



РОССЕТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Оптимизация процесса по капитальному строительству и инвестиционной деятельности с помощью технологий на базе CIM и BIM

**Начальник отдела разработки и внедрения информационных
моделей**

С.Э. Виноградов

02.2024 СОЧИ

На сегодняшний день, одним из вопросов развития энергетической области является цифровизация. Цифровизация необходима для сокращения монотонного физического труда сотрудников, организации и контроля трудовых и производственных процессов, а также повышения обеспечения безопасности сотрудников компании.

Одним из вопросов цифровизации в рамках энергетической области является оптимизация процесса по капитальному строительству и инвестиционной деятельности. Оптимизация данного процесса может быть решена за счет применения технологий на базе CIM и BIM.

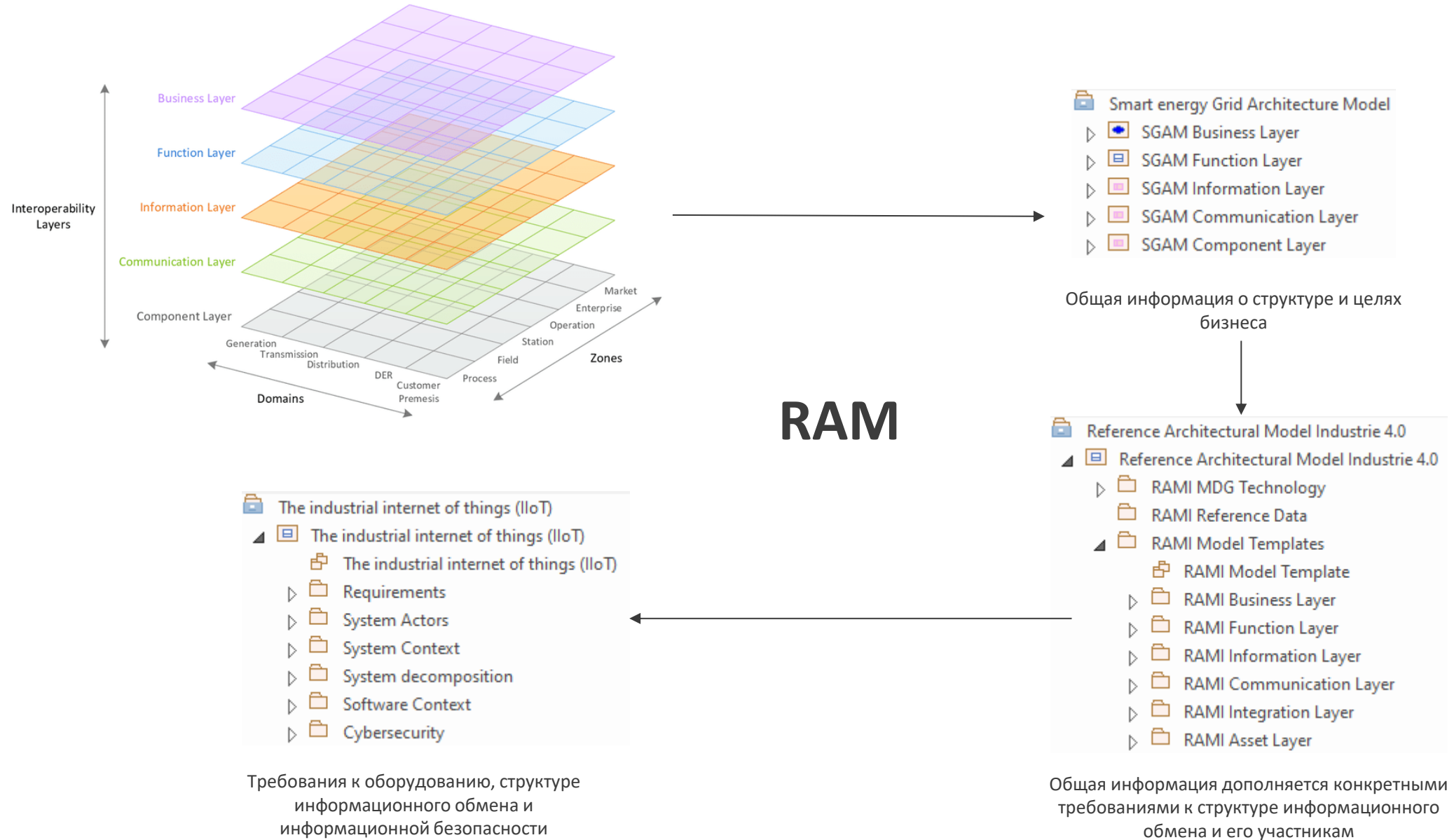
За развитие стандартов CIM на сегодняшний день отвечает ТК016.

За развитие стандартов BIM:

- 1) В части «Умного дома» на сегодняшний день отвечает ТК194;
- 2) В части информационного моделирования зданий и сооружений отвечает ТК465;
- 3) В части единой системы информационного моделирования на сегодняшний день отвечает ТК505 и т.д.

На международной арене за развитие CIM отвечает ТК57, а за развитие BIM buildingSmart и OpenGIS.

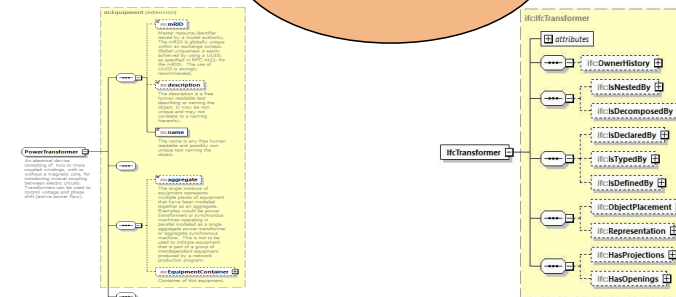
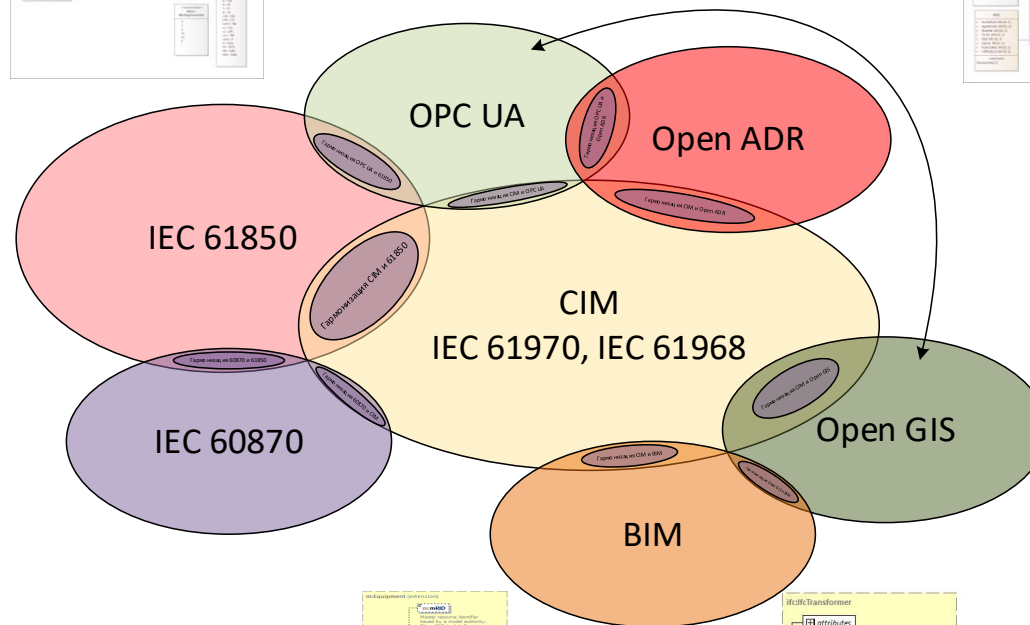
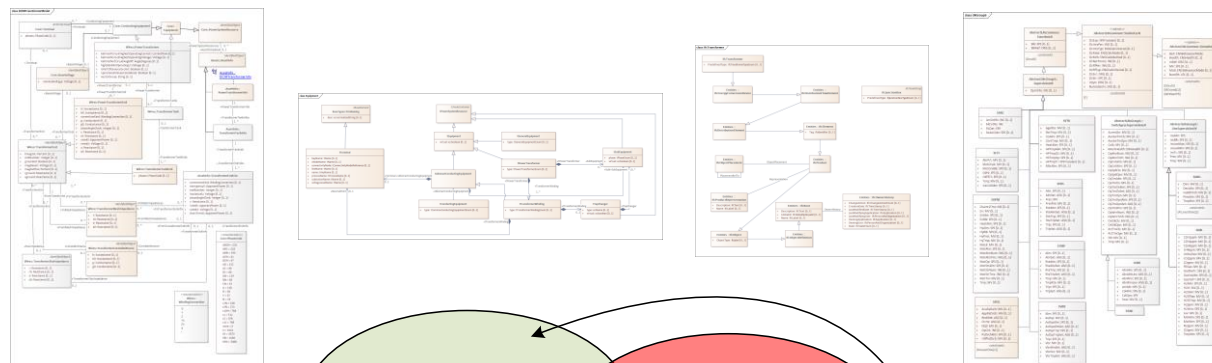
АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЕТИ (БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ)



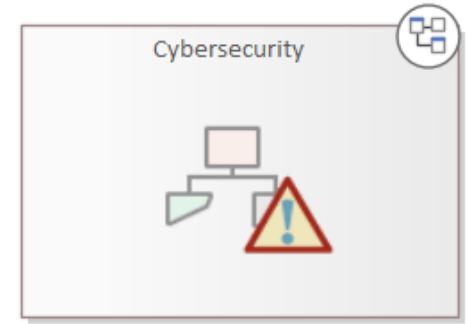
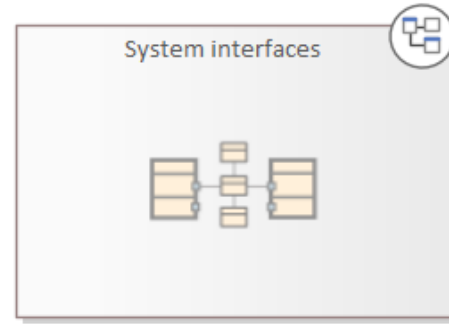
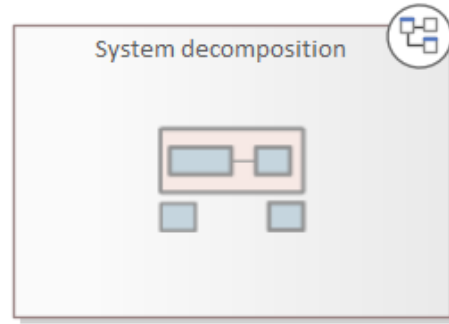
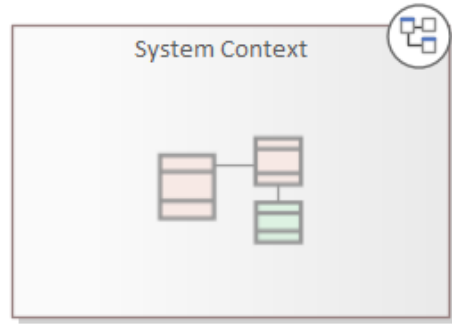
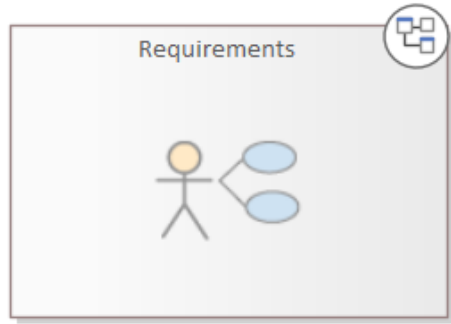
АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЕТИ (СВЯЗЬ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ)



