

Внедрение технологий информационного моделирования в процессы проектирования, строительства и эксплуатации электросетевых объектов

Ивашевская Ольга Александровна

Главный эксперт отдела информационного моделирования ВЛ

Романова Наталия Григорьевна

Ведущий эксперт отдела информационного моделирования ВЛ

Департамент развития новых услуг и методов испытаний

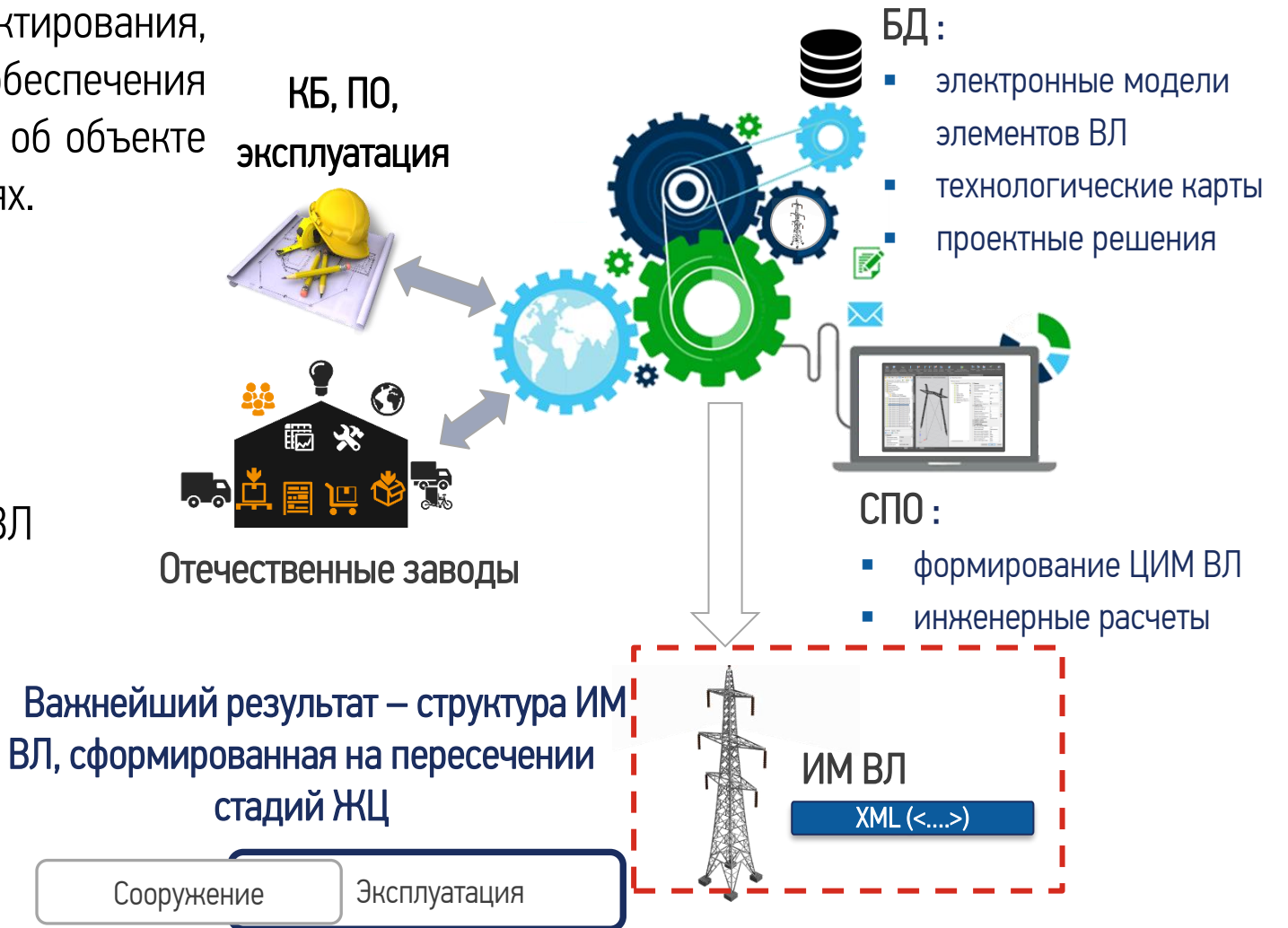
АО «Россети Научно-технический центр»

Концептуальная архитектура разработки

Цель: Повышение эффективности проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ за счет обеспечения оперативного доступа к полной информации об объекте и надежности принятых технических решениях.

Задачи:

- Создание единой структуры цифровой информационной модели ВЛ (ЦИМ ВЛ)
- Структурирование БД компонентов ЦИМ ВЛ
- Координация участников
- Анализ надежности



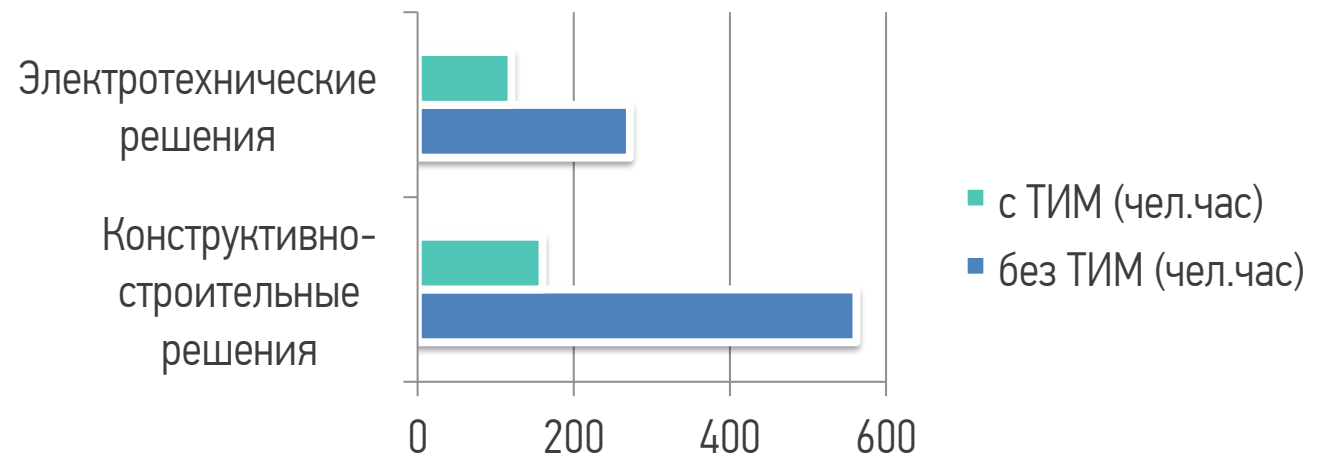
Переустройство участков ВЛ в рамках соглашений о компенсации с ООО «ВСМ Две Столицы»:

