

ТОРАZ NM
(Модель сети)

643.17480174.00001-01 34-12

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Инв. №	Подпись и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подпись и дата

Москва 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ	4
2.1 Общее описание объектной модели	4
2.2 Узел объектной модели	5
2.3 Сигнал объектной модели	5
3 МОДЕЛЬ СИМ.....	6
3.1 Пакеты СИМ	6
3.2 Класс именованного объекта	7
3.3 Иерархия контейнеров оборудования	7
3.4 Иерархия наследования оборудования	8
3.5 Модель соединений.....	8
3.6 Модель силового трансформатора	9
3.7 Измерения	10
3.8 Управление	10
4 ДИНАМИЧЕСКАЯ МНЕМОСХЕМА	11

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

NM – Network Model (модель сети)

CIM – Common Information Model

1 Введение

ТОPAZ NM (Модель сети) – объектно-ориентированная СИМ-совместимая модель электрической сети (далее – объектная модель), обеспечивающая предоставление производных данных, необходимых для моделирования топологии и состояния сети на основе паспортных данных энергетического и автоматизированного оборудования.

2 Объектная модель

2.1 Общее описание объектной модели

Объектная модель представляет собой математическую модель, описывающую оборудование и его положение в иерархии заданной подсистемой. Объектная модель позволяет развернуть линейные списки телемеханических сигналов в упорядоченную (в соответствии с логикой подсистемы) структуру. Обычно объектная модель имеет древовидную структуру.

Основными структурными единицами объектной модели являются узлы и сигналы.

Каждая ветвь объектной модели относится к какой-либо подсистеме, т.е. корневым узлом для неё является узел подсистемы. Узел подсистемы является дочерним узлом объекта (объекта автоматизации). Объект автоматизации может иметь несколько дочерних узлов подсистем (если в системе имеется несколько зарегистрированных подсистем).