Описание информации о силовом трансформаторе в различных информационных моделях



* Приведен перечень информационных моделей используемых в рамках проекта



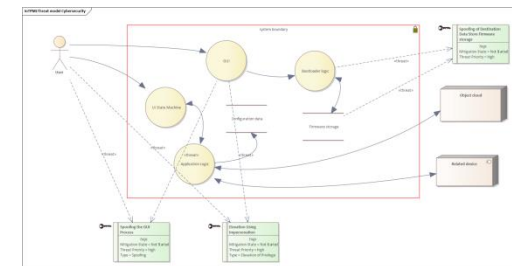
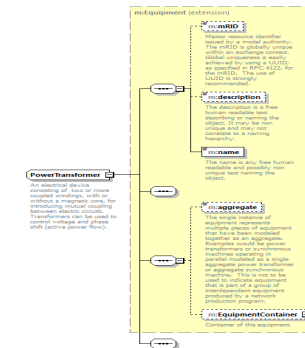
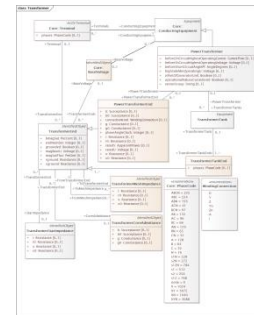
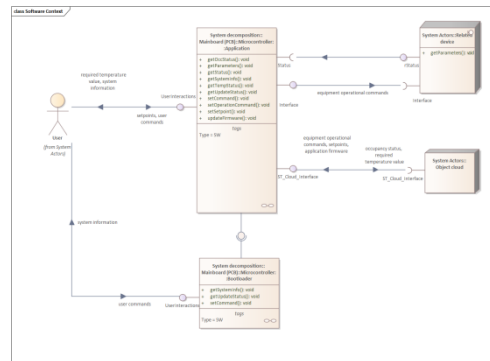
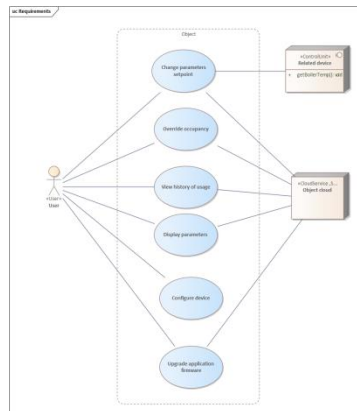
Требования к источнику информации

Роль в бизнес-процессе

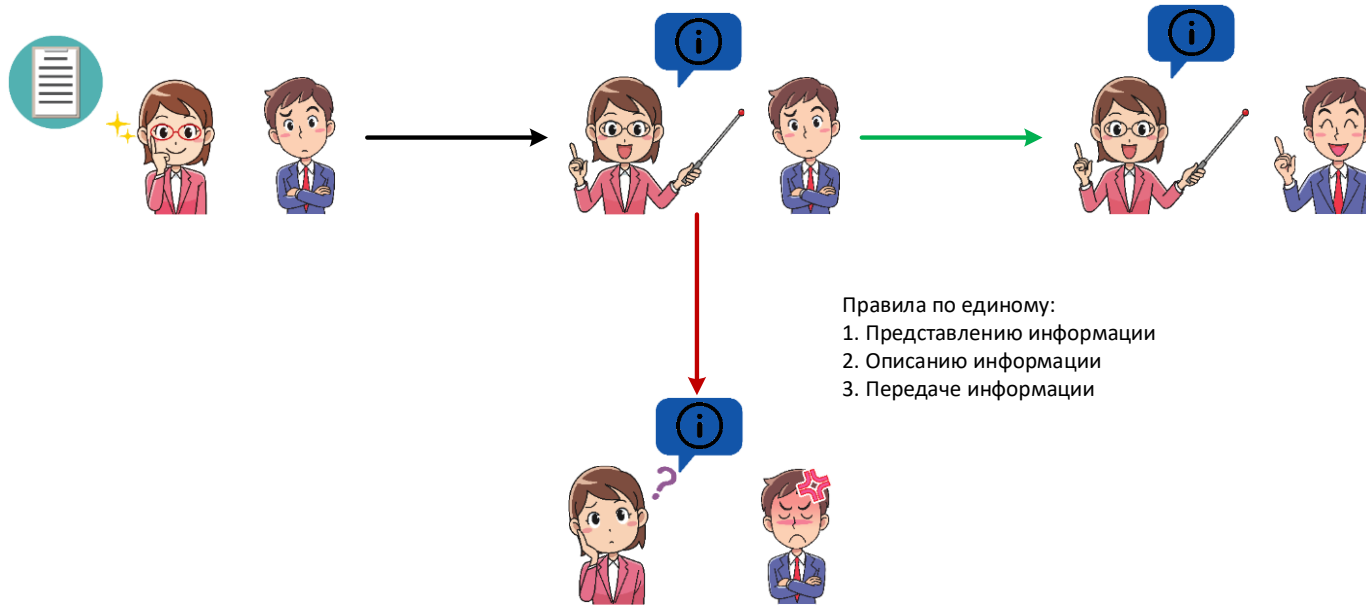
Информационная модель

Требования к передаче информации

Модель угроз и требования к ИБ

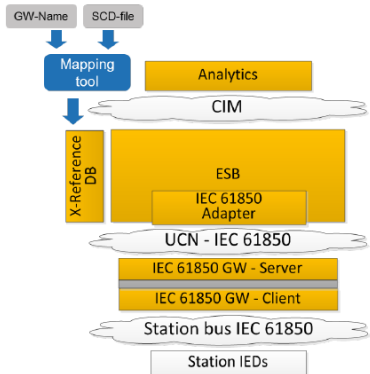


Объект – силовой трансформатор

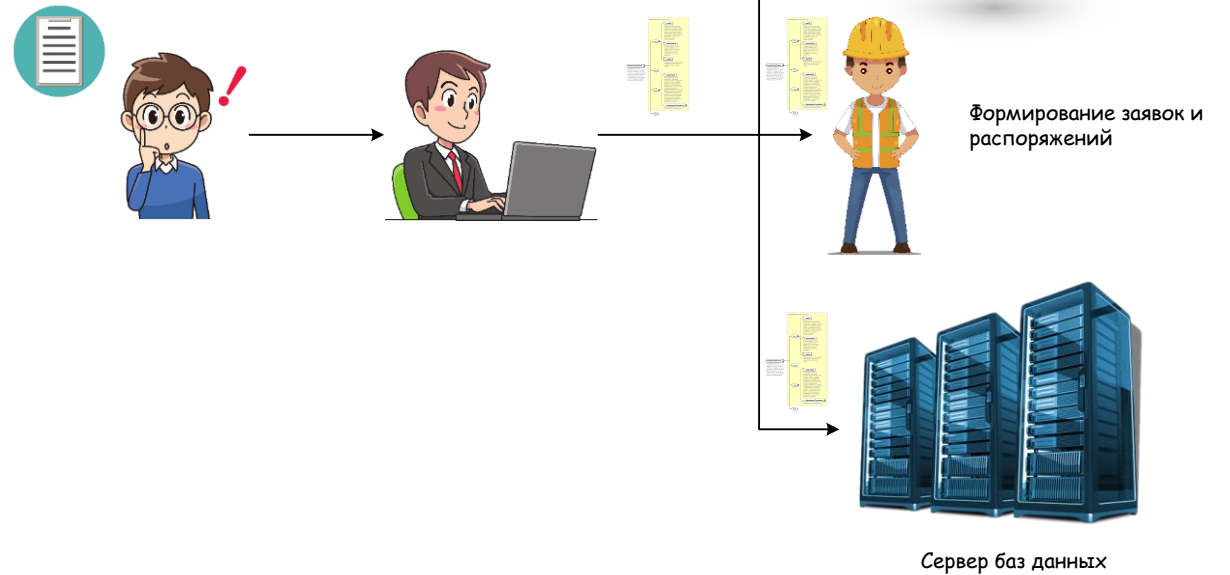
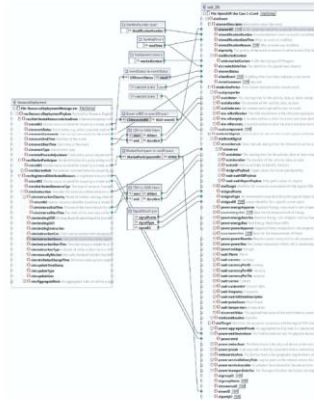


- Правила по единому:
1. Представлению информации
 2. Описанию информации
 3. Передаче информации

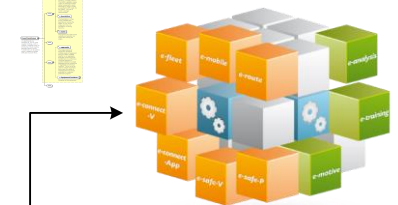
Структура передачи информации



Правила сопоставления информации



Системы расчета и аналитики



Формирование заявок и распоряжений



Сервер баз данных

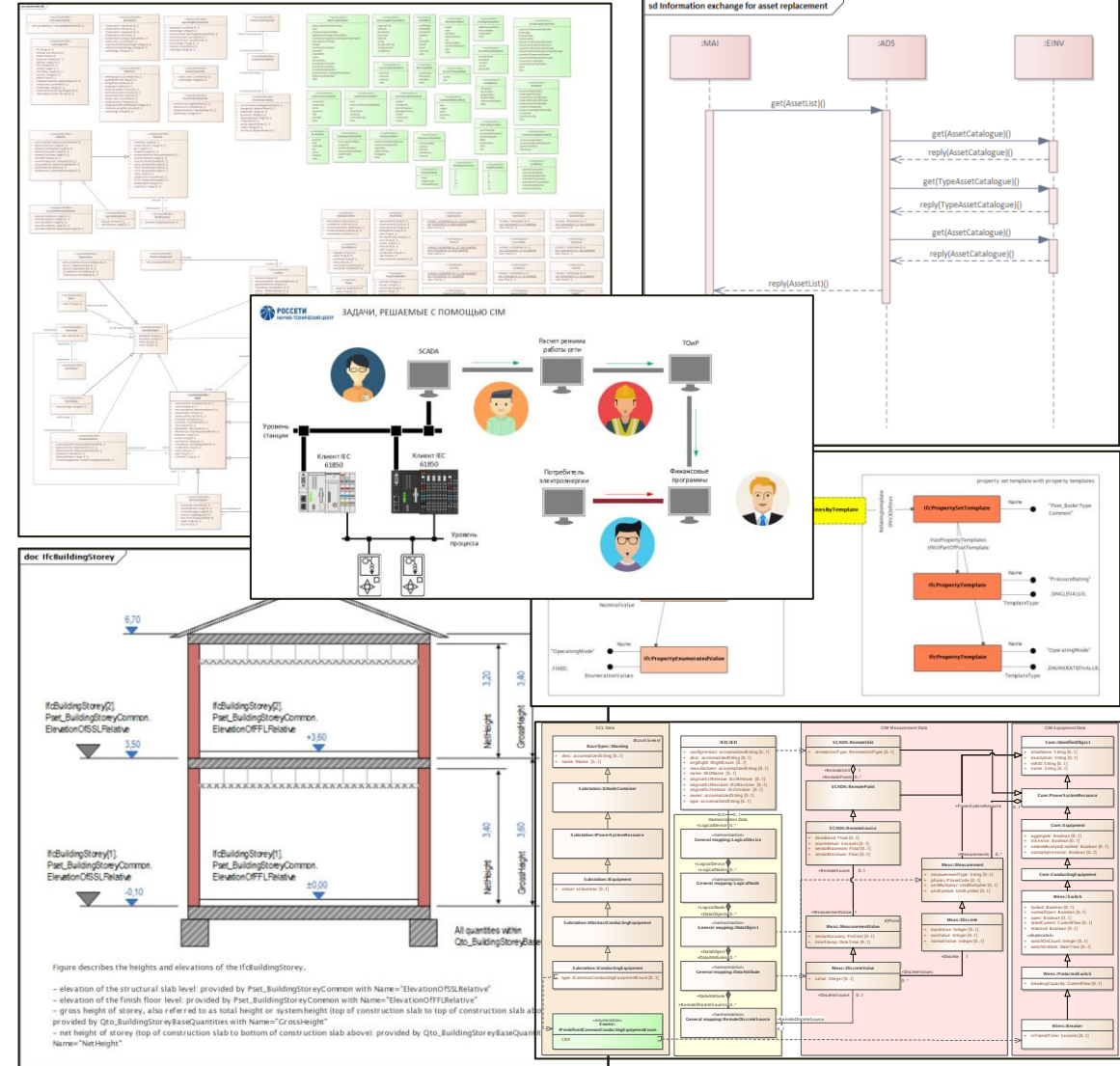
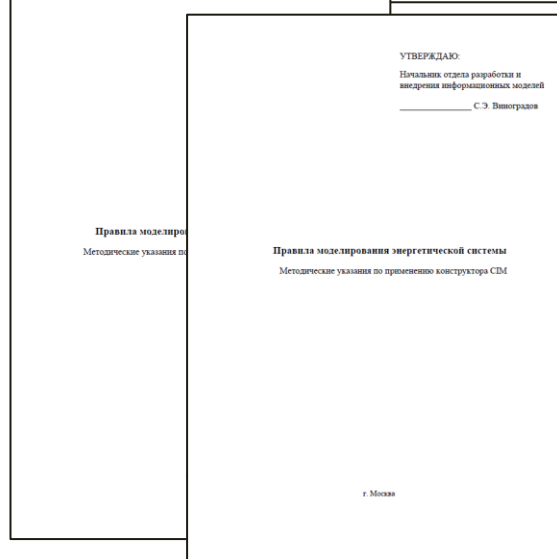
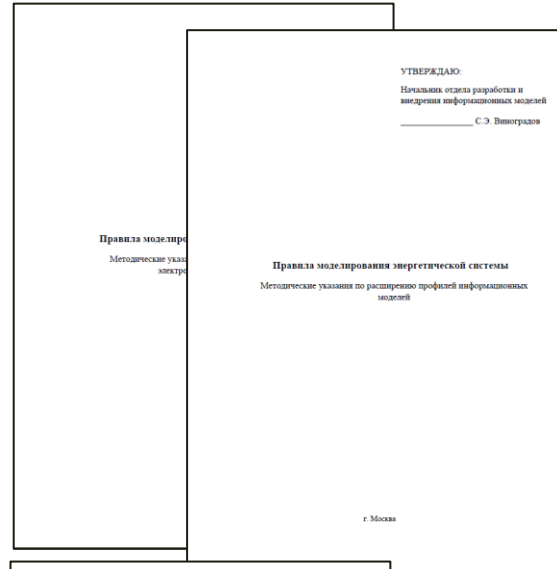
Разработан единый портал знаний по информационному моделированию