- Узел 6. Ленинградская-Колпино I цепь/ВЛ 330 кВ Ленинградская-Колпино II цепь.
ВЛ 330 кВ Ленинградская – Чудово/КВЛ 330 кВ Ленинградская – Центральная
- Узел 10. ВЛ 330 кВ Чудово – Юго-Западная. ВЛ 330 кВ Чудово – Новгородская
- Узел 11. ВЛ 330 кВ Чудово – Окуловская; ВЛ 330 кВ Бологое – Окуловская

Задачи:

- Оценка времени на разработку раздела ТКР пилотных проектов (ЭТР + КСР)
- Выявление слабых мест при разработке проектной документации
- Формирование плана мероприятий по внедрению инструментов технологий информационного моделирования для нужд проектирования ЛЭП

Трудозатраты. Переустройство ВЛ 330 кВ
(Узел 10)



Что руководство ожидает от проектировщика?

Надёжные технические решения!

Качественная проектная документация!

СРОКИ: «ВЧЕРА»

Что мешает?

Исходные данные передаются в неудобном формате

Необходим машиночитаемый формат!!!

Отсутствие в БД информационных моделей применяемых на ВЛ изделий и конструкций

Отсутствие в ПО функционала для выполнения всех необходимых инженерных расчётов, ВОР

Отсутствуют:

- шаблоны для оформления ПД
- шаблоны ПД, РД

Отсутствует методологическое обеспечение в части ТИМ:

- требования к ИМ элементов ВЛ
- требования к ЦИМ ВЛ

Многokратная переделка проектных решений

Ввод «вручную» исходных данных

Возрастает вероятность ошибок!



Риски принятия неверных технических решений, длительное время на проработку и обоснование технических решений на всех стадиях ЖЦ ВЛ