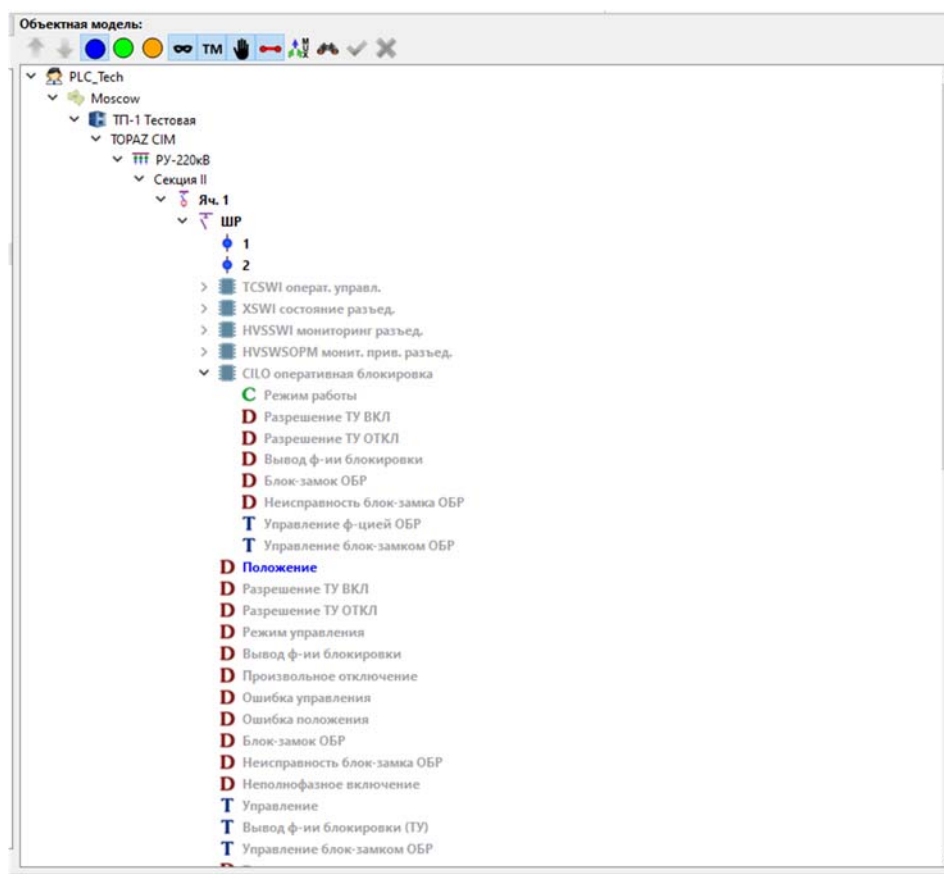


Рис. 1 – Пример дерева объектной модели

2.2 Узел объектной модели

Узлы модели могут содержать в себе другие узлы модели (такие узлы называются дочерними узлами) или сигналы объектной модели. Узлы модели всегда относятся к одному из уровней подсистемы, причем узлы более низкого уровня не могут иметь дочерних узлов более высокого уровня. Таким образом соблюдается иерархия древовидной структуры подсистемы.

При отображении узлов в дереве объектной модели вначале списка (сверху) идут дочерние узлы, за ними сигналы узла.

2.3 Сигнал объектной модели

Сигналы (параметры) являются одной из основных структурных единиц объектной модели. Сигналы всегда относятся к какому-либо узлу объектной модели. Узел объектной модели может одновременно содержать в себе сигналы различных типов.

Сигналы объектной модели бывают следующих типов: дискрет, аналог, счетчик, телеуправление, телерегулирование и файл. Данные типы сигналов соответствуют типам сигналов телемеханической модели (ТС, ТИ, ТИИ, ТУ, ТР, ФАЙЛ). Сигналы объектной и

телемеханической моделей могут быть связаны друг с другом, если они соответствующих типов.

В дереве объектной модели сигналы разных типов имеют следующие иконки:

- A** – ТИ;
- C** – ТИИ;
- D** – ТС;
- T** – ТУ;
- Tr** – ТР.

3 Модель CIM

Модель CIM описана стандартом МЭК 61970 (см. МЭК 61970-301).

Common Information Model (CIM) – это модель, описывающая все основные объекты электроэнергетической системы, которые обычно используются для моделирования функционирования системы. CIM задает единое представления ресурсов энергосистемы в виде классов объектов и атрибутов и описывает связи между ними. Это позволяет упростить интеграцию между различными системами управления производством и распределением электроэнергии (Energy Management System, EMS), в том числе, между различными приложениями EMS или целыми системами EMS.

Из-за большого размера полной модели CIM, она разбита на **пакеты**, которые содержат классы объектов, описывающие определенный аспект функционирования энергосистемы.

Объектная модель Model Creator основана на CIM-модели. В основном она содержит реализации классов объектов из следующих пакетов:

- Домен (Domain);
- Ядро (Core);
- Топология (Topology);
- Сетевые элементы (Wires);
- Измерения (Meas).

3.1 Пакеты CIM

Пакет «Домен» (Domain) содержит описания типов данных для атрибутов классов, которые используются в классах во всех остальных пакетах. Пакет содержит определения примитивных типов данных, включая единицы измерения и допустимые значения.

Пакет «Ядро» (Core) содержит основные классы объектов, которые используются во всех приложениях для управления энергосистемами.

Пакет «Топология» (Topology) содержит дополнительные классы для пакета Core, которые позволяют моделировать электрические соединения оборудования.

Пакет «Сетевые элементы» (Wires) содержит классы объектов для моделирования электрических характеристик сетей. Он содержит всевозможные классы токопроводящего оборудования (выключатели, разъединители и т.д.).

Пакет «Измерения» (Meas) содержит классы, которые описывают данные динамических измерений, которыми обмениваются приложения. Также, пакет содержит классы, которые описывают управление энергосистемами.

3.2 Класс именованного объекта

Класс именованного объекта (IdentifiedObject) является базовым классом для всех классов ресурсов энергосистем (PowerSystemResource) и многих других классов. Он содержит следующие атрибуты для именованного объекта PowerSystemResource:

- **Имя** – произвольное текстовое имя;
- **Локальное имя** – короткое имя для данного уровня иерархии. Используется для именованного объекта внутри иерархии с функциональным именованием. Это имя должно быть уникальным среди дочерних объектов одного родителя;
- **Название-путь** – название, которое включает в себя все локальные имена объектов от корня иерархии вплоть до данного объекта. Т.е. оно получается путем конкатенации локальных имен, начиная от корневого объекта и вплоть до данного объекта;
- **Псевдоним** – произвольное текстовое имя, которое может использоваться для локализации;
- **Описание** – описание объекта в произвольном формате;
- **Идентификатор** – уникальный в пределах всей системы идентификатор объекта.

