

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

Руководство администратора

Листов: 22

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ОБМЕН ДАННЫМИ ПО МЭК 61850	4
3. ОБМЕН ДАННЫМИ ПО МЭК 60870	5
4. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ	6
5. КОНФИГУРИРОВАНИЕ	10
6. УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА	12
6.1 Состав дистрибутива ПЭВМ	12
6.2 Требования к аппаратно-системному обеспечению.....	12
6.3 Требования к квалификации системного программиста	13
6.4 Установка программы «Сервер МЭК 61850»	13
6.5 Создание и настройка сервиса автозапуска ПЭВМ.....	13
6.6 Настройка сервера синхронизации времени	16
6.6.1 Настройка конфигурации.....	17
6.6.2 Запуск chrony.....	19
6.6.3 Проверка синхронизации времени.....	20
7. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕРВЕРУ МЭК 61850	21

1. ВВЕДЕНИЕ

IEC 61850 (ГОСТ Р МЭК 61850) — это стандарт, развёрнуто описывающий цифровую подстанцию, начиная от выключателей до протоколов связи. Он позволяет управлять электросетями с помощью современных цифровых технологий. Реализация стандарта требует новых устройств с настраиваемыми параметрами и цифровыми каналами связи. Эти устройства (измерительные приборы, реле защиты, устройства автоматического управления и т. д.) должны легко интегрироваться в цифровые подстанции независимо от производителя.

В цифровых подстанциях используются алгоритмы проверки входящих и исходящих данных, а также управления действиями в аварийных ситуациях. Информация организована в иерархическую структуру, где каждый уровень представляет собой отдельный аспект системы. Эти уровни называются логическими узлами (LN), и каждый из них описывает определенную функцию или характеристику подстанции. Логические узлы взаимодействуют друг с другом для управления и мониторинга цифровой подстанции (рисунок 1).

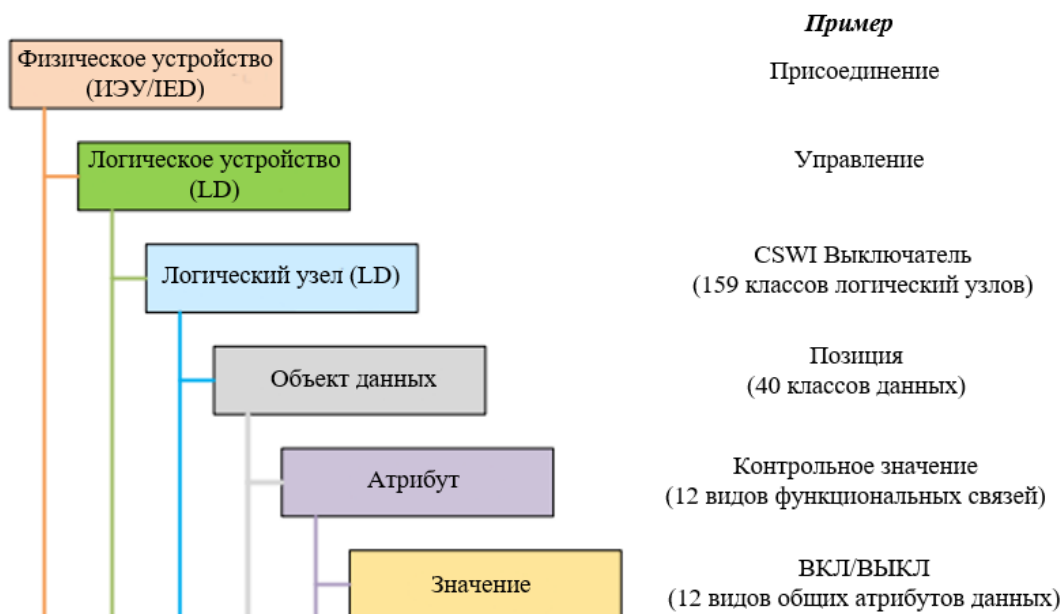


Рисунок 1. Информационная модель ИЭУ МЭК 61850

В рамках поддержки информационного обмена по единому современному стандарту связи МЭК 61850 в ПТК «СИТЕЛ» была реализована программа для ЭВМ «Сервер МЭК 61850», предназначенная для реализации информационной модели виртуального интеллектуального устройства. Благодаря этой программе ПТК «Систел» уже сейчас может участвовать в построении сетей цифровых подстанций на основе стандарта МЭК 61850. «Сервер МЭК 61850» также является трансформером протоколов, используемых в электроэнергетике для передачи данных.

В данном документе содержится информация о поддерживаемых программой протоколах, описание виртуальной информационной модели и сведения позволяющие выполнять процедуру администрирования программы «Сервер МЭК61850».

2. ОБМЕН ДАННЫМИ ПО МЭК 61850

Протоколы, отвечающие за передачу данных определенного типа, являются одним из важнейших аспектов стандарта МЭК 61850. Абстрактные модели данных, определяемые в «Сервере МЭК 61850» соотнесены с рядом протоколов:

1. MMS: Данный протокол используется для передачи данные о статусе подстанции в целях мониторинга.
2. GOOSE: Данный протокол позволяет передавать критически важные данные, например управляющие или предупреждающие сигналы.

Протокол MMS имеет клиент-серверную архитектуру. Это тип связи с установлением соединения. Клиент инициирует соединение и управляет передачей данных. Протокол GOOSE представляют собой тип высокоскоростной связи без установления соединения. GOOSE-сообщения передаются в многоадресном режиме. MMS и GOOSE протоколы передаются по высокоскоростным сетям на базе протоколов TCP/IP в целях обеспечения быстрого времени отклика.

В программе «Сервер МЭК 61850» реализованы MMS сервер, GOOSE передатчики и подписчики, которые могут использоваться совместно. Начальные настройки протоколов устанавливаются в конфигурационном файле программы.

3. ОБМЕН ДАННЫМИ ПО МЭК 60870

Программа «Сервер МЭК 61850» производит чтение данных с устройств на базе протоколов стандарта МЭК 60870 и «записывает» их в информационную модель виртуального ИЭУ. Далее программой создаются наборы данных виртуального ИЭУ, формируются блоки данных и осуществляется их передача клиентам по протоколу MMS в форме отчетов, а также публикация GOOSE-сообщений. При этом ПЭВМ может передавать данные по нескольким направлениям одновременно.