ОПТИМИЗИРОВАННАЯ ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ ВЛ

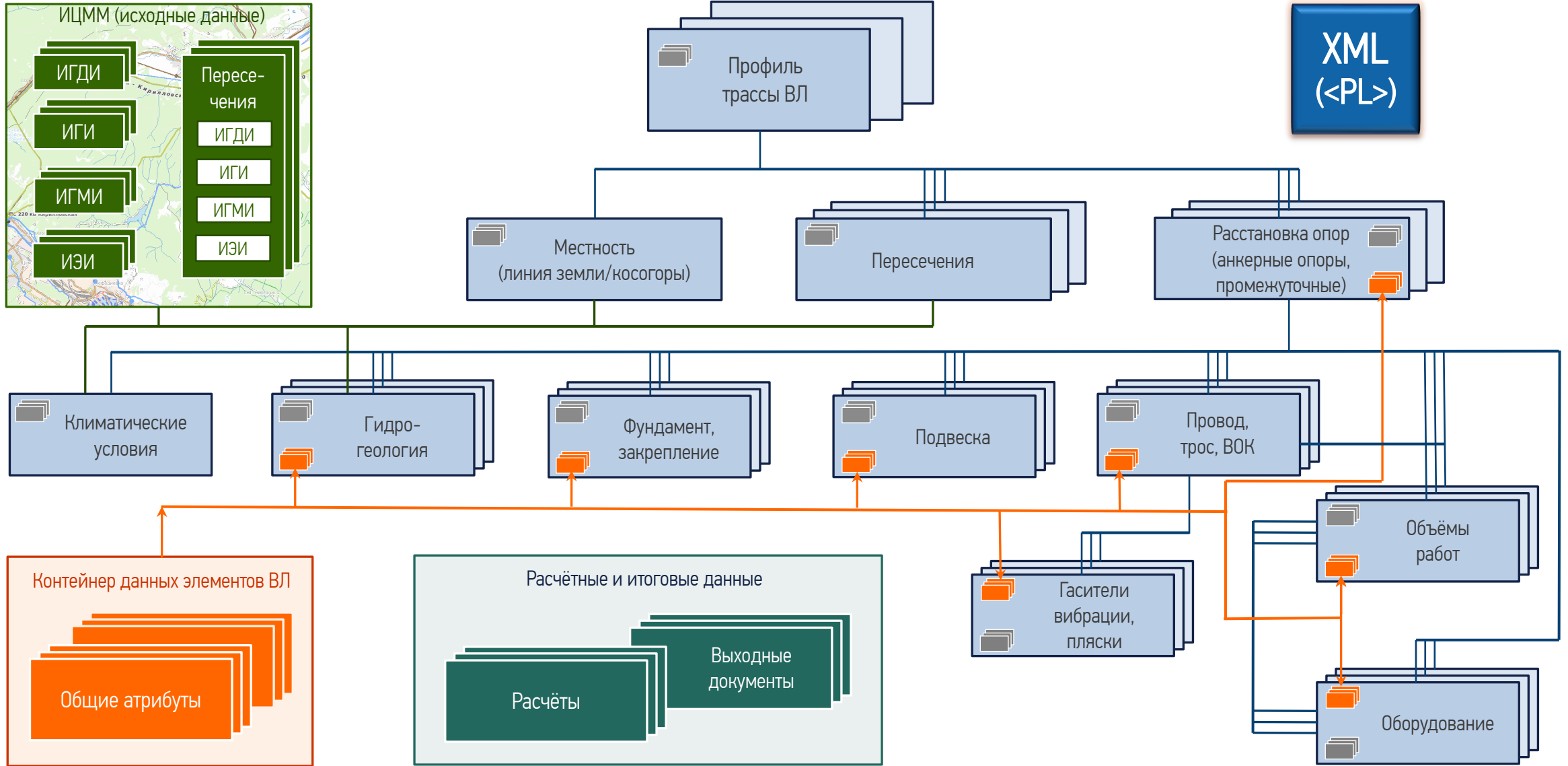
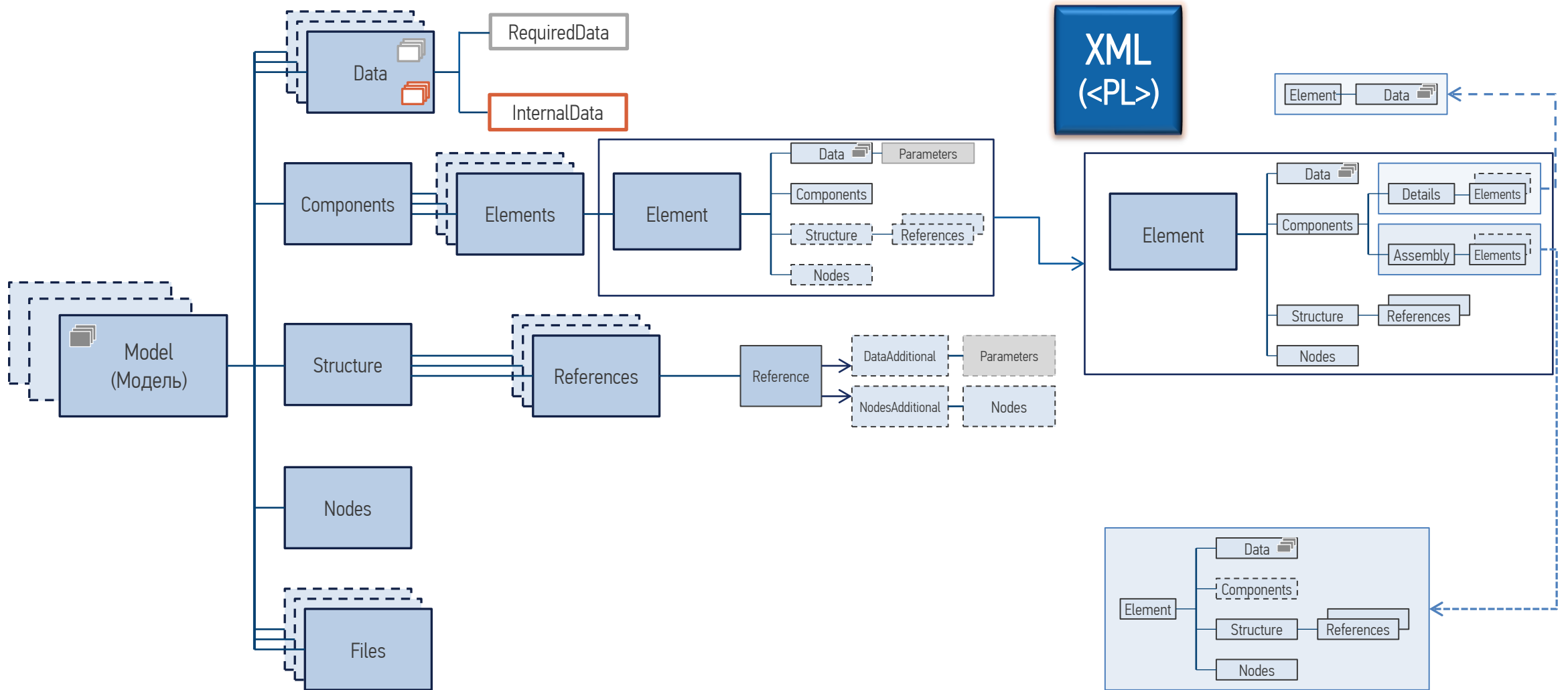
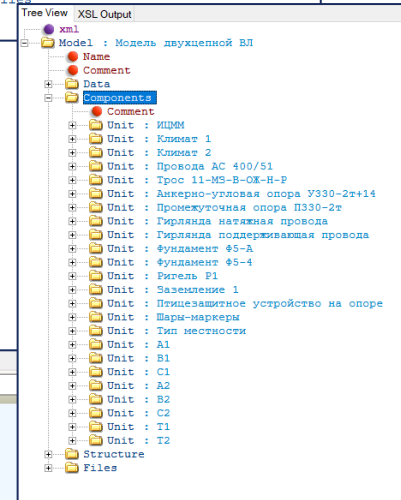
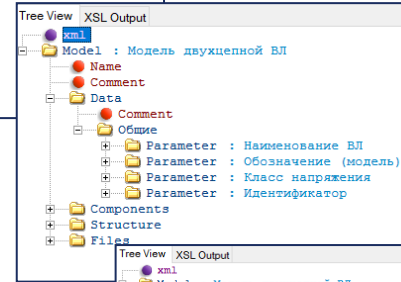
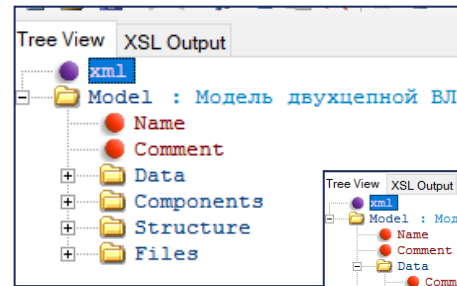
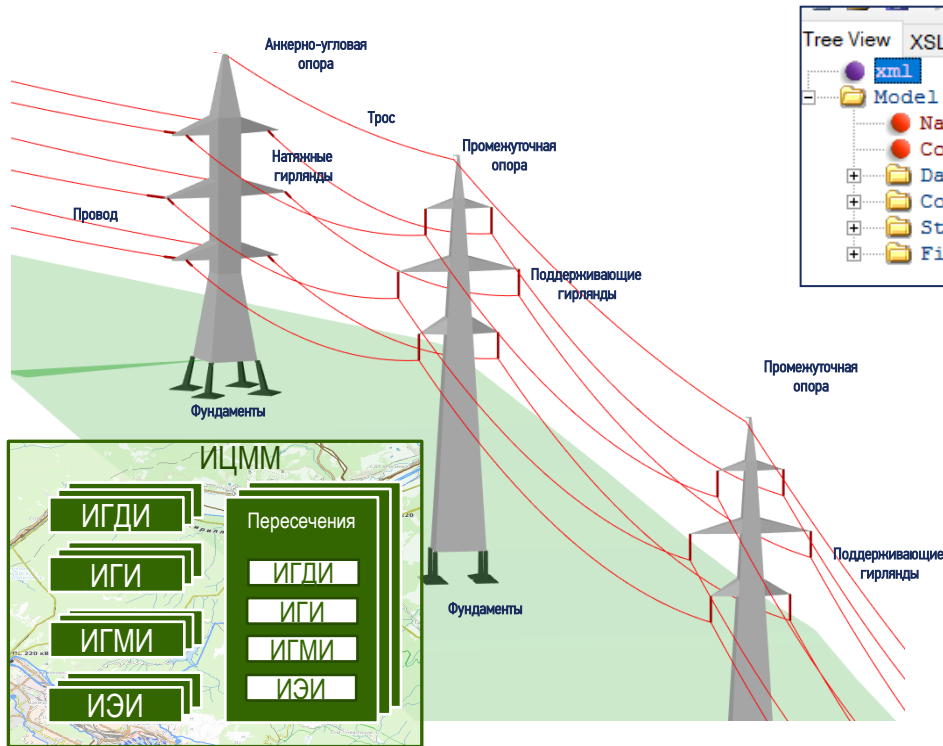


