



 ЭнергопромАвтоматизация

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ПОЭТАПНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (СИМ) ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УСТРОЙСТВ РЗА

А.В. Саленов

Начальник Департамента релейной защиты, метрологии и
автоматизированных систем управления технологическими процессами
ПАО «Россети»

О.В. Кириенко

Технический директор ООО «НТЦ «ЭнергопромАвтоматизация»

февраль 2022

г. Сочи

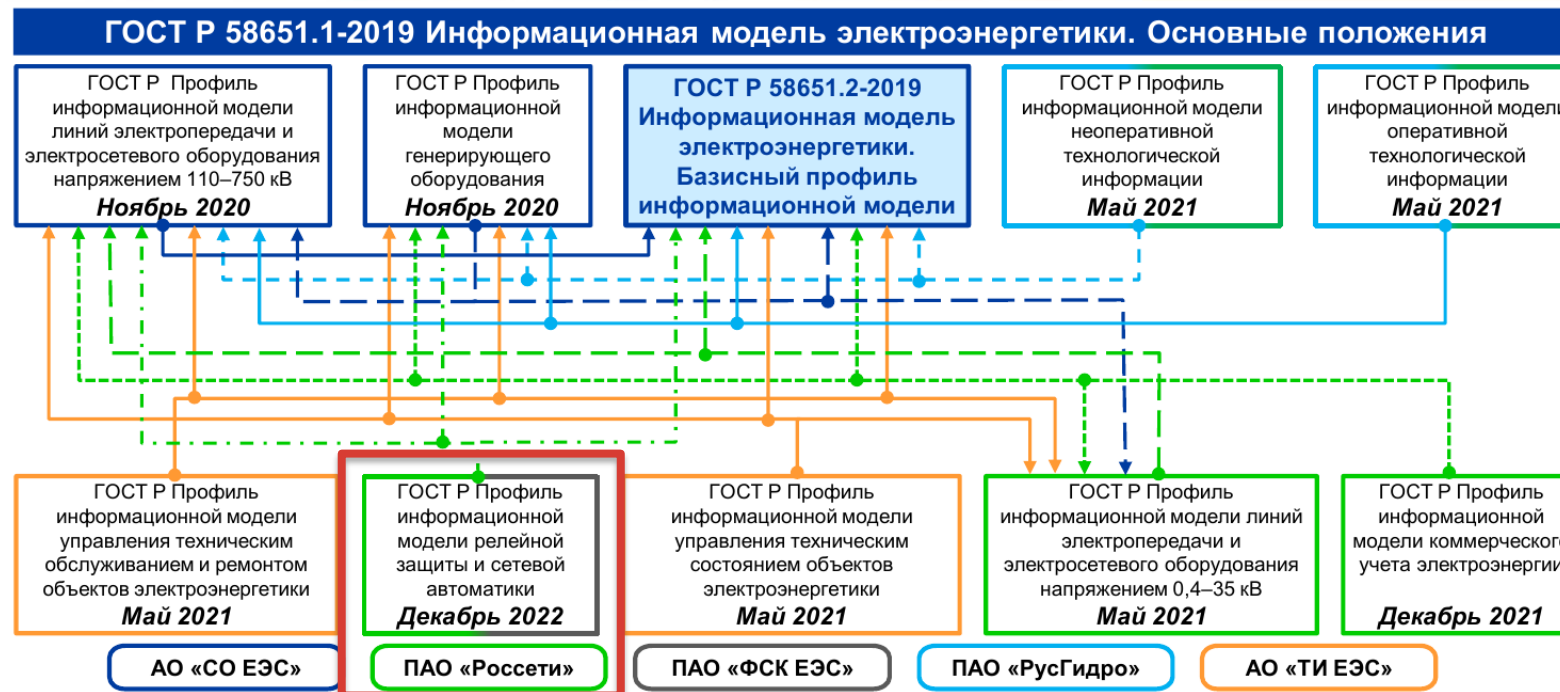
СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОФИЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В РАМКАХ ПЛАНА СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА БАЗЕ СИМ МЭК 61968/61970

