выполнением операций управления	
synchro	флаг проверки синхронизации параметров	
test	флаг режима тестирования	
<DO>		Настройки управления объектом ТУ
<CA>		Значение общего адреса asdu объекта в МЭК 60870
<Type>		Тип модели управления в МЭК 61850
<DA>		Значение IOA (адрес информационного объекта в asdu) объекта ТУ в МЭК 60870

#### 4.1. Получение данных от ИЭУ

После прочтения конфигурационного файла и загрузки всех необходимых для работы параметров и настроек ПЭВМ начинает установку ассоциаций (соединения) с устройствами МЭК 61850: ПЭВМ отправляет запрос на установление ассоциации к ИЭУ, в котором указывает параметры соединения, и в случае успеха ИЭУ отвечает на запрос и устанавливает ассоциацию с ПЭВМ. При отсутствии связи с устройством ПЭВМ с периодичностью в 10 секунд будет совершать попытки установления соединения, пока ассоциация не будет установлена, или пока ПЭВМ не завершит работу. Также установка соединения будет производиться только с теми устройствами, у которых установлен флаг Use (таблица 3).

Когда ассоциация установлена, ПЭВМ отправляет запросы на подписку на отчёты устройству, указывая блоки управления отчётами, наборы данных, объекты, условия подписки (например, по изменению данных или изменению качества), желаемую периодичность получения отчётов. После подтверждения подписки устройство начинает отправлять отчёты ПЭВМ в соответствии с условиями подписки. Таким образом ПЭВМ получает актуальные значения объектов данных.

Также ПЭВМ осуществляет подписку на получение GOOSE сообщений (если таковые указаны в конфигурационном файле). GOOSE сообщения используются для передачи информации в режиме реального времени. ПЭВМ указывает интересующие его GOOSE сообщения и условия подписки. ИЭУ генерирует GOOSE сообщения и отправляет их в сеть без привязки к конкретному клиенту (в отличие от механизма отчётов), а ПЭВМ принимает только те GOOSE сообщения, которые удовлетворяют заданным критериям.

Общая схема получения данных программой «Клиент МЭК 61850» представлена на рисунке 4.34

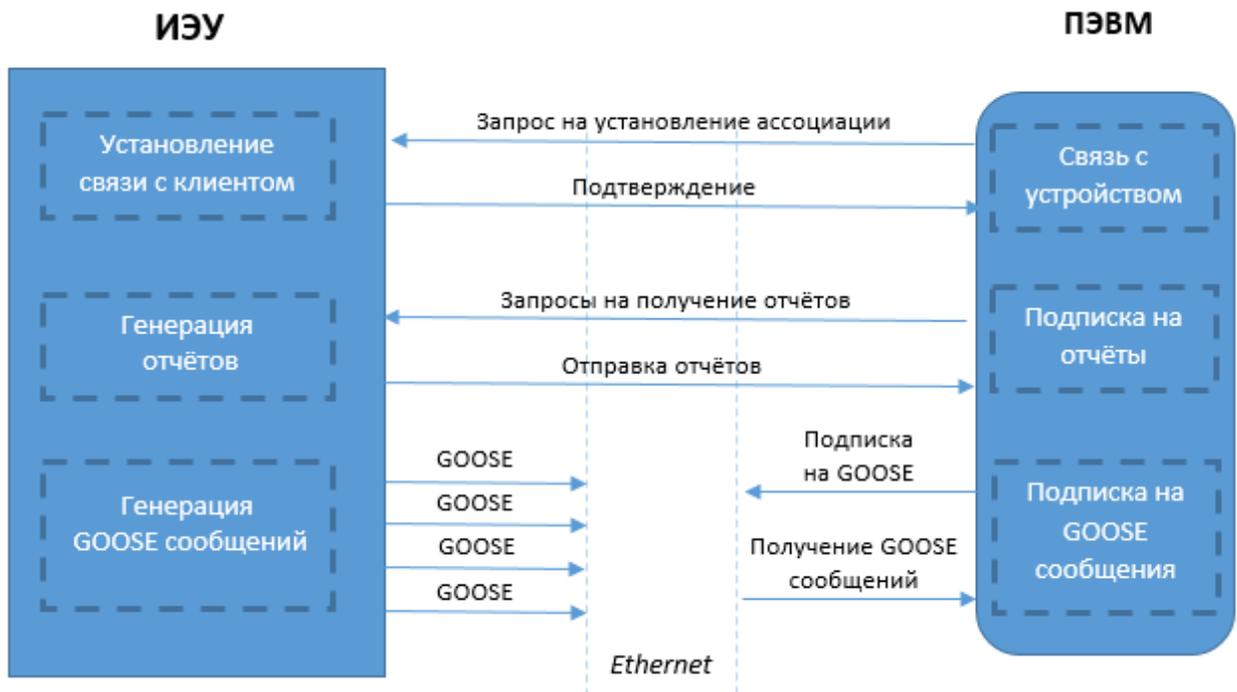


Рисунок 4.34 – Схема получения данных от ИЭУ

## 4.2. Передача данных

После установления ассоциаций с устройствами МЭК 61850, применяя описанные в конфигурационном файле параметры коммуникации (адрес, порт), ПЭВМ устанавливает соединение с клиентом МЭК 60870. При успешной установке связи «Клиент МЭК 61850» производит обработку и анализ получаемых данных для последующей их передачи на верхний уровень по стандарту МЭК 60870.

МЭК 60870-5-104 – протокол телемеханики, предназначенный для передачи сигналов в систему верхнего уровня. Активно применяется для информационного обмена между энергосистемами.

Важными особенностями протокола МЭК 60870-5-104 являются малое количество трафика, поддержка инициативных сообщений от опрашиваемого устройства, передача аналоговых значений по апертуре, поддержка меток времени и синхронизации времени.

Основным структурным элементом сообщения протокола МЭК 60870-5-104 является ASDU (Application Service Data Unit) – это блок, который может включать в себя различные типы данных, такие как измерения, управляющие команды, данные событий, асинхронные передачи данных и другие. Для точного определения адресата и передаваемых данных в структуре ASDU разделяют такие поля как CA (Common Address) и IOA (Information Object Address).

IOA - адрес информационного объекта, использующийся для адресации конкретных информационных объектов внутри ASDU.

CA – общий адрес, связанный со всеми объектами IOA, содержащимися в ASDU.

Общая структура ASDU показана на рисунке 4.35.

### ASDU

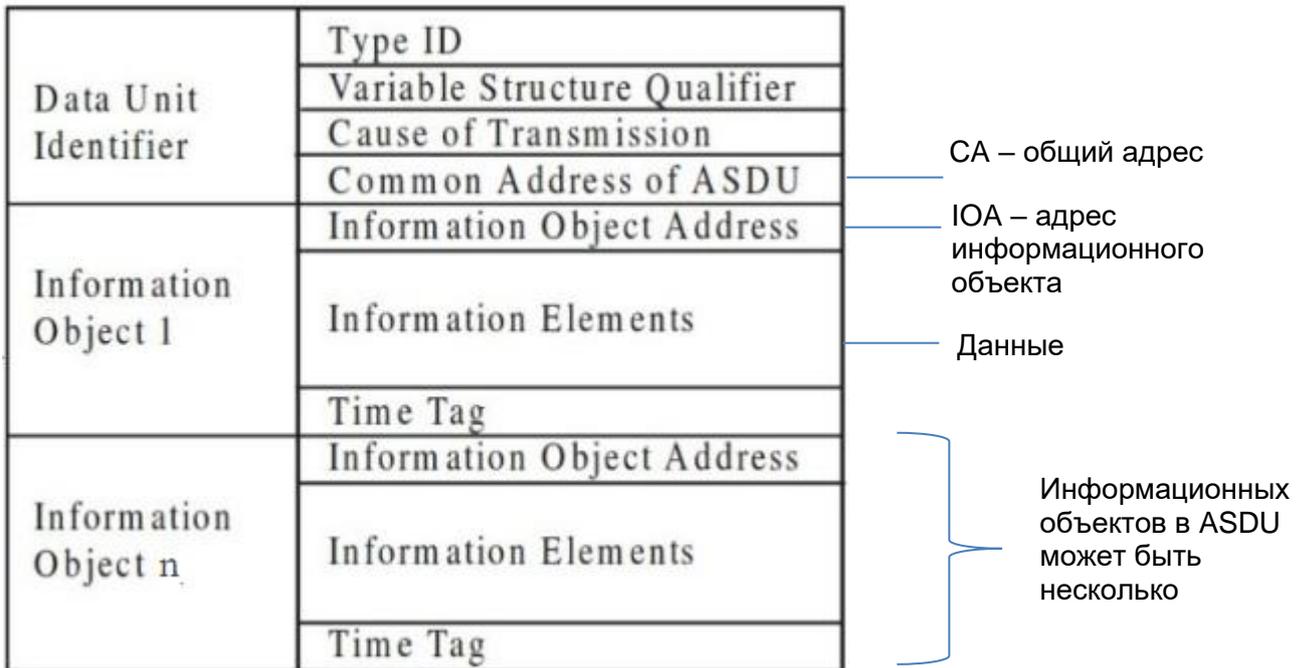


Рисунок 4.35 – Структура ASDU

Считывая общий адрес ASDU и адрес информационного объекта (описаны в конфигурационном файле - таблица 18, таблица 20), которые соответствуют полученным посредством отчётов и GOOSE сообщений объектам данных, ПЭВМ выполняет необходимые операции по форматированию и упаковке данных, формирует корректный ASDU с данными и передаёт их клиенту МЭК 60870.

Типы передаваемых по протоколу МЭК 60870-5-104 кадров:

- M\_SP\_TB\_1 (30) - ТС с меткой времени (0 – ВЫКЛ, 1 – ВКЛ);
- M\_ME\_TF\_1 (36) - ТИ с меткой времени, короткий формат с плавающей запятой (float);
- M\_SP\_NA\_1 (1) - ТС без метки времени (0 – ВЫКЛ, 1 – ВКЛ);

Общая схема передачи данных программой «Клиент МЭК 61850» представлена на рисунке 4.36.

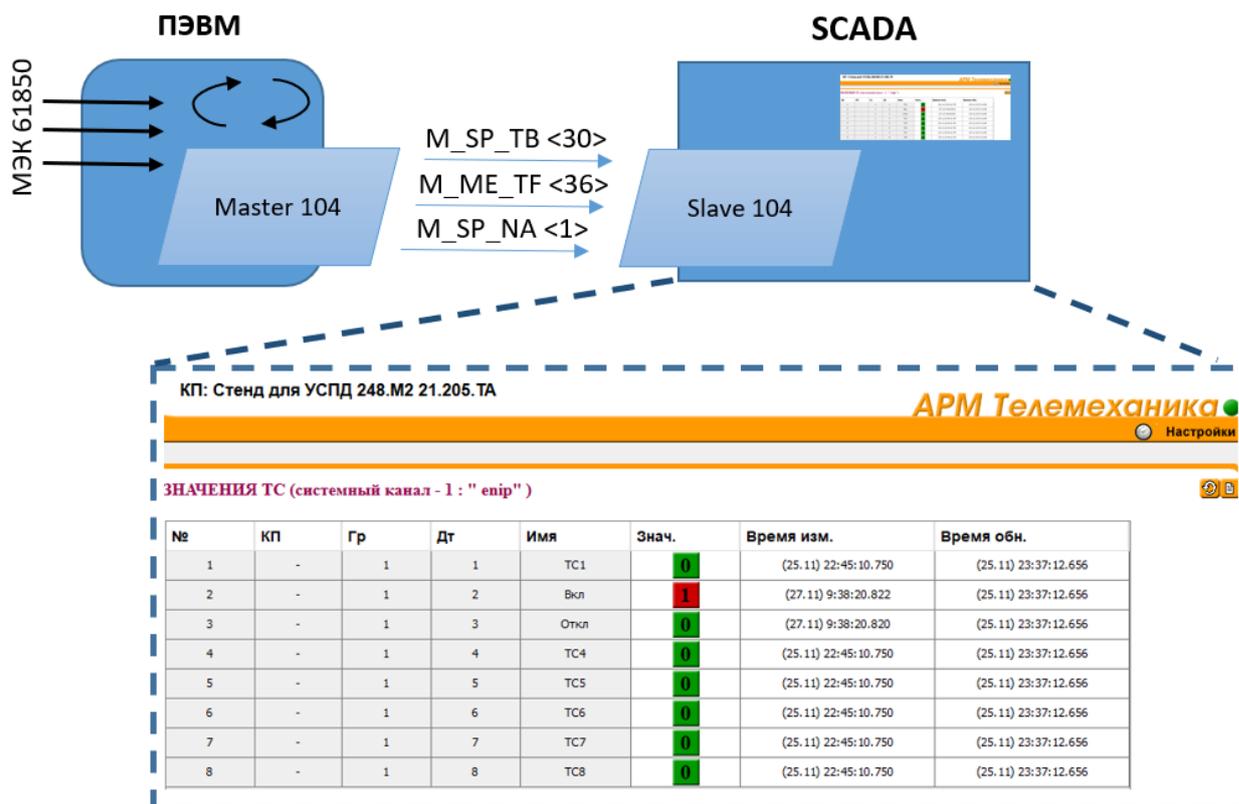


Рисунок 4.36 – Схема передачи данных клиенту МЭК 60870

### 4.3. Телеуправление

Программа «Клиент МЭК 61850» реализует процесс телеуправления устройством МЭК 61850 через систему МЭК 60870. ПЭВМ может принимать только один тип кадров ТУ от системы МЭК 60870 - C\_SC\_NA (Single Command - Network Active) – однопозиционную команду управления <45>.