СХЕМА ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВЛ



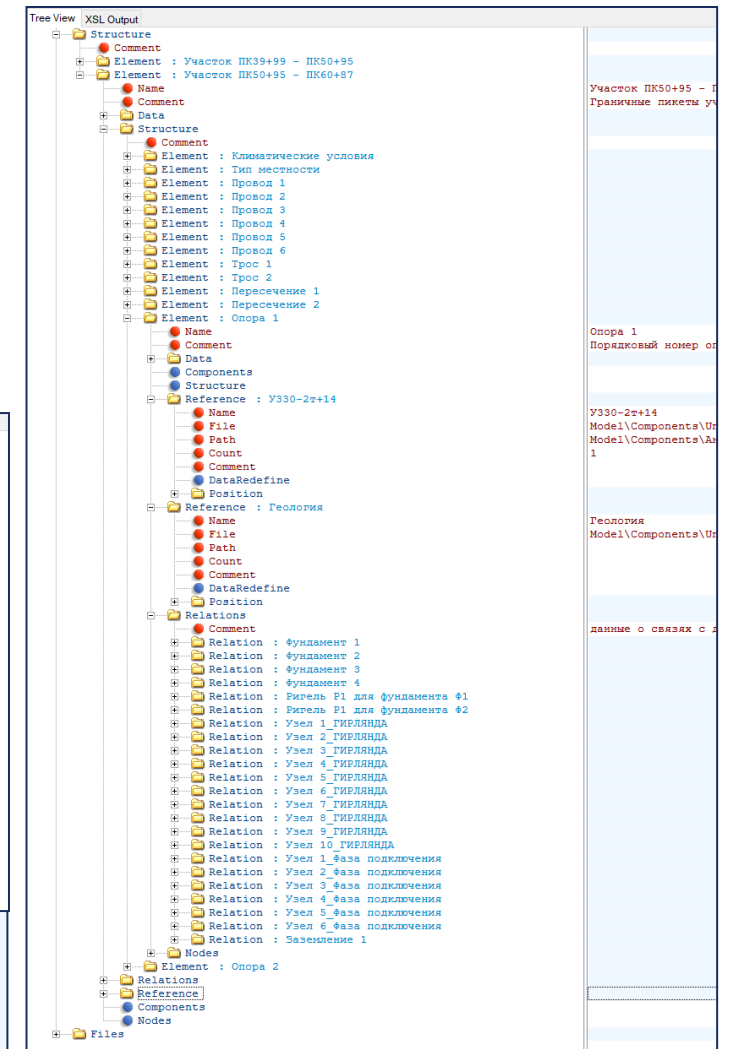
СТРУКТУРА XML-ФАЙЛА ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВЛ (ЦИМ ВЛ)



```

Tree View XSL Output
XSLT Location: [ ] Output: DefaultXslOutput.htm

<relation/>
</Nodes/>
</Element/>
<Element Name="Опора 1" Comment="Порядковый номер опоры" >
  <Data>
    <Parameter Name="Пикет установки опоры" ID="PICKET" Value="ПК39+99.00" Comment="Расстояние по трассе_station" />
    <Parameter Name="Дистанция" ID="STATION" Value="3999.0" Comment="Расстояние по трассе_station" />
    <Parameter Name="Отметка земли" ID="ELEVATION" Value="" Comment="" />
    <Parameter Name="Банкетка/срез" ID="DEPTH" Value="500" Comment="" />
    <Parameter Name="Отметка опоры" ID="" Value="" Comment="" />
    <Parameter Name="Угол поворота трассы ВЛ" ID="ANGLE_TRACE" Value="" Comment="" />
    <Parameter Name="Угол поворота опоры вокруг своей оси" ID="ANGLE_TOWER" Value="" Comment="" />
    <Parameter Name="Номер угла" ID="ANGLE_NUMBER" Value="" Comment="" />
  </Data>
</Components/>
<Structure/>
<Reference Name="У330-2т+14" File="Model\Components\Unit Name = Анкерно-угловая опора У330-2т+14" Path="Model\Components\Анкерно-угловая опора У330-2т+14" Count="1" Comment="" >
  <DataRedefine/>
  <Position X="0" Y="400" Z="10000" Comment="Координаты в СК местности" />
</Reference/>
    
```



