

## Авторы:

Артем Владимирович Захаров

Олег Юрьевич Гусев

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»*

Докладчик:

Артем

Владимирович

Захаров

НИУ «МЭИ»



Программное обеспечение в области проектирования и эксплуатации энергообъектов имеет свой внутренний, часто закрытый, формат представления данных, и передача результатов, полученных в одной программе, в другую - это сложная и трудоемкая задача.

В 1996 году с целью унификации передачи данных между программным обеспечением разных производителей технический комитет 57 (ТК57) международной электротехнической комиссии (МЭК) принялся за разработку СІМ.

Общая информационная модель или Common Information Model (СІМ) - абстрактная модель описания объектов энергетической системы, их свойств и отношений.

## Структура общей информационной модели



МЭК 61970:

- Часть 1: Руководящие принципы и общие требования
- Часть 2: Термины и определения
- Часть 301: Основы общей информационной модели
- Часть 302: Общая информационная модель, финансы, планирование и резервирование
- Часть 451: Профили обмена данными для SCADA
- Часть 452: Профили статических CIM-моделей электрических сетей
- Часть 453: Профили обмена графической информацией.
- Часть 454: Спецификация системы обслуживания имен
- Часть 456: Профили для вычисленных состояний энергосистем
- Часть 501: Схема общей информационной модели на языке описания ресурсов (RDF)
- Часть 552: Обмен моделями CIM/XML

## Структура общей информационной модели

Общая информационная модель представляется в виде диаграмм с помощью унифицированного языка моделирования (UML).

Пакеты CIM, изображенные в виде блоков, содержат описание совокупности логических либо физических элементов модели, сходных по области применения.

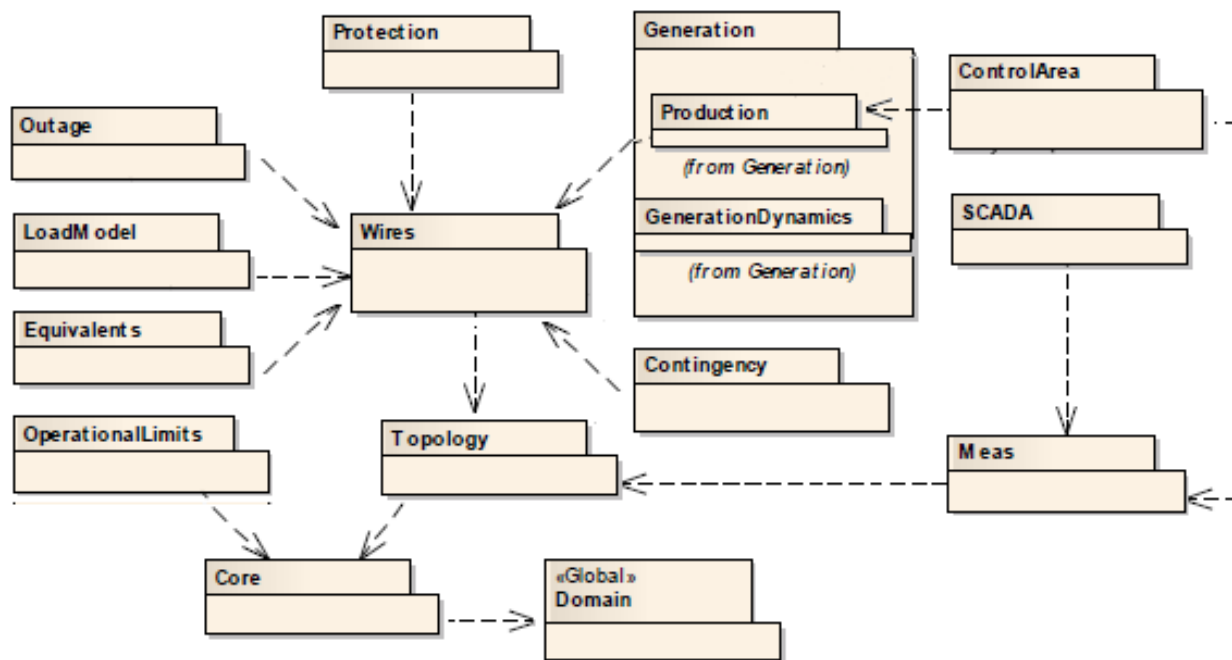


Рис.1. Общая схема пакетов



## Структура общей информационной модели

Классы, находящиеся внутри пакетов, описывают реальные физические или логические объекты и их связи.