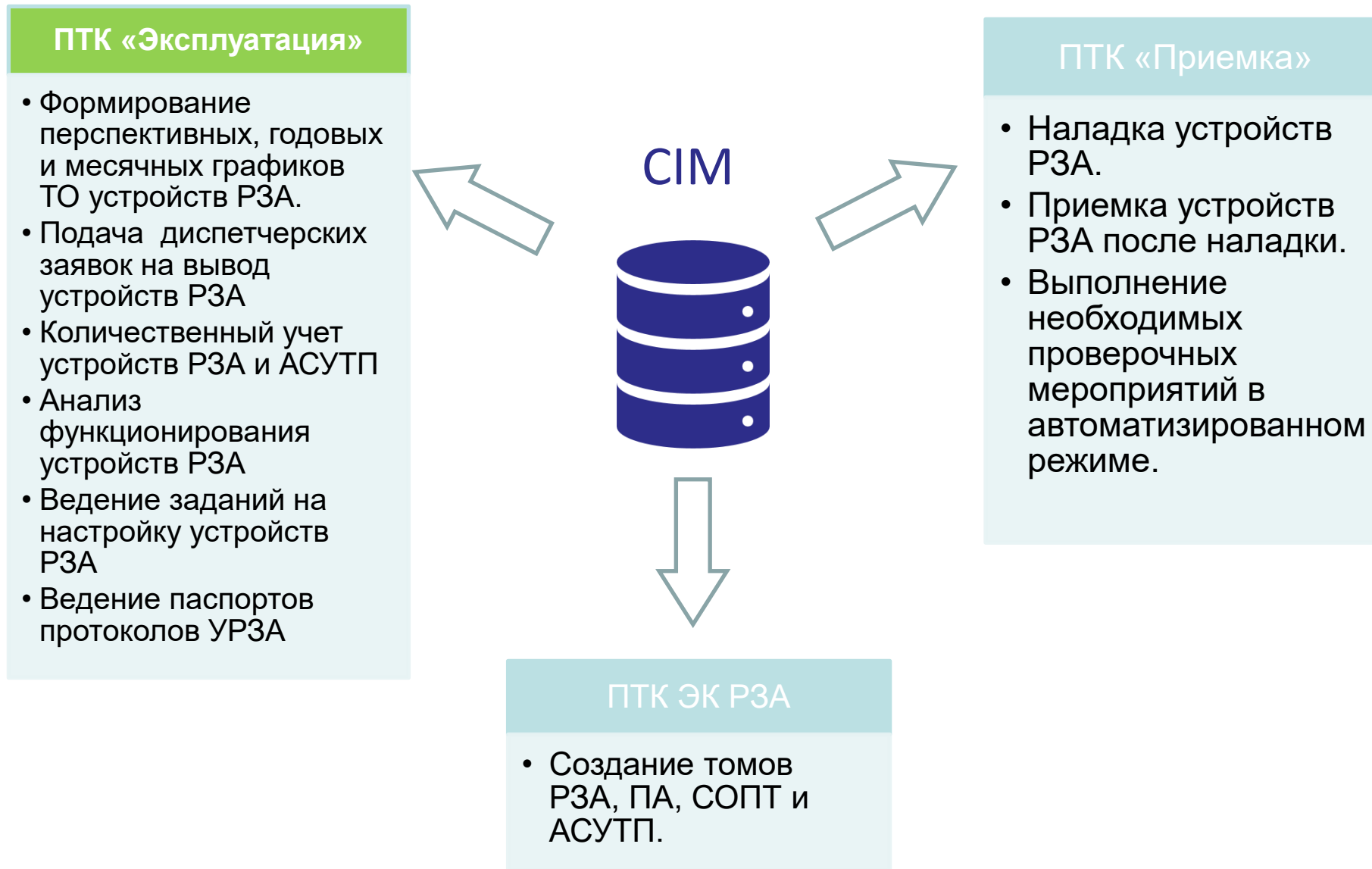
В ноябре 2020 года для расширения ГОСТ Р 58651.2 были приняты:

- ГОСТ Р 58651.3 «Профиль информационной модели линий электропередачи и электросетевого оборудования напряжением 110-750кВ» (расширение в части ЛЭП);
- ГОСТ Р 58651.4 «Профиль информационной модели генерирующего оборудования» (расширение в части генерирующего оборудования).