Отображение команд телеуправления МЭК 60870 полностью покрывает только три модели управления устройством МЭК 61850: Direct control with normal security, Direct control with enhanced security и SBO with enhanced security.

Каждый управляемый объект ИЭУ должен быть ассоциирован с одной моделью управления (атрибут ctrlModel). Система МЭК 60870 должна использовать только те настройки команды ТУ, которые отображаются в исходную модель управления МЭК 61850, указанную в информационной модели устройства.

#### 4.3.1. Direct control

Direct control with normal security, или прямое управление с нормальной безопасностью не подразумевает дополнительного контроля значения состояния объекта управления. То есть для негативного результата телеуправления, если значение состояние объекта не изменилось до требуемого значения, то клиент не получит информацию о неисправности от объекта управления.

Данная модель использует сервис Operate: при получении запроса Operate объект управления проверяет достоверность выполнения контроля:

- в случае неуспешности запроса объект управления отправляет отрицательный ответ запрашивающему клиенту;

- в случае успешности запроса объект телеуправления отправляет положительный ответ запрашивающему клиенту и вызывает запрашиваемое действие.

Пример телеуправления объектом ТУ МЭК 61850 с успешным запросом от клиента МЭК 104 изображён на рисунке 4.37.

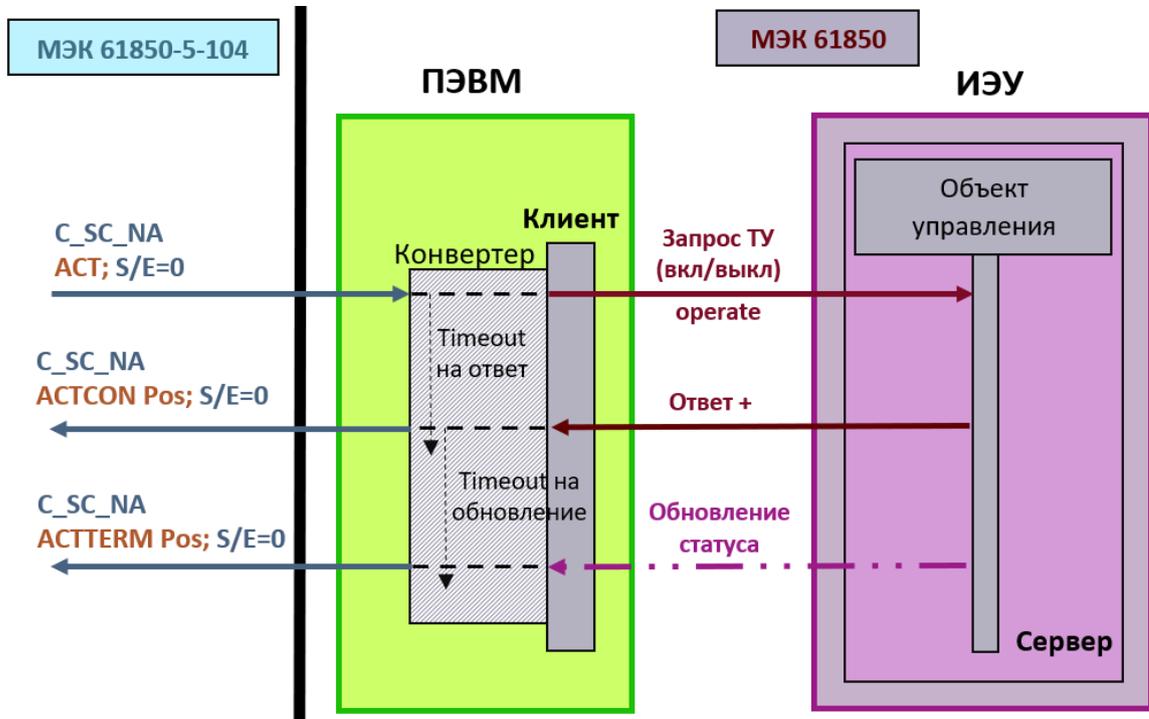


Рисунок 4.37 – Пример успешного телеуправления Direct control with normal security клиентом 60870 через ПЭВМ

#### 4.3.2. SBO with normal security

Select before operate with normal security, или управление по методу «выбор перед исполнением» с нормальной безопасностью.

Данная модель использует сервисы Select, Cancel, Operate:

- При получении запроса Select объект управления проверяет, что клиент имеет соответствующие полномочия для доступа, что объект управления в данный момент не выбран другим клиентом и что устройство находится в рабочем состоянии и не помечено как предназначенное для ограниченного использования. В случае некорректности операции Select объект управления отправляет негативный ответ запрашивающему клиенту; в случае если операция Select корректна, объект управления отправляет положительный ответ запрашивающему клиенту, меняет состояние на готовность и запускает таймер отмены выбора на промежуток времени, задаваемый атрибутом SelTimOut или, если это невозможно, на некий локально определяемый промежуток времени;

- если таймер отмены выбора закончит отсчет времени раньше, чем клиент отправит запрос Operate, объект управления меняет состояние на невыбранное;

- если запрос Operate получен от клиента при состоянии «неготовность для этого клиента», операция отменяется;

- при получении запроса Operate объект управления проверяет достоверность выполнения контроля: в случае некорректного Operate объект управления отправляет негативный ответ клиенту, в случае успешности запроса

объект управления отправляет положительный ответ клиенту и вызывает запрашиваемое действие.

Данный тип модели управления не отображается корректно на команды телеуправления МЭК 60870, поэтому лучше избегать данный вид модели в контексте управления ИЭУ 61850 посредством МЭК 104. Однако ПЭВМ предоставляет возможность управлять объектами и с данным типом модели (рисунок 4.38, рисунок 4.39).

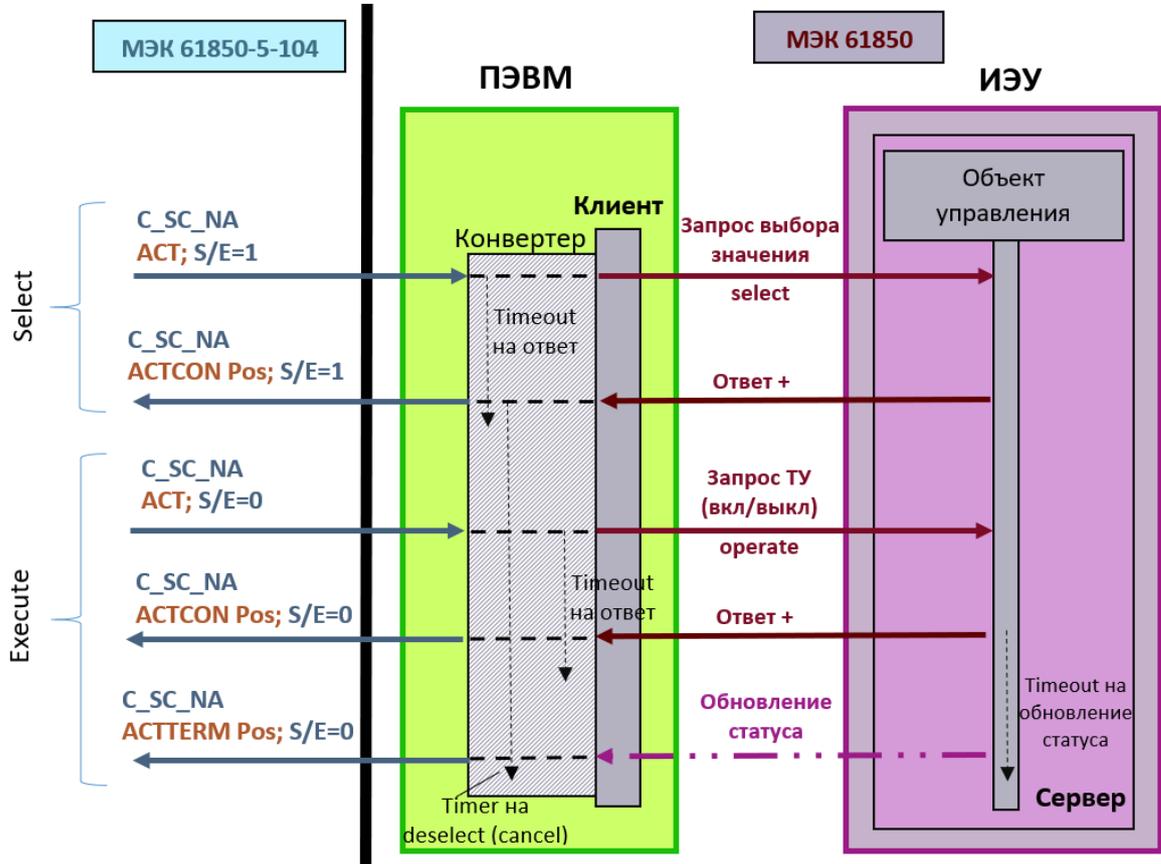


Рисунок 4.38 – Пример успешного телеуправления SBO with normal security клиентом 60870 через ПЭВМ

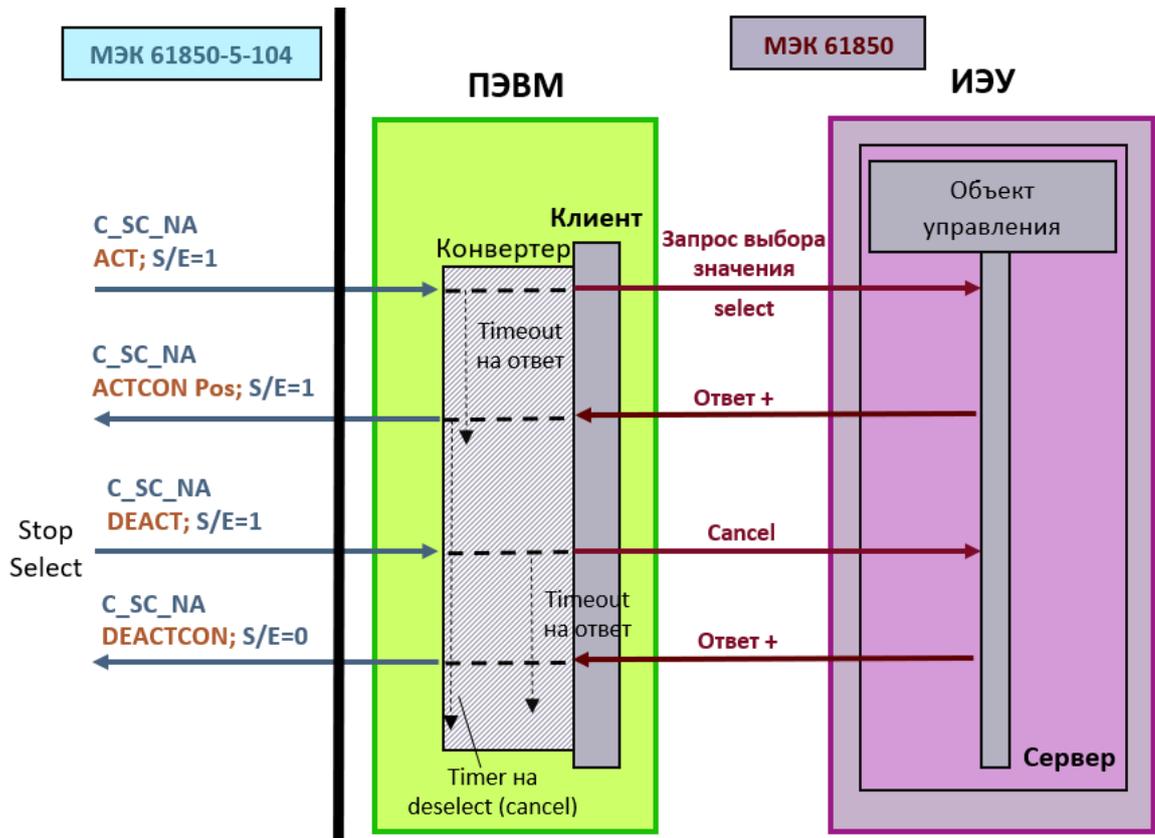


Рисунок 4.39 – Пример успешной отмены телеуправления в модели SBO with normal security клиентом 60870 через ПЭВМ

#### 4.3.3. Direct control with enhanced security

В моделях enhanced security происходит дополнительный надзор за значением состояния со стороны объекта управления. Каждая последовательность команд завершается сервисным примитивом CommandTermination.

Direct control with enhanced security, или прямое управление с улучшенным уровнем безопасности, использует сервисы Operate и CommandTermination (рисунок 4.40, рисунок 4.41).