Работа программы базируется на заранее подготовленном файле конфигурации в формате XML, который имеет строгую спецификацию. Подготовка конфигурационного файла осуществляется специальной программой «Конфигуратор клиентского и серверного программного обеспечения МЭК 61850».

Функциональная схема программы приведена на рисунке 2.

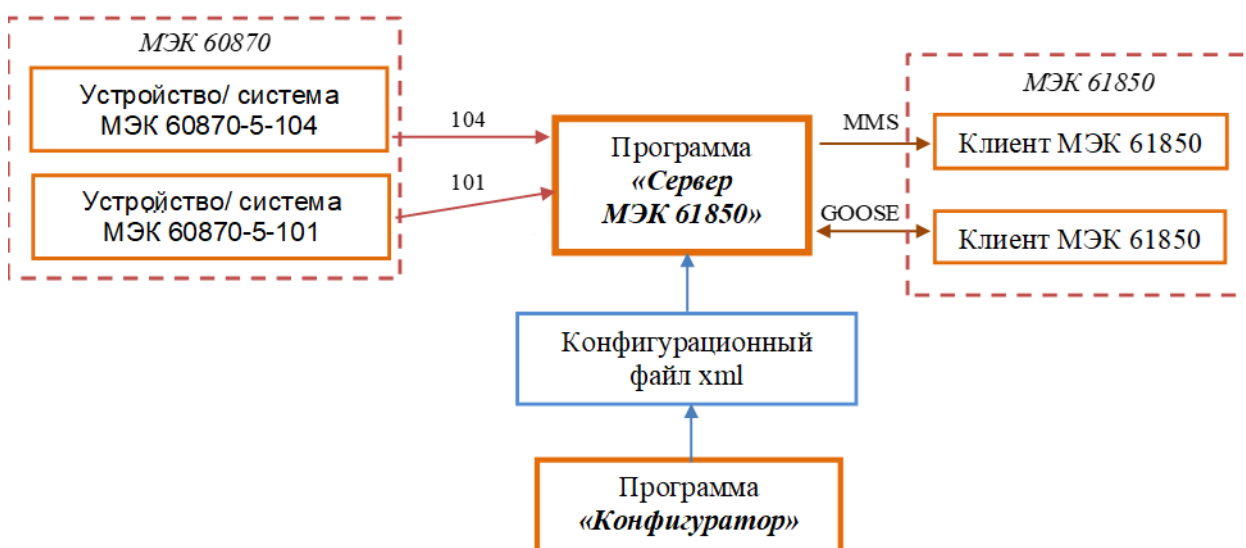


Рисунок 2. Функциональная схема работы программы «Сервер МЭК 61850»

При информационном обмене по протоколам МЭК 60870 сервер использует типы кадров, описанные в таблице 1.

Таблица 1 - Типы передаваемых кадров МЭК 60870-5-104 при опросе ИЭУ

№ п/п	Тип и номер кадра МЭК 60870	Расшифровка
1	M_EI_NA_1 <70>	конец инициализации
2	C_IC_NA_1 <100>	конец или подтверждение общего опроса
3	M_SP_NA_1 <1>	ТС без метки времени
4	M_SP_TB_1 <30>	ТС с меткой времени
5	M_ME_NC_1 <13>	ТИ без метки времени
6	M_ME_TF_1 <36>	ТИ с меткой времени, короткий формат с плавающей запятой
7	M_ME_TE_1 <35>	ТИ с меткой времени, масштабированное

4. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

«Сервер МЭК 61850» отвечает за организацию внешних коммуникаций устройства, на котором он развёрнут, с другими устройствами. В сервере можно реализовать несколько логических устройств (Logical Device - LD), в котором сгруппированы логические узлы (Logical Node - LN) виртуальной модели. Каждый логический узел в устройстве отвечает за ту или иную функциональность. Совокупная модель данных в устройстве представлена в виде древовидной структуры. В таком виде информацию об устройстве можно будет получить при чтении информационной модели устройства по протоколу MMS, либо при рассмотрении CID файла описания устройства в соответствии с МЭК 61850-6.

Логический узел представляет собой одну конкретную функцию устройства и является наименьшим элементом, способным обмениваться данными. Логический узел может иметь префикс, указывающий на его принадлежность к той или иной ступени или функции, таким образом, имя логического узла состоит из трёх частей: префикса, наименования класса логического узла и номера экземпляра.

Реализованные в «Сервере МЭК 61850» логические узлы: представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Поддерживаемые логические узлы виртуальной модели программы «Сервер МЭК 61850»

L: System Logical Nodes
LPHD (Physical device information)
LLNO (Logical node zero)
C: Logical nodes for control
CSWI (Switch Controller)
G: Logical Nodes for generic references
GGIO (Generic process I/O)
M: Logical Nodes for metering and measurement
MMXU (Measurement)
X: Logical Nodes for switchgear
XCBR (Circuit breaker)
XSWI (Switch)

Общий логический узел. Данный класс описывает обязательную информацию, содержащуюся в логических узлах (наследуется всеми логическими узлами, кроме LPHD).

Класс «Общий логический узел»		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
Mod	ENC	Режим работы
Beh	ENS	Индикация поведения
Health	ENS	Индикация исправности
NamPlt	LPL	Информация о логическом узле

Системный логический узел LLNO. Системный логический узел, являющийся базовым классом для всех логических узлов модели. Определяет общие характеристики для всех логических узлов в информационной модели, такие как атрибуты, поведение и возможные операции. Предназначен для описания наборов данных (DataSet), блоков управления GOOSE сообщений (GSEControl), а также буферизированных и не буферизированных отчетов.

LLNO		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
LocKey	SPS	Положение ключа режима управления (ИСТИНА - местное, ЛОЖЬ - дистанционное)
Loc	SPS	Поведение местного управления
LocSta	SPC	Полномочия переключения на станционном уровне
Diag	SPC	Пуск диагностики
LEDs	SPC	Сброс светодиодов

Логический узел «Информация о физическом устройстве» LPHD. Системный логический узел, содержащий информацию о состоянии аппаратной и программной частей устройства.