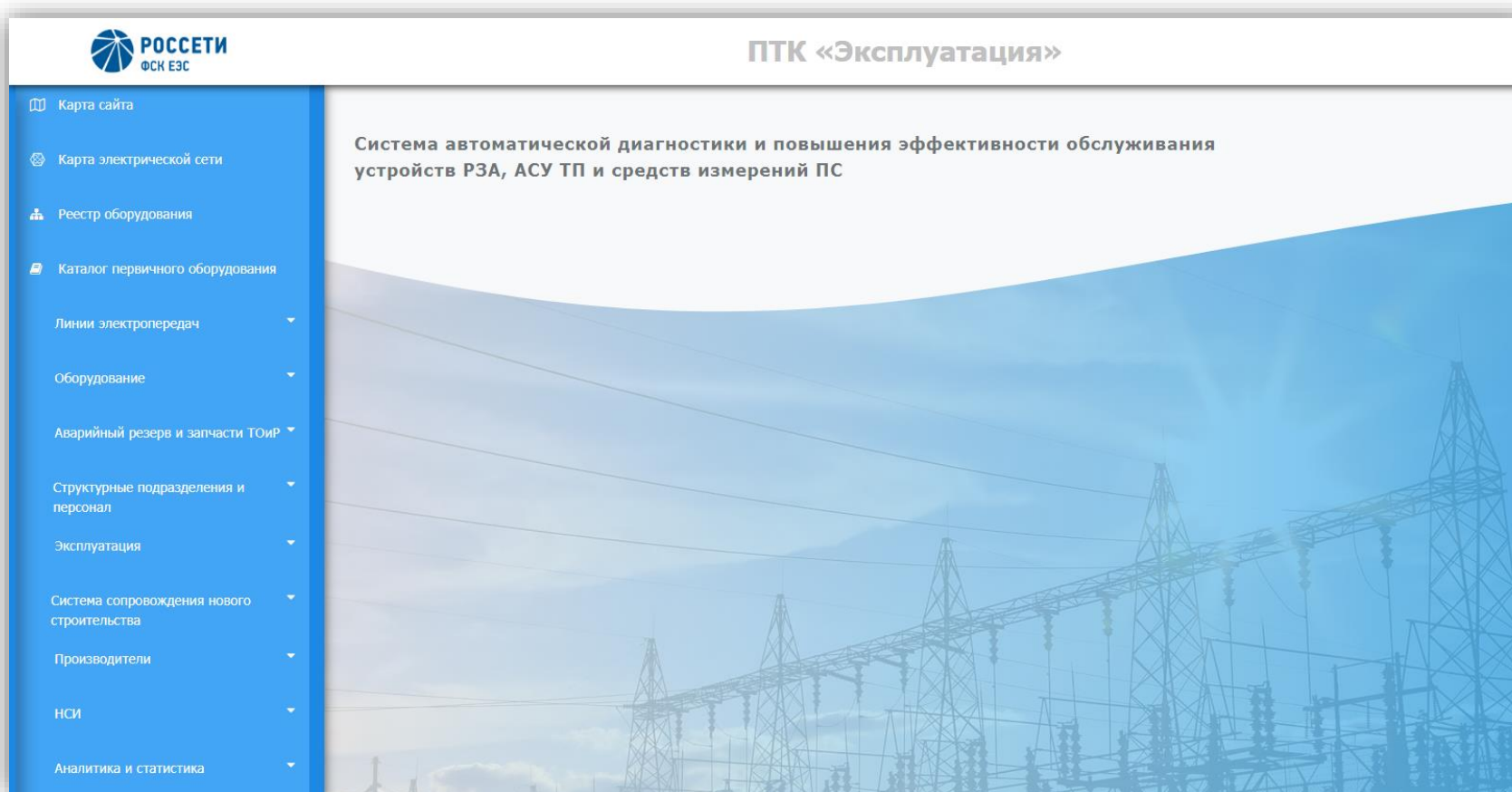
4 февраля 2022 года Первая редакция проекта национального стандарта ГОСТ Р представлена для публичного обсуждения в Технический комитет по стандартизации «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» (ТК 016).