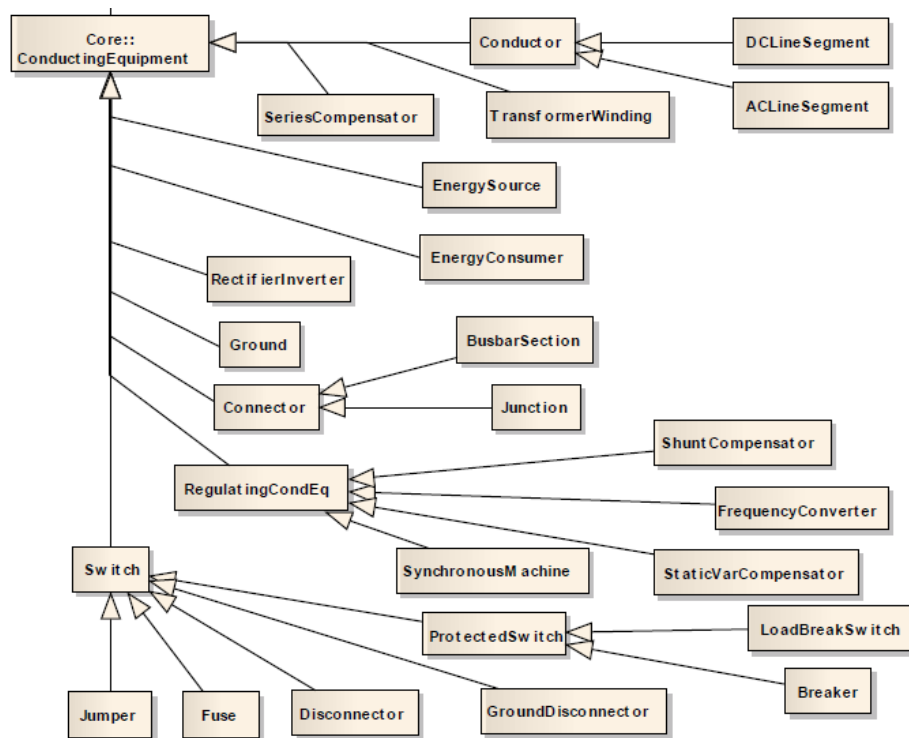


Рис.2. Часть классов пакета Wires



## Структура общей информационной модели

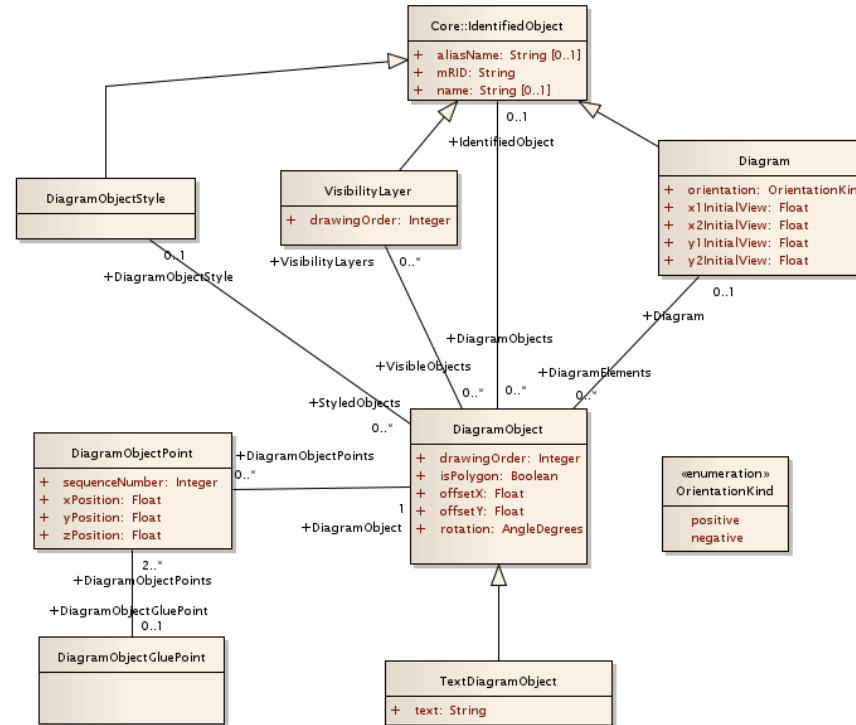


Рис.3. Классы пакета Graphics

## Структура общей информационной модели



Форматом передачи данных CIM является XML-RDF. XML-документ состоит из пролога, в котором указывается версия стандарта XML и используемая кодировка символов, и корневой части, содержащей описание объектов.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF
  xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2009/CIM-schema-cim14#"
  xmlns:profile="http://www.entsoe.eu/2009/profile1_v14#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:md="http://iec.ch/TC57/61970-552/ModelDefinition/1#"
  xmlns:sin="http://www.simtec.cc/cim/sincal-cim-rdf-syntax#"
  <cim:BaseVoltage rdf:ID="_DC27773D871411E9865B140681001487">
    <cim:BaseVoltage.isDC>>false</cim:BaseVoltage.isDC>
    <cim:BaseVoltage.nominalVoltage>10.000000000</cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
  </ cim:BaseVoltage>
  <cim:BaseVoltage rdf:ID="_DC27773E871411E9865B140681001487">
    <cim:BaseVoltage.isDC>>false</cim:BaseVoltage.isDC>
    <cim:BaseVoltage.nominalVoltage>0.660000000</cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
  </ cim:BaseVoltage>
```

## САПР структурной схемы ТЭС



Выбор структурной схемы тепловой электрической станции (ТЭС) предполагает несколько этапов: определение возможных вариантов структурной схемы, исключение из рассмотрения части вариантов по соображениям технической реализации, технико-экономическое сопоставление вариантов.