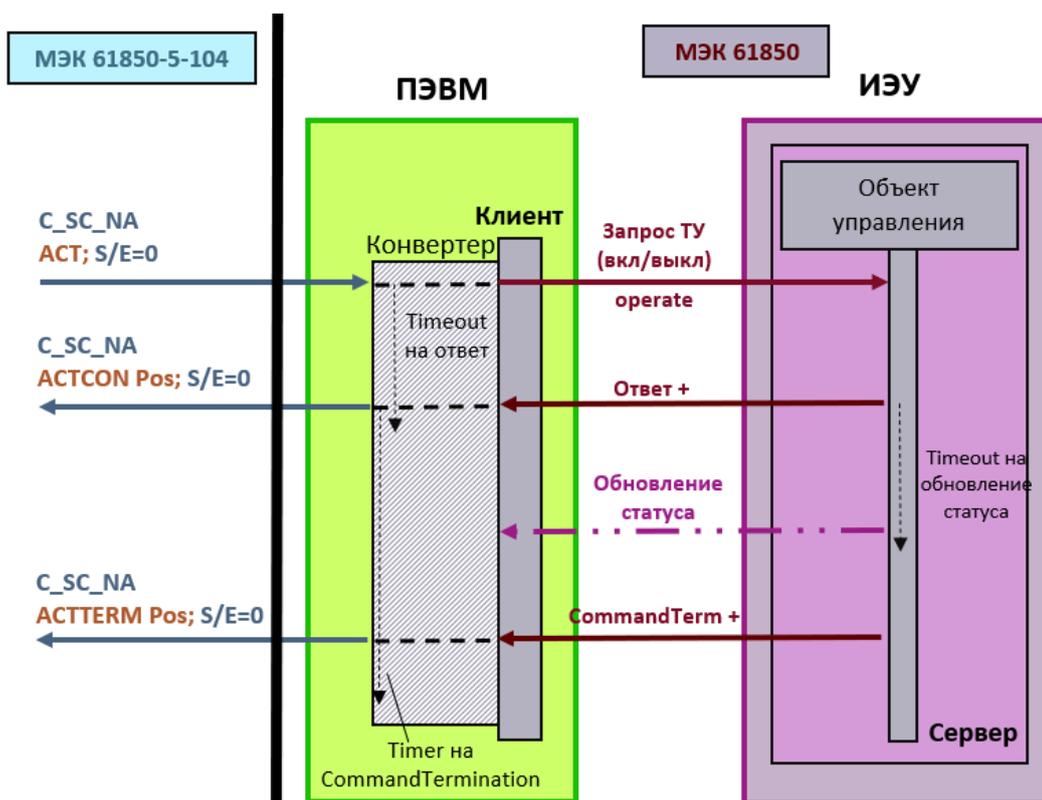


Рисунок 4.40 – Пример успешного телеуправления в модели Direct control with enhanced security клиентом 60870 через ПЭВМ

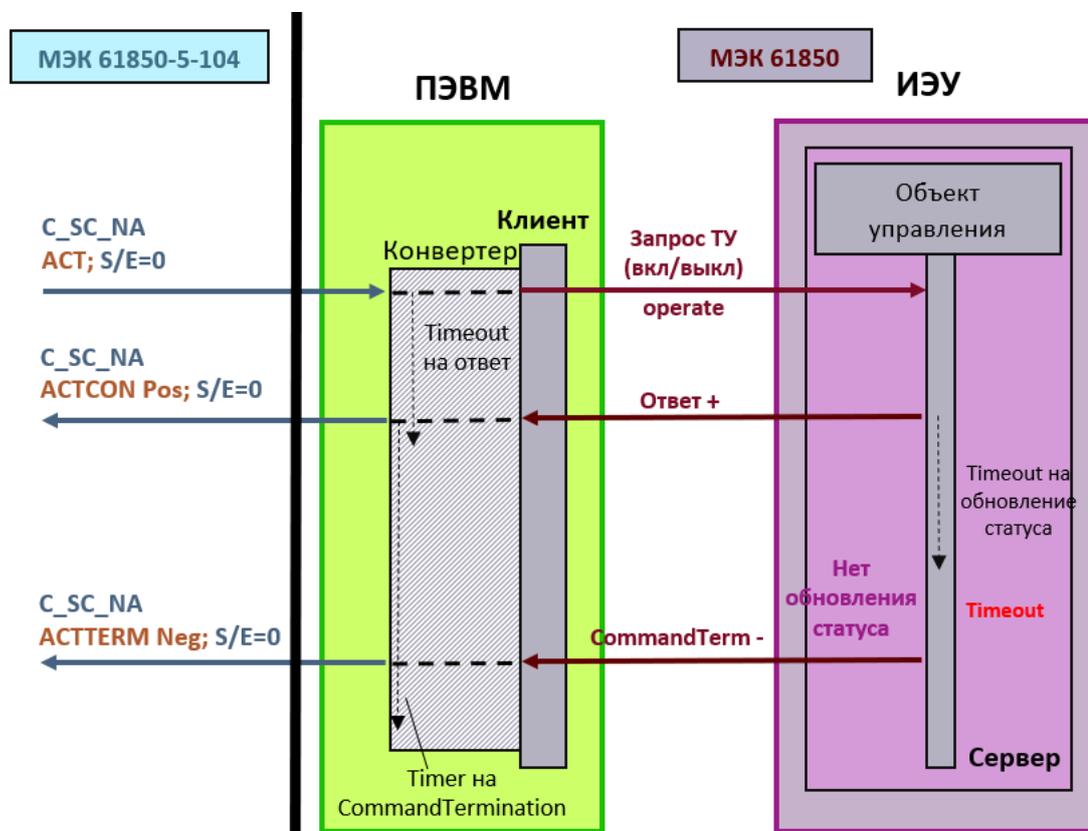


Рисунок 4.41 – Пример телеуправления с негативным результатом в модели Direct control with enhanced security клиентом 60870 через ПЭВМ

#### 4.3.4. Select before operate (SBO) with enhanced security

Select before operate (SBO) with enhanced security, или управление по методу «выбор перед исполнением» с улучшенным уровнем безопасности использует сервисы `SelectWithValue`, `Cancel`, `Operate`, `CommandTermination`:

- При получении запроса `SelectWithValue` объект управления определяет, что клиент имеет соответствующие полномочия для доступа, что объект управления в данный момент не выбран другим клиентом и что устройство находится в рабочем состоянии и не помечено как предназначенное для ограниченного использования.
- В случае некорректности операции `SelectWithValue` объект управления отправляет негативный ответ клиенту; если операция `SelectWithValue` корректна, объект управления отправляет положительный ответ клиенту, меняет состояние на готовность и запускает таймер на промежуток времени, задаваемый атрибутом `sboTimOut` или, если это невозможно, некий локально определяемый промежуток времени;
- Если таймер закончит отсчет времени раньше, чем клиент отправит `Operate`, объект управления меняет состояние на невыбранное; если запрос `Operate` получен от выбирающего клиента при состоянии «неготовность», операция отклоняется;
- При получении запроса `Operate` объект управления проверяет достоверность выполнения управления: в случае неуспешности объект управления отправляет негативный ответ клиенту; - в случае успеха - отправляет положительный ответ клиенту и вызывает запрашиваемое действие. Как только состояние управляемого устройства изменится, объект управления отправляет отчет о новом состоянии.
- Если состояние не изменилось до желаемого значения по прошествии определенного времени, объект управления запускает `CommandTermination` с отрицательным результатом сразу после отключения вывода. Если объект указывает на достижение требуемого положения до отключения таймера, объект управления запускает `CommandTermination` с положительным результатом.

Примеры телеуправления объектом ТУ МЭК 61850 с положительным и негативным `CommandTermination` изображены на рисунке 4.42 и рисунке 4.43.

Сводная информация по типам кадров МЭК 60870-5-104, передаваемых во всех моделях управления, приведена в таблице 21.

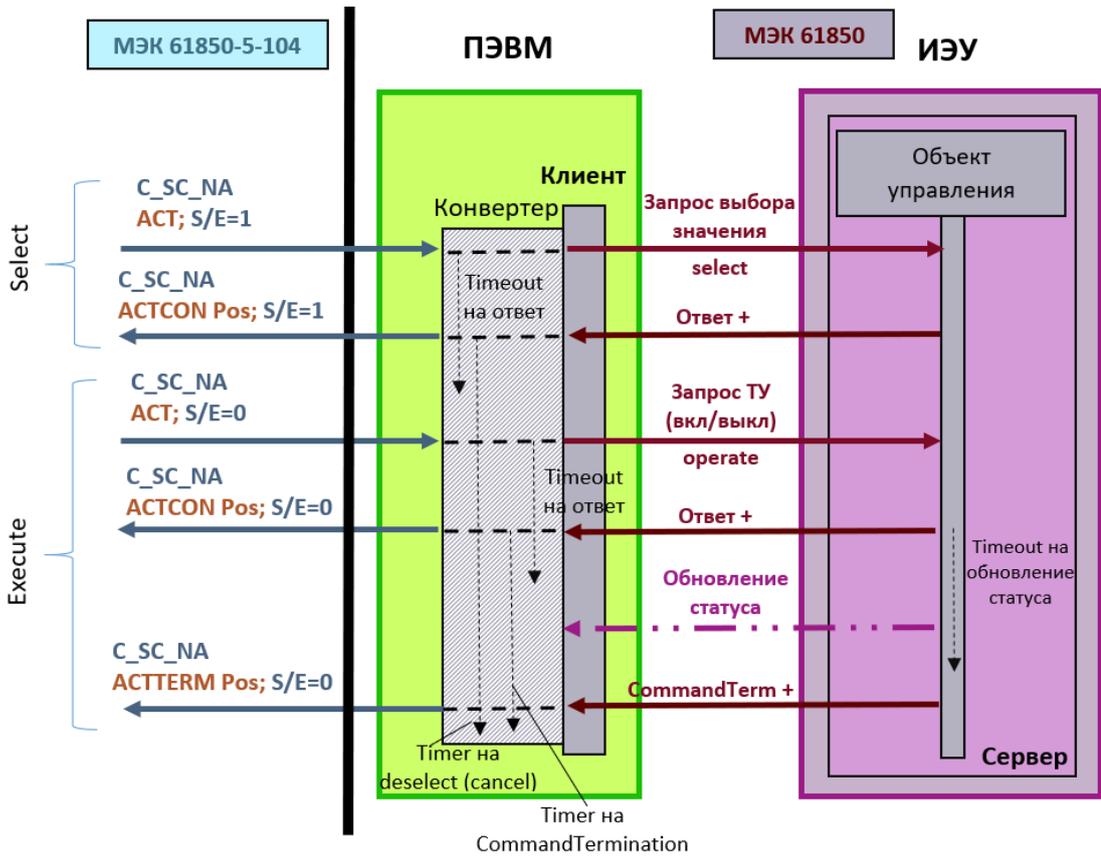


Рисунок 4.42 – Пример успешного телеуправления в модели SBO with enhanced security клиентом 60870 через ПЭВМ

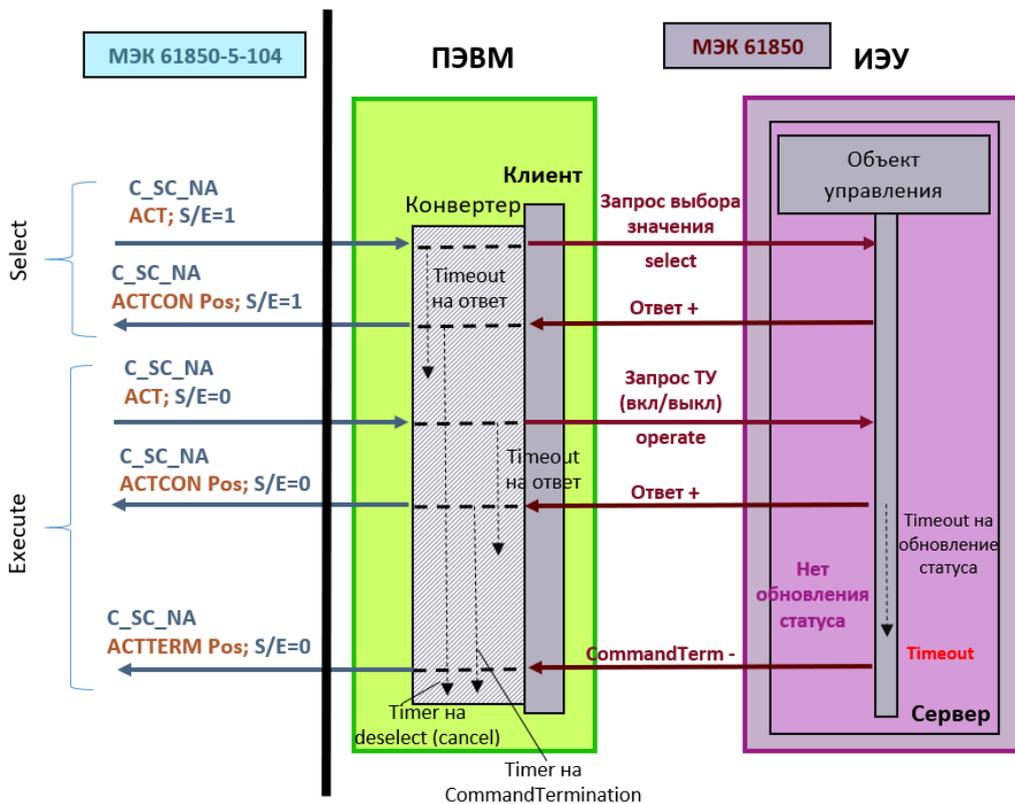


Рисунок 4.43 – Пример телеуправления в модели SBO with enhanced security клиентом 60870 через ПЭВМ с негативным CommandTermination

Таблица 21 – Типы передаваемых кадров МЭК 60870-5-104 при управлении ИЭУ

№ п/п	Тип и номер кадра МЭК 60870	Расшифровка	Сервис МЭК 61850
1	<b>Запрос</b>		Operate
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <6>	Причина передачи – Activation	
	S/E <0>	Значение SelectExecute в Execute	
	<b>Ответ</b>		
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <7>	Причина передачи – Activation confirmation	
	S/E <0>	Значение SelectExecute в Execute	
	и		
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <10>	Причина передачи – Activation termination	
	S/E <0>	Значение SelectExecute в Execute	
2	<b>Ответ</b>		Command Termination
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <10>	Причина передачи – Activation confirmation	
	S/E <0>	Значение SelectExecute в Execute	
3	<b>Запрос</b>		Select/ SelectWithValue
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <6>	Причина передачи – Activation	

	S/E <1>	Значение SelectExecute в Select	
	<b>Ответ</b>		
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <7>	Причина передачи – Activation confirmation	
	S/E <1>	Значение SelectExecute в Select	
4	<b>Запрос</b>		Cancel
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <8>	Причина передачи – Deactivation	
	<b>Ответ</b>		
	C_SC_NA_1 <45>	Одноэлементная команда управления.	
	COT <9>	Причина передачи – Deactivation confirmation	

#### 4.4. Лог файл

Лог файл программы «Клиент МЭК 61850» отвечает за протоколирование событий и информации о работе программы (рисунок 4.44).

```

2023-11-09 15:11:01 IEDConv, version 2.1.0. Systel, ltd. 2023
2023-11-09 15:11:01 8 20 99 100 59 98 102 59 100 54 59 50 103 59 55 53 59 49 102 11
2023-11-09 15:11:01 8 20 99 100 59 98 102 59 100 54 59 50 103 59 55 53 59 49 102 11
2023-11-09 15:11:01 The configuration path is /root/projects/Conv61850/bin/x86/Release/MMSTo104.xml
2023-11-09 03:11:03 PM current IP 127.0.0.1
2023-11-09 03:11:03 PM Associate with 172.16.50.52
2023-11-09 03:11:15 PM AA1J1Q01A2LD0/CMMXU1.A.phsA.cVal.mag.f = 236.000000
2023-11-09 03:11:15 PM AA1J1Q01A2LD0/CMMXU1.A.phsB.cVal.mag.f = 0.000000
2023-11-09 03:11:15 PM AA1J1Q01A2LD0/CMMXU1.A.phsC.cVal.mag.f = 0.000000
    
```

Рисунок 4.44 – Пример содержимого лог-файла ПЭВМ

Лог-файл содержит:

- данные о ПЭВМ: наименование, производитель, версия программы
- сообщения, связанные с конфигурацией ПЭВМ

- информацию об ошибках, предупреждениях или событиях, происходящих в ПЭВМ;
- информацию о том, как ПЭВМ взаимодействует с устройствами, какие команды отправляются и какие данные приходят;
- информацию о лицензии.

