

КОНФЕРЕНЦИЯ

CIM

В РОССИИ И МИРЕ • 2025

COMMON
INFORMATION
MODEL



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

Опыт моделирования электроэнергетических систем. Выработанные подходы и направления развития

Беляев Николай Александрович

Начальник службы информационной модели

Моделирование электроэнергетических систем с применением стандартов CIM

5 локальных нормативных актов

11 национальных стандартов ГОСТ Р 58651

3 серии стандартов МЭК 61970, 61968, 62325

МЕТОДИКА моделирования ЭЭС

3 профиля обмена

3 регламента информационного обмена

57 диспетчерских центров

>1 500 электростанций

>16 400 подстанций

>21 600 ЛЭП

>1100 компаний (филиалов) – передача данных посредством веб-форм CIM-портала

27 интегрированных информационных систем

>1,2 млн. единиц оборудования

>10 млн. именованных объектов

>30 тыс. силовых трансформаторов

168 компаний (филиалов) – передача модели (CIMXML)

>850 доменов данных

12 лет практического опыта моделирования с использованием CIM

>160 тыс. устройств РЗА

>400 тыс. функций РЗА

>1 млн. измерений

10 пилотных проектов

Актуальная и **7** перспективных информационных моделей

>600 критериев проверки моделей

80 общедоступных правил валидации SHACL

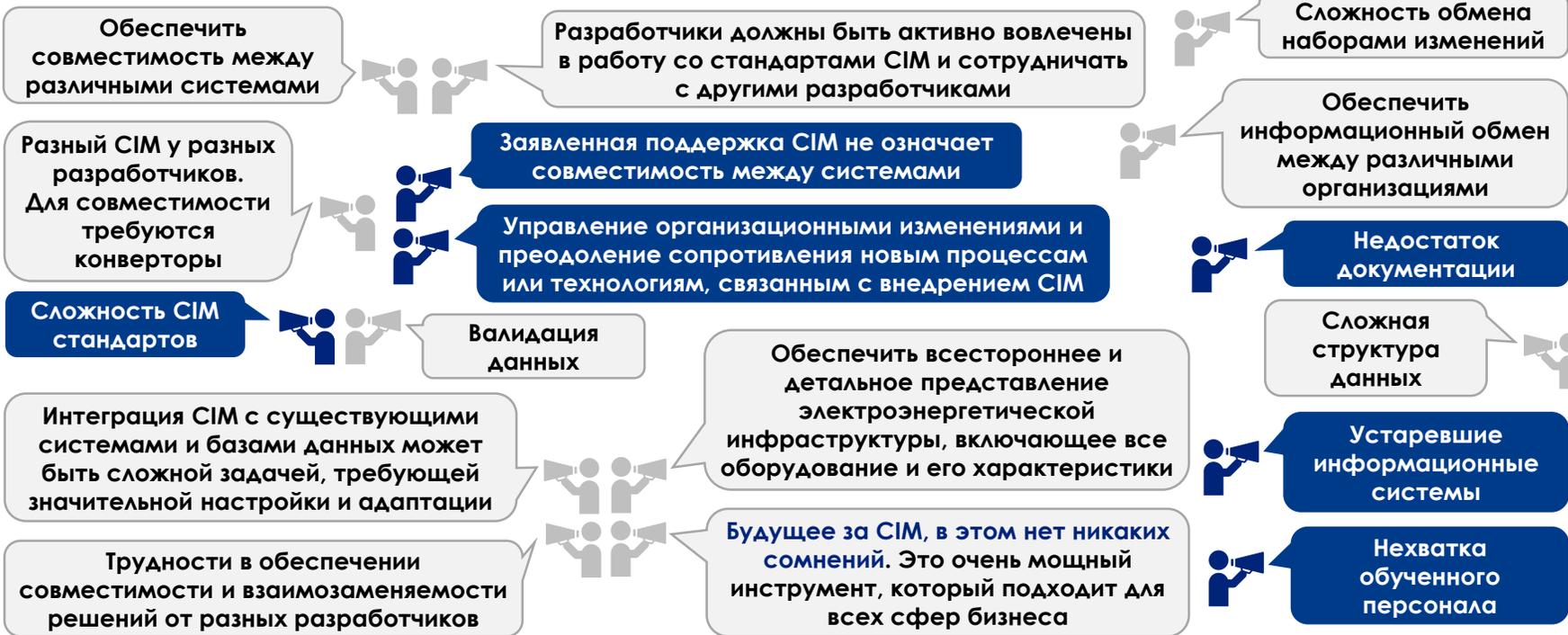
>20 000 наборов изменений

>4 млн заполненных параметров

Опрос в рамках рабочей группы D2.57 CIGRE



В ЧЕМ НАИБОЛЬШАЯ ТРУДНОСТЬ ПРИ ВНЕДРЕНИИ CIM? ЧТО НУЖНО, ЧТОБЫ ДВИГАТЬСЯ ДАЛЬШЕ?



