

КОНФЕРЕНЦИЯ

**CiM**

В РОССИИ И МИРЕ • 2024

COMMON  
INFORMATION  
MODEL



**RTSoft**  
Смарт Грид

# Опыт применения CIM в проектах автоматизации электротехнических расчетов и анализа аварийных ситуаций

**Федоров Олег Александрович**

Заместитель генерального директора, ООО «RTСофт-СГ»

# Основные Тезисы

- 1 СИМ классный: для паспортизации, журналов, телемеханики...  
**а как дела с расчетными задачами? Обзор проблем**
- 2 Современное состояние расчетных приложений при внедрении СИМ требует из переработку или новый вид интеграции
- 3 **СИМ Конвертеры помогают вернуть рабочие процессы расчетчиков на СИМ рельсы**
- 4 **СИМ выручает в быстром внедрении одних их самых сложных систем автоматизированного анализа и реагирования на события**
- 5 **Помогает использование единых СИМ-сервисов для разработчиков для сокращения времени доставки и затрат**



# СІМ в електротехнічних расчетах



# Взгляд на расчетные приложения со стороны CIM

## Было до CIM

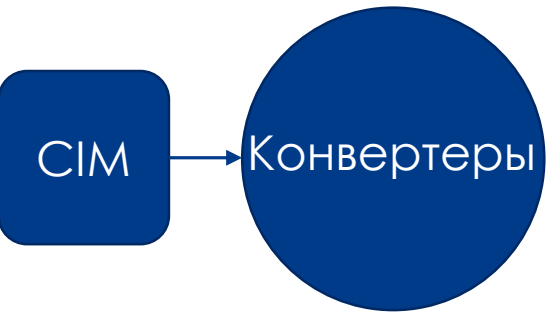
- Все модели в проприетарных форматах и плохо (либо трудоемко) синхронизированы
- Средства автоматизации расчетов оттачивались
- **Высокая производительность** за счет многолетней оптимизации
- Ничего не интегрировано между собой, только в пределах одного вендора
- **Отлаженные годами приложения выполняют деловые процессы служб**

## Стало после перехода на CIM

- **Старые приложения плохо поддерживают CIM**
- **Новые разрабатываемые приложения не содержат накопленных средств автоматизации**
- **Медленно все работает: загрузка данных, расчеты УР и ТКЗ**
- Приложения перегружены для пользователя новыми объектами и сущностями в модели
- Много новых объектов требуют дополнительный инжиниринг данных

**Необходимы конвертеры из CIM в эксплуатирующиеся «старые» приложения, чтобы поддержать их преимущества до момента адаптации приложений нового поколения**

# Опыт конвертирования для электротехнических расчетов



для расчетов в фазных координатах

для сложных дорасчетов параметров (взаимоиндукции, синхронные машины и пр. в ТКЗ и пр.).

для схем «узел-ветвь» с номерами

для изменения детализаций используемых моделей

«Сконвертировал CIM → посчитал как надо → преобразовал обратно»

## CIM Конвертеры позволяют:

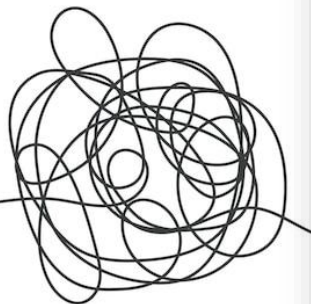
- Работать с платформой предоставления расчетных моделей и подключать к ней отлаженные расчетные ядра УР, ТКЗ, Динамику нескольких проверенных производителей
- Не отвлекать ресурсы разработчиков расчетных приложений на CIM освоение и редакторы данных
- Рассчитывать ТКЗ, УР, Динамику на CIM модели с очень высокой производительностью при массовых расчетах