Основная логируемая информация представлена в таблице 22 и таблице 23.

Таблица 22 – Сообщения лог-файла

Сообщение	Описание
IEDConv, version 2.1.0. Systel, ltd. 2023	Версия программы
The configuration path is /root/MMSTo104.xml	Файл конфигурации
current IP 127.0.0.1	IP адрес клиента 60870
Associate with 172.16.50.52	Ассоциация с устройством
Close connection with 172.16.50.52	Разрыв соединения с устройством
AA1J1Q01A2LD0/VMMXU1.PhV.phsB.cVal.mag.f = 36.500000	Ссылка на данные (61850) и само значение, отправленное по МЭК 60870-5-104
GOOSE event GOOSE CB stNum: sqNum: timeToLive: timestamp:	Информация о GOOSE-сообщении
GooseSubscriber_create GooseSubscriber_setAppId	Создание подписки на GOOSE сообщение
CommandTermination+ или CommandTermination-	Подтверждение ТУ при сценарии моделей управления enhanced security (успешно/ неуспешно)
Select	Операция ТУ select при сценарии модели управления SBO with normal security
SelectWithValue	Операция ТУ selectwithvalue при сценарии модели управления SBO with enhanced security
Cancel	Отмена ТУ при сценарии моделей управления SBO
Operate	Операция ТУ
Got finish signal Exiting	Программа завершает работу

Таблица 23 – Сообщения-ошибки и способ их устранения

Сообщение об ошибке	Описание	Техника устранения
The license has expired. Please contact the developer.	Ошибка лицензии	Необходимо связаться с разработчиком и предоставить лог-файл
License error		

Fail to set server_port Starting server failed	Ошибка подключения к клиенту 60870	Убедитесь в верности настроек (IP, port) клиента 60870 как в конфигурации ПЭВМ, так и в конфигурации самого клиента
Fail to convert report values, report parsing error. Dataset order mismatch.	Ошибка разбора данных, приходящих в отчёте – нарушен порядок членов DataSet	Проверить конфигурацию устройства и убедиться в том, что на этапе формирования конфигурационного файла ПЭВМ SCL файл устройства корректен и описанный в нём набор данных и его члены совпадают с реальным набором данных на устройстве.
Fail to get quality, report parsing error. Data type mismatch.	Ошибка разбора данных, приходящих в отчёте – в конфигурации указано качество, в отчёте его нет.	Проверить конфигурацию устройства и убедиться в том, что на этапе формирования конфигурационного файла ПЭВМ SCL файл устройства корректен и описанный в нём набор данных и его члены совпадают с реальным набором данных на устройстве.
Fail to get a timestamp, report parsing error. Data type mismatch.	Ошибка разбора данных, приходящих в отчёте – в конфигурации указана метка времени, в отчёте её нет.	Проверить конфигурацию устройства и убедиться в том, что на этапе формирования конфигурационного файла ПЭВМ SCL файл устройства корректен и описанный в нём набор данных и его члены совпадают с реальным набором данных на устройстве.
Cannot open xml-file /root/MMSTo104.xml	ПЭВМ не может зачитать конфигурационный файл	Исправить ошибки в конфигурационном файле
No ethernet interfaces for	Не найден сетевой	Проверить настройки

GOOSE found	интерфейс для GOOSE	конфигурационного файла в разделе GooseInterface
-------------	---------------------	--

По мере того, как ПЭВМ продолжает работать, лог-файл может расти в размере, что неизбежно может привести к избыточному использованию дискового пространства. Поэтому при достижении логом размера в 1 МБ ПЭВМ обрезает его - короткий лог-файл более удобен для анализа, так как при работе с ним проще найти и анализировать конкретные события и ошибки.

Тем не менее лог-файл не является достаточным инструментом для мониторинга работы программы. В рамках процесса настройки и запуска, а также для наблюдения, анализа и управления работой ПЭВМ применяется программный инструмент НМІ.

## 5. КОМАНДНАЯ УТИЛИТА НМІ

### 5.1. Назначение

Поскольку ПЭВМ реализована в виде консольного приложения, она не обладает встроенным человеко-машинным интерфейсом. Вместо этого используется специализированная компонента «НМІ», которая выполняет функции контроля и взаимодействия пользователя с программой «Клиент МЭК 61850».

Программная утилита «НМІ» предоставляет сервис по управлению и отображению информации программы «Клиент МЭК 61850». Кроме того, «НМІ» поддерживает некоторые дополнительные сервисы взаимодействия с ИЭУ. Основные функциональные возможности НМІ:

- просматривать список ИЭУ, их состояние и режим работы (присутствие/отсутствие соединения), включать/исключать устройства из опроса;
- просматривать информацию об отчётах (состояние, последние сообщения об ошибках, поля control block и другое), устанавливать trace на конкретный отчёт, инициировать general interrogation;
- просматривать наборы данных (DataSets);
- выполнять выбор групп уставок;
- просматривать отдельные значения объектов ИЭУ;
- формировать и отправлять команды управления в ИЭУ;
- скачивать файлы с ИЭУ;
- управлять goCB (goose control block).

Установка и настройка командной компоненты «НМІ» описаны в эксплуатационной документации «ПЭВМ «Клиент МЭК 61850». Руководство по установке» и «ПЭВМ «Клиент МЭК 61850». Руководство администратора».

### 5.2. Запуск

Для начала работы с утилитой «НМІ» необходимо установить курсор на исполняемый файл программы (НМІ.exe / НМІ.out) и дважды нажать на левую клавишу «мыши» (рисунок 5.1).

Имя файла	Дата изменения	Тип файла	Размер
HMI.exe	02.02.2023 16:15	Приложение	120 КБ
HMI.out	17.11.2022 16:09	Приложение	120 КБ
wxmsw316u_core_vc_custom.dll	29.08.2022 9:56	Расширение при...	9 959 КБ
wxbase316u_net_vc_custom.dll	29.08.2022 9:56	Расширение при...	281 КБ
wxbase316u_vc_custom.dll	29.08.2022 9:56	Расширение при...	3 308 КБ

Рисунок 5.1 – Запуск программы в проводнике

### 5.3. Описание интерфейса программы

Пользовательский интерфейс НМІ выполнен в виде однооконного приложения, которое имеет два поля: одно для запросов в ПЭВМ, другое для получения результатов запроса (рисунок 5.2).

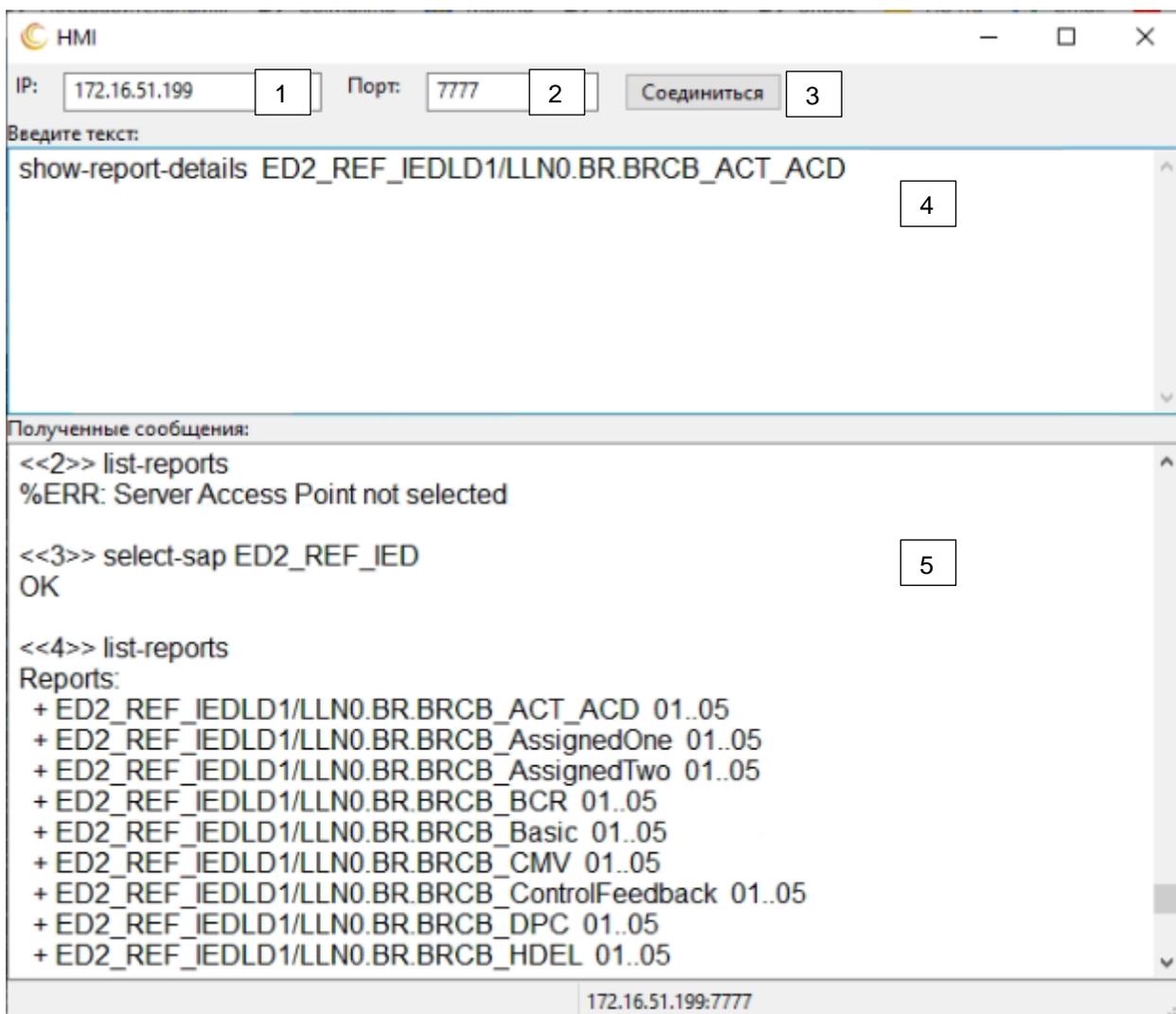


Рисунок 5.2 – Интерфейс компоненты «НМІ»

Для установления соединения с ПЭВМ необходимо указать IP-адрес устройства, на котором она работает (метка 1), порт (метка 2 - указывается в файле сервиса автозапуска, настройка которого описана в эксплуатационной документации «ПЭВМ «Клиент МЭК 61850». Руководство администратора»), а затем нажать кнопку «Соединиться» (метка 3). При успешном соединении с ПЭВМ в окне результатов запросов (метка 5) будет выведено сообщение «соединение установлено».

Все запросы, направленные в ПЭВМ, необходимо вводить в верхнем окне (метка 4). Результаты, приходящие от программы в НМІ будут отображены в нижнем окне полученных сообщений.

#### 5.4. Описание команд

Программные запросы, отправляемые из НМІ в клиент МЭК 61850, могут быть разделены на несколько категорий в зависимости от функциональности и целей взаимодействия. Ниже приведены основные категории команд:

- управление и мониторинг соединения с ИЭУ;
- чтение данных с ИЭУ;
- работа с наборами данных;

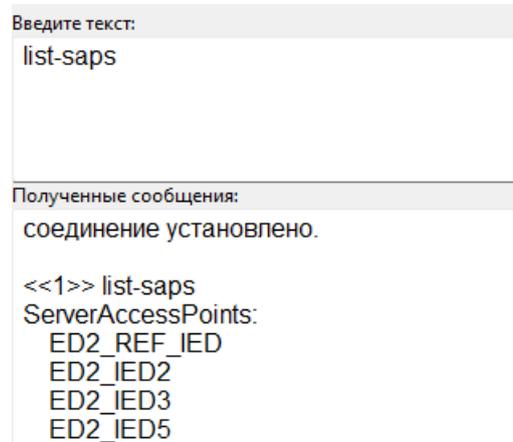
- управление Report Control Block;
- выбор групп уставок;
- команды управления Control;
- команды управления GoCB;
- скачивание файлов с ИЭУ.