Перед технико-экономическим сопоставлением производится выбор типа и мощности блочных трансформаторов, автотрансформаторов связи, расчет издержек и математического ожидания ущерба, проводятся множественные расчеты токов короткого замыкания, надежности.

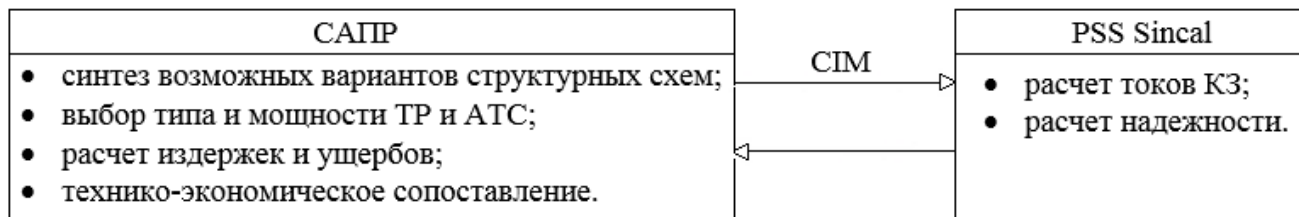


Рис.4. Структура распределения расчетов



## САПР структурной схемы ТЭС

Для иллюстрации процесса обмена была выбрана структурная схема, содержащая 4 энергоблока, подключенных к распределительному устройству 500 кВ и выдающих мощность в энергосистему по двум линиям электропередач.

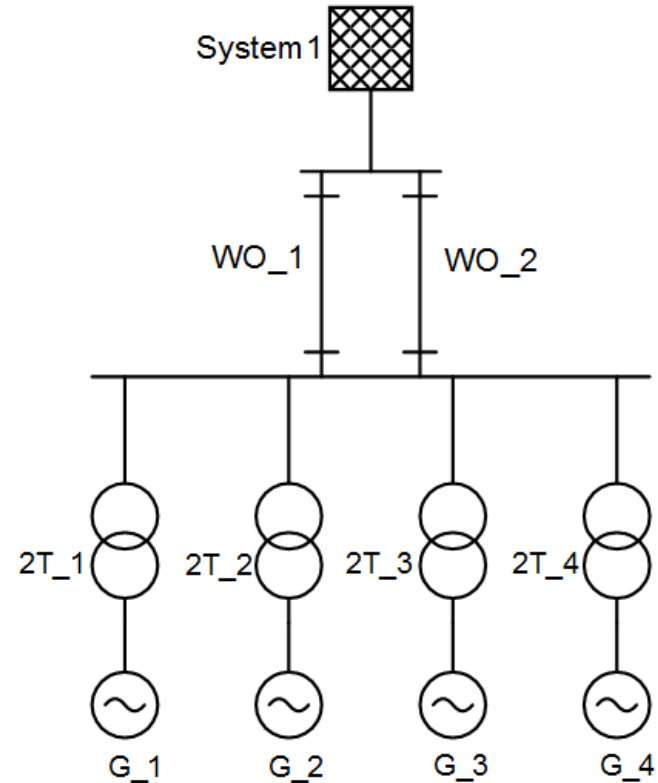


Рис.5. Структура схема, созданная в САПР

## САПР структурной схемы ТЭС



Для описания структурной схемы в соответствии с CIM применялись следующие пакеты и их классы:

### Core (ядро):

- IdentifiedObject;
- Substation;
- VoltageLevel;
- BaseVoltage;
- Terminal.

### Topological (топология):

- TopologicalNode.

### Wires (сетевое оборудование):

- SynchronousMachine;
- EnergySource;
- ACLineSegment;
- PowerTransformer;
- WindingTransformer.

### Graphics (графика):

- Diagram;
- DiagramObject;
- DiagramObjectPoint;
- VisibilityLayer.

## САПР структурной схемы ТЭС



В САПР был сформированный XML-RDF файл, содержащий описание физических и логических элементов схемы. топологии, графического представления.