НЕЗАВИСИМОЕ МНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

- ⇒ Отсутствие полного соответствия программного обеспечения стандартам CIM
- ⇒ Высокая сложность модели CIM
- ⇒ Необходимость обучения персонала
- ⇒ Сложность интеграции с существующими системами
- ⇒ Проблемы с управлением изменениями процессов энергокомпаний, т.к. применение стандартов CIM требует изменений в бизнес процессах и орг. структуре



Ключевые вызовы:

- ⇒ Проблема совместимости ПО
- ⇒ Недостаток документации и сложность стандартов CIM
- ⇒ Проблемы с управлением изменениями существующих деловых процессов

Проблема совместимости ПО

ПРОБЛЕМА СОВМЕСТИМОСТИ ПО

НЕСООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ

Некорректный синтаксис

- Неправильные пространства имен
- Нарушение структуры документа
- Отсутствие обязательных атрибутов и ассоциаций

Некорректная семантика

- Неправильное использование классов, атрибутов, ассоциаций
- Ошибки в наименованиях классов, атрибутов, ассоциаций

Некорректные идентификаторы (mRID)

- Несоответствие требованиям к UUID
- Неуникальность mRID и переназначение mRID
- Назначение разных mRID для одного объекта

Ошибки при преобразовании данных

- Потеря данных в процессе конвертации
- Особенности работы с идентификаторами
- Особенности в применении фрагментов ИМ и наборов изменений

Соответствие устаревшим редакциям стандартов

Требуется тестирование инструментов экспорта/импорта, валидация на предмет соответствия моделей предъявляемым к ним требованиям

РАЗНОЧТЕНИЕ СТАНДАРТОВ

Разная интерпретация назначения классов, атрибутов и ассоциаций

Разные правила по использованию гибкой структуры взаимосвязей объектов

«Наше ПО соответствует стандартам CIM (или ГОСТ Р 58651)»

Каким стандартам?
Каким версиям стандартов?
В какой части соответствует?
Как это подтверждено?



Требуется совершенствование документации с целью однозначной формулировки требований к применению стандартов в рамках автоматизируемых процессов

Предлагается создать независимую площадку для проведения тестов совместимости ПО с участием представителей отрасли и представителей разработчиков (например, на платформе АЦЭ)

Недостаток документации и сложность стандартов СИМ



СТАНДАРТЫ МЭК

- ➔ Разработаны в качестве **универсальной модели** для описания энергосистем
- ➔ **Обязаны быть гибкими**, т.к. охватывают разнообразие инфраструктур и бизнес-процессов **всего мира**



СТАНДАРТЫ ГОСТ Р

- ➔ Должны **уточнять и дополнять стандарты МЭК** с учётом особенностей электроэнергетики РФ, снижать степень неопределенности в применении СИМ в РФ
- ➔ Содержат общие требования и должны **дополняться методической документацией**, разрабатываемой энергокомпаниями и компаниями – разработчиками ПО применительно к отдельно взятым деловым процессам



СТАНДАРТЫ СИМ (МЭК И ГОСТ Р)

- ➔ **Избыточны** для отдельно взятых процессов обмена данными. **Для конкретных задач необходима разработка профилей обмена и требований (методик)** к ним
- ➔ **Требования должны быть формализуемыми и машиночитаемыми.** На основе машиночитаемых документов следует формировать человекочитаемые и затем дополнять их
- ➔ **Требования следует встраивать в процесс автоматизированного обмена** – проверять соответствие требованиям к цифровым моделям следует **компьютеру, а не человеку**



ИНСТРУМЕНТЫ
ВАЛИДАЦИИ



ИНСТРУМЕНТЫ
МОДЕЛИРОВАНИЯ



ОБУЧЕНИЕ

Стандарты СИМ – инструмент глобальной интеграции данных, их эффективное применение требует:

- Адаптации и разработки **требований и профилей обмена** применительно к конкретным задачам
- Разработки продвинутых **инструментов моделирования и валидации**
- **Обучение персонала**

Методика моделирования ЭЭС и профиль обмена (для предоставления информации в ДЦ). Текущий статус

2020

По поручению Минэнерго РФ Системный оператор и ПАО «Россети» **разработали первую редакцию методики моделирования электрической сети**

2022

Системный оператор и ПАО «Россети» **утвердили вторую редакцию методики моделирования электрической сети** с учётом опыта реализации пилотных проектов по обмену данными информационных моделей

2024

С учётом опыта обмена данными информационных моделей между ПАО «Россети», ПАО «РусГидро», АО «Концерн Росэнергоатом» с Системным оператором **разработан проект ГОСТ, включающий третью редакцию методики.**

Третья редакция методики дополнена:

- **Описанием правил моделирования** для всех видов оборудования, подлежащих обмену в рамках Правил предоставления информации в ДЦ, утвержденных Приказом Минэнерго РФ от 20.12.2022 № 1340
- **Профилем обмена** в соответствии с требованиями Правил предоставления информации в ДЦ (отдельным приложением)
- **Профилем обмена в формате rdfs** (в дополнение к ГОСТ)
- **Примерами моделирования** (отдельным приложением)
- **Примерами моделирования в формате UML** модели, а также в формате **SIMXML** (в дополнение к ГОСТ)
- **Правилами валидации SHACL** (в дополнение к ГОСТ)

⇒ **Документы, ранее утверждаемые двусторонними договоренностями, становятся доступными для субъектов электроэнергетики, которые только планируют применение стандартов CIM, а также для разработчиков программного обеспечения**

⇒ **Методика сопровождается цифровыми аналогами приведенных в ней требований**

Методика моделирования ЭЭС и профиль обмена (для предоставления информации в ДЦ). Основные подходы



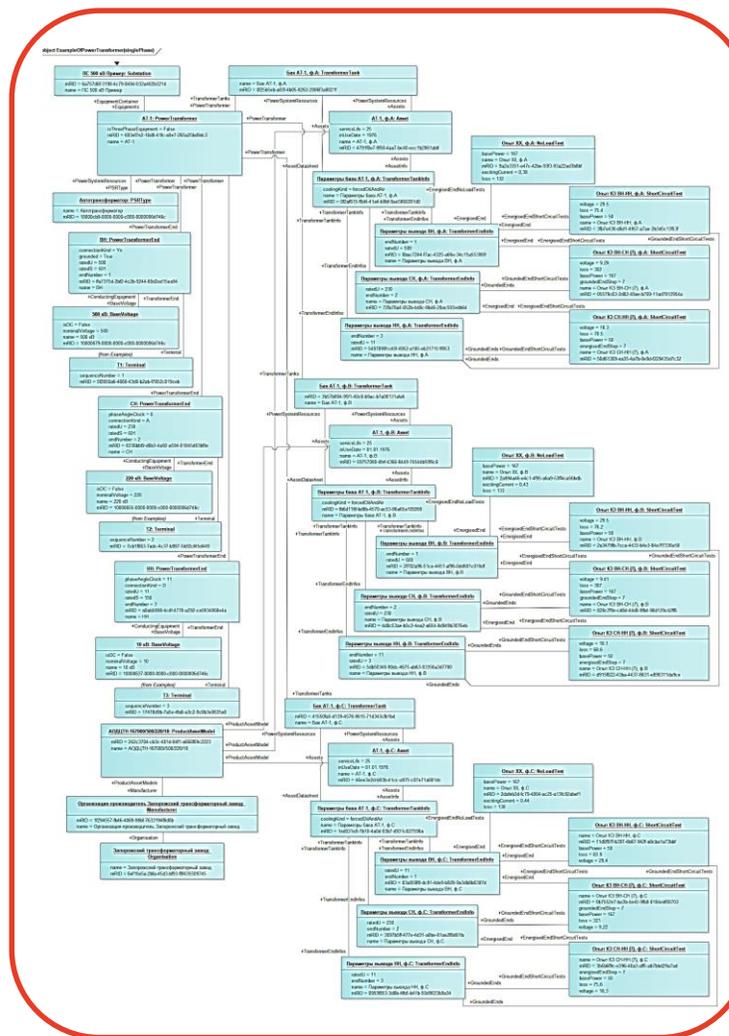
ДАнные РАЗДЕЛЕНы НА ТРИ ПРОФИЛя ОБМЕНА:

- ➔ Модель энергообъектов и оборудования
- ➔ Модель производителей и марок оборудования
- ➔ Типы объектов и классы напряжения



УСТАНАВЛИВАЮТСЯ ТРЕБОВАНИЯ К:

- ➔ Структуре цифровой модели энергосистемы
- ➔ Моделированию **ТОПОЛОГИИ**
- ➔ **Наименованиям** объектов (учтена возможность автоматического наименования)
- ➔ **Моделям оборудования** всех видов (в рамках решаемой задачи)
- ➔ **Моделям справочных и общих данных**



Модель автотрансформатора АОТДЦН-167000/500/220/10



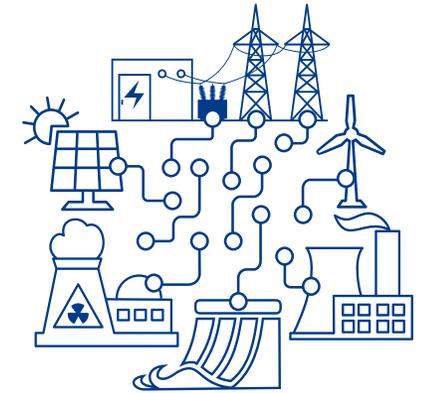
Пользователь не должен работать с содержимым файла CIMXML