LPHD		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
PhyNam	DPL	Информация о физическом устройстве
PhyHealth	ENS	Контроль исправности устройства
Proxy	SPS	Индикация логического узла-прокси
NumPwrUp	INS	Число включений устройства
WrmStr	INS	Число программных перезагрузок
WacTrg	INS	Число срабатываний реле готовности устройства
PwrUp	SPS	Индикация наличия оперативного питания
PwrDn	SPS	Индикация потери оперативного питания
PwrSupAlm	SPS	Неисправность цепей оперативного питания
PwrFail	SPS	Отказ источника питания
RAMHealth	ENS	Исправность ОЗУ
ROMHealth	ENS	Исправность ПЗУ
AdcFail	SPS	Отказ АЦП
CPUFail	SPS	Отказ ЦП
FWFail	SPS	Отказ встроенного ПО
TmpHealth	ENS	Температурный режим ИЭУ

AlunitSt1	SPS	Отказ модуля аналоговых входов
DIUnitSt1	SPS	Отказ модуля дискретных/релейных входов
AuxIOUnitSt1	SPS	Отказ вспомогательного модуля
SrvConn	SPS	Установлено подключение через сервисный порт
CybSecEvt	SPS	Ошибка авторизации
MemRs	SPS	Сброс часов или памяти вследствие перезагрузки
CRFail	SPS	Ошибка конфигурации
CRChg	SPS	Конфигурация изменена

Логический узел «Оперативное управление коммутационным аппаратом» CSWI. Данный узел содержит информацию о свойствах и атрибутах коммутатора, его состоянии, настройках и возможностях управления. Узел CSWI также определяет доступные сервисы и объекты, которые могут быть использованы для управления коммутатором, включая переключение состояний, настройку параметров и мониторинг его работы.

CSWI		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
LocKey	SPS	Положение ключа режима управления (ИСТИНА - местное, ЛОЖЬ - дистанционное)
Loc	SPS	Поведение местного управления
OpOpn	ACT	Операция – Отключить аппарат
OpCls	ACT	Операция – Включить аппарат
LocSta	SPC	Полномочия переключения на станционном уровне
Pos	DPC	Положение (общее)

Логический узел общих входов/выходов GGIO. Общие логические узлы предназначены для моделирования узлов данных, не подпадающих под описание ни одной из остальных функциональных групп. В логическом узле GGIO «сервера МЭК 61850» описаны телесигналы (ТС).

GGIO		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
Любое конфигурируемое имя	SPS/SPC	ТС

Логический узел «Трехфазные измерения» MMXU. Данный логический узел используется для расчета тока, напряжения, мощности в трехфазной системе.

MMXU		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
PPV	DEL	Напряжения фаза-фаза
A	WYE	Фазные токи
Hz	MV	Частота
W	WYE	Пофазная активная мощность
VAr	WYE	Пофазная реактивная мощность
VA	WYE	Пофазная полная мощность
PF	WYE	Пофазный коэффициент мощности

TotW	MV	Суммарная активная мощность
TotVAr	MV	Суммарная реактивная мощность
TotVA	MV	Суммарная полная мощность
TotPF	MV	Суммарный коэффициент мощности
PhV	WYE	Напряжения фаза-земля

Логический узел «Силовой выключатель» XCVR. Применяется для реализации функции физического силового выключателя.

XCVR		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
LocKey	SPS	Положение ключа режима управления (ИСТИНА - местное, ЛОЖЬ - дистанционное)
Loc	SPS	Поведение местного управления
OpCnt	INS	Счетчик операций
Pos	DPC	Положение выключателя
LocSta	SPC	Право на переключение на уровне станции
EmgTr	SPS	Аварийное отключение выключателя
BlkOpn	SPC	Блокировка отключения
BlkCls	SPC	Блокировка включения
SwOpCap	ENS	Коммутационная способность силовых выключателей

Логический узел «Разъединитель/заземлитель» XSWI. Данный логический узел используется для моделирования коммутационных устройств без возможности отключения при КЗ: разъединителей, воздушных выключателей, переключателей цели заземления и т.п.

XCVR		
<i>Имя атрибута</i>	<i>Тип</i>	<i>Пояснения</i>
LocKey	SPS	Положение ключа режима управления (ИСТИНА - местное, ЛОЖЬ - дистанционное)
Loc	SPS	Поведение местного управления
OpCnt	INS	Счетчик операций
Pos	DPC	Положение выключателя
LocSta	SPC	Право на переключение на уровне станции
BlkOpn	SPC	Блокировка отключения
BlkCls	SPC	Блокировка включения
SwOpCap	ENS	Коммутационная способность аппарата
SwTyp	ENS	Тип аппарата

5. КОНФИГУРИРОВАНИЕ

Для создания конфигурации виртуального устройства программы «Сервер МЭК 61850» необходимо запустить программу «Конфигуратор клиентского и серверного программного обеспечения МЭК 61850» и перейти на вкладку «Трансформер». Затем на панели «Модель данных трансформера» нужно нажать на кнопку «Создать новую». После этого откроется одноименное окно «Модель данных трансформера», в котором отобразится макет новой модели данных трансформера МЭК 61850 в виде древовидного списка (рисунок 3).