Гирлянда_натяжная_двухцепная_ВЛ 330 кВ_2хАС500_64 (сущ.).xml*

File Edit View Insert Window Help

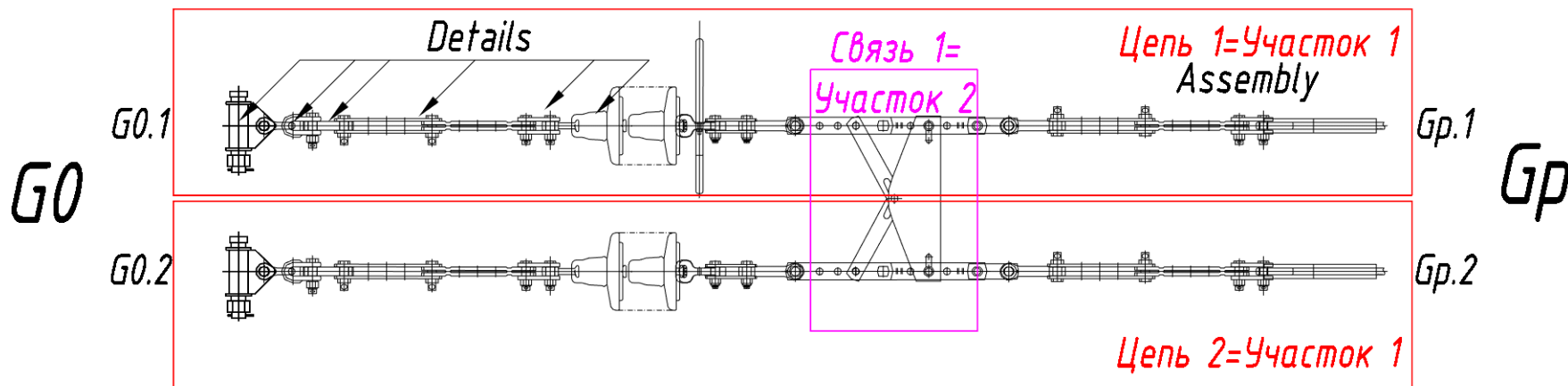
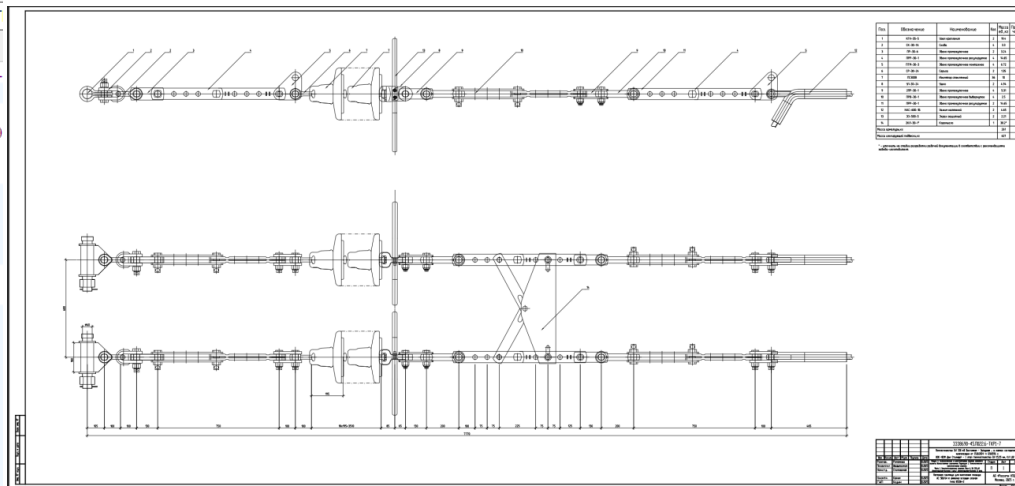
C:\Users\livashevskaia_OAI\Desktop\ExportModel\04.06.2026\ExportModel_Профиль_04.06.2026\GARLAND_INSULATOR_ST