#### 5.4.1. Связь с ИЭУ

Сразу после запуска ПЭВМ соединяется со всеми доступными устройствами, которые описаны в её конфигурации. Для того, чтобы увидеть список этих устройств необходимо в окне запросов HMI выполнить команду:

*list-saps*

Результат приведён на рисунке 5.3.



```
Введите текст:
list-saps

Полученные сообщения:
соединение установлено.

<<1>> list-saps
ServerAccessPoints:
  ED2_REF_IED
  ED2_IED2
  ED2_IED3
  ED2_IED5
```

Рисунок 5.3 – Список ИЭУ в HMI

Для работы с конкретным ИЭУ необходимо выбрать его командой

*select-sap val*

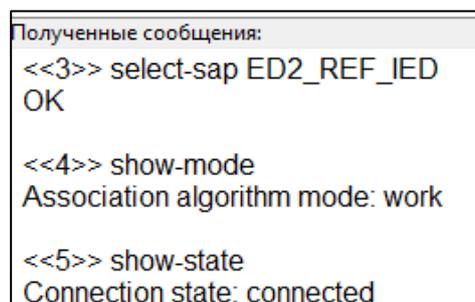
где *val* это имя ИЭУ.

Для мониторинга режима и состояния соединения с устройством используются команды

*show-mode*

*show-state*

Пример вывода режима алгоритма ассоциации с устройством и статуса соединения приведен на рисунке 5.4.



```
Полученные сообщения:
<<3>> select-sap ED2_REF_IED
OK

<<4>> show-mode
Association algorithm mode: work

<<5>> show-state
Connection state: connected
```

Рисунок 5.4 – Выбор ИЭУ, мониторинг соединения с ИЭУ в HMI

Для разрыва соединения с устройством используется команда

*set-mode idle*

Для возобновления соединения используется эта же команда, только с опцией *work* (рисунок 5.5).

*set-mode work*

```
<<6>> set-mode idle
OK

<<7>> show-mode
Association algorithm mode: idle

<<8>> show-state
Connection state: closed

<<9>> set-mode work
OK

<<10>> show-state
Connection state: connected
```

Рисунок 5.5 – Пример разрыва и последующего установления соединения с ИЭУ с отображением промежуточной информации о его статусе в HMI

Для применения определенного режима соединения сразу для всех устройств из конфигурации ПЭВМ применяется команда

*all-set-mode work/idle*

с соответствующей опцией: *work* для установления соединения, *idle* – для разрыва связи.

#### 5.4.2. Чтение данных с ИЭУ

Чтение функционально связанных данных (CDA) и функционально связанных атрибутов данных (FCDA) производится командами

*get-data-values fc ref*

и

*collate-data-values fc ref*

где *fc* – функциональная связь, а *ref* – ссылка на объект/ атрибут данных от корня устройства. Различие этих двух команд состоит в том, что *get-data-values* возвращает в качестве результата только значение запрашиваемых данных, а *collate-data-values* сопоставляет значение с типом и именем объекта/ атрибута (рисунок 5.6).

```

<<32.. get-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
..32>> get-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
GetDataValues:
  struct:
    1
    00000000000000
    2023-11-29 07:14:38.191 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)

<<33.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
..33>> collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
DO Beh: <struct>
  DA stVal: 1 (on)
  DA q: 00000000000000 Validity: Good - | source = process
  DA t: 2023-11-29 07:14:38.191 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)

```

Рисунок 5.6 – Чтение функционально связанных данных с ИЭУ в HMI

Отобразить структуру объекта данных можно при помощи команд

*describe-object ref*

и

*describe-fc-object fc ref*

где *fc* – функциональная связь, а *ref* – ссылка на объект/ атрибут данных от корня устройства. Различие этих двух команд состоит в том, что *describe-object* возвращает в качестве результата полную структуру указанного объекта, а *describe-fc-object* фильтрует данные, входящие в структуру, по функциональной связи, возвращая только те, чья функциональная связь совпадает с *fc* (рисунок 5.7).

```

<<43>> describe-object ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
DO Beh: type=ENS
  DA stVal: FC=ST bType=Enum type=BehaviourModeKind
  DA q: FC=ST bType=Quality
  DA t: FC=ST bType=Timestamp
  DA subEna: FC=SV bType=BOOLEAN
  DA subVal: FC=SV bType=Enum type=BehaviourModeKind
  DA subQ: FC=SV bType=Quality
  DA subID: FC=SV bType=VisString64
  DA blkEna: FC=BL bType=BOOLEAN
  DA d: FC=DC bType=VisString255
  DA dU: FC=DC bType=Unicode255

<<44>> describe-fc-object ST ED2_REF_IEDLD1/LLN0.Beh
DO Beh: type=ENS
  DA stVal: FC=ST bType=Enum type=BehaviourModeKind
  DA q: FC=ST bType=Quality
  DA t: FC=ST bType=Timestamp

```

Рисунок 5.7 – Отображение структуры объекта данных в HMI

### 5.4.3. Запись данных

Запись значения в атрибут данных на устройстве осуществляется командой

```
set-data-values ref val
```

где *ref* – ссылка на атрибут данных от корня устройства, а *val* – присваиваемое значение (рисунок 5.8).

```
<<54.. set-data-values ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos.subEna 1  
..54>> set-data-values ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos.subEna 1  
OK
```

Рисунок 5.8 – Запись данных на устройство посредством команд HMI

### 5.4.4. Наборы данных

Для выявления проблем с несовпадением типов, порядка и количества членов набора данных DataSet полезно иметь возможность просмотреть реальный набор данных, сконфигурированный на устройстве в настоящий момент. В командной компоненте HMI реализация данного функционала осуществляется командой

```
get-ds-dir ref
```

где *ref* – ссылка на набор данных от корня устройства (рисунок 5.9).

```
<<58.. get-ds-dir ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_VSS  
..58>> get-ds-dir ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_VSS  
GetDataSetDirectory:  
ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.NamPit[ST]  
ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.Beh[ST]  
ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmSrc[ST]  
ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmSyn[ST]  
ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmChSt1[ST]
```

Рисунок 5.9 – Отображение членов набора данных в HMI

Список наборов данных отображает команда

```
list-datasets
```

Значения всех элементов данных набора DataSet могут быть прочитаны с помощью команд

```
get-ds-values ref
```

и

```
collate-ds-values ref
```

где *ref* – ссылка на набор данных от корня устройства (рисунок 5.10). Различие этих двух команд состоит в том, что *get-ds-values* возвращает в качестве результата только значение запрашиваемых данных, а *collate-ds-values* сопоставляет значение с типом и именем объекта/ атрибута.

```
.60>> collate-ds-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_VSS
DS ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_VSS: <array>
  DO ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.NamPit[ST]: <struct>
    DA paramRev: 0
    DA valRev: 0
  DO ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.Beh[ST]: <struct>
    DA stVal: 1 (on)
    DA q: 00000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA t: 2023-11-29 07:14:39.304 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  DO ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmSrc[ST]: <struct>
    DA stVal: ""
    DA q: 00000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA t: 2023-11-29 07:14:39.310 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  DO ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmSyn[ST]: <struct>
    DA stVal: 0 (ExternalAreaClock)
    DA q: 00000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA t: 2023-11-29 07:14:39.310 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  DO ED2_REF_IEDLD1/LTMS1.TmChSt1[ST]: <struct>
    DA stVal: false
    DA q: 00000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA t: 2023-11-29 07:14:39.311 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
```

Рисунок 5.10 – Чтение значений членов набора данных в HMI

#### 5.4.5. Отчёты

Для отображения всех блоков управления отчётами, описанных в конфигурации ПЭВМ используется команда

```
list-reports ref
```

где *ref* – ссылка на отчёт от корня устройства. Отчёты, на которые ПЭВМ осуществляет подписку отмечены знаком «+» (рисунок 5.11). Если отчёт индексированный, то ссылка на отчёт сопровождается индексами всех экземпляров отчёта, сконфигурированных на ИЭУ.

```
<<62>> list-reports
Reports:
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.BR.BRCB_Tracking 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.BR.BRCB_VSS 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_ACT_ACD 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_AssignedOne 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_AssignedTwo 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_BCR 01..05
+ ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_Basic 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_CMV 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_ControlFeedback 01..05
+ ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC 01..05
- ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_HDEL 01..05
```

Рисунок 5.11 – Список отчётов ИЭУ, отображённый в HMI

Для просмотра полей блока управления отчётом применяется команда  
*get-rcb-values ref*

где ref – ссылка на отчёт от корня устройства. При этом для индексированных отчётов ссылка должна содержать индекс экземпляра отчёта (рисунок 5.12).

```
<<66.. get-rcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC01
..66>> get-rcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC01
GetRCBValues:
  ref: ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC01
  rpt_id: URCB_DPC_ReportIDtest
  rpt_ena: 1
  resv: 1
  ds_ref: ED2_REF_IEDLD1/LLN0$DSFCD_DPC
  conf_rev: 1
  opt_flds: seq-num rep-ts reason ds-name data-ref conf-rev
  buf_tm: 100
  sq_num: 3
  trg_ops: dchg qchg dupd gi
  intg_pd: 10000
  gi: 0
  owner: 172.16.50.219 : 'ac1032db'
```

Рисунок 5.12 – Просмотр полей блока управления индексированным отчётом в НМИ

Описание полей приведено в таблице 24.

Таблица 24 – Поля блока управления отчётом

Поле	Описание
ref	Ссылка на отчёт (вместе с индексом для индексированных отчётов)
rpt_id	Идентификатор отчета
rpt_ena	Состояние разрешения (включено/выключено) отчета
ds_ref	Ссылка на набор данных (dataset), связанный с отчетом
conf_rev	Номер ревизии конфигурации отчета
opt_flds	опциональные поля, указывающие дополнительную информацию, которая включена в отчёт: seq-num - порядковый номер rep-ts - метка времени reason - причина передачи отчета ds-name - набор данных, передаваемый в отчете data-ref - объектные ссылки на данные из набора данных buf-ovfl - флаг, указывающий на переполнение буфера устройства entry-id - уникальный идентификатор отчета conf-rev - счётчик версий конфигураций
buf_tm	время буферизации
sq_num	Порядковый номер последнего пришедшего отчёта
trg_ops	Опции запуска отчёта, настроенные в блоке управления: dchg – генерация отчёта по изменению значения данных

	qchg - генерация отчёта по изменению качества данных dupd – генерация отчёта по обновлению данных integrity – включен периодический опрос gi – включена опция принудительного опроса
intg_pd	значение периода опроса
gi	флаг принудительного опроса
purge_buf	Сброс буфера (очистка сохраненных данных)
entry_id	уникальный идентификатор отчета
entry_time	метка времени
resv_tms	флаг резервирования отчёта
owner	владелец отчёта (IP адрес)

Для отображения текущей информации об отчёте применяется команда  
*show-report-details ref*

где ref – ссылка на отчёт от корня устройства (рисунок 5.13).

```
<<8>> show-report-details ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC
Report details:
  ref: ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC
  indexed ref: ED2_REF_IEDLD1/LLN0.RP.URCB_DPC01
  in_use_flag: 1
  subscription state: success
  last subscription attempt messages:
```

Рисунок 5.13 – Результат выполнения команды show-report-details

При использовании этой команды можно получить такие сведения об отчёте как: полная и индексированная ссылки на отчёт, статусы использования и подписки на отчёт, сообщения об ошибках. Подробное описание представлено в таблице 25.

Таблица 25 – Данные об отчёте, получаемые командой show-report-details

Поле	Описание
ref	ссылка на блок управления отчётом
indexed ref	ссылка на экземпляр отчёта, на который подписалась ПЭВМ
in_use_flag	флаг в конфигурации ПЭВМ, указывающий, должна ли ПЭВМ производить подписку на данный отчёт
subscription state	статус подписки, может принимать следующие значения: none – отсутствие подписки need – необходима подписка success – подписка успешно произведена transient_failure – временная неудача при попытке подписки permanent_failure - неудача при подписке
last subscription attempt messages	Ошибки, возникшие при попытке подписки на отчёт: failure to confirm RptID - ошибка подтверждения идентификатора отчёта failure to confirm DataSet - ошибка подтверждения набора данных отчёта failure to confirm ConfRev - ошибка подтверждения номера ревизии конфигурации отчёта

	<p>failure to verify dataset size - ошибка проверки размера набора данных</p> <p>failure to verify dataset element - ошибка проверки элемента набора данных</p> <p>failure to confirm OptFlds - ошибка подтверждения опциональных полей</p> <p>failure to confirm BufTm - ошибка подтверждения времени буферизации</p> <p>failure to confirm TrgOps - ошибка подтверждения опций запуска отчёта</p> <p>failure to confirm IntgPd - ошибка подтверждения периода опроса</p> <p>failure to get DataSetDirectory - ошибка получения DataSetDirectory</p> <p>failure to get RCB – ошибка при попытке получить значения полей блока управления отчётом</p> <p>failure to set RptID - не удалось установить идентификатор отчёта</p> <p>failure to set DatSet - не удалось установить набор данных</p> <p>failure to set OptFlds - не удалось установить опциональные поля</p> <p>failure to set BufTm - не удалось установить время буферизации</p> <p>failure to set TrgOps - не удалось установить опции запуска отчёта</p> <p>failure to set IntgPd - не удалось установить период опроса</p> <p>failure to set RptEna - не удалось установить флаг Enable</p> <p>failure to set GI - не удалось установить флаг GI</p> <p>failure to set PurgeBuf - не удалось установить Purge</p> <p>failure to set EntryId - не удалось установить EntryId</p> <p>failure to set ResvTms - не удалось ResvTms</p> <p>failure to reserve RCB: all blocks busy – не удалось зарезервировать отчёт, все экземпляры отчёта заняты другими клиентами</p>
--	---

Командная утилита HMI позволяет сделать принудительный опрос отчёта по желанию пользователя. Эта функция реализована через команду

*trigger-gi ref*

где ref – ссылка на отчёт от корня устройства. При этом для индексированных отчётов ссылка должна содержать индекс экземпляра отчёта.