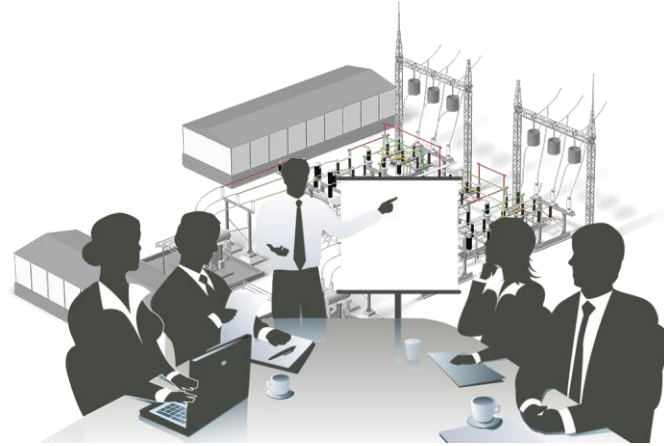
Разработана внутренняя нормативно-техническая документация по информационному моделированию

Наработки в виде правил информационного моделирования компонентов энергетической системы, правил информационного обмена, правил гармонизации информационных моделей, а также курсы для обучения нового персонала

Отдел разработки и внедрения информационных моделей

- ▶ **Концепция цифровизации и ее применение**
 - ▶ Smart energy Grid Architecture Model
 - ▶ Reference Architectural Model Industrie 4.0
 - ▶ The industrial internet of things (IIoT)
- ▶ **Информационные модели (Оригиналы)**
 - ▶ ARML 2.0
 - ▶ Building information model
 - ▶ CityGML
 - ▶ DLMS/COSEM
 - ▶ GeoSciML4.1
 - ▶ IEC60870
 - ▶ IRM
 - ▶ OPC-UA
 - ▶ OpenADR
 - ▶ SCL2018B4
 - ▶ TC57CIM
 - ▶ The Harmonised Role Model
 - ▶ IEC61850Domain
 - ▶ Cybersecurity
- ▶ **Информационные модели (РФ)**
 - ▶ Корпоративный профиль 61850
 - ▶ Корпоративный профиль SCL
 - ▶ ГОСТ Р 58651 (CIM)
- ▶ **Правила информационного обмена**
 - ▶ 61850
 - ▶ CIM
 - ▶ DLMS
 - ▶ IFC
 - ▶ OpenADR
- ▶ **Методические указания по моделированию**
 - ▶ Силовое оборудование
 - ▶ Вторичное оборудование
 - ▶ Материальные активы организации
 - ▶ Технологические логические вычислительные сети
 - ▶ Информационная безопасность





Планирование и согласование
нового объекта



Проектирование нового
объекта

Направления для рассмотрения по линии
оптимизации, с точки зрения полноты
информации



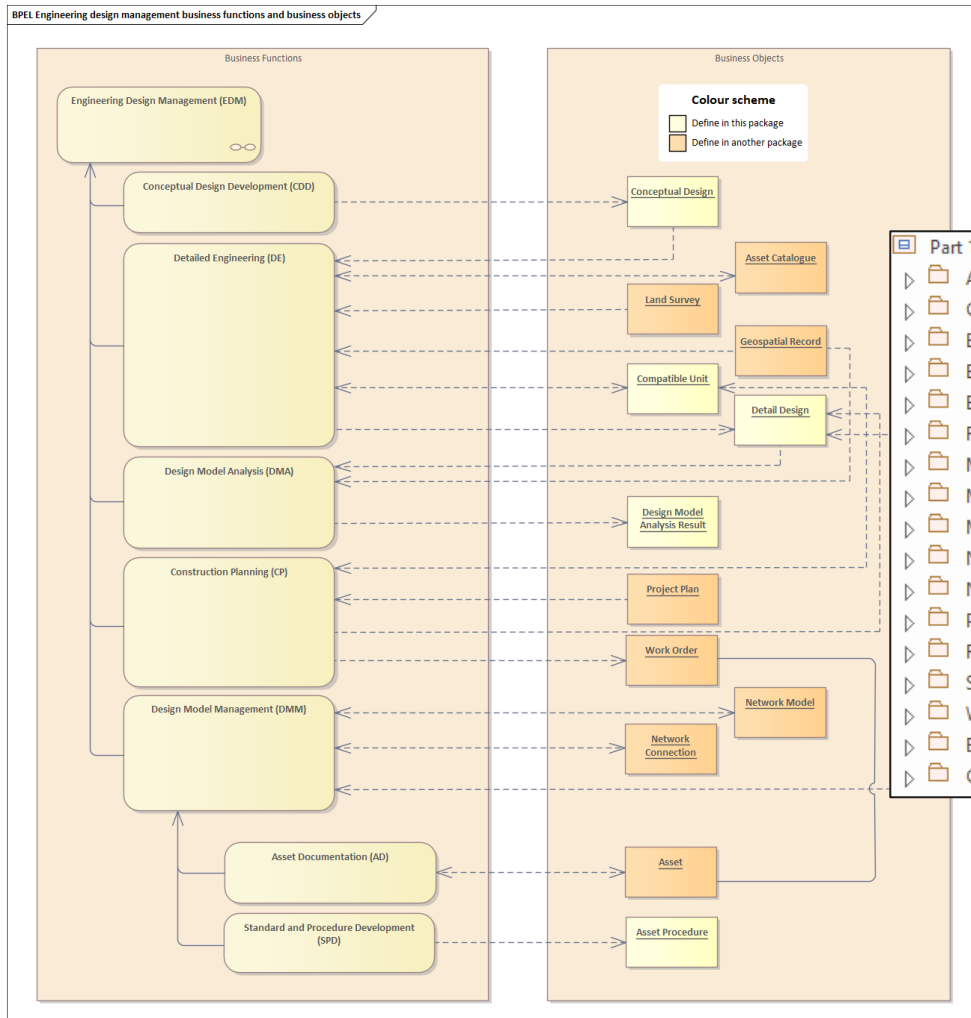
Строительство нового объекта



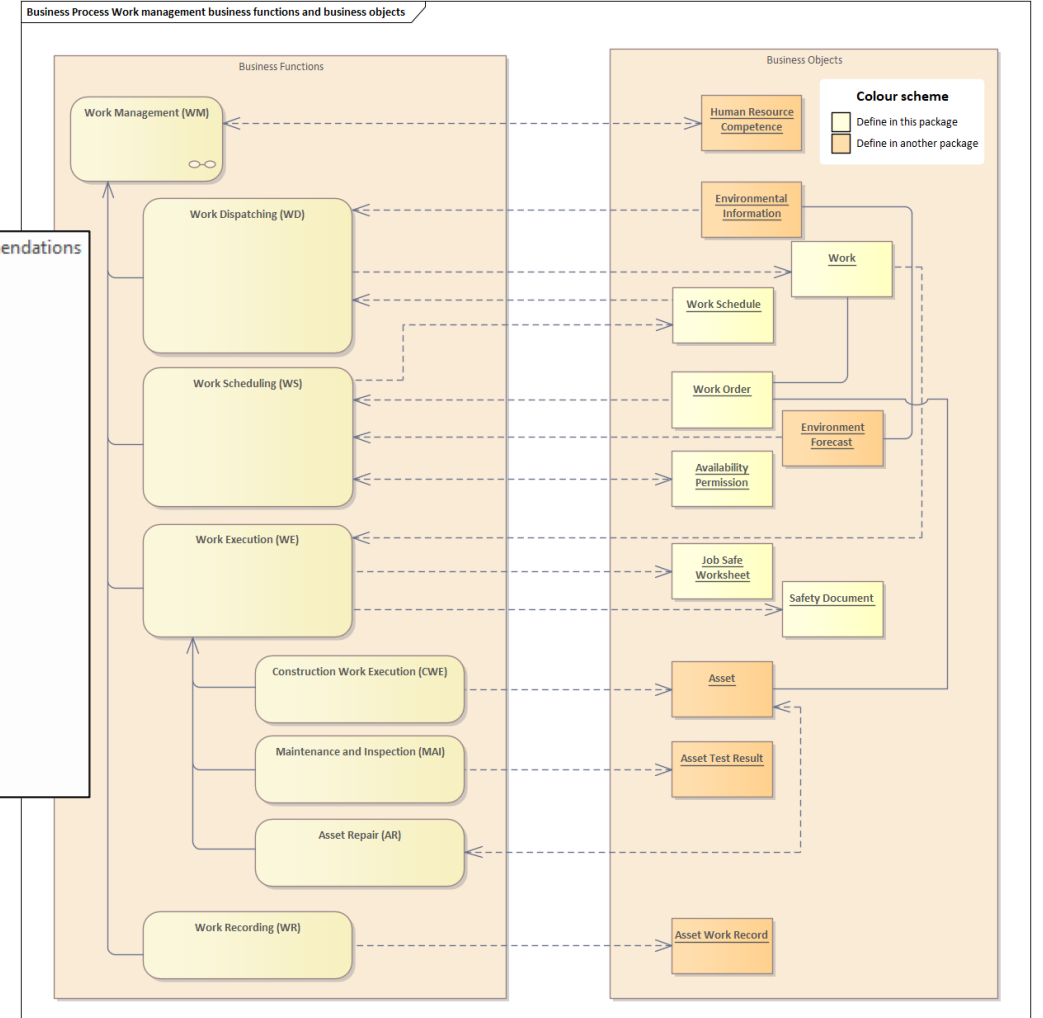
Ввод в эксплуатацию

Правила применения CIM в части процесса по капитальному строительству и инвестиционной деятельности

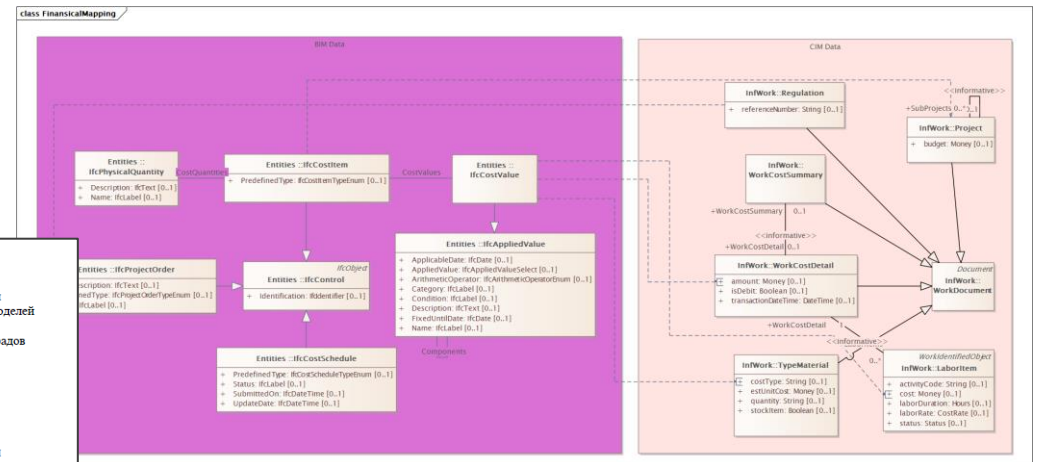
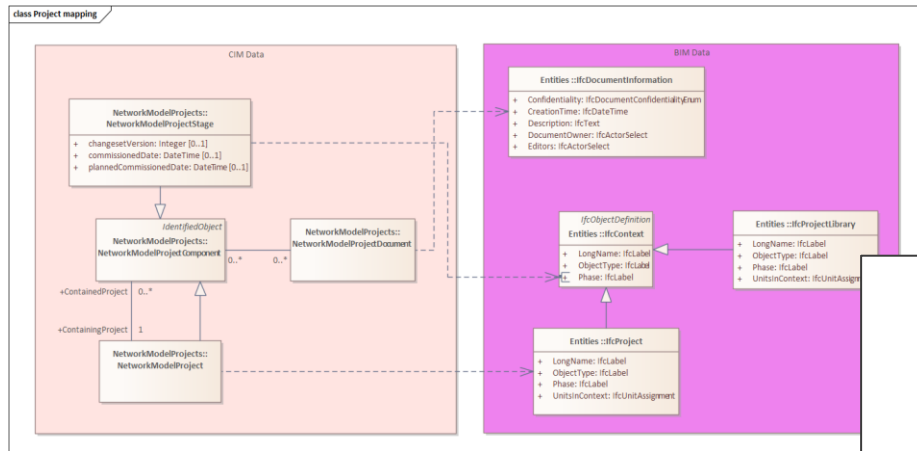
Планирование, согласование и проектирование нового объекта