В декабре 2022 года планируется принятие ГОСТ Р 58651.X «Профиль информационной модели релейной защиты и сетевой автоматики»



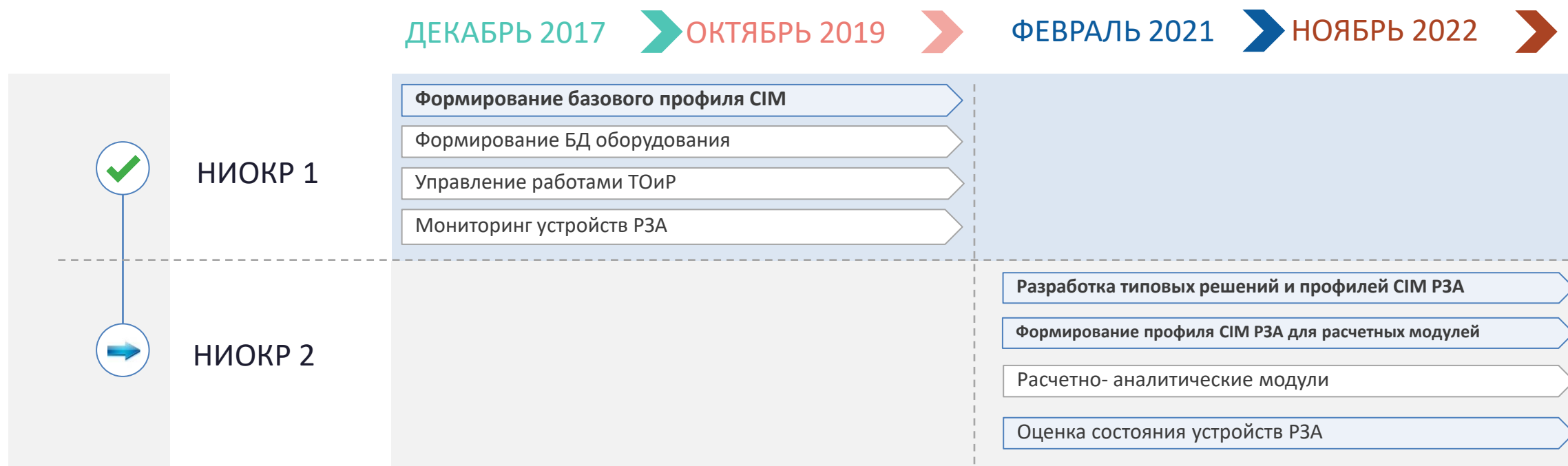


В рамках НИОКР, организованной ПАО «ФСК ЕЭС», группой компаний «ЭнергопромАвтоматизация» в составе консорциума с АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и ООО «Релематика», разработана корпоративная система автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС – **ПТК «Эксплуатация»**, построенная на базе общей информационной модели CIM.



Реализация ПТК «Эксплуатация» выполняется в рамках двух НИОКР:

- **НИОКР 1:** Разработка системы автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС (Завершен).
- **НИОКР 2:** Разработка типовых решений и профилей информационной модели релейной защиты и сетевой автоматики (СІМ), для обеспечения перехода на обслуживание по техническому состоянию и своевременному выявлению неисправности устройств (Выполняется).