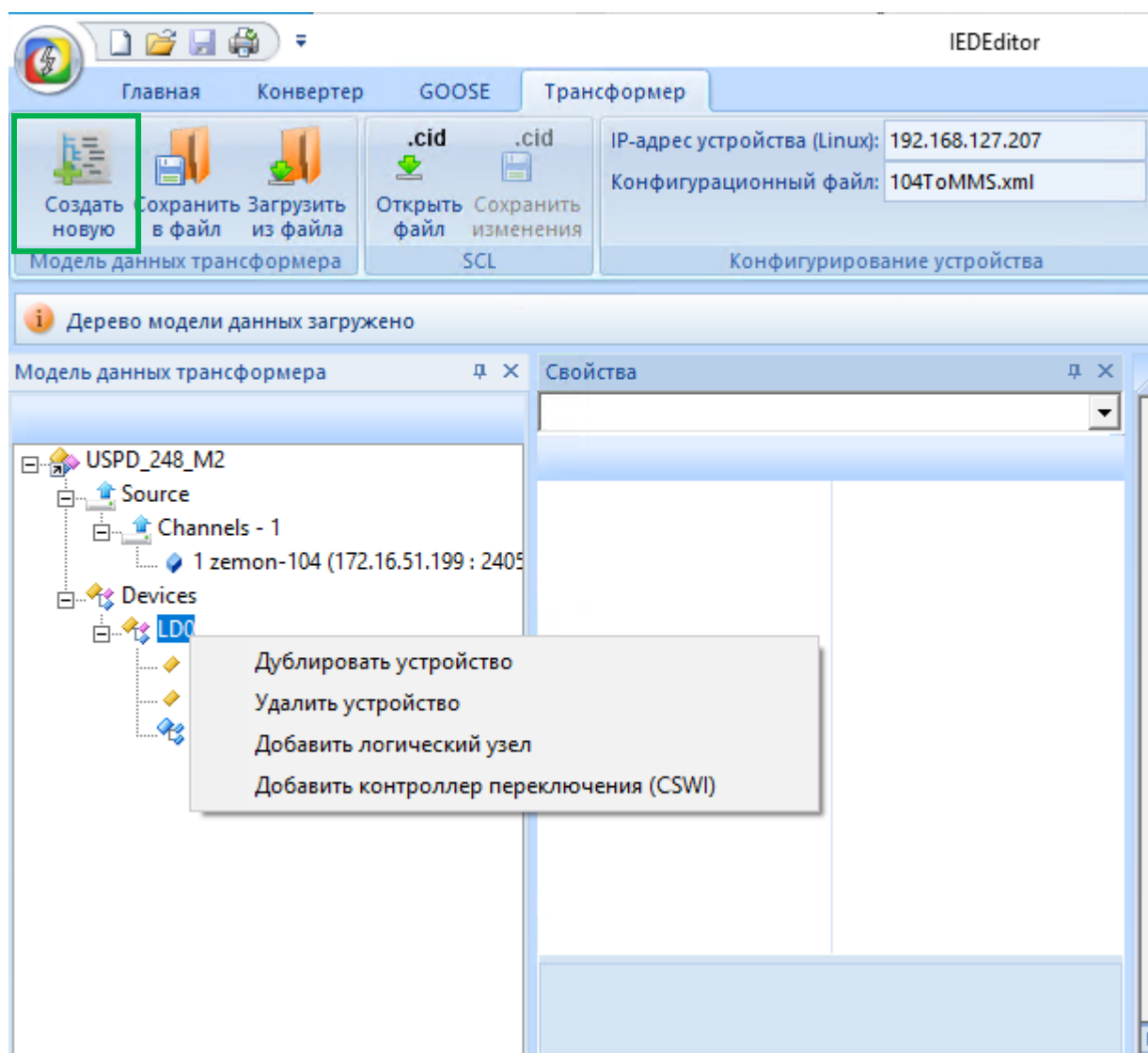


Рисунок 3 – Создание конфигурации «Сервер МЭК 61850»

В макете иерархической модели сервера дочерними узлами корневого узла устройства являются:

- «Source» - узел, в котором будут отображаться вся информация о источниках данных МЭК 60870-5-104;
- «Devices» - узел, в котором будет отображаться информация о абстрактных устройствах, необходимых для построения модели данных программы, описание наборов данных и отчетов в соответствии с протоколом МЭК 61850;

- «Statistic» - узел, в котором будет отображаться информация о наборах данных и отчетах с статистической информацией по работе источников данных МЭК 60870-5-104.

Все данные модели могут быть удалены, добавлены или модифицированы с помощью различных инструментов ПЭВМ. Конечная конфигурация программы «Сервер МЭК 61850» сохраняется по нажатию кнопки «Сохранить в файл» на панели «Модель данных трансформера» (рисунок 4).

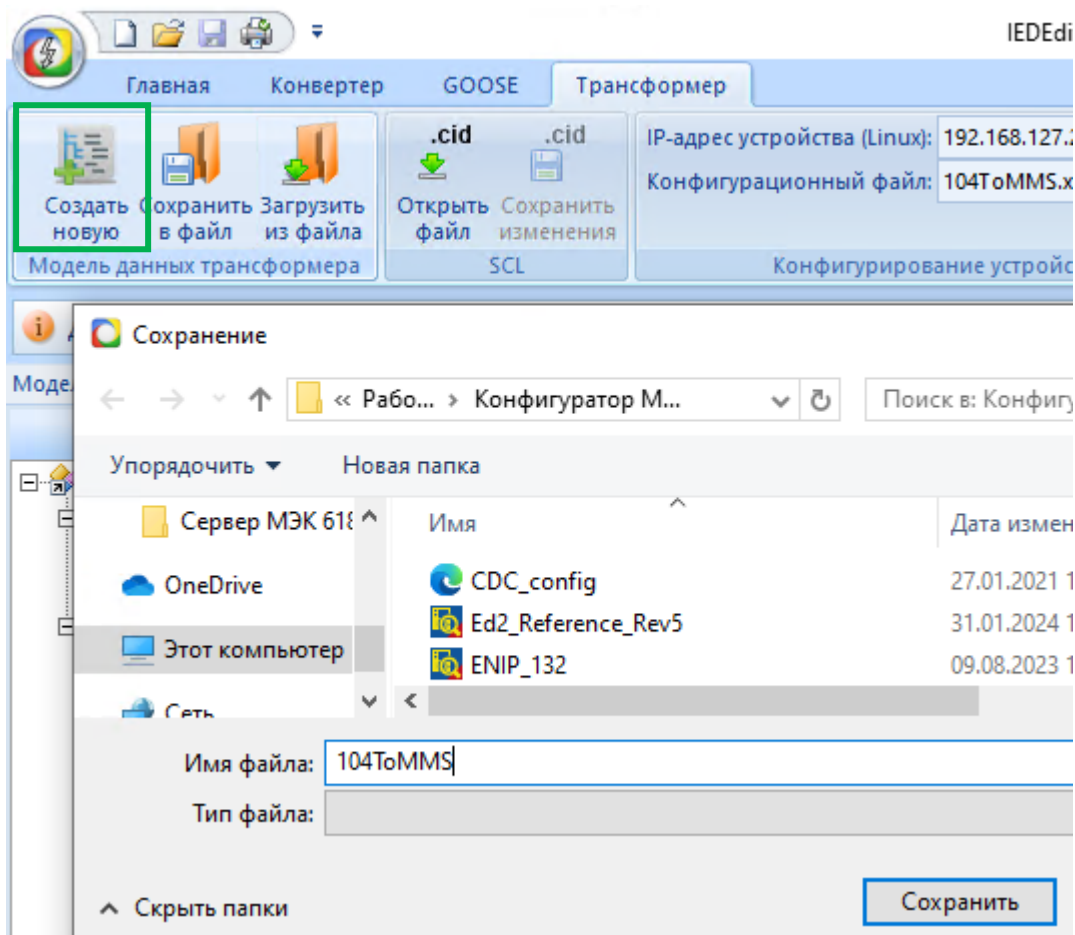


Рисунок 4 – Сохранение конфигурации «Сервер МЭК 61850»

6. УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА

6.1 Состав дистрибутива ПЭВМ

«Сервер МЭК 61850» состоит из набора компонентов: исполняемого файла, конфигурационного XML файла и файла лицензии. Состав и краткие сведения о базовых компонентах ПЭВМ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень компонентов ПЭВМ

Наименование	Назначение
Для ОС Windows: «IEDTransWin.exe» Для ОС Linux Intel: «IEDTransLin.out» Для ОС Linux ARM: «IEDTransArm.out»	Исполняемый файл программы «Сервер МЭК 61850»
104To MMS.xml	Конфигурационный файл, содержащий в себе всю исходную информацию для работы программы «Сервер МЭК 61850»
Для ОС Windows: TransLicWin.bin Для ОС Linux: TransLic.bin	Файл лицензии

6.2 Требования к аппаратно-системному обеспечению

Рекомендуемые требования к аппаратному и системному обеспечению, достаточные для функционирования программы «Сервер МЭК 61850» в базовой комплектации приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 - Требования к аппаратному обеспечению

№ п/п	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

Таблица 5 - Требования к системному обеспечению

№ п/п	Параметр	Значение
1.	Операционная система	MS Windows 10 или более поздние версии, Linux Intel, Linux ARM

6.3 Требования к квалификации системного программиста

Системным программистом является пользователь с правами системного администратора, который должен иметь опыт профессиональной работы с операционной системой Microsoft Windows 10 (и выше), а также операционными системами семейства Linux.

Требования к квалификации системного программиста:

- опыт решения вопросов инсталляции, общесистемного сопровождения и администрирования локальных вычислительных сетей;
- навыки администрирования операционных систем Windows и Linux;
- понимание стандартов МЭК 61850 и МЭК 60870.

6.4 Установка программы «Сервер МЭК 61850»

Для установки программы «Сервер МЭК 61850» необходимо определить рабочую директорию программы и установить туда все компоненты дистрибутива ПЭВМ (таблица 3).

Для начала работы программы пользователю необходимо запустить исполняемый файл или воспользоваться сервисом автозапуска.

После первого запуска ПЭВМ выдаст сообщение об ошибке, с рекомендацией обратиться к разработчику за получением файла лицензии.

ПЭВМ сформирует log-файл и поместит его в рабочую директорию. Этот файл необходимо передать разработчику. На основе информации, содержащейся в log-файле, будет сформирован файл лицензии. При создании лицензионного файла происходит проверка физических параметров устройства/ПК, на который выдается лицензия, поэтому важно, чтобы система не являлась виртуальной.

После получения файла лицензии необходимо установить его в рабочую директорию ПЭВМ и заново запустить программу.

6.5 Создание и настройка сервиса автозапуска ПЭВМ

Сервис автозапуска является важным компонентом обеспечения корректной работы программы «Сервер МЭК 61850». Он обеспечивает автоматический запуск программы при старте системы, что позволяет ей работать в фоновом режиме без необходимости ручного запуска.

Сервис автозапуска гарантирует, что программа будет запускаться автоматически после перезагрузки устройства, сбоя в системе или сбоя в работе самой программы без вмешательства пользователя. Это повышает надежность и стабильность работы программы. Для сервера МЭК 61850 — это принципиальный момент, так как программа рассчитана на выполнение постоянной и непрерывной работы по получению и передаче данных.

Шаг 1. Создание файла сервиса.

Откройте текстовый редактор и создайте новый файл с расширением 'service', например, «IEDTrans.service». В файле необходимо описать параметры и настройки для запуска программы. Содержимое файла приведено на рисунке 5.

```
[Unit]

Description=IEDTrans

[Service]

Type=simple
ExecStart=/home/zemon/IEDTrans/IEDTransArm.out
ExecStop=/bin/kill -TERM $MAINPID
RestartSec=1s
TimeoutStopSec=20s
Restart=always
KillMode=control-group
KillSignal=SIGTERM
SendSIGKILL=yes

WorkingDirectory=/home/zemon/IEDTrans/
User=root
Group=root
StandardInput=tty
StandardOutput=null
StandardError=null
TTYPath=/dev/ptmx

CPUSchedulingPolicy=fifo
CPUSchedulingPriority=50

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Рисунок 5 – Файл «IEDTrans.service»

Все поля файла службы, их описание и значения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень полей файла службы автозапуска

Поле файла *.service	Описание поля
[Unit]	Блок, содержащий информацию о службе.
Description	Описание службы.
[Service]	Блок, содержащий конфигурацию службы.
Type	Определяет тип службы: simple, forking, oneshot, dbus.
ExecStart	Команда, которая будет выполняться при запуске службы – запуск исполняемого файла ПЭВМ.
ExecStop	Команда, которая будет выполнена при остановке службы (в данном случае, это отправка сигнала TERM процессу с PID, хранящемся в переменной \$MAINPID)
Restart	Определяет, когда служба должна перезапускаться: on-failure, always.

RestartSec	Время задержки перед попыткой повторного запуска службы после ее аварийного завершения. Значение указывается в секундах.
TimeoutStopSec	Время, в течение которого система ожидает завершения работы службы после отправки сигнала остановки. Если в течение указанного времени служба не завершена, она будет принудительно остановлена. Значение указывается в секундах.
KillMode	Определяет, как systemd должен убивать процесс службы (в данном случае, "control-group" означает, что systemd должен убивать все процессы, принадлежащие контрольной группе службы)
KillSignal	Сигнал, который будет отправлен процессу при остановке службы (SIGTERM)
SendSIGKILL	Если установлено в "yes", systemd отправит SIGKILL, если процесс не завершится после отправки SIGTERM
WorkingDirectory	Рабочая директория, в которой должна выполняться команда запуска службы, то есть рабочий каталог ПЭВМ.
User	Имя пользователя, от имени которого будет выполняться служба.
Group	Группа, к которой будет принадлежать служба.
StandardInput	Перенаправление стандартного ввода ("tty" означает, что ввод будет передан из терминала).
StandardOutput	Перенаправление стандартного вывода (null означает, что вывод будет отключен)
StandardError	Перенаправление стандартного потока ошибок (также null)
TTYPath	Путь к tty-устройству.
CPUSchedulingPolicy	Политика планирования CPU для процесса службы (здесь "fifo" - First In, First Out).
CPUSchedulingPriority	Приоритет планирования CPU для процесса службы
[Install]	Блок, определяющий, как и когда должна быть установлена служба.
WantedBy	Определяет, в какую группу служб будет добавлена данная служба для автозапуска.

Шаг 2. Сохранение файла.

В большинстве дистрибутивов Linux файлы сервисов обычно сохраняются в директории '/etc/systemd/system/'. В этой директории обычно находятся и другие файлы 'service'. Переместите созданный файл 'service' в '/etc/systemd/system/'.

Шаг 3. Обновление прав и перезагрузка daemon.

Необходимо обновить права доступа для файла '.service' следующей командой в терминале Linux:

```
sudo chmod 644 /etc/systemd/system/IEDTrans.service
```

Далее следует перезагрузить daemon, чтобы он обнаружил новый файл сервиса:

```
sudo systemctl daemon-reload
```

Шаг 4. Управление сервисом.

Чтобы включить службу автозапуска программы при старте системы, используйте команду:

```
sudo systemctl enable IEDTrans
```

Чтобы отключить службу автозапуска программы при старте системы, используйте команду:

```
sudo systemctl disable IEDTrans
```

Шаг 5. Просмотр статуса сервиса и журналов.

Чтобы просмотреть статус сервиса используйте команду:

```
sudo systemctl status IEDTrans
```

Для просмотра журналов, связанных с сервисом, используйте команду:

```
sudo journalctl -u IEDTrans
```

После завершения этих шагов сервис автозапуска для программы «Сервер МЭК 61850» будет настроен, и ПЭВМ будет запускаться при старте системы. Последующее управление сервисом осуществляется с использованием команд «systemctl»:

- ``systemctl start``: Запуск службы
- ``systemctl stop``: Остановка службы
- ``systemctl restart``: Перезапуск службы

6.6 Настройка сервера синхронизации времени

По стандарту МЭК 61850 устройства в сети должны иметь синхронизированное время — это необходимо для функционирования и взаимодействия различных устройств в системе. За обеспечение синхронизации времени отвечает сервер синхронизации.

Сервер синхронизации времени является важным компонентом в устройствах МЭК 61850. Он обеспечивает точность и надежность синхронизации времени во всей сети, что в свою очередь позволяет правильно и согласованно выполнять операции и передавать данные. Синхронизация времени позволяет устройствам МЭК 61850 эффективно координировать свою работу и выполнение операций. Сервер синхронизации времени гарантирует, что все устройства в сети работают в согласованном режиме и в определенные моменты времени, что важно для выполнения операций в нужный момент и предотвращения конфликтов.

Для работы «Сервера МЭК 61850» был выбран программный пакет для синхронизации времени `chrony`. В сравнении с другими серверами синхронизации он обладает рядом преимуществ:

1. Высокая точность. `Chrony` использует алгоритмы синхронизации на основе фильтра Калмана и предоставляет высокую точность времени даже в условиях с непостоянной задержкой сети, частичной деградации или внезапной потери связи с внешними источниками времени.
2. Гибкая настройка. `Chrony` может быть настроен для работы в качестве сервера или клиента синхронизации, а также поддерживает смешанный режим, в котором он может одновременно выполнять обе функции. Это позволяет использовать `Chrony` в различных сценариях сетевой архитектуры.
3. Простая установка и настройка. `Chrony` имеет простую установку и конфигурацию. Его конфигурационный файл понятен и содержит основные параметры для настройки времени и настройки доступа к внешним источникам синхронизации.
4. Адаптивная коррекция времени. `Chrony` автоматически адаптируется к сетевым условиям, выполняя более частые или менее частые коррекции времени в зависимости от изменений сетевой задержки. Это позволяет `Chrony` быстро синхронизировать системное время и поддерживать его с высокой точностью в течение продолжительного времени.
5. Сетевая безопасность. `Chrony` обеспечивает защищенную передачу данных и поддерживает аутентификацию для внешних источников времени. Это позволяет предотвратить несанкционированный доступ к системному времени и обеспечить безопасность сети.

Если данный пакет отсутствует в вашей системе, необходимо установить его следующим образом:

Шаг 1. Откройте терминал Linux.

Шаг 2. Выполните команду для установки программы `chrony`:

```
sudo apt-get install chrony
```

Шаг 3. Введите пароль администратора (`root`) и нажмите `Enter`, чтобы продолжить установку.

Шаг 4. Подтвердите установку, отвечая «`Y`» или «`Yes`» на запросы установщика.

6.6.1 Настройка конфигурации

Шаг 1. Откройте файл конфигурации `chrony` (`chrony.conf`) в текстовом редакторе. Обычно файл конфигурации устанавливается в директорию `/etc/chrony`.

Шаг 2. Настройте серверы времени, указав серверы синхронизации времени, с которыми будет работать `chrony`. Для этого раскомментируйте строку `"server"` (удалением символа ``#``) в файле конфигурации и добавьте IP-адрес или доменное имя сервера времени.

Шаг 3. Удалите комментарии в строках с опциями `"makestep"` и `"rtcsync"` (если они есть), чтобы включить коррекцию времени и синхронизацию с аппаратным Real-time Clock (RTC).

Пример содержимого файла конфигурации сервера синхронизации chrony приведён на рисунке 6.