Планы и перспективы

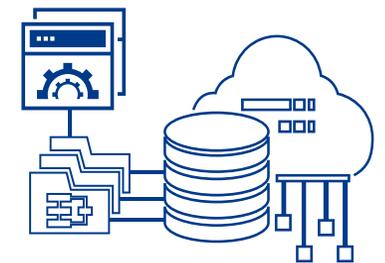
ПЕРЕВОД ОБМЕНА НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТОВ CIM:

- ➔ Информация о **результатах контрольных замеров** параметров электрического режима
- ➔ **Графики напряжения** в контрольных пунктах
- ➔ Нормальные **схемы электрических соединений** объектов электроэнергетики
- ➔ **Перечни объектов диспетчеризации**
- ➔ **Списки персонала**
- ➔ **Диспетчерские заявки, графики ремонтов**
- ➔ Данные АСКУЭ
- ➔ **Осциллограммы**
- ➔ Данные технического учёта **РЗА** (количественного и качественного)
- ➔ **Конфигурации настроек обмена** оперативной технологической информации
- ➔ **Перспективные расчётные модели – с 2027 года**
- ➔ **Паспорт ЛЭП**
- ➔ **ТУ на ТП**

Проработка
совместно
с ПАО
«Россети»



**ГОРИЗОНТ:
4–9 ЛЕТ**



Применение цифровых моделей требует изменений в деловых процессах. Часть существующих процессов трансформируется, часть – упразднится; появятся новые процессы, позволяющие привести новые качественные изменения

Оцифровка или цифровая трансформация?

СИМ = ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Реализуемые проекты преимущественно направлены на **оцифровку** данных, **автоматизацию** исторически сложившихся процессов, развивавшихся параллельно, а также **интеграцию** информационных систем

Внедрение СИМ позволяет обеспечить **связанность деловых процессов, исключение дублирующих функций, синхронизацию понятийного аппарата**. При этом возможно **изменение самих процессов**.

МОДЕЛЬ КАК ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ

- **Модель может являться** в высокой степени формализованным **документом**. В большом количестве случаев модель способна исключить необходимость создания документов и автоматизировать существующие процессы. В других случаях модель может являться источником данных для формирования документов
- **Паспорт оборудования и ЛЭП** может быть представлен **в виде цифровой модели**. Сейчас паспорта оборудования являются формализованными документами, но не унифицированы
- Необходимо соблюдать **принцип однократного ввода данных** и не воссоздавать данные повторно
- **Данные должны создаваться там, где они впервые появляются**. Например, паспорта оборудования – на заводе-изготовителе оборудования; паспорта ЛЭП – на соответствующем линейном участке

МОДЕЛЬ КАК ЧАСТЬ ДЕЛОВОГО ПРОЦЕССА

- **Модель следует встраивать в деловые процессы** таким образом, чтобы это не требовало значительных усилий по приёму, обработке и передаче данных. **Основные усилия должны быть направлены на анализ данных**
- Интеграция информационных систем приводит к **качественным изменениям деловых процессов**



Представление диспетчерской заявки в виде модели

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЗАЯВКА = ДОКУМЕНТ (ТЕКСТ)

Содержание работ

Текущий ремонт В 500 кВ АТ-2
Устранение дефекта на приводе ГР 500 кВ АТ-2, ф.А

Режимные указания

На время операций и заявки:
1. Допустимый переток в контролируемом сечении «КС» при ТНВ в г. Липецк:
P – 0,318 P(Е-Бор) – 0,73 (АТ-2 Ел) – 10,
где P = 670 МВт для ТНВ ниже минус 20 град,
....

Релейные указания

На время операций и заявки:
1. Положение ключей ... (ремонт ВЛ 500 кВ, сезон ЗИМА):
- SAC5 - введен (положение 1) (уставка Радп=1800 МВт)
- ...

Оперативные указания

Вывод в ремонт после ввода в работу АТ-5 на ПС 750 кВ Восточная

Выводятся из работы

АТ-2 – по отдельной заявке

Потери РЗА

....

Программа переключений

ТПП №5-1/5-2 от 12.11.2024

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЗАЯВКА = МОДЕЛЬ

Модель оборудования и ЛЭП

Модель работ

Модель ограничений

Модель заявок

Модель РЗА

Модель программ переключений

Модель бланков переключений

ОИК

Приложения для мониторинга

Расчётные комплексы

СУПА

Дистанционное управление

Наряды-допуски

КОНФЕРЕНЦИЯ

CIM

В РОССИИ И МИРЕ • 2025

COMMON
INFORMATION
MODEL



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

Спасибо за внимание!



Беляев Николай Александрович

Начальник службы информационной модели