Строительство, ввод в эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов



- Part 1 Interface architecture and general recommendations**
- Asset Management (AM)
 - Customer Management (CM)
 - Emergency Simulation Training (EST)
 - End Device Operation (EDO)
 - Engineering Design Management (EDM)
 - Fault Management (FM)
 - Market Compliance Management (MCM)
 - Market Operation (MO)
 - Market Settlement (MS)
 - Network Model Management (NMM)
 - Network Operation (NO)
 - Predictive Operation Planning (POP)
 - Retail Market Operation (RMO)
 - System Development Planning (SDP)
 - Work Management (WM)
 - External to IEC
 - Components of interface architecture

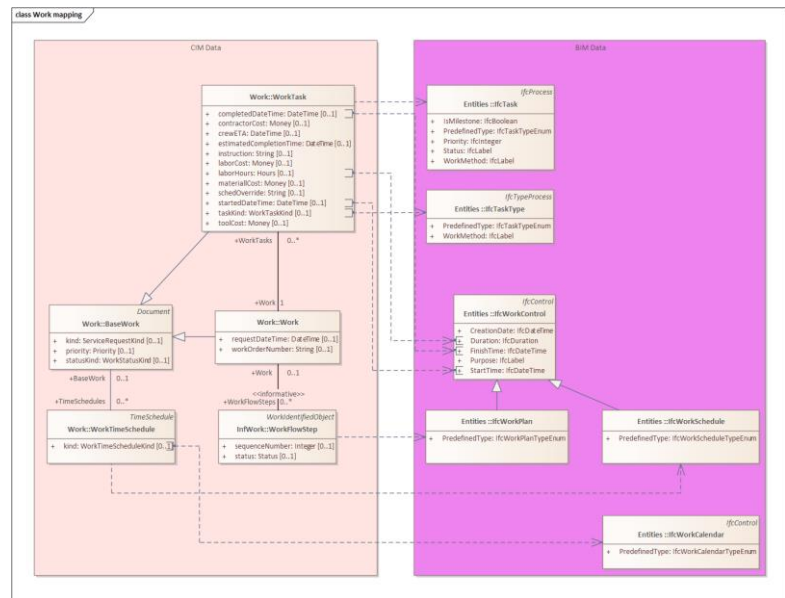


УТВЕРЖДАЮ:
Начальник отдела разработки и внедрения информационных моделей
С.Э. Виноградов

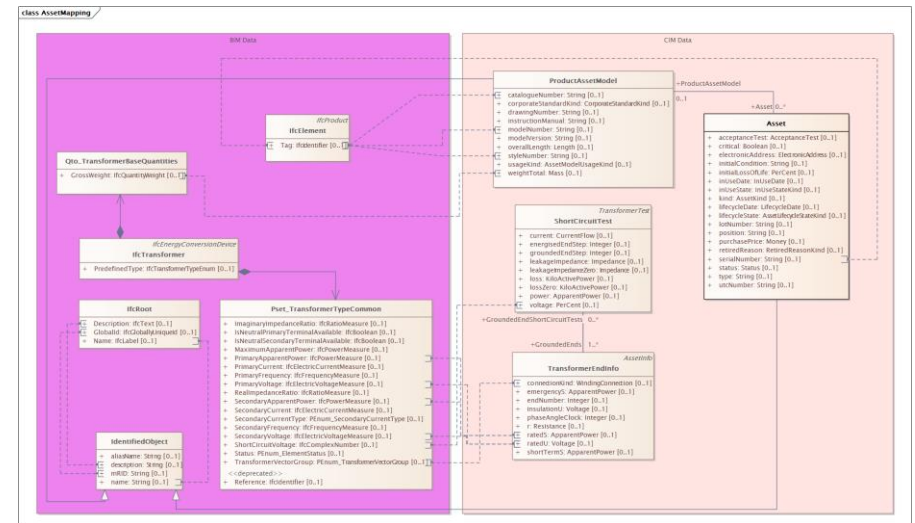
Инструкции по разработке программного обеспечения
Карта маппинга информационных моделей CIM и BIM

Сопоставление в части описания информации о финансах

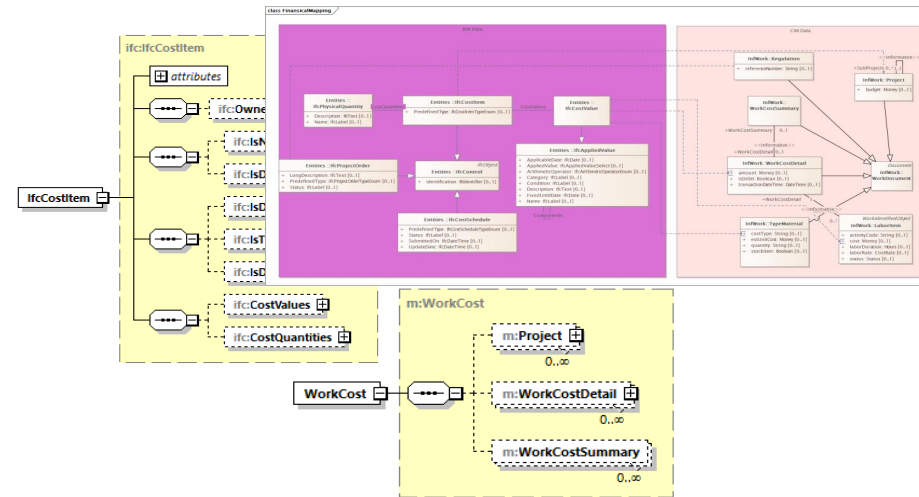
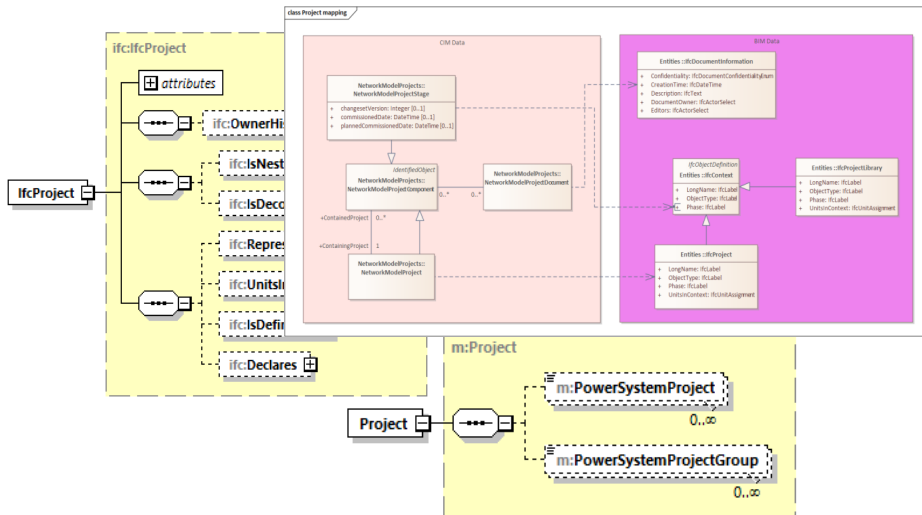
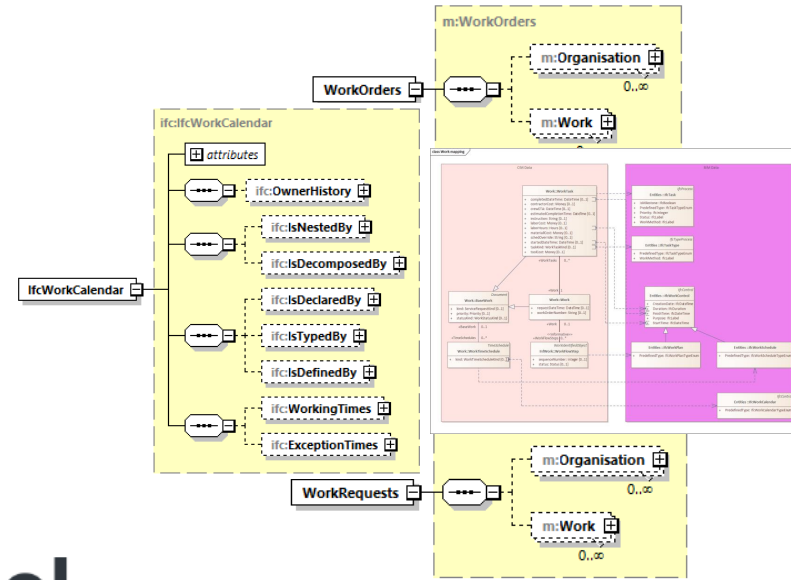
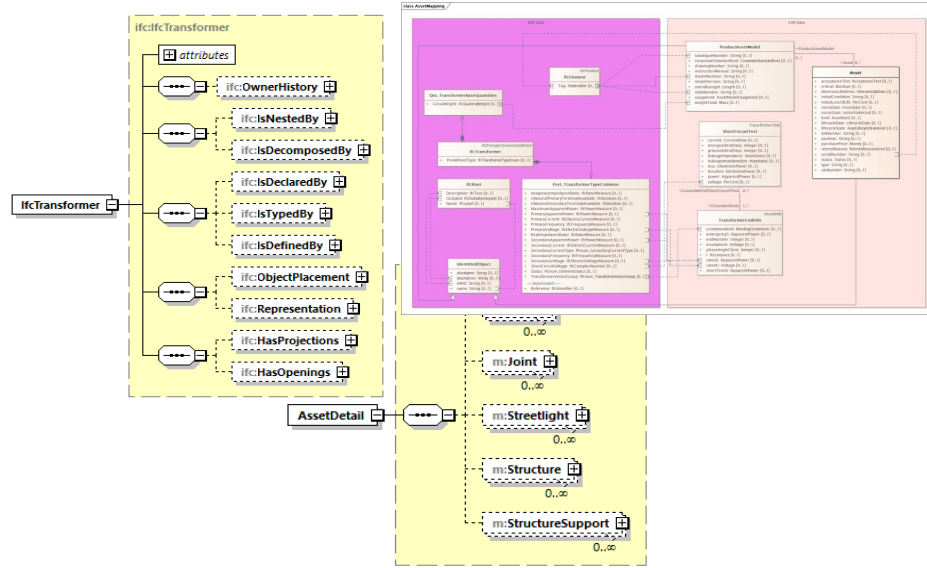
Сопоставление в части описания информации о проекте



Сопоставление в части описания информации о проведении работ на объекте



Сопоставление в части описания информации о материальных активах



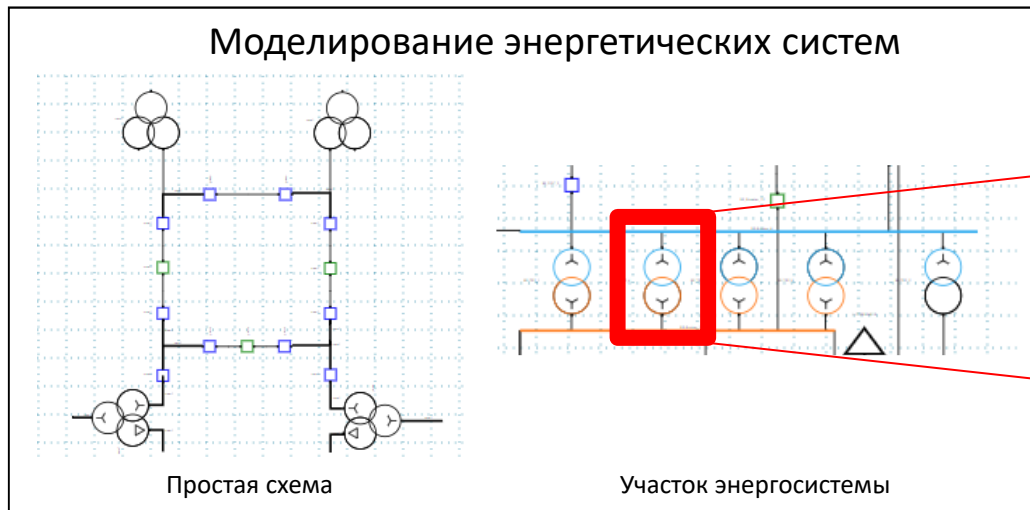
1. Информационной модели CIM достаточно (с минимальными доработками/расширениями), для ее взаимодействия с информационной моделью BIM.
2. Профилей информационной модели CIM не достаточно для их взаимодействия с профилем IFC, требуется существенная доработка и унификация.
3. Совмещение параметров CIM и BIM реализуются классическими методами, решения сложных задач не требуется.