```
# Welcome to the chrony configuration file. See chrony.conf(5) for more
# information about usable directives.
#pool 2.debian.pool.ntp.org iburst

# This directive specify the location of the file containing ID/key pairs for
# NTP authentication.
keyfile /etc/chrony/chrony.keys

# This directive specify the file into which chronyd will store the rate
# information.
#driftfile /var/lib/chrony/chrony.drift

# Uncomment the following line to turn logging on.
#log tracking measurements statistics

# Log files location.
logdir /var/log/chrony

# Stop bad estimates upsetting machine clock.
#maxupdateskew 100.0

# This directive enables kernel synchronisation (every 11 minutes) of the
# real-time clock. Note that it can't be used along with the 'rtcfile' directive.
#rtcsync

# Step the system clock instead of slewing it if the adjustment is larger than
# one second, but only in the first three clock updates.
#makestep 1 3

server 172.16.50.101 minpoll 1 maxpoll 1 trust
driftfile /var/lib/chrony/chrony.drift
maxupdateskew 100.0
makestep 0.128 -1
```

Рисунок 6 – Конфигурационный файл chrony.conf

Описание некоторых полей файла представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень полей файла конфигурации chrony

Поле	Описание
server	Указывает адреса внешних серверов времени, от которых Chrony будет получать информацию синхронизации.
pool	Аналогично полю server, но позволяет указать пул адресов серверов времени, из которых Chrony будет выбирать для синхронизации.
driftfile	Указывает путь к файлу, в котором хранится информация о скорости дрейфа системных часов.
log	Устанавливает путь и уровень подробности журнала Chrony.
logdir	Определяет путь к каталогу, в котором будут сохраняться файлы журналов Chrony.
maxupdateskew	Устанавливает максимальное допустимое отклонение времени (в секундах) между системными часами и временем, полученным от внешних серверов.

keyfile	Указывает путь к файлу ключа, который используется для аутентификации между Chrony и другими серверами времени.
rtcfile	Указывает путь к файлу, в котором хранится информация о состоянии системных часов в режиме реального времени (RTC) при выключенной системе.
rtcsync	Определяет, должно ли Chrony использовать устройство реального времени (RTC) для установки начального времени при запуске сервиса.
makestep	Определяет, может ли Chrony, в случае большого различия между текущим системным временем и временем, полученным от источников синхронизации, сделать "принудительный скачок" (makestep).

Это некоторые из наиболее распространенных полей конфигурации в chrony. Конкретные настройки могут изменяться в зависимости от конфигурации и требований системы. Обычно в файле chrony.conf предусмотрены комментарии, в которых описаны доступные опции и их использование.

Шаг 4. Сохраните изменения и закройте файл конфигурации.

6.6.2 Запуск chrony

Шаг 1. Запустите службу chrony с помощью команды:

```
sudo systemctl start chrony
```

Шаг 2. Включите автоматическую загрузку chrony при запуске системы:

```
sudo systemctl enable chrony
```

Шаг 3. Выведите статус службы chrony, чтобы убедиться, что она работает правильно (рисунок 7):

```
sudo systemctl status chrony
```

```
root@nikita:~# systemctl status chrony
● chrony.service - chrony, an NTP client/server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/chrony.service; enabled; vendor preset: e
   Active: active (running) since Tue 2023-11-14 08:58:49 MSK; 2h 36min ago
     Docs: man:chronyd(8)
           man:chronyc(1)
           man:chrony.conf(5)
   Process: 563 ExecStart=/usr/sbin/chronyd $DAEMON_OPTS (code=exited, status=0/S
   Process: 575 ExecStartPost=/usr/lib/chrony/chrony-helper update-daemon (code=e
   Main PID: 572 (chronyd)
     Tasks: 2 (limit: 4915)
    Memory: 3.2M
    CGroup: /system.slice/chrony.service
            └─572 /usr/sbin/chronyd -F -l
              └─574 /usr/sbin/chronyd -F -l

Nov 14 08:58:48 nikita systemd[1]: Starting chrony, an NTP client/server...
Nov 14 08:58:48 nikita chronyd[572]: chronyd version 3.4 starting (+CMDMON +NTP
Nov 14 08:58:48 nikita chronyd[572]: Frequency 1.852 +/- 0.001 ppm read from /va
Nov 14 08:58:48 nikita chronyd[572]: Loaded seccomp filter
Nov 14 08:58:49 nikita systemd[1]: Started chrony, an NTP client/server.
```

Рисунок 7 – Статус службы chrony при успешном запуске

6.6.3 Проверка синхронизации времени

Шаг 1. Выполните команду для отображения информации о состоянии синхронизации времени (рисунок 8):

```
chronyc tracking
```

```
root@nikita:~# chronyc tracking
Reference ID      : 00000000 ()
Stratum          : 0
Ref time (UTC)   : Thu Jan 01 00:00:00 1970
System time      : 0.000000038 seconds fast of NTP time
Last offset      : +0.000000000 seconds
RMS offset       : 0.000000000 seconds
Frequency        : 1.852 ppm fast
Residual freq    : +0.000 ppm
Skew             : 0.000 ppm
Root delay       : 1.000000000 seconds
Root dispersion  : 1.000000000 seconds
Update interval  : 0.0 seconds
Leap status      : Not synchronised
```

Рисунок 8 – Результат выполнения команды `chronyc tracking`

Шаг 2. Выполните команду, чтобы получить подробную информацию о текущем состоянии времени и серверах синхронизации (рисунок 9):