```
<cim:ACLineSegment rdf:ID="2ef9f8a6b2664e85b59eddf588620f7b">
  <cim:IdentifiedObject.name>WO_2</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:Conductor.length>200</cim:Conductor.length>
  <cim:ACLineSegment.r>22</cim:ACLineSegment.r>
  <cim:ACLineSegment.x>84</cim:ACLineSegment.x>
</cim:ACLineSegment>
<cim:SynchronousMachine rdf:ID="5c386f82e398403fb62fd17fe96575">
  <cim:IdentifiedObject.name>G_1</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:RotatingMachine.ratedS>387</cim:RotatingMachine.ratedS>
  <cim:RotatingMachine.ratedPowerFactor>0.85</cim:RotatingMachine.ratedPowerFactor>
  <cim:SynchronousMachine.satDirectSyncX>1.696</cim:SynchronousMachine.satDirectSyncX>
  <cim:SynchronousMachine.satDirectSubtransX>0.173</cim:SynchronousMachine.satDirectSubtransX>
  <cim:SynchronousMachine.minU>20</cim:SynchronousMachine.minU>
  <cim:SynchronousMachine.maxU>20</cim:SynchronousMachine.maxU>
  <cim:SynchronousMachine.satDirectTransX>0.258</cim:SynchronousMachine.satDirectTransX>
  <cim:SynchronousMachine.r>0.00143244</cim:SynchronousMachine.r>
  <cim:SynchronousMachine.operatingMode rdf:resource="http://iec.ch/TC67/2010/CIM-schema-cim16#SynchronousMachineOperatingMode.generator" />
  <cim:SynchronousMachine.coolantType rdf:resource="http://iec.ch/TC67/2010/CIM-schema-cim16#CoolantType.air" />
  <cim:SynchronousMachine.type rdf:resource="http://iec.ch/TC67/2010/CIM-schema-cim16#SynchronousMachineType.generator" />
  <cim:RotatingMachine.GeneratingUnit rdf:resource="#e3741d4b921a450eaa732505941826d2" />
</cim:SynchronousMachine>
```

Рис.6. Часть XML-RDF файла

## Импорт XML-RDF файла в PSS Sincal

В результате импорта модели в PSS Sincal была получена структурная схема, содержащая оборудование с заданными параметрами, топологическую связь и имеющая графическое представление.

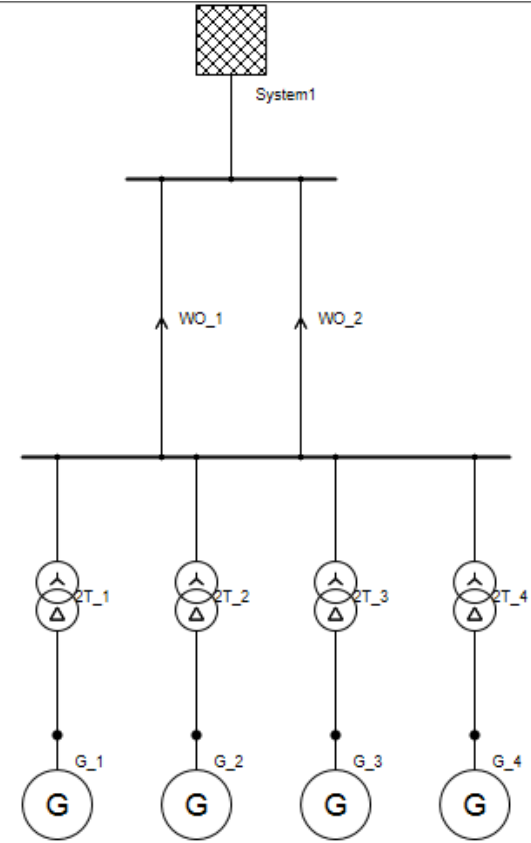


Рис.7. Структурная схема,  
полученная в PSS Sincal