Для отображения содержимого отчёта, приходящего в ПЭВМ, реализована команда установки трассировки на отчёт:

*setup-report-trace ref level*

где ref – ссылка на отчёт от корня устройства, а level – уровень трассировки, который отвечает за то, какая информация будет отображена. Всего существует 4 уровня трассировки:

0 – когда в ПЭВМ приходит отчёт, HMI отображает его ссылку (рисунок 5.14).

```
<<5.. trigger-gi ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
... setup-report-trace ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU 0
Report RCB-ref=ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
```

Рисунок 5.14 – Трассировка отчёта с уровнем 0

1 – уровень отображает некоторые поля RCB, а также какие параметры включены в отчёт (рисунок 5.15)

```
<<7.. trigger-gi ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
... setup-report-trace ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU 1
Report:
  RCB-ref: ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
  RptID: URCB_IEDLD_with_IdName
  SqNum: 1
  TimeOfEntry: 2023-11-30 11:13:22.118 GMT
  DatSet: ED2_REF_IEDLDinst/LLN0$Dataset_GGIO2
  ConfRev: 1
  ++ data-reference(s) ++
  ++ value(s) ++: 8 of 8
  ++ ReasonCode(s) ++
```

Рисунок 5.15 – Трассировка отчёта с уровнем 1

2 и 3 – уровни, при которых HMI отображает все данные отчёта, а также значения включённых в него объектов и атрибутов данных (рисунок 5.16).

```
<<11.. trigger-gi ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
... setup-report-trace ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU 3
Report:
  RCB-ref: ED2_REF_IEDLDinst/LLN0.RP.URCB_MMXU01
  RptID: URCB_IEDLD_with_IdName
  SqNum: 3
  TimeOfEntry: 2023-11-30 11:19:49.539 GMT
  DatSet: ED2_REF_IEDLDinst/LLN0$Dataset_GGIO2
  -- BufOvfl --
  -- EntryID --
  ConfRev: 1
  -- SubSeqNum --
  -- MoreSegmentsFollow --
  data-reference(s):
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$Anln1$instMag$f
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$Anln1$mag$f
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$Anln1$q
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$Anln1$t
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$AnOut1$mxVal$f
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$AnOut1$origin$orident
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$AnOut1$q
    ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2$MX$AnOut1$t
  value(s):
    BDA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.Anln1.instMag.f[MX]: 1.250000
    BDA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.Anln1.mag.f[MX]: 0.000000
    DA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.Anln1.q[MX]: 0000000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.Anln1.t[MX]: 2023-11-29 07:14:42.966 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
    BDA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.AnOut1.mxVal.f[MX]: 0.000000
    BDA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.AnOut1.origin.orident[MX]: "
    DA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.AnOut1.q[MX]: 0000000000000000 Validity: Good - | source = process
    DA ED2_REF_IEDLDinst/GGIO2.AnOut1.t[MX]: 2023-11-29 07:14:42.971 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  ReasonCode(s):
    16
    16
    16
    16
    16
    16
    16
    16
```

Рисунок 5.16 – Трассировка отчёта с уровнем 3

Различие этих двух команд состоит в том, что уровень 2 отображает только значения запрашиваемых данных, а уровень 3 сопоставляет значение с типом и именем объекта/ атрибута данных.

Отменить трассировку отчёта можно командой

```
clear-report-trace ref
```

где *ref* – ссылка на отчёт от корня устройства.

#### 5.4.6. Группы уставок

HMI поддерживает выбор активной группы уставок SGCB. Обычно она располагается в узле LLN0.

Для просмотра значений полей блока управления группой уставок применяется команда

```
get-sgcb-values ref
```

где *ref* – ссылка на блок управления SG (рисунок 5.17).

```
..12>> get-sgcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB
GetSGCBValues:
  NumOfSG: 4
  ActSG: 1
  EditSG: 0
  CnfEdit: false
  LActTm: 1970-01-01 00:00:00.000 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  ResvTms: 0
```

Рисунок 5.17 – Просмотр информации о группах уставок ИЭУ в HMI

Подробное описание полей блока управления уставками представлено в таблице 26.

Таблица 26 – Поля SGCB

Поле	Описание
NumOfSG	количество групп
ActSG	номер активной группы
EditSG	группа, находящаяся в режиме редактирования
CnfEdit	флаг, отображающий редактируются ли какая-либо группа в данный момент времени
LActTm	метка времени последней активации
ResvTms	значение параметра Reserve time

Для изменения активной группы используется команда

```
select-active-sg ref num
```

где *ref* – ссылка на блок управления SG, а *num* – номер группы (рисунок 5.18).

```

<<12.. get-sgcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB
..12>> get-sgcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB
GetSGCBValues:
  NumOfSG: 4
  ActSG: 1
  EditSG: 0
  CnfEdit: false
  LActTm: 1970-01-01 00:00:00.000 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  ResvTms: 0

<<13.. select-active-sg ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB 3
..13>> select-active-sg ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB 3
OK

<<14.. get-sgcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB
..14>> get-sgcb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.SGCB
GetSGCBValues:
  NumOfSG: 4
  ActSG: 3
  EditSG: 0
  CnfEdit: false
  LActTm: 2023-11-30 11:48:28.502 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31)
  ResvTms: 0

```

Рисунок 5.18 – Установка активной группы уставок в HMI

#### 5.4.7. Управление

Для реализации моделей управления через HMI были добавлены команды, соответствующие сервисам управления МЭК 61850. Управлять можно только теми объектами, которые сконфигурированы для ПЭВМ, а не всеми объектами данных устройства, содержащими атрибут `ctlModel`.

Для просмотра списка объектов управления (рисунок 5.19) используется команда

*list-controls*

```

<<1>> list-controls
-----configured controls-----
ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos (direct_with_normal_security)
ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos (sbo_with_normal_security)
ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos (direct_with_enhanced_security)
ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos (sbo_with_enhanced_security)

```

Рисунок 5.19 – Просмотр сконфигурированных объектов управления в HMI

Установка параметров управления производится командами, описанными в таблице 27. Переменная `value` обозначает значение параметра, который необходимо установить командой.

Таблица 27 – Команды установки параметров управления

Команда	Описание
<i>set-ctl-test value</i>	Установка режима тестирования. Параметр Test определяет, сформирована ли информация в ходе нормальной работы или в ходе тестирования. Принимает значения типа BOOLEAN: 1/true и 0/false.
<i>set-ctl-synchro value</i>	Установка значения признака synchro-check (проверка синхронизации). Принимает значения типа BOOLEAN: 1/true и 0/false.
<i>set-ctl-interlock value</i>	Установка значения признака interlock-check (проверка блокировки). Принимает значения типа BOOLEAN: 1/true и 0/false.
<i>set-ctl-or-cat value</i>	установка значения originator category
<i>set-ctl-or-ident value</i>	установка значения originator identification

Просмотреть параметры управления можно командой

*show-ctl-pars*

На рисунке 5.20 приведён пример установки и последующего отображения параметров управления.

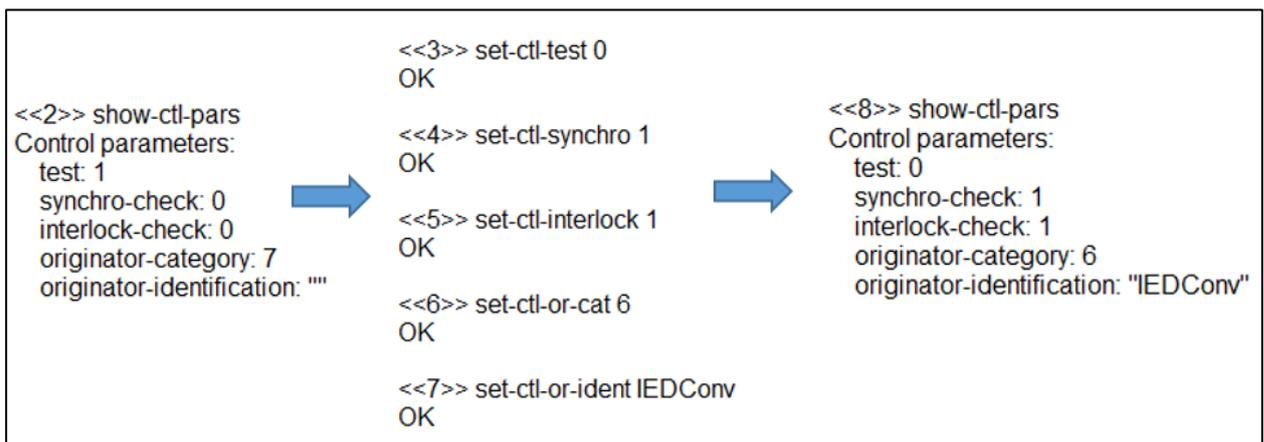


Рисунок 5.20 – Установка и отображение параметров управления в HMI

Последовательность команд управления для различных моделей представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Команды управления в HMI

Сервис МЭК 61850	Команда HMI	Описание
<b>Модель управления direct with normal security</b>		
Operate	operate ref val	Запись значения объекта ТУ. ref – ссылка на объект управления val – записываемое значение (false/0, true/1)

<pre>&lt;&lt;23.. operate ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos 1 ..23&gt;&gt; operate ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos 1 OK  &lt;&lt;24.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos ..24&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 6 DA stVal: 10 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:11:14.486 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false</pre>	<pre>&lt;&lt;25.. operate ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos 0 ..25&gt;&gt; operate ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos 0 OK  &lt;&lt;26.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos ..26&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/DOns_CSWI2.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 7 DA stVal: 01 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:11:25.492 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false</pre>
---	---

**Модель управления SBO with normal security**

Select	select ref	Выбор (захват) объекта ТУ ref – ссылка на объект управления
Operate	operate ref val	Запись значения ТУ. ref – ссылка на объект управления val – записываемое значение (false/0, true/1)

<pre>&lt;&lt;34.. select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..34&gt;&gt; select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos OK  &lt;&lt;35.. operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos 1 ..35&gt;&gt; operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos 1 OK  &lt;&lt;36.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..36&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 2 DA stVal: 10 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:31:10.929 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false</pre>	<pre>&lt;&lt;37.. select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..37&gt;&gt; select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos OK  &lt;&lt;38.. operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos 0 ..38&gt;&gt; operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos 0 OK  &lt;&lt;39.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..39&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 3 DA stVal: 01 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:31:57.279 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false</pre>
---	---

или

Select	select ref	Выбор (захват) объекта ТУ ref – ссылка на объект управления
Cancel	cancel ref	Отмена управления ref – ссылка на объект управления

<pre>&lt;&lt;44.. select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..44&gt;&gt; select ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos OK  &lt;&lt;45.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..45&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 3 DA stVal: 01 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:31:57.279 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: true</pre>	<pre>&lt;&lt;46.. cancel ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..46&gt;&gt; cancel ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos OK  &lt;&lt;47.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos ..47&gt;&gt; collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CSWI3.Pos DO Pos: &lt;struct&gt; DA origin: &lt;struct&gt;   BDA orCat: 6 (automatic-remote)   BDA orIdnt: '494544436f6e76' DA ctiNum: 3 DA stVal: 01 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 06:31:57.279 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false</pre>
--	---

**Модель управления direct with enhanced security**

Operate	operate ref val	Запись значения объекта ТУ. ref – ссылка на объект управления val – записываемое значение (false/0,
---------	-----------------	---

		true/1)
CommandTermination		«+» - операция управления завершилась успешно «-» - операция управления провалилась ref - ссылка на объект управления
<<48.. operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 1 ..48>> operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 1 OK ... operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 1 CommandTermination+: ref: ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos		<<49.. operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 0 ..49>> operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 0 OK ... operate ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos 0 CommandTermination+: ref: ED2_REF_IEDLD1/DOes_CSWI4.Pos
<b>Модель управления SBO with enhanced security</b>		
SelectWithValue	select-w-v ref value	Выбор (захват) объекта ТУ со значением ref – ссылка на объект управления value - значение
Operate	operate ref val	Запись значения ТУ. ref – ссылка на объект управления val – записываемое значение (false/0, true/1)
CommandTermination		«+» - операция управления завершилась успешно «-» - операция управления провалилась ref - ссылка на объект управления
<<52.. select-w-v ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 1 ..52>> select-w-v ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 1 OK <<53.. operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 1 ..53>> operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 1 OK ... operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 1 CommandTermination+: ref: ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos		<<61.. select-w-v ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 0 ..61>> select-w-v ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 0 OK <<62.. operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 0 ..62>> operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 0 OK ... operate ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos 0 CommandTermination+: ref: ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos
<<54.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos ..54>> collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos DO Pos: <struct> DA origin: <struct> BDA orCat: 6 (automatic-remote) BDA orIdent: '494544436f6e76' DA ctiNum: 2 DA stVal: 10 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 08:09:47.797 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false		<<63.. collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos ..63>> collate-data-values ST ED2_REF_IEDLD1/SBOes_CSWI5.Pos DO Pos: <struct> DA origin: <struct> BDA orCat: 6 (automatic-remote) BDA orIdent: '494544436f6e76' DA ctiNum: 7 DA stVal: 01 DA q: 0000000000000000 Validity: Good -   source = process DA t: 2023-12-01 08:14:22.296 GMT TQ=0x3f (lsk=0 cf=0 cns=1 ta=31) DA stSeld: false
или		
SelectWithValue	select-w-v ref value	Выбор (захват) объекта ТУ со значением ref – ссылка на объект управления value - значение
Cancel	cancel ref	Отмена управления ref – ссылка на объект управления

В рамках управления объектами данных стандарт МЭК 61850 описывает такую обязательную структуру, как *LastAppError*. Она содержит в себе подробное описание последней возникшей ошибки. Пример отображения данной структуры в HMI изображен на рисунке 5.21.

```
<<33.. operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CS WI3.Pos 1
..33>> operate ED2_REF_IEDLD1/SBOns_CS WI3.Pos 1
%ERR: runtime: 21 (access denied)
LastAppError:
  ctlNum: 1
  error: 0 (No Error)
  addCause: 18 (Object-not-selected)
```

Рисунок 5.21 – Пример включения устройством структуры LastAppError в ответ на команду управления и отображение её в HMI

В структуру *LastAppError* входят поля:

- *ctlNum* – индекс, отображающий количество обращений к объекту сервисами управления;
- *error* – ошибка;
- *addCause* – дополнительная информация о причине ошибки, определяет причину отказа в случае отрицательного ответа сервиса управления.