По данному принципу можно осуществить связь ГОСТ Р 58651 (CIM) и ГОСТ Р 10.0.02-2019 (IFC).

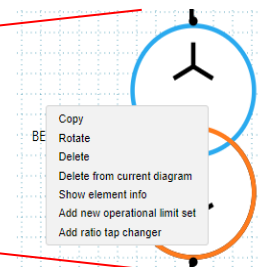


В рамках подготовки стенда необходимо:

1. Разработать CIM-модель энергетической системы;
2. Разработать BIM-модель энергетической системы;
3. Сопоставить параметры CIM и BIM моделей;
4. Сымитировать работу энергетической системы.



Вызов окна настройки параметров трансформатора



Автоматическое определение классов CIM на базе нарисованной однолинейной схемы

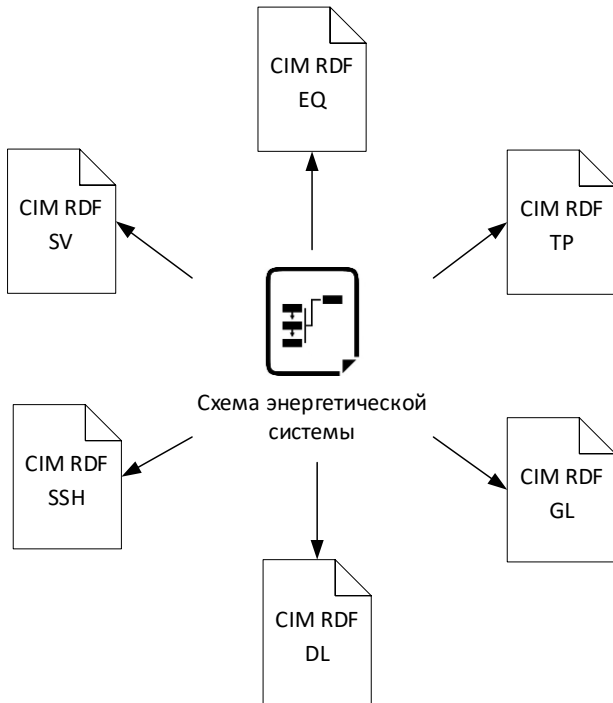
AC Line Segments	11
Breakers	1
Disconnectors	1
Load Break Switches	1
Junctions	1
Equivalents	1
Rotating Machines	8
Loads	5
Compensators	4
Nodes	9
Transformers	11

Параметры трансформатора

BE-TR2_4			
Operational Limit Sets		0	
Transformer Windings		2	
beforeShCircuitHigh...	none	A	
beforeShCircuitHigh...	none	kV	
beforeShortCircuitAn...	none	deg	
highSideMinOperating...	none	kV	
isPartOfGeneratorUni...	none		
operationalValuesCon...	none		
aggregate	false		
description	T4 that is after maintenance		
name	BE-TR2_4		
BaseVoltage	none	change	remove
EquipmentContainer	PP_Brussels	change	remove

b	0,00000	S
connectionKind	Y	
b0	none	S
phaseAngleClock	none	
ratedS	650,00000	MVA
g	0,00000	S
ratedU	110,00000	kV
g0	none	S
r	0,00000	ohm
r0	none	ohm
x	0,00000	ohm
x0	none	ohm
rground	none	ohm
endNumber	2	
grounded	none	
xground	none	ohm
description	BE-TR2_4	
name	BE-TR2_4	
BaseVoltage	110.00 kV	change remove

Автоматическая генерация файлов описания энергетической системы

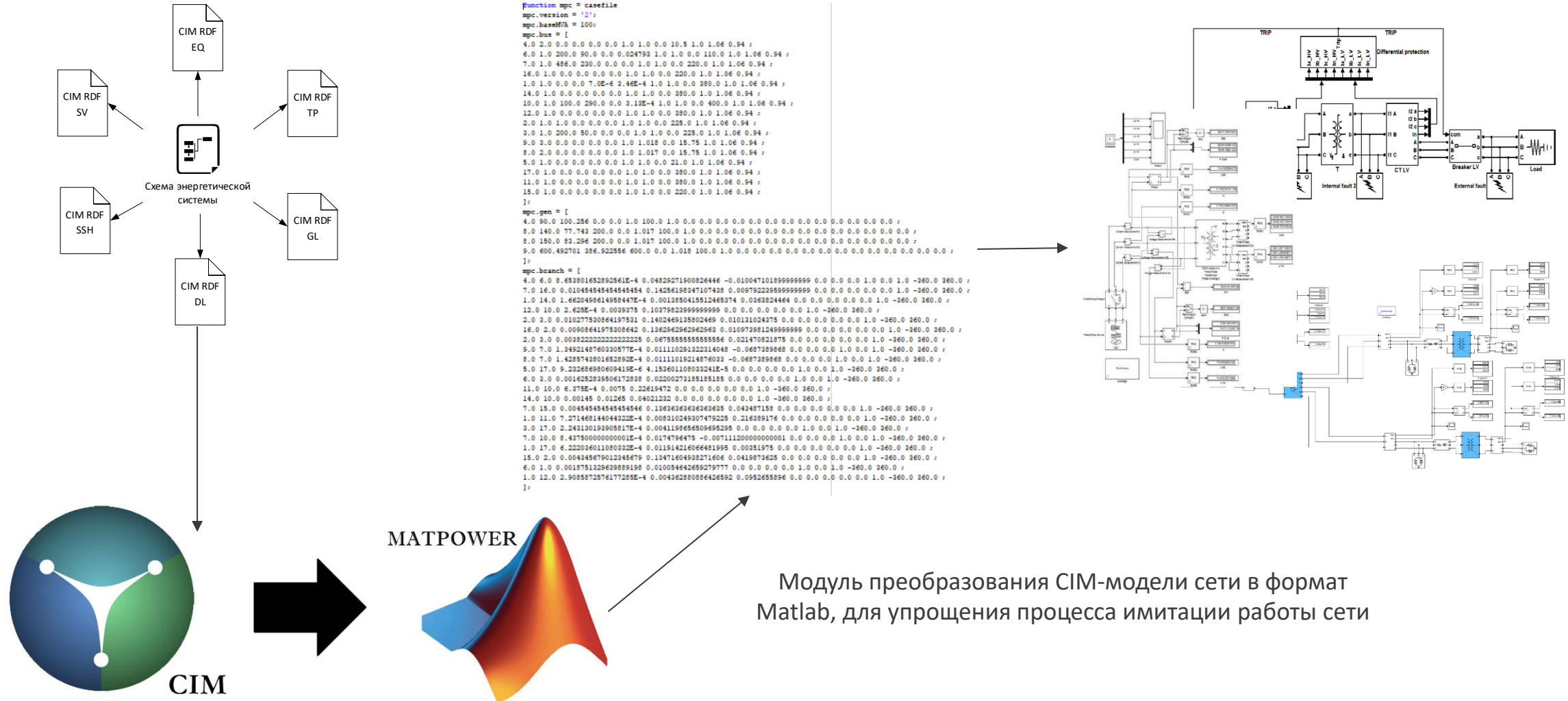


Параметры силового трансформатора

```
</cim:PowerTransformer><cim:PowerTransformer rdf:ID="#_ff3a91ec-2286-a64e-a046-d62bc0163ffe">
  <cim:IdentifiedObject.name>BE-TR2_4</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:Equipment.aggregate>false</cim:Equipment.aggregate>
  <cim:Equipment.EquipmentContainer rdf:resource="#_37e14a0f-5e34-4647-a062-8bfd9305fa9d"/>
  <entsoe:IdentifiedObject.shortName>BE-T_4</entsoe:IdentifiedObject.shortName>
  <cim:IdentifiedObject.description>T4 that is after maintenance</cim:IdentifiedObject.description>
  <cim:IdentifiedObject.mRID>ff3a91ec-2286-a64e-a046-d62bc0163ffe</cim:IdentifiedObject.mRID>
  <entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>00X-BE-BE-000653</entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>
</cim:PowerTransformerEnd><cim:PowerTransformerEnd rdf:ID="#_f04c225b-6aed-1040-8d35-b6a42bf22e30">
  <cim:IdentifiedObject.name>BE-TR2_4</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:PowerTransformerEnd.r0>0e+000</cim:PowerTransformerEnd.r0>
  <cim:PowerTransformerEnd.x0>0e+000</cim:PowerTransformerEnd.x0>
  <cim:PowerTransformerEnd.y0>0.0</cim:PowerTransformerEnd.y0>
  <cim:PowerTransformerEnd.g0>0.0</cim:PowerTransformerEnd.g0>
  <cim:PowerTransformerEnd.ratedS>650.000000</cim:PowerTransformerEnd.ratedS>
  <cim:PowerTransformerEnd.ratedU>110.000000</cim:PowerTransformerEnd.ratedU>
  <cim:TransformerEnd.endNumber>2</cim:TransformerEnd.endNumber>
  <cim:PowerTransformerEnd.connectionKind rdf:resource="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#WindingConnection_Y"/>
  <cim:TransformerEnd.BaseVoltage rdf:resource="#_00b17311-075f-48f6-a79b-597f42af4694"/>
  <cim:PowerTransformerEnd.PowerTransformer rdf:resource="#_ff3a91ec-2286-a64e-a046-d62bc0163ffe"/>
  <cim:TransformerEnd.Terminal rdf:resource="#_e44df808-3914-d247-80b7-ab5c86bc7196"/>
  <entsoe:IdentifiedObject.shortName>BE-T_4</entsoe:IdentifiedObject.shortName>
  <cim:IdentifiedObject.description>BE-TR2_4</cim:IdentifiedObject.description>
  <cim:IdentifiedObject.mRID>f04c225b-6aed-1040-8d35-b6a42bf22e30</cim:IdentifiedObject.mRID>
  <entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>00X-BE-BE-000669</entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>
</cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_a81d08ed-f51d-4538-8d1e-fb240bd128e7"/>
  <cim:ACDCTerminal.connected>true</cim:ACDCTerminal.connected></cim:Terminal><cim:Terminal rdf:ID="#_7d4668b2-70c2-9c44-a252-4c7121432708">
  <cim:IdentifiedObject.name>BE-TR2_4 - T1</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>1</cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>
  <cim:Terminal.phases rdf:resource="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#PhaseCode_ABC"/>
  <cim:Terminal.ConductingEquipment rdf:resource="#_ff3a91ec-2286-a64e-a046-d62bc0163ffe"/>
  <cim:ACDCTerminal.BusNameMarker rdf:resource="#_14221a68-d5e6-6649-871d-8b393a72d1c7"/>
  <entsoe:IdentifiedObject.shortName>BE-T_4</entsoe:IdentifiedObject.shortName>
  <cim:IdentifiedObject.description>BE-TR2_4 - T1</cim:IdentifiedObject.description>
  <entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>00X-BE-BE-000771</entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>
  <cim:IdentifiedObject.mRID>7d4668b2-70c2-9c44-a252-4c7121432708</cim:IdentifiedObject.mRID>
  <cim:Terminal.TopologicalNode rdf:resource="#_e44141af-f1d0-44d3-bf44-b674e5b93477"/>
  <cim:ACDCTerminal.connected>true</cim:ACDCTerminal.connected></cim:Terminal><cim:Terminal rdf:ID="#_e44df808-3914-d247-80b7-ab5c86bc7196">
  <cim:IdentifiedObject.name>BE-TR2_4 - T2</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>2</cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>
  <cim:Terminal.phases rdf:resource="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16#PhaseCode_ABC"/>
  <cim:Terminal.ConductingEquipment rdf:resource="#_ff3a91ec-2286-a64e-a046-d62bc0163ffe"/>
  <cim:ACDCTerminal.BusNameMarker rdf:resource="#_14221a68-d5e6-6649-871d-8b393a72d1c7"/>
  <entsoe:IdentifiedObject.shortName>BE-T_4</entsoe:IdentifiedObject.shortName>
  <cim:IdentifiedObject.description>BE-TR2_4 - T2</cim:IdentifiedObject.description>
  <entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>00X-BE-BE-000772</entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>
  <cim:IdentifiedObject.mRID>e44df808-3914-d247-80b7-ab5c86bc7196</cim:IdentifiedObject.mRID>
```