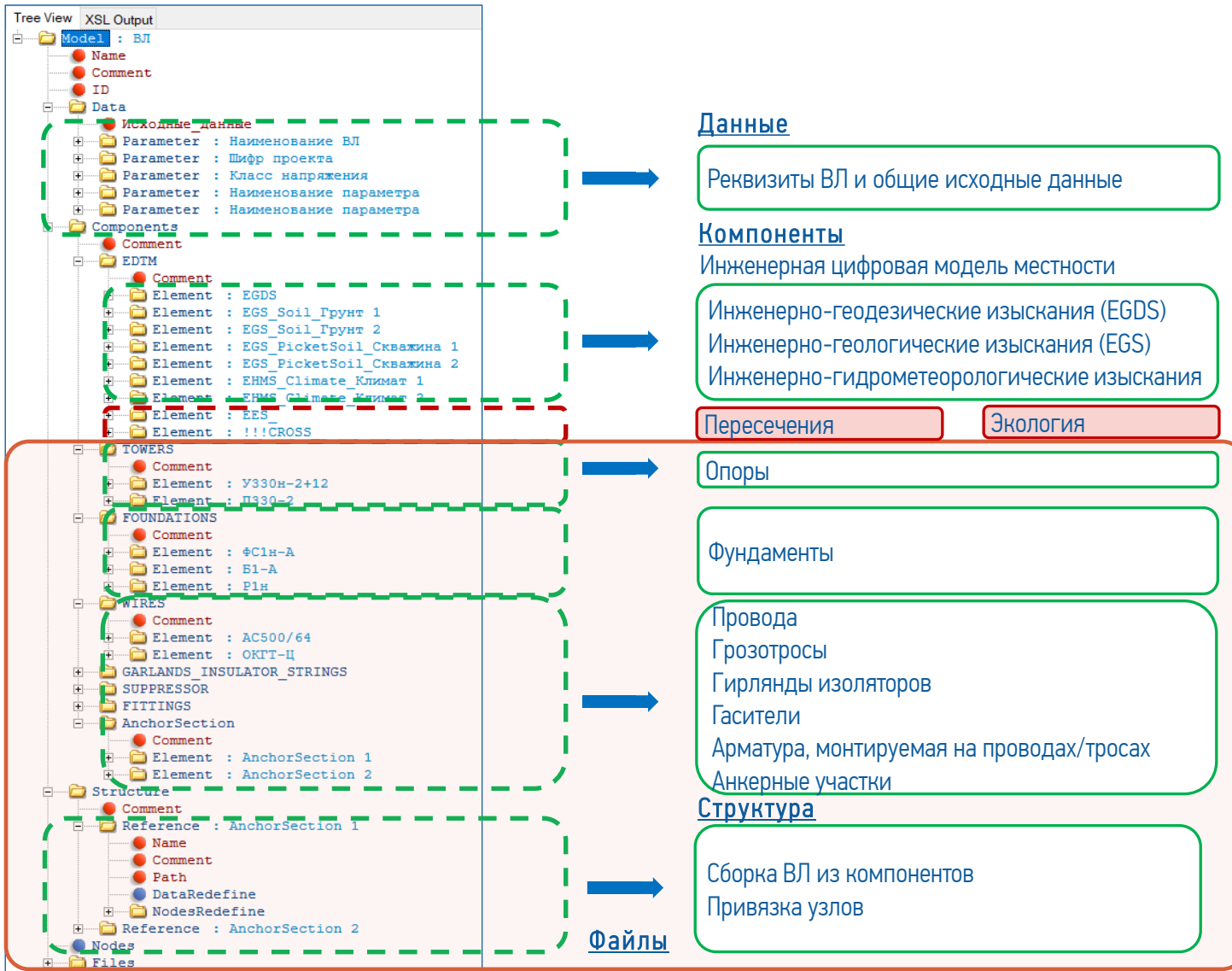
Tree View XSL Output

- xml
 - Model
 - comment
 - xmlns:xsi
 - xsi:noNamespaceSchemaLocation
 - version
 - Data : Гирлянда_натяжная_двухцепная_ВЛ 330 кВ_2хАС500/64 (сущ.)
 - Components
 - Details
 - Element : КГН-21-5
 - name
 - id
 - Data : КГН-21-5
 - Element : СК-21-1А
 - Element : ПР-21-6
 - Element : ПРР-21-1
 - Element : ПТМ-21-3
 - Element : СР-21-20
 - Element : ПС210В(170)
 - Element : 99-500-5_1
 - Element : У1-21-20
 - Element : 2ПР-21-1
 - Element : ПРВ-21-1
 - Element : ПРР-21-1 1
 - Element : НАС-600-1
 - Element : 2КЛ-21-1 1e
 - Assembly
 - Element : Участок 1
 - Element : Участок 2
 - name
 - id
 - Data : Участок 2
 - Components
 - Structure
 - Nodes
 - Structure
 - Reference : Цель 1
 - Reference : Цель 2
 - Reference : Связь 1
 - Nodes
 - Files

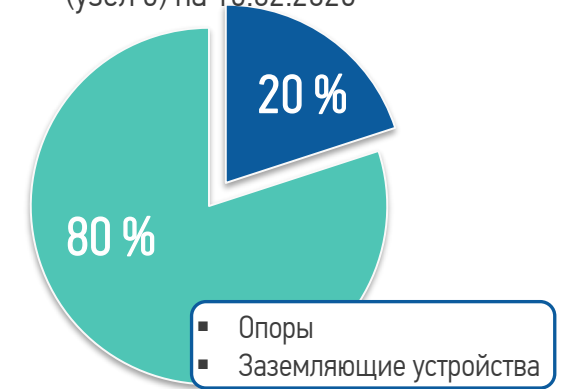
```

version="1.0" encodi
http://www.w3.org/20
Garland.xsd
1.000000
КГН-21-5
0
    
```





Готовность ЦИМ участков ВЛ (узел 6) на 16.02.2026



Готовность ЦИМ участков ВЛ (узел 6) на 01.06.2026



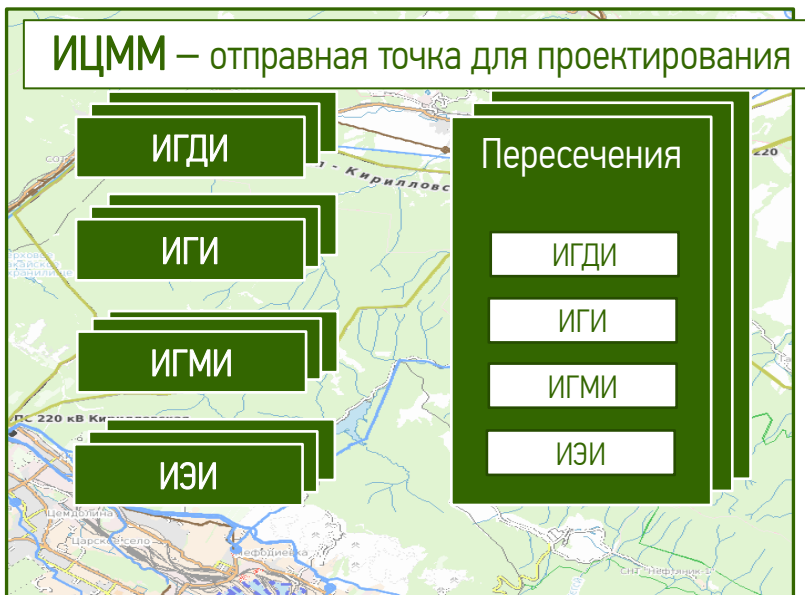
**ГОСТ Р
10.00.00.01—
2025**

Цифровая модель местности (ЦММ): Набор данных, содержащий определенным образом представленные пространственные координаты множества точек земной поверхности и объектов местности (в определенной системе координат), а также характеристики этих объектов.
[ГОСТ Р 70955— 2023 [16], статья 11]

Инженерная цифровая модель местности (ИЦММ): ЦММ, включающая совокупность взаимосвязанных инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-экологических данных, инженерно-геотехнических данных.

Примечание — ИЦММ может содержать информацию о проектируемых, строящихся и подлежащих демонтажу и сносу объектах, а также данные других видов изысканий.