Описание ошибок, которые могут возникнуть в ходе управления, представлено в таблице 29.

Таблица 29 – Описание ошибок и причин отказа при управлении

Error / AddCause	Описание
<b>ошибка</b>	
No Error	Отсутствие ошибки
Unknown	Неизвестная ошибка
Timeout Test Not OK	таймаут, тест-не-ок
Operator Test Not OK	тест-не-ок
<b>причина</b>	
Unknown	Команда не выполнена по неизвестным причинам
Not-supported	Не поддерживается
Blocked-by-switching-hierarchy	Неуспешно, т. к. один из Лос-переключателей по ходу трафика (как в CSWI) имеет значение TRUE
Select-failed	Отменено из-за неуспешности выбора (Сервис select)
Invalid-position	Управляющее воздействие прекращено из-за неправильного положения переключателя (Pos в XCBR или XSWI)
Position-reached	Выключатель уже находится в нужном положении (Pos в XCBR или XSWI)
Parameter-change-in-execution	Управляющее воздействие заблокировано из-за выполнения изменения параметров (parameter change)
Step-limit	Управляющее воздействие заблокировано, т. к. переключатель РПН находится в конечном

	положении (EndPosR или EndposL в YLTC)
Blocked-by-Mode	Управляющее воздействие заблокировано, т. к. LN (CSWI или XCBR/XSWI) находится в режиме (Mod), в котором запрещены любые переключения
Blocked-by-process	Управляющее воздействие заблокировано из-за какого-либо внешнего события на уровне процесса, которое мешает успешному выполнению действия, например, наличие блокировки (EEHealth в XCBR или XSWI)
Blocked-by-interlocking	Управляющее воздействие запрещено оперативной блокировкой (в CILO атрибут EnaOpn.stVal="FALSE" или EnaCls.stVal="FALSE")
Blocked-by-synchrocheck	Управляющее воздействие с проверкой синхронизации прекращено из-за отсутствия синхронизма более установленного временного предела time limit
Command-already-in-execution	Сервис управления или отмена отклонены, т. к. управляющее воздействие уже в процессе выполнения
Blocked-by-health	Управляющее воздействие заблокировано из-за некоего внутреннего события, которое мешает успешному выполнению действия (Health)
1-of-n-control	Управляющее воздействие заблокировано из-за того, что в домене (например, подстанции) другое управляющее воздействие находится в процессе выполнения (в любом XCBR или XSWI DPC.stSeld="TRUE")
Abortion-by-cancel	Управляющее воздействие прекращено из-за сервиса cancel
Time-limit-over	Управляющее воздействие прервано из-за превышения временного предела time limit
Abortion-by-trip	Управляющее воздействие прекращено из-за аварийного отключения (PTRC с ACT.general="TRUE")
Object-not-selected	Управляющее воздействие отклонено, поскольку объект управления не выбран
Object-already-selected	Select не выполнен, поскольку объект управления уже выбран
No-access-authority	Управляющее воздействие заблокировано из-за отсутствия прав доступа
Ended-with-overshoot	Управляющее воздействие выполнено, но произошел выход за пределы
Abortion-due-to-deviation	Управляющее воздействие прервано из-за отклонения между заданным и измеренным значением.
Abortion-by-communication-loss	Управляющее воздействие прервано из-за потери связи с клиентом, инициировавшим управление
Blocked-by-command	Управляющее воздействие заблокировано, поскольку CmdBlk.stVal = TRUE.

None	Управляющее воздействие успешно выполнено
Inconsistent-parameters	Параметры между последовательными службами управления не согласованы (например, ctiNum служб Select и Operate различаются)
Locked-by-other-client	Другой клиент уже зарезервировал объект

#### 5.4.8. GOOSE

HMI предоставляет возможность просматривать и изменять блоки управления GOOSE-сообщениями ИЭУ.

Для просмотра всех полей GoCB используется команда

```
get-gocb-values ref
```

где ref – ссылка на блок управления GOOSE (рисунок 5.22).

```
..73>> get-gocb-values ED2_REF_IEDLD1/LLN0.GoCB_FCDA
GetGoCBValues:
  go_ena: 1
  go_id: GOID_FCDA
  dat_set: ED2_REF_IEDLD1/LLN0$FCDA_DSGoose1
  conf_rev: 1
  nds_com: 0
  dst_address:
    addr: 01:0c:cd:01:00:aa
    priority: 4
    vid: 256
    appid: 4660
  min_time: 1
  max_time: 3000
  fixed_offs: 0
```

Рисунок 5.22 – Просмотр полей блока управления GOOSE в HMI

HMI позволяет включать и отключать отправку устройством GOOSE-сообщения командой

```
set-gocb-goena ref value
```

где ref – ссылка на блок управления GOOSE, а value – флаг запуска GOOSE сообщения (принимает значения типа BOOLEAN: 1/true и 0/false).

Изменение идентификатора GoCB осуществляется командами

```
set-gocb-goid ref value
```

и

```
force-gocb-goid ref value
```

где ref – ссылка на блок управления GOOSE, а value – новое значение идентификатора. Различие этих двух команд состоит в том, что команда set-gocb-goid не выполнится, если в настройка блока управления GOOSE (тер GSESettings в конфигурации устройства) стоит запрет на изменение GooseID, а команда force-gocb-goid произведет установку значения GooseID вне зависимости от настроек GoCB.

Изменение привязки к GOOSE набора данных производится командами

```
set-gocb-dataset ref value
```

и

```
force-gocb-dataset ref value
```

где *ref* – ссылка на блок управления GOOSE, а *value* – новый набор данных, который нужно привязать к GOOSE. Различие этих двух команд состоит в том, что команда *set-gocb-dataset* не выполнится, если в настройка блока управления GOOSE (тег *GSESettings* в конфигурации устройства) стоит запрет на изменение DataSet, а команда *force-gocb-dataset* произведет установку значения *GooseID* вне зависимости от настроек *GoCB*.

#### 5.4.9. Модель

Некоторые команды HMI позволяют просмотреть данные о типах элементов информационной модели каждого устройства, описанного в конфигурации ПЭВМ.

Для отображения информационной модели устройства в иерархическом представлении используется команда

```
show-models
```

Она позволяет наглядно отобразить общую внутреннюю логическую модель устройства, с именами физических и логических устройств, а также логические узлы и их типов (рисунок 5.23).

```
<<88>> show-models
Server Data Models:
  Server: ED2_IED2
    LD: LD1
      LN: LLN0 of type LLN0_TYPE1
      LN: LPHD1 of type LPHD_TYPE
      LN: MMXU1 of type MMXU_TYPE1
      LN: GGIO1 of type GGIO_TYPE1
      LN: GGIO2 of type GGIO_TYPE1
  Server: ED2_IED3
    LD: LD1
      LN: LLN0 of type LLN0_TYPE1
      LN: LPHD1 of type LPHD_TYPE
      LN: MMXU1 of type MMXU_TYPE1
      LN: GGIO1 of type GGIO_TYPE1
      LN: GGIO2 of type GGIO_TYPE1
  Server: ED2_IED5
    LD: MMM_LDinst
      LN: LLN0 of type LLN0_TYPE1
      LN: LPHD1 of type LPHD_TYPE
      LN: MMM_MMXU1 of type MMM_MMXU_TYPE1
      LN: MMM_GGIO1 of type MMM_GGIO_TYPE1
      LN: MMM_GGIO2 of type MMM_GGIO_TYPE1
```

Рисунок 5.23 – Пример отображения информационной модели устройств в HMI

Ознакомиться со всеми типами данных модели можно с помощью команды *show-types*

Она представляет данные о всех типах узлов, объектов и атрибутов данных, а также типах EnumType (рисунок 5.24).

```
<<89>> show-types
DataTypeTemplates:
  LNodeType: LLN0_TYPE
    DO: NamPit of type LPL
    DO: Beh of type ENS
    DO: Health of type ENS1
    DO: Mod of type ENC
    DO: LockKey of type SPS
    DO: Loc of type SPS
    DO: LocSta of type SPC
    DO: Diag of type SPC
    DO: LEDRs of type SPC
    DO: GrRef of type ORG
    DO: MltLev of type SPG
  DOType: LPL
    DA: vendor of btype VisString255
    DA: swRev of btype VisString255
    DA: d of btype VisString255
    DA: dU of btype Unicode255
    DA: configRev of btype VisString255
    DA: paramRev of btype INT32
    DA: valRev of btype INT32
    DA: IdNs of btype VisString255
    DA: lnNs of btype VisString255
  DAType: CancelBOOLEAN
    BDA: ctlVal of btype BOOLEAN
    BDA: origin of btype Struct of type Originator
    BDA: ctlNum of btype INT8U
    BDA: T of btype Timestamp
    BDA: Test of btype BOOLEAN
  EnumType: TripModeKind
    1 := '3 phase tripping'
    2 := '1 or 3 phase tripping'
    3 := 'specific'
    4 := '1 phase tripping'
```

Рисунок 5.24 – Пример отображения типов данных в HMI

#### 5.4.10. Time Quality

TimeQuality в контексте синхронизации времени в стандарте МЭК 61850 обозначает параметр, который оценивает качество передачи времени в сети. Этот параметр включает в себя информацию о точности и надежности синхронизации времени между ПЭВМ и устройствами в сети. Он может принимать различные значения, отражающие степень точности и стабильности временной синхронизации.

Для просмотра TimeQuality в HMI (рисунок 5.25) применяется команда

*show-tq*

```
<<91>> show-tq
TimeQuality:
  LeapSecondsKnown: 1
  ClockFailure: 0
  ClockNotSynchronized: 1
  TimeAccuracy: 0
```

Рисунок 5.25 – Пример отображения TimeQuality в HMI

Состав TimeQuality отражен в таблице 30.

Таблица 30 – Определение TimeQuality

Имя атрибута	Описание
LeapSecondsKnown	Значение TRUE (логическая единица) атрибута LeapSecondsKnown означает, что в значении SecondSinceEpoch учтены все имевшие место коррекции секунды. Если это значение FALSE (логический нуль), то в

	данном значении не учтены те коррекции секунды, которые имели место до инициализации источника времени данного устройства.
ClockFailure	Если TRUE - источник времени передающего устройства ненадежный. Значение TimeStamp должно быть проигнорировано
ClockNotSynchronized	Если TRUE - источник времени передающего устройства не синхронизирован с внешним временем UTC
TimeAccuracy	представляет класс точности источника времени передающего устройства по отношению к внешнему времени UTC

### 5.4.11. Файлы

Для работы с файлами, расположенными на устройстве, в HMI реализовано две функции: просмотр директории с файлами и скачивание файлов.

Просмотреть информацию о файлах, расположенных на устройстве можно командой

*dir catalog*

где catalog - опциональное поле, отвечающее за вложенные каталоги, в которых находятся файлы. Пример просмотра файлов в разных каталогах устройства приведён на рисунке 5.26.

```

..3>> dir
GetServerDirectory(FILE):
  0 1970-01-01 00:00:00 /dr/
  0 1970-01-01 00:00:00 /dr_unextracted/
  0 1970-01-01 00:00:00 /COMTRADE/
  0 1970-01-01 00:00:00 /LD/

<<4.. dir /COMTRADE/

..4>> dir /COMTRADE/
GetFileAttributeValues:
  1365 2011-01-01 12:00:37 20110101_120037_559_r001.cfg
  260833 2011-01-01 12:00:37 20110101_120037_559_r001.dat
  1365 2011-01-01 12:00:58 20110101_120058_190_r002.cfg
  260833 2011-01-01 12:00:58 20110101_120058_190_r002.dat
  1365 2011-01-01 12:01:07 20110101_120107_745_r003.cfg
  260833 2011-01-01 12:01:07 20110101_120107_745_r003.dat

```

Рисунок 5.26 – Просмотр файлов на ИЭУ через HMI

Строка, отражающая информацию о файле, содержит (последовательно) данные о размере файла, времени создания и наименование файла.

Загрузка файла выполняется командой

*get-file name local-name*

где name – полный путь к файлу, включая имя файла, а local-name – имя, под которым нужно этот файл сохранить (рисунок 5.27).

```
<<5.. get-file /COMTRADE/20110101_120058_190_r002.cfg new_cfg_2.cfg
..5>> get-file /COMTRADE/20110101_120058_190_r002.cfg new_cfg_2.cfg
OK: 1416 byte(s) downloaded
```

Рисунок 5.27 – Загрузка файла с ИЭУ через HMI

#### 5.4.12. Список всех команд

Все команды HMI и их краткое описание представлены в сводной таблице 31.