3.3 Иерархия контейнеров оборудования

Модель CIM использует контейнеры оборудования для организации и именованного оборудования, которое обычно используется на подстанциях. Контейнеры оборудования образуют иерархическую структуру.

В CIM используется следующая иерархия контейнеров:

- **Географический регион (GeographicalRegion)** – географический регион энергосистемы.

- **Географический субрегион (SubGeographicalRegion)** – географический субрегион (область региона) энергосистемы.
- **Подстанция (Substation)** – электрическая подстанция.
- **Распределительное устройство (VoltageLevel)** – набор оборудования на одном напряжении, формирующего распределительное устройство.
- **Присоединение (Bay)** – набор ресурсов подстанции, таких как токопроводящее оборудование, реле защиты, устройства измерения и телеметрии.

В данной иерархии подстанция, распределительное устройство и присоединение являются контейнерами оборудования. Каждый из этих объектов может содержать токопроводящее оборудование (ConductingEquipment), или другие виды оборудования.

3.4 Иерархия наследования оборудования

Модель CIM использует концепцию наследования классов объектов. (Более «конкретные» классы объектов наследуют атрибуты от более общих классов объектов.)

В корне этой иерархии наследования лежит **класс именованного объекта (IdentifiedObject)**. Это означает, что все остальные объекты иерархии наследуют атрибуты именованного объекта.

От класса именованного объекта наследует **класс ресурса энергосистемы (PowerSystemResource)**. Этот класс является самым общим определением энергетического ресурса в CIM.

От PowerSystemResource наследует **класс оборудования (Equipment)**. К оборудованию относится токопроводящее оборудование и оборудование, которое не относится к токопроводящему оборудованию (например, силовой трансформатор).

От класса оборудования наследует **класс токопроводящего оборудования (ConductingEquipment)**. От этого класса наследуют всевозможные конкретные классы токопроводящего оборудования (выключатель, разъединитель и т.д.).

3.5 Модель соединений

В модели CIM электрические соединения между токопроводящим оборудованием (ConductingEquipment) моделируются при помощи двух вспомогательных классов: терминала и соединительного узла.

Терминал (Terminal) – это точка электрического соединения токопроводящего оборудования. Терминалы соединены в точках соединения, которые называются «соединительными узлами». У токопроводящего оборудования может быть до двух терминалов.

Соединительный узел (ConnectivityNode) – это точка, где терминалы токопроводящего оборудования соединены с нулевым сопротивлением. Соединительные узлы содержатся в контейнерах оборудования: в подстанции, распределительном узле или присоединении

Связи токопроводящего оборудования через терминалы и соединительные узлы определяют реальную топологию сети энергетической системы. Для каждого терминала, подключенного к соединительному узлу, другие терминалы, подключенные к тому же узлу, определяют электрически связанное токопроводящее оборудование (через связи каждого терминала с токопроводящим оборудованием, к которому относится этот терминал).

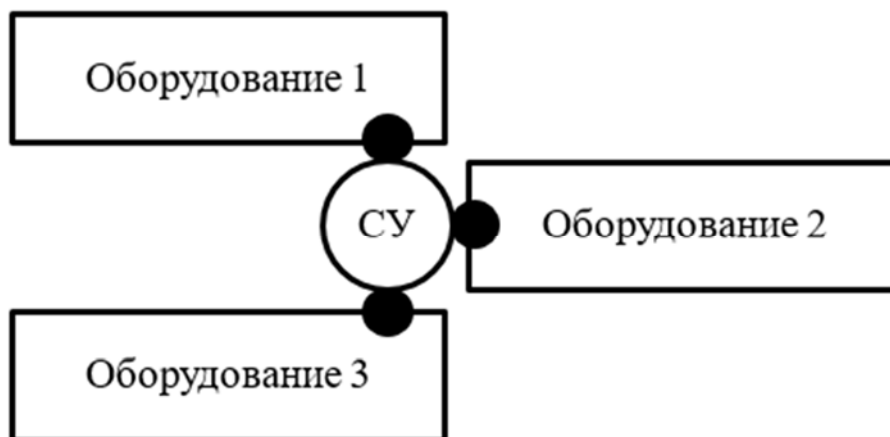


Рис. 2 – Пример электрически соединенного оборудования

Рис. 2 иллюстрирует задание электрических соединений сети при помощи терминалов и соединительных узлов. На нем токопроводящее оборудование изображено прямоугольниками. У каждого объекта оборудования есть по одному терминалу (маленькие черные круги). Терминалы подсоединены к соединительному узлу (большой белый круг).