В расчетных задачах мы пришли на backend к множеству конвертеров

# Пример сложной CIM конвертации для взаимоиндукции ЛЭП

> [135] {31}  
> [136] {31}  
> [137] {31} CIM невероятный  
> [138] {31}  
> [139] {31}  
> [140] {31}  
v [141] {31}

```
....."lineSegment1Name": "ТЭЦ НЛМК - ПС 220 кВ Новая"  
....."lineSegment2Name": "ПС 220 кВ Новая - ПС 110 кВ РП-1"  
....."terminal1Name": "Т1 ТЭЦ НЛМК - ПС 220 кВ Новая"  
....."terminal2Name": "Т1 ПС 220 кВ Новая - ПС 110 кВ РП-1"  
....."lineSegment1Id": "59343344-ba94-11ee-82ca-444553544f53"  
....."lineSegment1CimId": "58eca30a-e934-4f11-a642-f188c9366a5e"  
....."lineSegment2Id": "59345a50-ba94-11ee-82d1-444553544f53"  
....."lineSegment2CimId": "903565a0-4368-4381-86cc-d9d57f29fafd"  
....."terminal1Id": "598df002-ba94-11ee-833a-444553544f53"  
....."terminal1CimId": "888b130d-b009-4340-b68a-17aa64d3c3e8"  
....."terminal2Id": "598deff8-ba94-11ee-8330-444553544f53"  
....."terminal2CimId": "36c21010-28ef-4bd4-a360-05409845cddd"  
....."scbnM12CimId": "d8949f50-f300-4ee5-a067-22d38ee554a3"  
....."scbnM22CimId": "624bc6b7-203e-410b-bfc2-dd764f9fa727"  
....."impedanceR0": 1.226  
....."impedanceX0": 3.504  
....."distance11": 0.0  
....."distance12": 5900.0  
....."distance21": 0.0  
....."distance22": 5900.0  
....."id": "602204ed-ba94-11ee-bcda-444553544f53"  
....."cimId": "83b78db5-7131-4918-94ca-52a47156d109"  
....."name": "Взаимоиндукция 0|140-73|73 и 0|140-75|11"  
....."createdBy": "system"  
....."createdDate": "2024-01-24T08:41:32.487038+00:00"  
....."lastModifiedBy": "system"  
....."lastModifiedDate": "2024-01-24T08:41:32.487038+00:00"  
....."isDeleted": false  
....."informationalModelId": "2000001c-0000-0000-c000-0000006d746c"  
....."versionID": 615  
....."versionDateTime": "2024-01-24T08:41:15.702661+00:00"
```



## Матрица участка ЛЭП для ТКЗ

Таблица свойств

Наименование	Значение из СК-11	Принимаемое значение	Значение из PF
R0:0:0	0.2589	0.2589	-
R0:0:1	0.1802	0.1802	-
R0:0:2	0.1877	0.1877	-
R0:0:3	0.1798	0.1798	-
R0:0:4	0.163	0.163	-
R0:0:5	0.158	0.158	-
R0:0:6	0.1516	0.1516	-
R0:1:0	0.1802	0.1802	-

R0	X0	R1	X1				
R0	0	1	2	3	4	5	6
0	0.2589	0.1802	0.1877	0.1798	0.163	0.158	0.1516
1	0.1802	0.2971	0.1793	0.1877	0.1753	0.1704	0.1452
2	0.1877	0.1793	0.2699	0.1827	0.1659	0.161	0.1521
3	0.1798	0.1877	0.1827	0.3	0.1743	0.1689	0.1481
4	0.163	0.1753	0.1659	0.1743	0.1871	0.1684	0.1358
5	0.158	0.1704	0.161	0.1689	0.1684	0.1837	0.1333
6	0.1516	0.1452	0.1521	0.1481	0.1358	0.1333	0.2191

Конвертеры сложны в отладке: очень много проприетарных правил для каждого вида расчета



# Пример использования «старой узел-ветвь» нумерации с CIM

Имя проекта:     Применить изменения    Топологический узел    Не учитывать R для TP


### Таблица объектов

Показать/скрыть проигнорированные элементы    Свернуть дерево

Имя	Класс	Статус
> -1 сек 500 кВ	Шина	+
> -2 сек 220 кВ	Шина	+
> -2 сек 500 кВ	Шина	+
> -3 сек 220 кВ	Шина	+
∨ -3 сек 500 кВ	Шина	+
⊕ТН 3 сек 500 кВ	Измерительный трансфо	+
⊕ВГ 3 сек 500 кВ Балашовская Западная	Ячейка	+
⊕ВГ 3 сек 500 кВ Борино	Ячейка	+
⊕ВГ 3 сек 500 кВ Тамбовская	Ячейка	+
⊕ВГ Р-500 кВ	Ячейка	+
⊕СВГ 500 кВ 2-3 сек	Ячейка	+
> -4 сек 220 кВ	Шина	+
> -4 сек 500 кВ	Шина	+
> -Уз. 38fa5539-470a-4c27-94e3-2b0ba3997c0c	Шина	+
> -Уз. 696b1df1-1363-45cf-8566-a0f01f4edf18	Шина	+
> -Уз. b84f776e-c4cc-4bb3-9f45-6074933f9e25	Шина	+
> -Уз. c7bf1553-1d3f-45f6-b18d-28aeb700acf4	Шина	+
⊕Р-500 кВ	Шунтирующий реактор	+
⊕213-0(99)	Эквивалентный источник	+
⊕540-0(99)	Эквивалентный источник	+
> ⊕ТЭЦ НЛМК	Подстанция	+