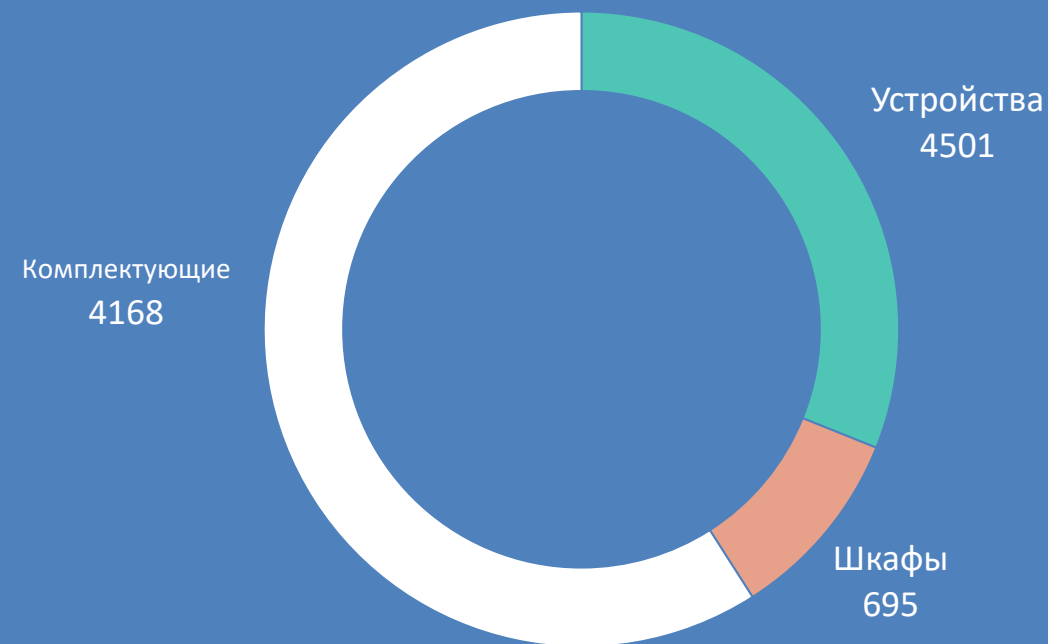


ПТК Эксплуатация разрабатывался на базе следующих стандартов CIM:

1. **проект ГОСТ Р профиля общей информационной модели (CIM) для описания релейной защиты и автоматики;**
2. **ГОСТ Р 58651.2-2019** Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Базисный профиль информационной модели;
3. **ГОСТ Р 58651.3-2020** Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Профиль информационной модели линий электропередачи и электросетевого оборудования напряжением 110—750 кВ;
4. **ГОСТ Р 58651.4-2020** Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Профиль информационной модели генерирующего оборудования;
5. **IEC 61970-600-1:2021** Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 600-1. Общий стандарт обмена моделями энергосистемы (CGMES). Структура и правила (Energy management system application program interface (EMS-API) - Part 600-1: Common Grid Model Exchange Standard (CGMES) - Structure and rules);
6. **IEC 61970-600-2:2021** Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 600-2. Общий стандарт обмена моделями энергосистемы (CGMES). Спецификация профилей обмена (Energy management system application program interface (EMS-API) - Part 600-2: Common Grid Model Exchange Standard (CGMES) - Exchange profiles specification);
7. **IEC 61970-456(2018)** Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 456. Профили состояния разрешенных энергетических систем (Energy management system application program interface (EMS-API) - Part 456: Solved power system state profiles);
8. **IEC 61970-CGMES(2020)** Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Общая спецификация обмена моделями энергосистемы (CGMES) (Energy management system application program interface (EMS-API) - Common Grid Model Exchange Specification (CGMES)).