Помимо соединительного узла существует еще несколько классов, которые используются для соединения оборудования подстанции.

Секция шин (Busbar Section) – это проводник (или группа проводников) с пренебрежимо малым сопротивлением, который используется для соединения другого токопроводящего оборудования внутри одной подстанции.

Секция шин сама является токопроводящим оборудованием (наследует от класса токопроводящего оборудования) и может содержаться в любых контейнерах оборудования.

3.6 Модель силового трансформатора

Класс силового трансформатора (PowerTransformer) наследует от класса оборудования. Силовой трансформатор может содержать одну или несколько обмоток трансформатора.

Класс обмотки трансформатора (TransformerWinding) наследует от класса токопроводящего оборудования. Обмотка трансформатора может содержать переключатель отпаек.

Переключатель отпаяк (TapChanger) может осуществлять регулирование по напряжению, по фазе, или по напряжению и по фазе.

3.7 Измерения

Измерения используются для представления переменных состояния, которые описывают технологический процесс. Каждый технологический процесс обладает своими специфическими для него типами измерений. Для энергосистем характерны такие измерения как токи, напряжения, положения (например, выключателей), индикаторы неисправностей, счетчики (например, энергии) и т.д.

Несмотря на название, в СИМ значения измерений не всегда бывают получены при помощи измерения соответствующей величины. Они также могут быть рассчитаны или введены вручную оператором.

Существуют следующие основные классы измерений:

Дискретное измерение – измерение, которое представляет дискретную величину (например, положение выключателя).

Аналоговое измерение – измерение, которое представляет аналоговую величину (например, ток).

Накопительное измерение (счетчик) – измерение, которое накапливает или подсчитывает значение величины (например, значение энергии).

Измерения, описывающие состояние какого-либо оборудования, содержатся внутри объектов этого оборудования. Например, выключатель содержит дискретное измерение «Положение».

3.8 Управление

В энергосистемах обычно используются такие виды управления, как уставки, команды «увеличить/уменьшить», команды предвыбора оборудования, команды включения/выключения и т.д.

Модель СИМ использует следующие основные классы для описания управления:

Команда – представляет дискретное диспетчерское управление.

Уставка – представляет аналоговое диспетчерское управление.

В терминологии TOPAZ TMBuildер и Model Creator команда соответствует телеуправлению, а уставка – телерегулированию.

4 Динамическая мнемосхема

Динамическая мнемосхема является графическим отображением всей CIM модели или ее части. Она позволяет просматривать объекты CIM и их связи. Также она позволяет редактировать электрические соединения токопроводящего оборудования. Реализована возможность просмотра динамической топологии сети в зависимости от состояния коммутационных аппаратов.

Просматривать (или редактировать) мнемосхему можно практически для любого уровня объектной модели, начиная с общей схемы региона и заканчивая схемой отдельного оборудования. Для открытия схемы нужно выбрать узел объектной модели и в контекстном меню выбрать «Показать динамическую схему...» (Рис. 3).