```
chronyc sources
```

```
root@nikita:~# chronyc sources
210 Number of sources = 1
MS Name/IP address      Stratum Poll Reach LastRx Last sample
=====
^? 172.16.50.101         0    1    0    -    +0ns[  +0ns] +/-    0ns
```

Рисунок 9 – Результат выполнения команды `chronyc sources`

7. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕРВЕРУ МЭК 61850

Для просмотра виртуальной информационной модели устройства используйте свободно распространяемое ПО, например, программу «IEDExplorer» (рисунок 10).

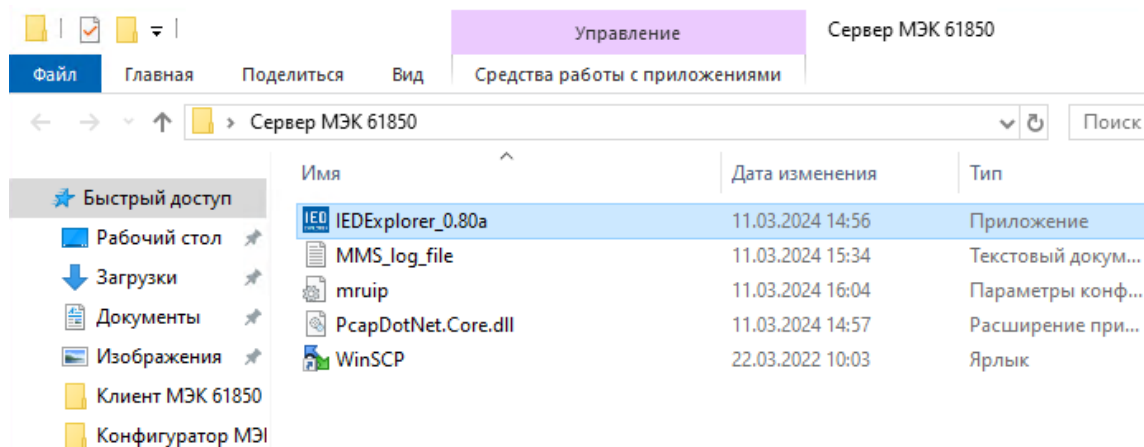


Рисунок 10 – Запуск «IEDExplorer»

В открывшемся окне программы на верхней панели в поле адреса сервера необходимо указать IP устройства, на котором запущен сервер МЭК 61850, и нажать на кнопку соединения (рисунок 11).

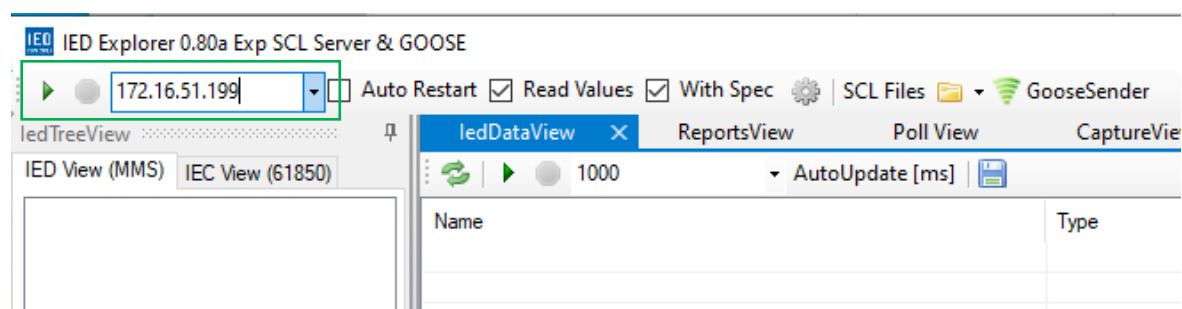


Рисунок 11 – Соединение с «Сервером МЭК 61850»

При успешном соединении модель данных отобразится в древовидной иерархии в окнах «IED View» и «IEC View». В данных деревьях можно просмотреть все логические устройства и узлы устройства, объекты и атрибуты данных, наборы данных, отчёты и блоки управления GOOSE сообщениями. Также можно подписаться на отчёт или GOOSE сообщение (рисунок 12).

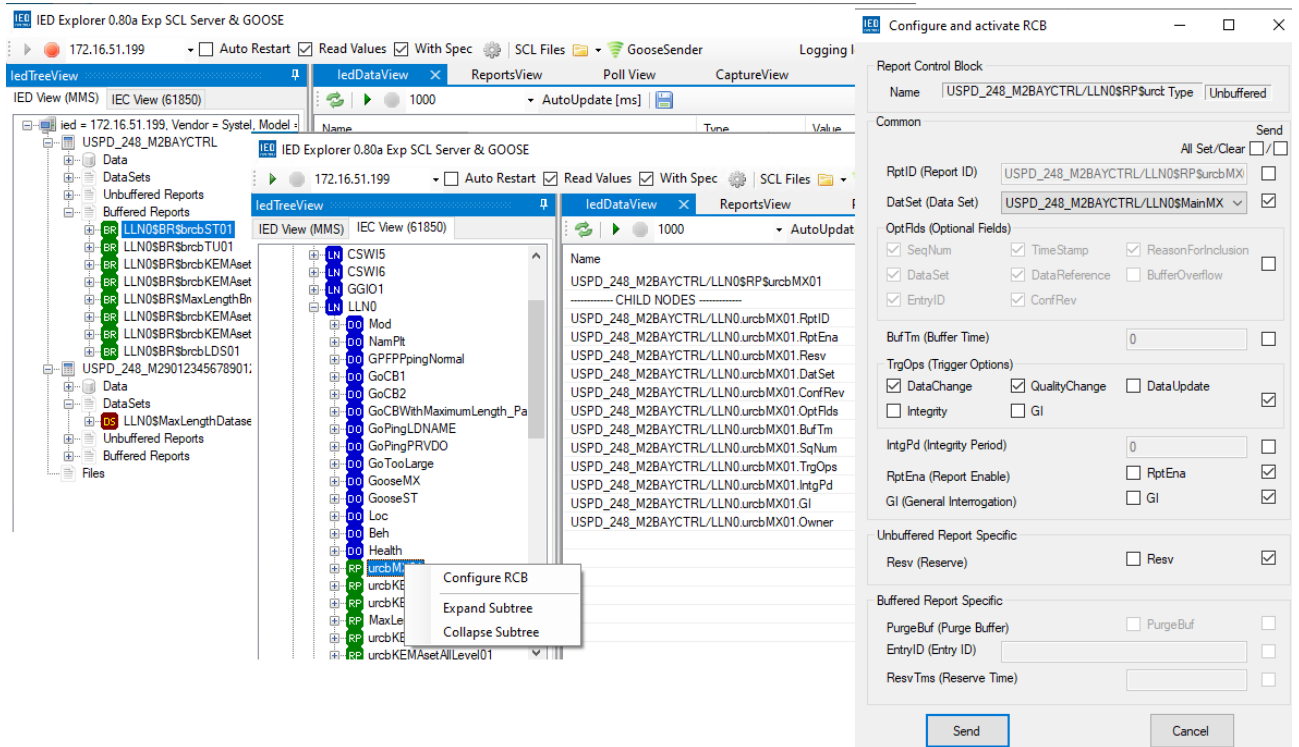


Рисунок 12 – Информационная модель «Сервер МЭК 61850»