Таблица 31 – Краткая таблица команд HMI

Команда и аргументы	Значение
exit	завершить работу
quit	завершить работу
show-tq	показать TimeQuality
list-saps	показать список Server Access Point
select-sap ied-name	выбрать Server Access Point
show-mode	показать режим работы
set-mode mode	установить указанный режим работы
show-state	показать состояние соединения с сервером
read-mms ref	прочитать MMS variable
get-data-values fc ref	выполнить GetDataValues
collate-data-values fc ref	сопоставить GetDataValues с моделью
get-ds-dir ref	выполнить GetDataSetDirectory
get-ds-values ref	выполнить GetDataSetValues
collate-ds-values ref	сопоставить GetDataSetValues с моделью
get-rcb-values ref	выполнить GetBRCBValues/GetURCBValues
trigger-gi ref	установить GI=true в RCB
all-set-mode mode	установить указанный режим работы для всех SAP
get-sgcb-values ref	выполнить GetSGCBValues
select-active-sg ref num	выполнить SelectActiveSG
list-reports	показать список отчетов
list-datasets	показать список наборов данных в отчетах
show-report-details ref	показать детали процесса подписки
setup-report-trace ref level	установить трассировку отчета
clear-report-trace ref	сбросить трассировку отчета
show-models	показать модели данных серверов
show-types	показать типы данных
describe-object ref	показать структуру объекта данных
describe-fc-object fc ref	показать структуру FC-объекта данных

set-data-values ref value	выполнить SetDataValues
list-controls	показать список конвертируемых СО-объектов
cancel ref	выполнить Cancel
select ref	выполнить Select
select-w-v ref value	выполнить SelectWithValue
operate ref value	выполнить Operate
show-ctl-pars	показать дополнительные параметры команды
set-ctl-test value	установить значение признака test
set-ctl-synchro value	установить значение признака synchro-check
set-ctl-interlock value	установить значение признака interlock-check
set-ctl-or-cat value	установить значение originator category
set-ctl-or-ident value	установить значение originator identification
get-gocb-values ref	выполнить GetGoCBValues
set-gocb-goena ref value	выполнить SetGoCBValues с указанным GoEna
set-gocb-goid ref value	выполнить SetGoCBValues с указанным GoID
set-gocb-datset ref value	выполнить SetGoCBValues с указанным DataSet
force-gocb-goid ref value	принудительно выполнить SetGoCBValues с указанным GoID
force-gocb-datset ref value	принудительно выполнить SetGoCBValues с указанным DataSet
dir [name]	показать файлы на сервере
get-file name local-name	скачать файл с сервера

### 5.5. Список ошибок

При работе с командным интерфейсом НМІ предполагается возможность возникновения различных ошибок. Например, при передаче команд как клиент, так и НМІ могут столкнуться с ошибками сети, что может привести к потере соединения или неполной передаче команды. Также возможны ошибки, связанные с несоответствием формата или структуры команды, что может вызвать некорректное ее выполнение на стороне клиента. Дополнительно, ошибки могут возникнуть из-за неполадок на стороне самого клиента. Поэтому важно учитывать, что в работе связки ПЭВМ и НМІ необходимо ожидать такие ситуации.

Описание подобных и других ошибок, а также соответствующие средства их разрешения для обеспечения надежной работы ПЭВМ представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Сообщения-ошибки в НМІ и способ их устранения

Сообщение об ошибке	Описание	Техника устранения
<i>Server Access Point not selected</i>	ИЭУ не выбрано	Выберите ИЭУ командой select-sap

<i>no such SAP</i>	Такого ИЭУ не существует	Просмотрите список доступных устройств командой <i>list-saps</i> , выберите существующее устройство из списка командой <i>select-sap</i>
<i>runtime: code (err)</i>	Ошибки на стороне связи ПЭВМ и ИЭУ ( <i>code</i> – код ошибки, <i>err</i> – описание ошибки).	Коды ошибок и способы их устранения смотрите ниже
<i>(0) no error occurred</i>	Ошибок не выявлено	
<i>(1) the client is not yet connected</i>	Запрос не может быть выполнен, поскольку соединение пока не установлено	Дождитесь установления связи с ИЭУ. При длительном отсутствии проверьте настройки соединения ПЭВМ с ИЭУ. Также убедитесь, что сеть стабильна и работает без проблем.
<i>(2) the client is already connected</i>	Соединение уже существует	Разорвите существующее соединение.
<i>(3) loss of connection</i>	Потеря связи	Дождитесь установления связи с ИЭУ. При длительном отсутствии проверьте настройки соединения ПЭВМ с ИЭУ. Также убедитесь, что сеть стабильна и работает без проблем.
<i>(4) not supported by the client stack or by the server</i>	Служба или некоторые заданные параметры не поддерживаются	
<i>(5) connection rejected by server</i>	Соединение отклонено	Проверьте настройки соединения ПЭВМ с ИЭУ и конфигурацию самого устройства.
<i>(6) outstanding call limit is reached</i>	Невозможно отправить запрос, так как достигнуто ограничение по количеству ожидающих вызовов	На ИЭУ необходимо увеличить лимит на количество ожидающих вызовов или оптимизировать работу ПЭВМ так, чтобы уменьшить количество ожидающих вызовов и соответственно снизить нагрузку.
<i>(10) an invalid argument</i>	Функция API была вызвана с недопустимым аргументом	Обратиться к разработчику
<i>(11) dataset mismatch</i>	Ошибка запуска отчёта: несоответствие набора данных	Проверить набор данных на устройстве, в его конфигурации и в

		конфигурационном файле ПЭВМ – они должны совпадать
<i>(12) object reference is invalid</i>	ссылка на объект недействительна (синтаксическая ошибка)	Проверить корректность значения ссылки на объект.
<i>(13) received an unexpected value</i>	Полученный объект имеет непредвиденный тип	Проверьте соответствие типов данных, передаваемых между ПЭВМ и устройством.
<i>(20) the communication failed with a timeout</i>	Связь с устройством была нарушена по таймауту	Убедитесь, что сетевое соединение между ПЭВМ и ИЭУ стабильно и работает без проблем. Проверьте настройки таймаута на устройстве и в случае необходимости увеличьте его.
<i>(21) access denied</i>	Устройство отклонило доступ к запрошенному объекту/сервису из-за контроля доступа	Удостоверьтесь, что ПЭВМ имеет правильные разрешения для доступа к объектам на устройстве
<i>(22) the requested object does not exist</i>	Устройство сообщило, что запрашиваемый объект не существует	Проверьте корректность значения ссылки на объект.
<i>(23) the requested object already exists</i>	Устройство сообщило, что запрашиваемый объект уже существует	Проверьте, не происходит ли попытка создания объекта, который уже существует в модели устройства
<i>(24) the requested access method is not supported</i>	ИЭУ не поддерживает запрошенный метод доступа	Настроить параметры доступа на ИЭУ
<i>(25) an object of another type is expected</i>	ИЭУ ожидало объект другого типа	Проверить корректность запроса, ссылки на объект. Убедиться, что ИЭУ поддерживает тип запрашиваемого объекта
<i>(26) temporarily unavailable</i>	Объект или сервис временно недоступны	Подождите некоторое время и повторите запрос. Если проблема сохраняется, свяжитесь с администратором для дополнительной информации и устранения неполадок на устройстве
<i>(27) the specified object is not defined</i>	Объект не определен на сервере	Проверьте правильность указания объекта в запросе к серверу (ссылку на объект). Также убедитесь, что объект

		<p>существует на устройстве. Если объект определен правильно, убедитесь, что ИЭУ функционирует корректно и имеет доступ к необходимым данным. В случае возникновения ошибки непонятного происхождения, обращайтесь к администратору для более подробной диагностики и устранения неисправностей.</p>
<p><i>(28) the specified address is invalid</i></p>	<p>Указанный адрес недействителен</p>	<p>Убедитесь, что адрес, указанный в запросе к ИЭУ, корректен. В случае продолжения ошибки, свяжитесь с администратором для получения более подробной помощи в устранении неисправностей.</p>
<p><i>(29) hardware fault</i></p>	<p>Сервис не выполнен из-за неисправности оборудования</p>	<p>Обратиться к ответственным специалистам для проведения диагностики оборудования и устранения возможного неисправного элемента. Также рекомендуется проверить состояние аппаратных средств и обновить программное обеспечение, чтобы устранить возможные несоответствия и проблемы совместимости</p>
<p><i>(30) data type is not supported</i></p>	<p>Запрашиваемый тип данных не поддерживается устройством</p>	<p>Убедитесь, что запрашиваемый тип данных соответствует поддерживаемым. Проверьте документацию по устройству и его конфигурацию, чтобы узнать поддерживаемые типы данных, затем адаптируйте запрос в соответствии с этими ограничениями.</p>

<i>(31) the provided attributes are inconsistent</i>	Предоставленные атрибуты не согласованы	Проверьте и согласуйте передаваемые атрибуты с требованиями устройства.
<i>(32) the provided object value is invalid</i>	Предоставленное значение объекта недопустимо	Проверьте, что в запросе указано корректное для данного типа объекта значение (например 1/0 для типа BOOLEAN, или символьное значение для типа VisString255)
<i>(33) the object is invalidated</i>	Объект недействителен	Проверьте текущее состояние объекта в соответствии со спецификациями и требованиями ИЭУ. Убедитесь, что объект находится в соответствующем состоянии и что нет никаких конфликтов в данных. При необходимости, обратитесь к документации и конфигурации устройства для выполнения необходимых действий по валидации объекта и его состояния.
<i>(34) received an invalid response message from the server</i>	Получено недействительное ответное сообщение от устройства	Убедитесь, что устройство корректно обрабатывает запросы и возвращает валидные ответы. При необходимости, обратитесь к документации или администратору для выявления и устранения возможных проблем в обмене сообщениями между ПЭВМ и устройством.
<i>(98) service not implemented</i>	Служба не реализована	Убедитесь, что ПЭВМ отправляет запросы, которые соответствуют поддерживаемым службам устройства. Если запросы корректны, а ошибка всё равно возникает, обратитесь к администратору для выявления и устранения проблемы.

<i>(99) unknown error</i>	неизвестная ошибка	
<b>Ошибки, возникающие при работе с отчётами</b>		
<i>runtime: not a RCB reference</i>	При попытке выполнения GetRCBValues неверно указана ссылка на отчёт.	Укажите валидную ссылку на RCB. Просмотреть ссылки можно командой list-reports
<i>invalid Report Control Block reference</i>	При попытке выполнения GI неверно указана ссылка на отчёт.	
<i>no such report</i>	Такого отчёта не существует	
<b>Ошибки, возникающие при управлении</b>		
<i>runtime: failed to create control-object</i>	Не удалось создать объект управления	Обратиться к разработчику
<i>object not cancellable (Cancel missing)</i>	Управление объектом не может быть отменено, ПЭВМ не может найти атрибут «.Cancel»	Удостоверьтесь, что не ошиблись, указывая ссылку на объект управления. Если ссылка корректная, проверьте конфигурацию устройства и убедитесь, что объект управления сконфигурирован верно, соответствуя одному из типов CDC поддерживающих управление + имеет FC=CF
<i>object not selectable (SBO missing)</i>	Объект управления недоступен для выбора, ПЭВМ не может найти атрибут «.SBO»	
<i>object not selectable (SBOw.ctlVal missing)</i>	Объект управления недоступен для выбора со значением, ПЭВМ не может найти атрибут «SBOw.ctlVal»	
<i>object not operatable (Oper.ctlVal missing)</i>	Объект недоступен для управления, ПЭВМ не может найти атрибут «Oper.ctlVal»	
<i>object not controllable (no ctlModel DA with FC=CF)</i>	Объект не является управляемым.	
<b>Ошибки GOOSE</b>		
<i>not allowed by GSESettings</i>	Невозможно выполнить set-gocb-goid и set-gocb-datset из-за запрета в GSESettings	Удостоверьтесь, что конфигурация устройства позволяет изменять GooseID и набор данных GOOSE (поля appID и datSet в GSESettings не должны быть равны Dyn)
<b>Ошибки работы с файлами</b>		
<i>failure to save data to local file</i>	Ошибка сохранения полученного файла	Возможно, не была заведена директория сохранения файлов «local-store».
<i>can't open local file</i>	ПЭВМ не может открыть файл для загрузки	
<i>local file can't contain '/'</i>	Имя локального файла содержит в себе разделитель	

	«/»	
<b>Ошибки синтаксиса команд</b>		
<i>invalid number of arguments (0 or 1 expected)</i>	Неверное количество аргументов команды	Внимательно прочитайте описание команды и используйте корректные аргументы, их тип и количество
<i>no such command</i>	Такой команды не существует	
<i>invalid argument X (type/mode expected)</i>	Неверный аргумент команды (ожидался тип/режим)	
<b>Другие ошибки</b>		
<i>SetDataValues for array not implemented</i>	SetDataValues для типа данных «array» не реализована	
<i>SetDataValues for bType X not implemented</i>	SetDataValues для типа данных X не реализована (X – тип данных)	
<i>fc incompatible with ref</i>	Несовместимость по указанным ссылке и функциональной связи	Выберите другую fc или другой объект
<i>LN/DO/SDO/DA/BDA type X defined N times</i>	Ошибка конфигурации: объект типа X указан N раз.	Проверить конфигурацию ПЭВМ и SCL файл устройств (каждый тип данных должен быть указан в файле 1 раз), так же все типы данных разных устройств в рамках одной цифровой подстанции обязаны совпадать (требования стандарта).