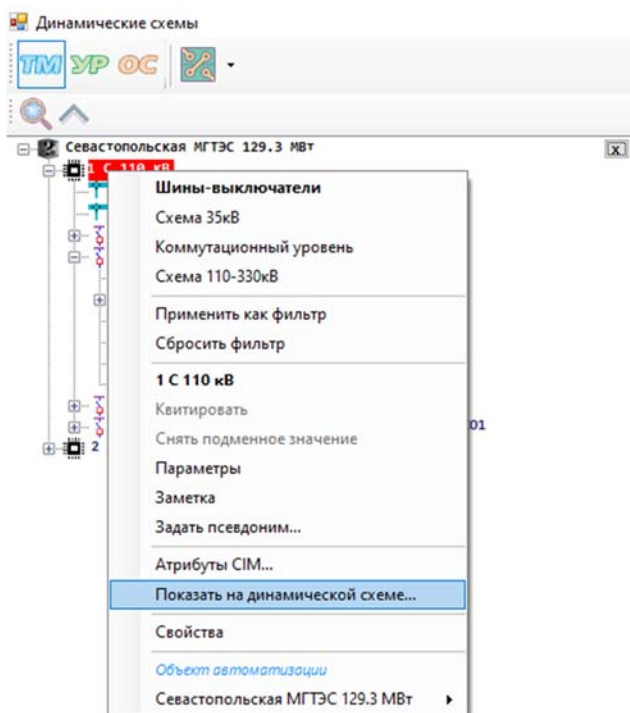


Рис. 3

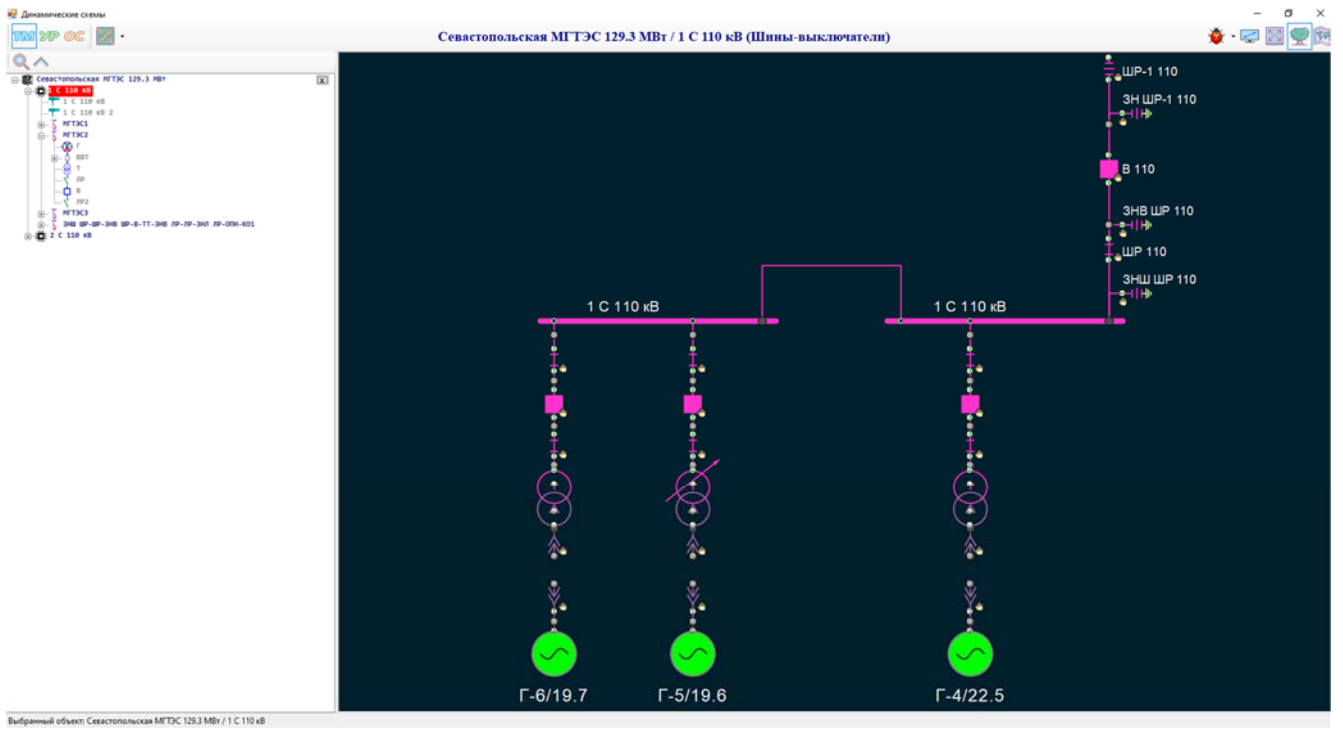


Рис. 4 – Пример отображения мнемосхемы