Графические параметры энергетической системы

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><rdf:RDF xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2013/CIM-schema-cim16"
  xmlns:entsoe="http://entsoe.eu/CIM/SchemaExtension/3/1#" xmlns:md="http://iec.ch/TC57/61970-852/ModelDescription/1#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  <md:FullModel rdf:about="urn:uuid:42918bb5-9db5-4eda-b0a6-306f216297a2">
  <md:Model.profile>http://entsoe.eu/CIM/DiagramLayout/3/1/</md:Model.profile>
  <md:Model.DependentOn rdf:resource="urn:uuid:a7b3aad3-808f-4664-bd22-a167359e46a"/>
  </md:FullModel>
  <cim:Diagram rdf:ID="#_bfe02f6c-101a-497b-a7f9-3c3c82d8ca86">
  <cim:IdentifiedObject.name>Grid</cim:IdentifiedObject.name>
  </cim:Diagram>
  <cim:DiagramObject rdf:ID="#_afa8be07-bc44-4135-b783-0bd080f7646">
  <cim:DiagramObject.rotation>0</cim:DiagramObject.rotation>
  <cim:DiagramObject.IdentifiedObject rdf:resource="#_17086487-56ba-4979-b8de-064025a6b4da"/>
  <cim:DiagramObject.Diagram rdf:resource="#_bfe02f6c-101a-497b-a7f9-3c3c82d8ca86"/>
  <cim:DiagramObject><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_edd33fe5-a58a-488b-ab34-dcc142386674">
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>427.3554382324219</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>472.1030731201172</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>1</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
  <cim:DiagramObjectPoint.DiagramObject rdf:resource="#_afa8be07-bc44-4135-b783-0bd080f7646"/>
  </cim:DiagramObjectPoint><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_e1866cf0-17f0-454a-b118-26f893cc8700">
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>577.3554382324219</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>472.1030731201172</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>2</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
  <cim:DiagramObjectPoint.DiagramObject rdf:resource="#_afa8be07-bc44-4135-b783-0bd080f7646"/>
  </cim:DiagramObjectPoint><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_b05e0873-bf5f-41e1-bf8b-c67a800960">
  <cim:DiagramObject.rotation>180</cim:DiagramObject.rotation>
  <cim:DiagramObject.IdentifiedObject rdf:resource="#_5e9a25d2-3ccf-4597-b50a-ea883331144"/>
  <cim:DiagramObject.Diagram rdf:resource="#_bfe02f6c-101a-497b-a7f9-3c3c82d8ca86"/>
  </cim:DiagramObject><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_8c89f6e3-c5a9-40bf-94a7-23b8a7ec97ab">
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>566.860785702371</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>679.7047996520996</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>1</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
  <cim:DiagramObjectPoint.DiagramObject rdf:resource="#_b05e0873-bf5f-41e1-bf8b-c67a800960"/>
  </cim:DiagramObjectPoint><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_80db887-b989-41b6-97d6-56e55ef12b8d">
  <cim:DiagramObject.rotation>0</cim:DiagramObject.rotation><cim:DiagramObjectPoint rdf:resource="#_64901aec-5a8a-4bcb-8ca7-a3ddf0d066c"/>
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>294.01795822381973</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>358.1376953125</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>1</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
  <cim:DiagramObjectPoint.DiagramObject rdf:resource="#_80db887-b989-41b6-97d6-56e55ef12b8d"/>
  </cim:DiagramObjectPoint><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_80db887-b989-41b6-97d6-56e55ef12b8d">
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>545.2790361046791</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>411.61092458496094</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>1</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
  <cim:DiagramObjectPoint.DiagramObject rdf:resource="#_842b968e-062d-487c-8205-504a6701064"/>
  </cim:DiagramObjectPoint><cim:DiagramObjectPoint rdf:ID="#_c5e108e-5ea0-466f-93fa-430447713100">
  <cim:DiagramObjectPoint.xPosition>695.2790361046791</cim:DiagramObjectPoint.xPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.yPosition>411.61092458496094</cim:DiagramObjectPoint.yPosition>
  <cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>2</cim:DiagramObjectPoint.sequenceNumber>
```



Описание силового трансформатора в CIM

```
</cim:PowerTransformer><cim:PowerTransformer rdf:ID="ff3a91ec-2286-a64c-a046-d62bc0163ffe">
  <cim:IdentifiedObject.name>BE-TR2_4</cim:IdentifiedObject.name>
  <cim:Equipment.aggregate>false</cim:Equipment.aggregate>
  <cim:Equipment.EquipmentContainer rdf:resource="#_37e14a0f-5e34-4647-a062-8bfd9305fa9d"/>
  <entsoe:IdentifiedObject.shortName>BE-T_4</entsoe:IdentifiedObject.shortName>
  <cim:IdentifiedObject.description>T4 that is after maintenance</cim:IdentifiedObject.description>
  <cim:IdentifiedObject.mRID>ff3a91ec-2286-a64c-a046-d62bc0163ffe</cim:IdentifiedObject.mRID>
  <entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>00X-BE-BE-000653</entsoe:IdentifiedObject.energyIdentCodeEic>
```

Связь идентификаторов силового трансформатора



Описание силового трансформатора в BIM