### Топологические узлы

Наименование	Идентификатор	Энергообъект	Статус
2130	09134cd9-ebab-4843-8cbf-7e88d8dd70cc	ПС 500 кВ Липецкая	⊖
213	f5f83707-6172-4602-bb8e-229e8a58d9d3	ПС 500 кВ Липецкая	⊕



Наименование	Значение из СК-11	Принимаемое значение	Значение в CIMбиоз
Идентификатор СК-11	-	09134cd9-ebab-4843-8cbf-7e88d8dd70cc	09134cd9-ebab-4843-8cbf-7e88d8dd70cc
Имя	-	2130	2130
Энергообъект	-	ПС 500 кВ Липецкая	ПС 500 кВ Липецкая

#### Сворачиваемый объект

- 3 сек 500 кВ
- 4 сек 500 кВ
- Уз. d6972c35-198c-4005-8eba-9d6f47b833e9
- ВГ 4 сек 500 кВ Тамбовская
- ВГ 3 сек 500 кВ Тамбовская
- ВГ 3 сек 500 кВ Балашовская Западная
- Уз. 6944442a-636b-40ff-a592-1c84652c5ec7
- ВГ 4 сек 500 кВ Балашовская Западная
- ВГ 3 сек 500 кВ Борино
- Уз. c7bf1553-1d3f-45f6-b18d-28aeb700acf4

#### Присоединение

- В Ветвь 0 213-230 55\_6
- ГР 500 кВ АТ-2
- ВГ Р-500 кВ
- СВГ 500 кВ 2-3 сек
- СВГ 500 кВ 1-4 сек

# Расчеты РЗА с привязкой к CIM

Выбор уставок / ДЗО на ДЗТ-11

Дерево объектов

ДЗО на ДЗТ-11 (демонстрация ПО 26января2024)

ДЗО 1к 2 С 110 кВ

Данные для расчета

- Исходные данные
- Топология сети
- Измерительные ТТ и ТН
- Расчеты КЗ
- Бланк уставок
- Матрица выходных воздействий

Состав защит

- ДЗО (ANSI 87В)
- КТЦ (ANSI 99)

### Измерительные ТТ и ТН

Обозначение	Место установки	ПС Установки	Присоединение установки	Номинальный первичный ток	Вторичные обмотки		Класс точности	Промежуточные
					Ном. ток	Схема		
ТТ1	на 1 присоединении	Модель сет	В 1402-1387	1000	5.0	звезда	"10P"	<input type="checkbox"/>
ТТ2	на 2 присоединении	Модель сет	В 1401-1387	1000	5.0	звезда	"10P"	<input type="checkbox"/>

Дерево объектов

Наименование	Упом	Ветвь
ПС 110 кВ Новосободная	110	
ПС 110 кВ Тихорецкая тяг...	110	
ПС 110 кВ Западная	110	
ПС 110 кВ Красноармейс...	110	
ТТ Красноармейская - Сл...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Красноарм. - С.Н.Стеб...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Красноармейская - ПТ...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Красноармейская - Це...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Красноармейская - Ки...	110	ВЛ 110 к...
ПС 220 кВ Крыловская	220	
ТТ Крыловская - Челбасс...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Крыловская - Атамано...	110	ВЛ 110 к...
ТТ Крыловская - Кисляко...	110	ВЛ 110 к...

Бланки уставок и доп. настройки реле пока не в CIM



70% исходных данных для расчетов РЗА берутся из CIM





# СІМ в аналізі аварійних СОБЫТІЙ

# Анализ и реагирование на аварийные события является информационно емкой задачей в электроэнергетике

Требуется колоссальный объем пуско-наладки: на энергообъекте и верхнем уровне

## Система Автоматизированного Анализа и Реагирования на События

### Единая хронология событий и нарушений

### База знаний реагирования на события

- 1) типовая предполагаемая причина возникновения неисправности/нарушения;
- 2) типовые последствия
- 3) типовые меры по устранению неисправности;
- 4) уведомления о сроках и контрольных точках исполнения мер

### Регистрация, анализ и контроль устранения неисправностей и отказов

- 1) автоматическая и ручная регистрацию неисправностей;
- 2) классификацию неисправностей;
- 3) привязку неисправности к работе ТООиР;
- 4) контроль устранения неисправностей;
- 5) накопление статистики

Формирование отчетности по эксплуатации

### Мониторинг РЗА и АСУТП

- 1) Автоматический сбор файлов и данных с МП устройств РЗА и АСУТП
- 2) Мониторинг технического состояния МП РЗА и АСУ ТП
- 3) Мониторинг работоспособности измерительной части МП РЗА и АСУ ТП
- 4) Анализ технологических нарушений и оценки функционирования МП устройств РЗА

### Мониторинг АТ/Т, ШР, В, Р, ТТ, ТН

#### Анализ событий для Выключателей и разъединителей:

- 1) превышения сверх допустимых по ГОСТ 1516.3
- 2) длительность операций и ресурс В / О, синхронность полюсов
- 3) ...