## Импорт XML-RDF файла в PSS Sincal



Node 1	Node 2	Element Type	Network ...	OP State	Name	Short Na...	Desc.	Ti
Node4		Synchronous Machine	BaseVoltage2	On	G_4			
Node3		Synchronous Machine	BaseVoltage2	On	G_3			
Node1		Synchronous Machine	BaseVoltage2	On	G_1			
Node2		Synchronous Machine	BaseVoltage2	On	G_2			
Node201		Infeeder	BaseVoltage1	On	System1			
Node201	Busbar	Line	BaseVoltage1	On	WO_1			
Busbar	Node201	Line	BaseVoltage1	On	WO_2			
Node2	Busbar	Two-Winding Transformer	BaseVoltage2	On	2T_2			
Node3	Busbar	Two-Winding Transformer	BaseVoltage2	On	2T_3			
Node4	Busbar	Two-Winding Transformer	BaseVoltage2	On	2T_4			
Busbar	Node1	Two-Winding Transformer	BaseVoltage1	On	2T_1			

Рис.8. Табличное представление импортированных данных

## Импорт XML-RDF файла в PSS Sincal



Node 1	Element ...	Network ...	Type	Sn [MVA]	Vn [kV]	R/X [pu]	xd'sat [%]	xi [%]	vGmax [%]	cosφn	I [A]
Node4	G_4	BaseVoltage2	Turbo generat...	387,000	20,00	0,044	17,3	0,0	100,0	0,85	
Node3	G_3	BaseVoltage2	Turbo generat...	387,000	20,00	0,044	17,3	0,0	100,0	0,85	
Node1	G_1	BaseVoltage2	Turbo generat...	387,000	20,00	0,044	17,3	0,0	100,0	0,85	
Node2	G_2	BaseVoltage2	Turbo generat...	387,000	20,00	0,044	17,3	0,0	100,0	0,85	

Рис.9. Табличное представление импортированных данных

## Заключение



Применение CIM позволило осуществить обмен данными между разрабатываемой САПР по выбору структурной схемы ТЭС и программным обеспечением в виде PSS Sincal. Созданная в САПР структурная схема была описана в соответствии с CIM и представлена в формате передачи данных XML-RDF. Успешный импорт файла с моделью в сторонний программный продукт PSS Sincal показал работоспособность САПР в плане описания в соответствии с требованиями CIM:

- оборудования структурной схемы,
- параметров оборудования,
- топологии,
- графического представления схемы.

# Спасибо за внимание!

Контакты докладчика:



**Артем  
Владимирович  
Захаров**  
НИУ «МЭИ»  
[art\\_zakharov@list.ru](mailto:art_zakharov@list.ru)