```
#24= IFCTRANSFORMER('0Rs_04T4IOUefRU0S6nXvd', #2, 'TMH 6300-110-Y1', 'USERDEFINED', #16, $, $, );
```

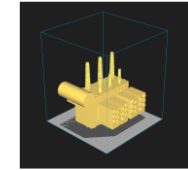
```
FILE_SCHEMA('IFC4');
DATA;
#1= IFCPPROJECT('0Rs_04T4IOUapQh0e6nXvd', #2, 'Default project', $, $, $, 'MODIFIED', (#13), #8);
#2= IFCOMMENTARY('#4, #3, $, .MODIFIED..', $, #4, #3, 1704374733);
#3= IFCAPPLICATION('#7, '21.0', 'KOMPAS-3D 21.0.1361', 'KOMPAS-3D');
#4= IFCPERSONANDORGANIZATION('#5, #7, $);
#5= IFCPERSON($, '', $, $, $, $, (#6), $);
#6= IFCACTORROLE(.ENGINEER, 'X2\0420\X0\X2\0430\X0\X2\0437\X0\X2\0440\X0\X2\0430\X0\X2\0431\X0\X2\043E\X0\X2\0442\X0\X2\0430\X0\X2\043B\X0\X2\043C\X0\X2\043D\X0\X2\043E\X0\X2\043F\X0\X2\0440\X0\X2\0441\X0\X2\0442\X0\X2\0443\X0\X2\0444\X0\X2\0445\X0\X2\0446\X0\X2\0447\X0\X2\0448\X0\X2\0449\X0\X2\044A\X0\X2\044B\X0\X2\044C\X0\X2\044D\X0\X2\044E\X0\X2\044F\X0\X2\0450\X0\X2\0451\X0\X2\0452\X0\X2\0453\X0\X2\0454\X0\X2\0455\X0\X2\0456\X0\X2\0457\X0\X2\0458\X0\X2\0459\X0\X2\045A\X0\X2\045B\X0\X2\045C\X0\X2\045D\X0\X2\045E\X0\X2\045F\X0\X2\0460\X0\X2\0461\X0\X2\0462\X0\X2\0463\X0\X2\0464\X0\X2\0465\X0\X2\0466\X0\X2\0467\X0\X2\0468\X0\X2\0469\X0\X2\046A\X0\X2\046B\X0\X2\046C\X0\X2\046D\X0\X2\046E\X0\X2\046F\X0\X2\0470\X0\X2\0471\X0\X2\0472\X0\X2\0473\X0\X2\0474\X0\X2\0475\X0\X2\0476\X0\X2\0477\X0\X2\0478\X0\X2\0479\X0\X2\047A\X0\X2\047B\X0\X2\047C\X0\X2\047D\X0\X2\047E\X0\X2\047F\X0\X2\0480\X0\X2\0481\X0\X2\0482\X0\X2\0483\X0\X2\0484\X0\X2\0485\X0\X2\0486\X0\X2\0487\X0\X2\0488\X0\X2\0489\X0\X2\048A\X0\X2\048B\X0\X2\048C\X0\X2\048D\X0\X2\048E\X0\X2\048F\X0\X2\0490\X0\X2\0491\X0\X2\0492\X0\X2\0493\X0\X2\0494\X0\X2\0495\X0\X2\0496\X0\X2\0497\X0\X2\0498\X0\X2\0499\X0\X2\049A\X0\X2\049B\X0\X2\049C\X0\X2\049D\X0\X2\049E\X0\X2\049F\X0\X2\04A0\X0\X2\04A1\X0\X2\04A2\X0\X2\04A3\X0\X2\04A4\X0\X2\04A5\X0\X2\04A6\X0\X2\04A7\X0\X2\04A8\X0\X2\04A9\X0\X2\04AA\X0\X2\04AB\X0\X2\04AC\X0\X2\04AD\X0\X2\04AE\X0\X2\04AF\X0\X2\04B0\X0\X2\04B1\X0\X2\04B2\X0\X2\04B3\X0\X2\04B4\X0\X2\04B5\X0\X2\04B6\X0\X2\04B7\X0\X2\04B8\X0\X2\04B9\X0\X2\04BA\X0\X2\04BB\X0\X2\04BC\X0\X2\04BD\X0\X2\04BE\X0\X2\04BF\X0\X2\04C0\X0\X2\04C1\X0\X2\04C2\X0\X2\04C3\X0\X2\04C4\X0\X2\04C5\X0\X2\04C6\X0\X2\04C7\X0\X2\04C8\X0\X2\04C9\X0\X2\04CA\X0\X2\04CB\X0\X2\04CC\X0\X2\04CD\X0\X2\04CE\X0\X2\04CF\X0\X2\04D0\X0\X2\04D1\X0\X2\04D2\X0\X2\04D3\X0\X2\04D4\X0\X2\04D5\X0\X2\04D6\X0\X2\04D7\X0\X2\04D8\X0\X2\04D9\X0\X2\04DA\X0\X2\04DB\X0\X2\04DC\X0\X2\04DD\X0\X2\04DE\X0\X2\04DF\X0\X2\04E0\X0\X2\04E1\X0\X2\04E2\X0\X2\04E3\X0\X2\04E4\X0\X2\04E5\X0\X2\04E6\X0\X2\04E7\X0\X2\04E8\X0\X2\04E9\X0\X2\04EA\X0\X2\04EB\X0\X2\04EC\X0\X2\04ED\X0\X2\04EE\X0\X2\04EF\X0\X2\04F0\X0\X2\04F1\X0\X2\04F2\X0\X2\04F3\X0\X2\04F4\X0\X2\04F5\X0\X2\04F6\X0\X2\04F7\X0\X2\04F8\X0\X2\04F9\X0\X2\04FA\X0\X2\04FB\X0\X2\04FC\X0\X2\04FD\X0\X2\04FE\X0\X2\04FF\X0\X2\0500\X0\X2\0501\X0\X2\0502\X0\X2\0503\X0\X2\0504\X0\X2\0505\X0\X2\0506\X0\X2\0507\X0\X2\0508\X0\X2\0509\X0\X2\050A\X0\X2\050B\X0\X2\050C\X0\X2\050D\X0\X2\050E\X0\X2\050F\X0\X2\0510\X0\X2\0511\X0\X2\0512\X0\X2\0513\X0\X2\0514\X0\X2\0515\X0\X2\0516\X0\X2\0517\X0\X2\0518\X0\X2\0519\X0\X2\051A\X0\X2\051B\X0\X2\051C\X0\X2\051D\X0\X2\051E\X0\X2\051F\X0\X2\0520\X0\X2\0521\X0\X2\0522\X0\X2\0523\X0\X2\0524\X0\X2\0525\X0\X2\0526\X0\X2\0527\X0\X2\0528\X0\X2\0529\X0\X2\052A\X0\X2\052B\X0\X2\052C\X0\X2\052D\X0\X2\052E\X0\X2\052F\X0\X2\0530\X0\X2\0531\X0\X2\0532\X0\X2\0533\X0\X2\0534\X0\X2\0535\X0\X2\0536\X0\X2\0537\X0\X2\0538\X0\X2\0539\X0\X2\053A\X0\X2\053B\X0\X2\053C\X0\X2\053D\X0\X2\053E\X0\X2\053F\X0\X2\0540\X0\X2\0541\X0\X2\0542\X0\X2\0543\X0\X2\0544\X0\X2\0545\X0\X2\0546\X0\X2\0547\X0\X2\0548\X0\X2\0549\X0\X2\054A\X0\X2\054B\X0\X2\054C\X0\X2\054D\X0\X2\054E\X0\X2\054F\X0\X2\0550\X0\X2\0551\X0\X2\0552\X0\X2\0553\X0\X2\0554\X0\X2\0555\X0\X2\0556\X0\X2\0557\X0\X2\0558\X0\X2\0559\X0\X2\055A\X0\X2\055B\X0\X2\055C\X0\X2\055D\X0\X2\055E\X0\X2\055F\X0\X2\0560\X0\X2\0561\X0\X2\0562\X0\X2\0563\X0\X2\0564\X0\X2\0565\X0\X2\0566\X0\X2\0567\X0\X2\0568\X0\X2\0569\X0\X2\056A\X0\X2\056B\X0\X2\056C\X0\X2\056D\X0\X2\056E\X0\X2\056F\X0\X2\0570\X0\X2\0571\X0\X2\0572\X0\X2\0573\X0\X2\0574\X0\X2\0575\X0\X2\0576\X0\X2\0577\X0\X2\0578\X0\X2\0579\X0\X2\057A\X0\X2\057B\X0\X2\057C\X0\X2\057D\X0\X2\057E\X0\X2\057F\X0\X2\0580\X0\X2\0581\X0\X2\0582\X0\X2\0583\X0\X2\0584\X0\X2\0585\X0\X2\0586\X0\X2\0587\X0\X2\0588\X0\X2\0589\X0\X2\058A\X0\X2\058B\X0\X2\058C\X0\X2\058D\X0\X2\058E\X0\X2\058F\X0\X2\0590\X0\X2\0591\X0\X2\0592\X0\X2\0593\X0\X2\0594\X0\X2\0595\X0\X2\0596\X0\X2\0597\X0\X2\0598\X0\X2\0599\X0\X2\059A\X0\X2\059B\X0\X2\059C\X0\X2\059D\X0\X2\059E\X0\X2\059F\X0\X2\05A0\X0\X2\05A1\X0\X2\05A2\X0\X2\05A3\X0\X2\05A4\X0\X2\05A5\X0\X2\05A6\X0\X2\05A7\X0\X2\05A8\X0\X2\05A9\X0\X2\05AA\X0\X2\05AB\X0\X2\05AC\X0\X2\05AD\X0\X2\05AE\X0\X2\05AF\X0\X2\05B0\X0\X2\05B1\X0\X2\05B2\X0\X2\05B3\X0\X2\05B4\X0\X2\05B5\X0\X2\05B6\X0\X2\05B7\X0\X2\05B8\X0\X2\05B9\X0\X2\05BA\X0\X2\05BB\X0\X2\05BC\X0\X2\05BD\X0\X2\05BE\X0\X2\05BF\X0\X2\05C0\X0\X2\05C1\X0\X2\05C2\X0\X2\05C3\X0\X2\05C4\X0\X2\05C5\X0\X2\05C6\X0\X2\05C7\X0\X2\05C8\X0\X2\05C9\X0\X2\05CA\X0\X2\05CB\X0\X2\05CC\X0\X2\05CD\X0\X2\05CE\X0\X2\05CF\X0\X2\05D0\X0\X2\05D1\X0\X2\05D2\X0\X2\05D3\X0\X2\05D4\X0\X2\05D5\X0\X2\05D6\X0\X2\05D7\X0\X2\05D8\X0\X2\05D9\X0\X2\05DA\X0\X2\05DB\X0\X2\05DC\X0\X2\05DD\X0\X2\05DE\X0\X2\05DF\X0\X2\05E0\X0\X2\05E1\X0\X2\05E2\X0\X2\05E3\X0\X2\05E4\X0\X2\05E5\X0\X2\05E6\X0\X2\05E7\X0\X2\05E8\X0\X2\05E9\X0\X2\05EA\X0\X2\05EB\X0\X2\05EC\X0\X2\05ED\X0\X2\05EE\X0\X2\05EF\X0\X2\05F0\X0\X2\05F1\X0\X2\05F2\X0\X2\05F3\X0\X2\05F4\X0\X2\05F5\X0\X2\05F6\X0\X2\05F7\X0\X2\05F8\X0\X2\05F9\X0\X2\05FA\X0\X2\05FB\X0\X2\05FC\X0\X2\05FD\X0\X2\05FE\X0\X2\05FF\X0\X2\0600\X0\X2\0601\X0\X2\0602\X0\X2\0603\X0\X2\0604\X0\X2\0605\X0\X2\0606\X0\X2\0607\X0\X2\0608\X0\X2\0609\X0\X2\060A\X0\X2\060B\X0\X2\060C\X0\X2\060D\X0\X2\060E\X0\X2\060F\X0\X2\0610\X0\X2\0611\X0\X2\0612\X0\X2\0613\X0\X2\0614\X0\X2\0615\X0\X2\0616\X0\X2\0617\X0\X2\0618\X0\X2\0619\X0\X2\061A\X0\X2\061B\X0\X2\061C\X0\X2\061D\X0\X2\061E\X0\X2\061F\X0\X2\0620\X0\X2\0621\X0\X2\0622\X0\X2\0623\X0\X2\0624\X0\X2\0625\X0\X2\0626\X0\X2\0627\X0\X2\0628\X0\X2\0629\X0\X2\062A\X0\X2\062B\X0\X2\062C\X0\X2\062D\X0\X2\062E\X0\X2\062F\X0\X2\0630\X0\X2\0631\X0\X2\0632\X0\X2\0633\X0\X2\0634\X0\X2\0635\X0\X2\0636\X0\X2\0637\X0\X2\0638\X0\X2\0639\X0\X2\063A\X0\X2\063B\X0\X2\063C\X0\X2\063D\X0\X2\063E\X0\X2\063F\X0\X2\0640\X0\X2\0641\X0\X2\0642\X0\X2\0643\X0\X2\0644\X0\X2\0645\X0\X2\0646\X0\X2\0647\X0\X2\0648\X0\X2\0649\X0\X2\064A\X0\X2\064B\X0\X2\064C\X0\X2\064D\X0\X2\064E\X0\X2\064F\X0\X2\0650\X0\X2\0651\X0\X2\0652\X0\X2\0653\X0\X2\0654\X0\X2\0655\X0\X2\0656\X0\X2\0657\X0\X2\0658\X0\X2\0659\X0\X2\065A\X0\X2\065B\X0\X2\065C\X0\X2\065D\X0\X2\065E\X0\X2\065F\X0\X2\0660\X0\X2\0661\X0\X2\0662\X0\X2\0663\X0\X2\0664\X0\X2\0665\X0\X2\0666\X0\X2\0667\X0\X2\0668\X0\X2\0669\X0\X2\066A\X0\X2\066B\X0\X2\066C\X0\X2\066D\X0\X2\066E\X0\X2\066F\X0\X2\0670\X0\X2\0671\X0\X2\0672\X