ЕСИМ



ИЦММ – не является «3Д-картинкой»

Пример из САПР ВЛ

Объект: 2503-3 – ВЛ220кВ Сурхан-Госграница (ПЦель)

- И з ы с к а н и я
- Р а с с т а н о в к а о п о р по профилю трассы
- П р о е к т н ы е р а с ч е т ы и м о д е л и р о в а н и е
- П р о в е р к а г о т о в н о с т и о б ъ е к т а
- В ы д а ч а п р о е к т н о й д о к у м е н т а ц и и

Изыскания:

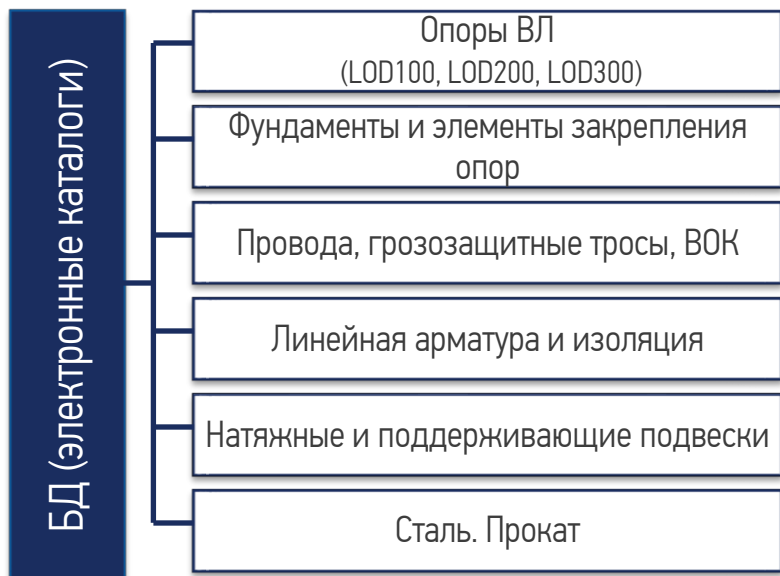
- Топографический профиль
- Углы поворота
- Отдельные точки (здание, лавина и пр.)
- Климатические зоны
- Характеристики грунтов
- Гидрогеология
- Агрессивность грунтов и грунтовых вод
- Пересечения
- Геофизика

23 позиции

Мероприятия:

- Требования к инженерным изысканиям
- Классификаторы объектов, словарей
- Требования к структуре ИЦММ и формату передачи данных
- «Метрики» для контроля качества ИЦММ
- Организация сквозного процесса

Основным источником для моделирования ВЛ являются цифровые модели основных конструктивных элементов ВЛ, которые применяются для реализации всех задач на протяжении жизненного цикла ВЛ



- Мероприятия:
- Требования к ЦИМ элементов ВЛ
- Классификаторы объектов, словарей
- Требования к структуре ЦИМ элементов ВЛ и формату передачи данных
- «Метрики» для контроля качества моделей, входной контроль

Потоки поступающей информации на сегодня никак не связаны друг с другом:



Поступающий поток информации, в будущем:



Проектировщик ВЛ (БД «ЭК ВЛ», Справочник SMART ЛЭП)

Использование отечественного ПО (nanoCAD, ПК Лира, PostgreSQL).

Основные программные модули

Модуль сохранения/загрузки ЦИМ ВЛ

Модуль поиска (выбора) взаимозаменяемых опор и подбор фундаментов

Мастер опор

Мастер гирлянд

Мастер фундаментов

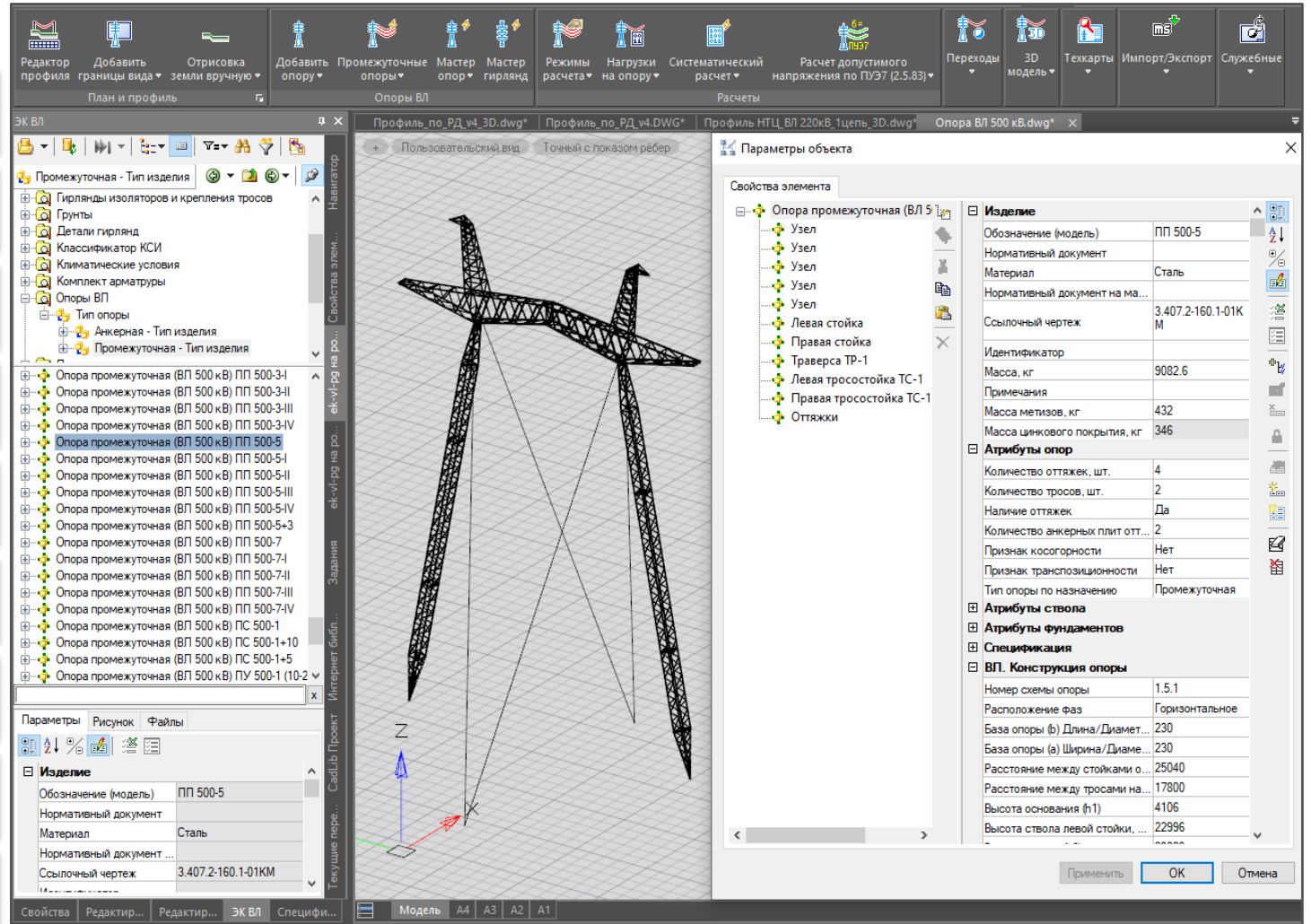
Модуль расчёта металлоконструкций

Модуль параметрической графики

Модуль взаимодействия с БД

Модуль инженерных расчетов

Модуль документирования



Для возможности обмена данными между участниками жизненного цикла ВЛ внутри ПТК «ЭК ВЛ» был разработан специальный программный модуль, который служит для сохранения, экспорта/импорта ЦИМ ВЛ в формате XML