#### Анализ событий для ТТ, ТН:

- 1) превышения напряжений сверх допустимых по ГОСТ 1516.3
- 2) Определение межвитковых замыканий и обрывов вторичных цепей

Система сбора оперативной и неоперативной информации от энергообъекта

# Использование CIM для обеспечения анализа аварий

**Получение состояния энергосистемы до аварии – 100% из CIM**

- Модель сети
- Телемеханика: IEC104 и IEC104 в CIM, можно подписаться на изменения
- Определение состояния вторичного оборудования: РЗА, функций и ступени РЗА

**Получение файлов осциллограмм аварий и анализ описания в файлах**

- Привязка сбора файлов к модели вторичного оборудования в CIM
- Привязка аналоговых и дискретных каналов внутри осциллограмм к CIM

**CIM расчетная модель для анализа эталонного развития аварии для оценки фактически произошедших событий**

**Все всегда поддерживается синхронизированным!**

**CIM сделал возможным эффективную ПНР систем анализа и реагирования на события**



# Конфигурация РЗА с учетом СИМ для устройств и осциллограмм

**ПАРАМЕТРЫ УСТРОЙСТВА**

Производитель: ЭКРА Подстанционное

Модель: ШЭ2710 521

Наименование РЗА: Комплект резервных защит и ОАПВ 1 комплект КВЛ 220 кВ Черноморская - Поселковая (ДЗ, ЧЗЗ, ТЗНП, ТЗНП, ОАПВ) (шестиполюсник)

Назначение: Main protection

Серийный номер: 1181235e-7908-4852-820e-889b2574e776

Панель: Комплект резервных защит и ОАПВ...  
 Устройство не имеет панели

Защищаемое оборудование: КВЛ 220 кВ Черноморская - Поселковая

Идентификатор АИП: 4c608c5d-14a8-4e32-9b48-f6f60527ea33

Глобальный идентификатор: [input field]

**функции**

- ДЗ
  - Первая ступень
  - Вторая ступень
  - Третья ступень
- ТЗНП
  - Первая ступень
  - Вторая ступень
  - Третья ступень
  - Четвертая ступень
  - 5 ступень ТЗНП
- ЗНР
- ТО
- Изб. ОАПВ Комплект РЗА №2 ВЛ 500 кВ Воткинская ГЭС - Вятка
  - Избиратель ОАПВ ф.А

**ДИСКРЕТНЫЕ СИГНАЛЫ**

- Пуск
  - ИО Z Ист.АВ
  - ИО Z Ист.ВС
  - ИО Z Ист.СА
  - ИО Z Ист.АН
  - ИО Z Ист.ВН
  - ИО Z Ист.СН
- Срабатывание
  - Ист. ДЗ
  - ДЗз 1ст.Срабатывание Комплект РЗА №2 ВЛ 500 кВ Вятка
- Ускорение
  - Ввод АУ приТАПВ
  - ОУ ДЗ

**ПАРАМЕТРЫ СТУПЕНИ**

Функция: ДЗ

Наименование: Первая ступень

Обозначение: 1 ст. "на землю"

Номер ступени: 1 ступень

Направление: Направление в защ. объект

Контур: Фаза-Земля



# СІМ-сервіси для розробки приложений

# CIM сервисы: библиотеки+SDK, песочница и примеры

**Авторизованное подключение, SSO**  
к CIM мастер системе

**Готовые деревья объектов и оборудования:**

построение иерархий по географии, управлению, принадлежности

**Встроенный Редактор модели**

**Роле-ориентированный доступ к CIM данным**

Методы быстрого топологического анализа:

**Получение всех или части данных в связанном районе сети,**

**Фильтрация объектов по условиям в теле запроса,**

**Поиск по графам сети**

**Поиск электрически влияющего оборудования**

Учет заявок на ремонты для создания среза состояния энергосистемы

**Учет качества ТИ и ТС**

**Простой синтаксис запросов к данным,** которые не требуют квалифицированных знаний многомерного CIM

**Rest API**

**Высокая производительность**

**CIM сервисы сокращают трудозатраты разработки на типовые функции: 10-18 чел/месяцев.**



КОНФЕРЕНЦИЯ

**CiM**

В РОССИИ И МИРЕ • 2024

COMMON  
INFORMATION  
MODEL



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

**Спасибо за внимание!**



**Федоров Олег Александрович**

**fedorov\_oa@rtsoft.ru, +7-903-688-77-00**