0\X2\0673\X0\X2\0674\X0\X2\0675\X0\X2\0676\X0\X2\0677\X0\X2\0678\X0\X2\0679\X0\X2\067A\X0\X2\067B\X0\X2\067C\X0\X2\067D\X0\X2\067E\X0\X2\067F\X0\X2\0680\X0\X2\0681\X0\X2\0682\X0\X2\0683\X0\X2\0684\X0\X2\0685\X0\X2\0686\X0\X2\0687\X0\X2\0688\X0\X2\0689\X0\X2\068A\X0\X2\068B\X0\X2\068C\X0\X2\068D\X0\X2\068E\X0\X2\068F\X0\X2\0690\X0\X2\0691\X0\X2\0692\X0\X2\0693\X0\X2\0694\X0\X2\0695\X0\X2\0696\X0\X2\0697\X0\X2\0698\X0\X2\0699\X0\X2\069A\X0\X2\069B\X0\X2\069C\X0\X2\069D\X0\X2\069E\X0\X2\069F\X0\X2\06A0\X0\X2\06A1\X0\X2\06A2\X0\X2\06A3\X0\X2\06A4\X0\X2\06A5\X0\X2\06A6\X0\X2\06A7\X0\X2\06A8\X0\X2\06A9\X0\X2\06AA\X0\X2\06AB\X0\X2\06AC\X0\X2\06AD\X0\X2\06AE\X0\X2\06AF\X0\X2\06B0\X0\X2\06B1\X0\X2\06B2\X0\X2\06B3\X0\X2\06B4\X0\X2\06B5\X0\X2\06B6\X0\X2\06B7\X0\X2\06B8\X0\X2\06B9\X0\X2\06BA\X0\X2\06BB\X0\X2\06BC\X0\X2\06BD\X0\X2\06BE\X0\X2\06BF\X0\X2\06C0\X0\X2\06C1\X0\X2\06C2\X0\X2\06C3\X0\X2\06C4\X0\X2\06C5\X0\X2\06C6\X0\X2\06C7\X0\X2\06C8\X0\X2\06C9\X0\X2\06CA\X0\X2\06CB\X0\X2\06CC\X0\X2\06CD\X0\X2\06CE\X0\X2\06CF\X0\X2\06D0\X0\X2\06D1\X0\X2\06D2\X0\X2\06D3\X0\X2\06D4\X0\X2\06D5\X0\X2\06D6\X0\X2\06D7\X0\X2\06D8\X0\X2\06D9\X0\X2\06DA\X0\X2\06DB\X0\X2\06DC\X0\X2\06DD\X0\X2\06DE\X0\X2\06DF\X0\X2\06E0\X0\X2\06E1\X0\X2\06E2\X0\X2\06E3\X0\X2\06E4\X0\X2\06E5\X0\X2\06E6\X0\X2\06E7\X0\X2\06E8\X0\X2\06E9\X0\X2\06EA\X0\X2\06EB\X0\X2\06EC\X0\X2\06ED\X0\X2\06EE\X0\X2\06EF\X0\X2\06F0\X0\X2\06F1\X0\X2\06F2\X0\X2\06F3\X0\X2\06F4\X0\X2\06F5\X0\X2\06F6\X0\X2\06F7\X0\X2\06F8\X0\X2\06F9\X0\X2\06FA\X0\X2\06FB\X0\X2\06FC\X0\X2\06FD\X0\X2\06FE\X0\X2\06FF\X0\X2\0700\X0\X2\0701\X0\X2\0702\X0\X2\0703\X0\X2\0704\X0\X2\0705\X0\X2\0706\X0\X2\0707\X0\X2\0708\X0\X2\0709\X0\X2\070A\X0\X2\070B\X0\X2\070C\X0\X2\070D\X0\X2\070E\X0\X2\070F\X0\X2\0710\X0\X2\0711\X0\X2\0712\X0\X2\0713\X0\X2\0714\X0\X2\0715\X0\X2\0716\X0\X2\0717\X0\X2\0718\X0\X2\0719\X0\X2\071A\X0\X2\071B\X0\X2\071C\X0\X2\071D\X0\X2\071E\X0\X2\071F\X0\X2\0720\X0\X2\0721\X0\X2\0722\X0\X2\0723\X0\X2\0724\X0\X2\0725\X0\X2\0726\X0\X2\0727\X0\X2\0728\X0\X2\0729\X0\X2\072A\X0\X2\072B\X0\X2\072C\X0\X2\072D\X0\X2\072E\X0\X2\072F\X0\X2\0730\X0\X2\0731\X0\X2\0732\X0\X2\0733\X0\X2\0734\X0\X2\0735\X0\X2\0736\X0\X2\0737\X0\X2\0738\X0\X2\0739\X0\X2\073A\X0\X2\073B\X0\X2\073C\X0\X2\073D\X0\X2\073E\X0\X2\073F\X0\X2\0740\X0\X2\0741\X0\X2\0742\X0\X2\0743\X0\X2\0744\X0\X2\0745\X0\X2\0746\X0\X2\0747\X0\X2\0748\X0\X2\0749\X0\X2\074A\X0\X2\074B\X0\X2\074C\X0\X2\074D\X0\X2\074E\X0\X2\074F\X0\X2\0750\X0\X2\0751\X0\X2\0752\X0\X2\0753\X0\X2\0754\X0\X2\0755\X0\X2\0756\X0\X2\0757\X0\X2\0758\X0\X2\0759\X0\X2\075A\X0\X2\075B\X0\X2\075C\X0\X2\075D\X0\X2\075E\X0\X2\075F\X0\X2\0760\X0\X2\0761\X0\X2\0762\X0\X2\0763\X0\X2\0764\X0\X2\0765\X0\X2\0766\X0\X2\0767\X0\X2\0768\X0\X2\0769\X0\X2\076A\X0\X2\076B\X0\X2\076C\X0\X2\076D\X0\X2\076E\X0\X2\076F\X0\X2\0770\X0\X2\0771\X0\X2\0772\X0\X2\0773\X0\X2\0774\X0\X2\0775\X0\X2\0776\X0\X2\0777\X0\X2\0778\X0\X2\0779\X0\X2\077A\X0\X2\077B\X0\X2\077C\X0\X2\077D\X0\X2\077E\X0\X2\077F\X0\X2\0780\X0\X2\0781\X0\X2\0782\X0\X2\0783\X0\X2\0784\X0\X2\0785\X0\X2\0786\X0\X2\0787\X0\X2\0788\X0\X2\0789\X0\X2\078A\X0\X2\078B\X0\X2\078C\X0\X2\078D\X0\X2\078E\X0\X2\078F\X0\X2\0790\X0\X2\0791\X0\X2\0792\X0\X2\0793\X0\X2\0794\X0\X2\0795\X0\X2\0796\X0\X2\0797\X0\X2\0798\X0\X2\0799\X0\X2\079A\X0\X2\079B\X0\X2\079C\X0\X2\079D\X0\X2\079E\X0\X2\079F\X0\X2\07A0\X0\X2\07A1\X0\X2\07A2\X0\X2\07A3\X0\X2\07A4\X0\X2\07A5\X0\X2\07A6\X0\X2\07A7\X0\X2\07A8\X0\X2\07A9\X0\X2\07AA\X0\X2\07AB\X0\X2\07AC\X0\X2\07AD\X0\X2\07AE\X0\X2\07AF\X0\X2\07B0\X0\X2\07B1\X0\X2\07B2\X0\X2\07B3\X0\X2\07B4\X0\X2\07B5\X0\X2\07B6\X0\X2\07B7\X0\X2\07B8\X0\X2\07B9\X0\X2\07BA\X0\X2\07BB\X0\X2\07BC\X0\X2\07BD\X0\X2\07BE\X0\X2\07BF\X0\X2\07C0\X0\X2\07C1\X0\X2\07C2\X0\X2\07C3\X0\X2\07C4\X0\X2\07C5\X0\X2\07C6\X0\X2\07C7\X0\X2\07C8\X0\X2\07C9\X0\X2\07CA\X0\X2\07CB\X0\X2\07CC\X0\X2\07CD\X0\X2\07CE\X0\X2\07CF\X0\X2\07D0\X0\X2\07D1\X0\X2\07D2\X0\X2\07D3\X0\X2\07D4\X0\X2\07D5\X0\X2\07D6\X0\X2\07D7\X0\X2\07D8\X0\X2\07D9\X0\X2\07DA\X0\X2\07DB\X0\X2\07DC\X0\X2\07DD\X0\X2\07DE\X0\X2\07DF\X0\X2\07E0\X0\X2\07E1\X0\X2\07E2\X0\X2\07E3\X0\X2\07E4\X0\X2\07E5\X0\X2\07E6\X0\X2\07E7\X0\X2\07E8\X0\X2\07E9\X0\X2\07EA\X0\X2\07EB\X0\X2\07EC\X0\X2\07ED\X0\X2\07EE\X0\X2\07EF\X0\X2\07F0\X0\X2\07F1\X0\X2\07F2\X0\X2\07F3\X0\X2\07F4\X0\X2\07F5\X0\X2\07F6\X0\X2\07F7\X0\X2\07F8\X0\X2\07F9\X0\X2\07FA\X0\X2\07FB\X0\X2\07FC\X0\X2\07FD\X0\X2\07FE\X0\X2\07FF\X0\X2\0800\X0\X2\0801\X0\X2\0802\X0\X2\0803\X0\X2\0804\X0\X2\0805\X0\X2\0806\X0\X2\0807\X0\X2\0808\X0\X2\0809\X0\X2\080A\X0\X2\080B\X0\X2\080C\X0\X2\080D\X0\X2\080E\X0\X2\080F\X0\X2\0810\X0\X2\0811\X0\X2\0812\X0\X2\0813\X0\X2\0814\X0\X2\0815\X0\X2\0816\X0\X2\0817\X0\X2\0818\X0\X2\0819\X0\X2\081A\X0\X2\081B\X0\X2\081C\X0\X2\081D\X0\X2\081E\X0\X2\081F\X0\X2\0820\X0\X2\0821\X0\X2\0822\X0\X2\0823\X0\X2\0824\X0\X2\0825\X0\X2\0826\X0\X2\0827\X0\X2\0828\X0\X2\0829\X0\X2\082A\X0\X2\082B\X0\X2\082C\X0\X2\082D\X0\X2\082E\X0\X2\082F\X0\X2\0830\X0\X2\0831\X0\X2\0832\X0\X2\0833\X0\X2\0834\X0\X2\0835\X0\X2\0836\X0\X2\0837\X0\X2\0838\X0\X2\0839\X0\X2\083A\X0\X2\083B\X0\X2\083C\X0\X2\083D\X0\X2\083E\X0\X2\083F\X0\X2\0840\X0\X2\0841\X0\X2\0842\X0\X2\0843\X0\X2\0844\X0\X2\0845\X0\
```

ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ)



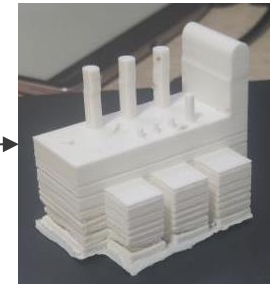
IFC

Имитация ESB

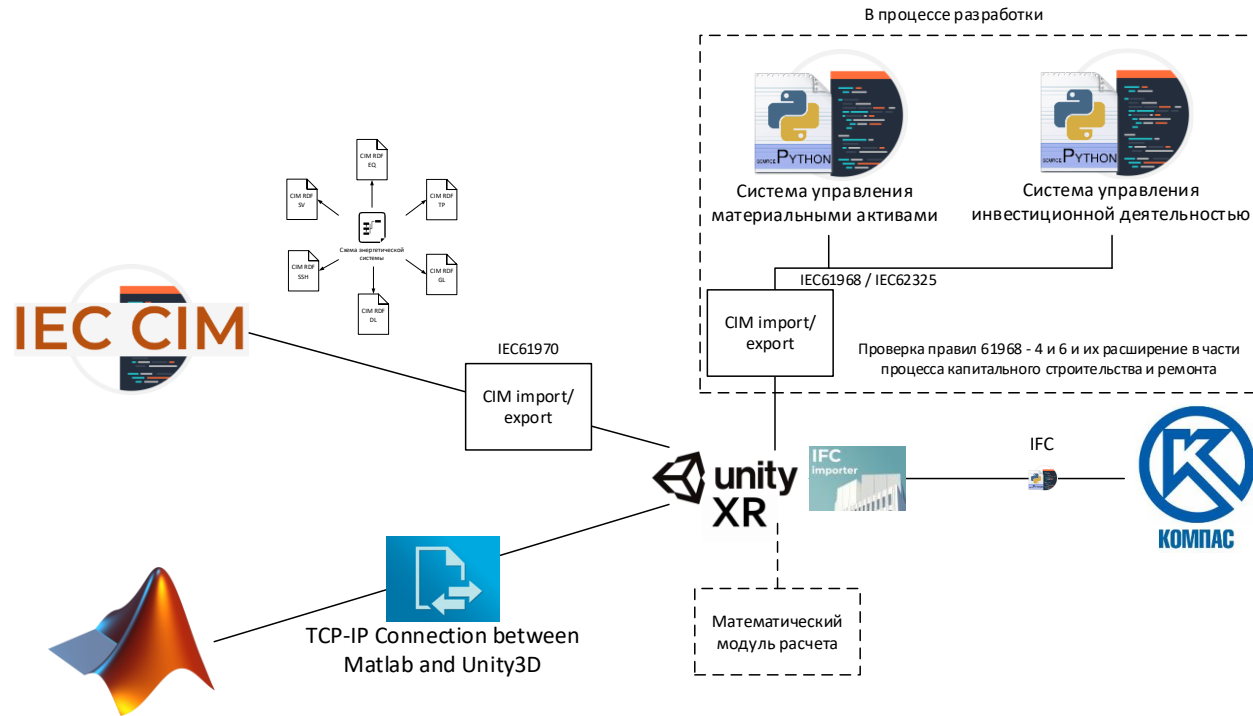


Обучение на базе BIM-моделей

Распознавание объекта на
базе машинного зрения



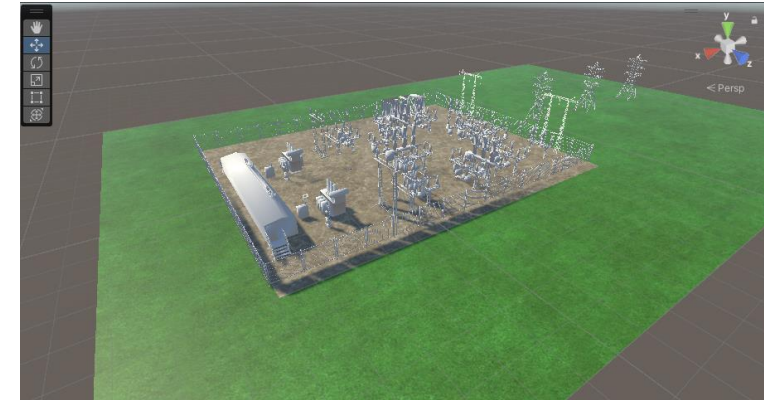
Контроль за материальными активами



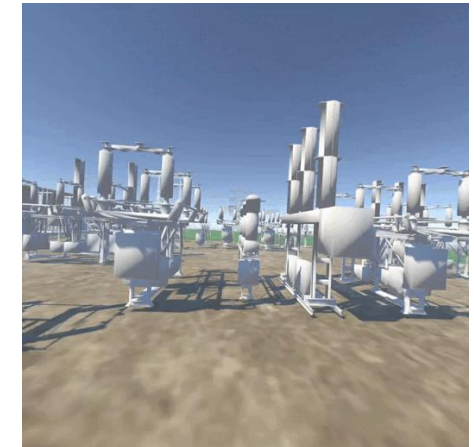
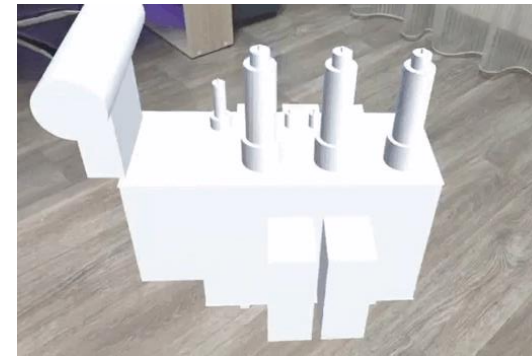
Результат:

1. Интеграция CIM и BIM не требует участия конечного пользователя;
2. При наличии BIM-моделей, подготовка VR-сцены не более 20 минут;
3. При наличии CIM-модели (и параметров режима работы), идет автоматическая подстройка сценария VR-тренажера;
4. Возможно проектирование и настройка параметров энергосистемы из VR-тренажера;
5. Реализовано взаимодействие с каждым отдельным элементом системы, и его параметрами.

Имитация работы энергетической системы в реальном времени



Унифицированная основа для AR/VR - тренажера



На базе Стенда осуществлялась проверка требований проекта ГОСТ: *Непрямой визуальный контроль геометрических параметров объектов капитального строительства с использованием технологий искусственного интеллекта, дополненной и/или смешанной реальностей.*

Планы будущих работ:

1. Обеспечить получение потоковой информации в формате CIM в VR-тренажер энергетической системы.
2. Закончить разработку универсального AR/VR-тренажера, который обеспечит автоматическую загрузку сценариев реальной работы энергетической системы.
3. Обеспечить работу AR-пространства на реальных объектах энергетической системы, с учетом получения информации о работе оборудования в режиме онлайн.
4. Обеспечить работу сканирования электроэнергетического объекта с дрона в рамках AR-пространства.

Спасибо за внимание