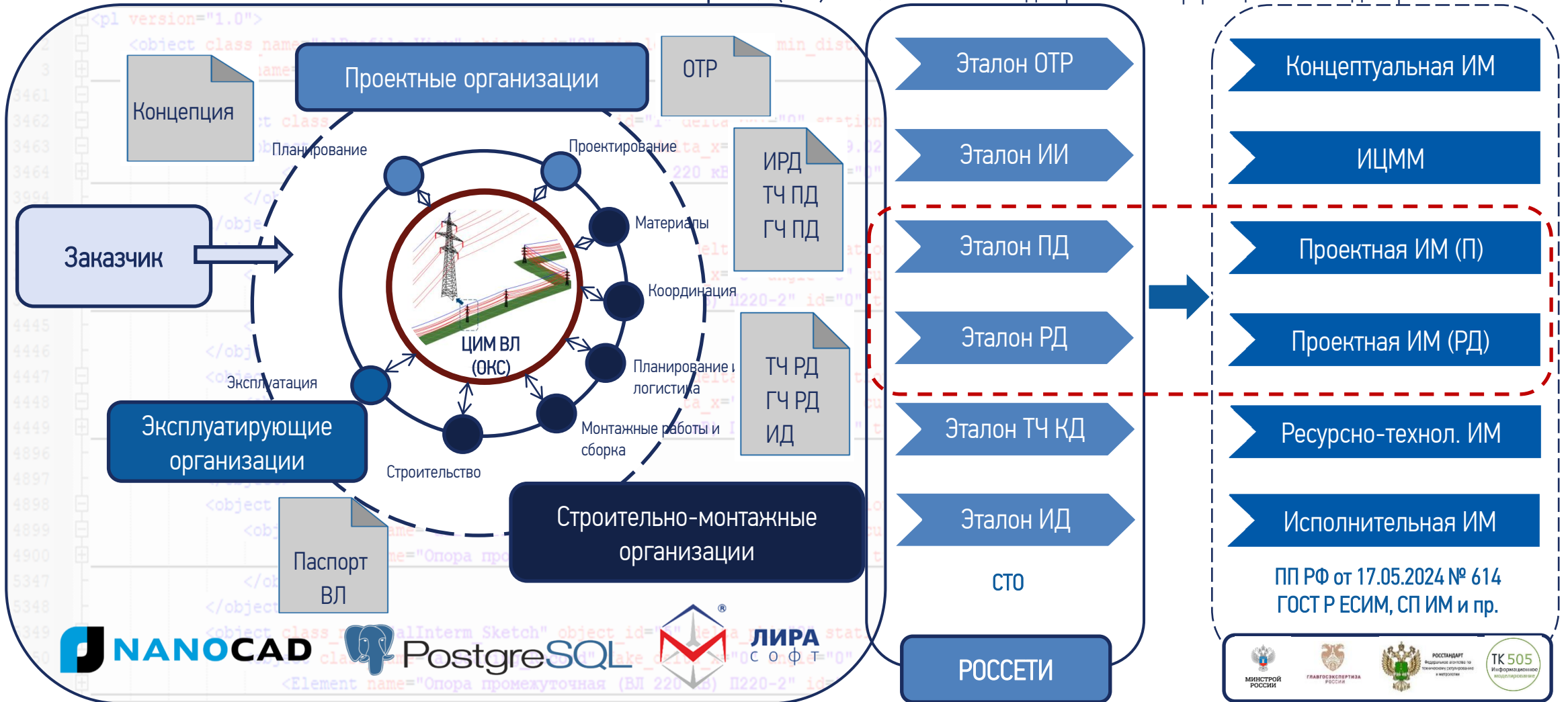
The screenshot displays the software's main menu bar and toolbars. The 'Импорт/Экспорт' (Import/Export) toolbar is highlighted with a red box, containing two icons: 'Загрузка электронной модели ВЛ' (Load electronic model of the line) and 'Сохранение электронной модели ВЛ' (Save electronic model of the line). Below the menu, three panels illustrate the data flow: a 3D perspective view of a power line tower, a 2D cross-section diagram of the line, and an XML code editor showing the structure of the data. The XML code includes elements like 'alProfile_View', 'alAncoer_Sketch', 'alInterm_Sketch', and 'alBearing_Record', each associated with specific object IDs and names.

Постановлением Правительства РФ от 17 мая 2024 г. № 614 утверждены Правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, устанавливающие порядок формирования и ведения ИМ ОКС, а также состав сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требования к форматам указанных электронных документов.

5. Сведения, документы и материалы, включаемые в информационную модель объекта капитального строительства, представляются ... в форме электронных документов в виде файлов в формате XML...

ЦИМ ВЛ (ОКС) – это ядро информационных моделей ВЛ на разных стадиях жизненного цикла

ЦИМ ВЛ (ОКС) + ЭТАЛОНЫ – основа для развития информационного моделирования ВЛ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

АО «Россети Научно-технический центр»

Россия, 115201, г. Москва, Каширское шоссе, д.22, корп.3

Тел.: +7 (495) 727-19-09, факс: +7 (495) 727-19-08;

E-mail: info@ntc-power.ru

Сайт: www.ntc-power.ru

Столповская Елена Валерьевна

Тел.: +7 (985) 235-84-65

E-mail: Stolpovskaia_EV@ntc-power.ru

Ивашевская Ольга Александровна

Тел.: +7 (916) 441-17-00

E-mail: ivashevskaja_OA@ntc-power.ru

Романова Наталия Григорьевна

тел: +7 (495) 234-72-15

E-mail: Romanova_NG@ntc-power.ru