События, задания, документация	
Введенные объекты	Количество, шт.
Данные по событиям технологических нарушений	19 465
Задания на настройку устройств РЗА	6 073
НТД	55 131
Титулы (строительство/реконструкция)	187
Расположение вторичного оборудования	
Места установки	131 570
Первичное оборудование	280 567
Присоединения	33 226

Производимое оборудование РЗА



Всего субъектов СИМ в БД:

> 2 500 000

Платформа для автоматизации производственной деятельности предприятий энергетической, нефтяной и других отраслей промышленности на основе общей информационной модели (CIM):

1. переход от системы фиксации действий персонала в бумажных журналах к регистрации и **хранению информации в электронном виде;**
2. переход к системе **автоматизированного планирования, выполнения и контроля** работ по техническому обслуживанию в соответствии с заданными алгоритмами;
3. **автоматизация** и стандартизация процессов формирования отчетной документации по производственной деятельности;
4. переход от планового обслуживания к обслуживанию с учетом **оценки фактического состояния оборудования.**

+ Добавить пакет
📄 Экспортировать пакеты
🔍 Горчаков Андрей Андреевич

Проводник

- Удельные электрические параметры участка ЛЭП
- Удельные электрические параметры фазы участка ЛЭП
- Управление шунтирующим компенсирующим устройством
- Участок (сегмент) линии переменного тока
- Фаза участка ЛЭП
- Фазный шунтирующий компенсатор (ФШР)
- Фазовращатель асимметричный
- Фазовращатель симметричный
- Фазоповоротное устройство с линейной зависимостью
- Фазосдвигающий переключатель
- Шунтирующее компенсирующее устройство
- Электрический вывод силового трансформатора
- Электрический вывод трансформатора

■ [1402] Электрический вывод силового трансформатора (cim:PowerTransformerEnd)
layout automation save

■ [1398] Электрический вывод трансформатора (cim:TransformerEnd)
⚙️ Редактировать класс 🗑️ Удалить класс

■ [8] Идентифицированный объект (cim:IdentifiedObject)

Список предикатов
Отношения
Потомки

[1402] Электрический вывод силового трансформатора (cim:PowerTransformerEnd)
+ Добавить 🗑️ Удалить

☐ Id	Название ▾	Идентификатор ▾	Тип данных	Множ	Отображение
☐ 4577	Силовой трансформатор	cim:PowerTransformerEnd.PowerTransformer	cim:PowerTransformer	M:0..1	👁️ Создать отображение
☐ 4621	Схема соединения обмоток	cim:PowerTransformerEnd.connectionKind	cim:WindingConnection	M:1..1	👁️ Создать отображение
☐ 4622	Номинальное напряжение, кВ	cim:PowerTransformerEnd.ratedU	float	M:1..1	👁️ Создать отображение
☐ 4623	Номинальная мощность, кВА	cim:PowerTransformerEnd.ratedS	float	M:1..1	👁️ Создать отображение
☐ 4624	Группа соединения обмоток	cim:PowerTransformerEnd.phaseAngleClock	integer	M:1..1	👁️ Создать отображение

Редактирование предиката
✕

Пространство имен

Идентификатор

Для идентификатора разрешено использовать следующие символы: a-zA-Z_0-9. Идентификатор не может начинаться с цифры

Название

Описание

Тип данных

Множественность

Управляемый системой ☐

OK
Отмена

[1398] Электрический вывод трансформатора (cim:TransformerEnd)

Id	Название ▾	Идентификатор ▾	Тип данных	Множ
4529	Испытания на холостой ход	cim:TransformerEnd.OpenCircuitTests	cim:OpenCircuitTest	M:0..1
4531	Испытания без нагрузки	cim:TransformerEnd.NoLoadTests	cim:NoLoadTest	M:0..1
4568	Заземлена	cim:TransformerEnd.grounded	boolean	M:0..1
4639	Переключатель отпаек	cim:TransformerEnd.PhaseTapChanger	cim:PhaseTapChanger	M:0..1

Редактирование класса
✕

Пакет

Пространство имен

Идентификатор

Для идентификатора разрешено использовать следующие символы: a-zA-Z_0-9. Идентификатор не может начинаться с цифры

Название

Родительские классы

Выберите класс предка

Стереотип

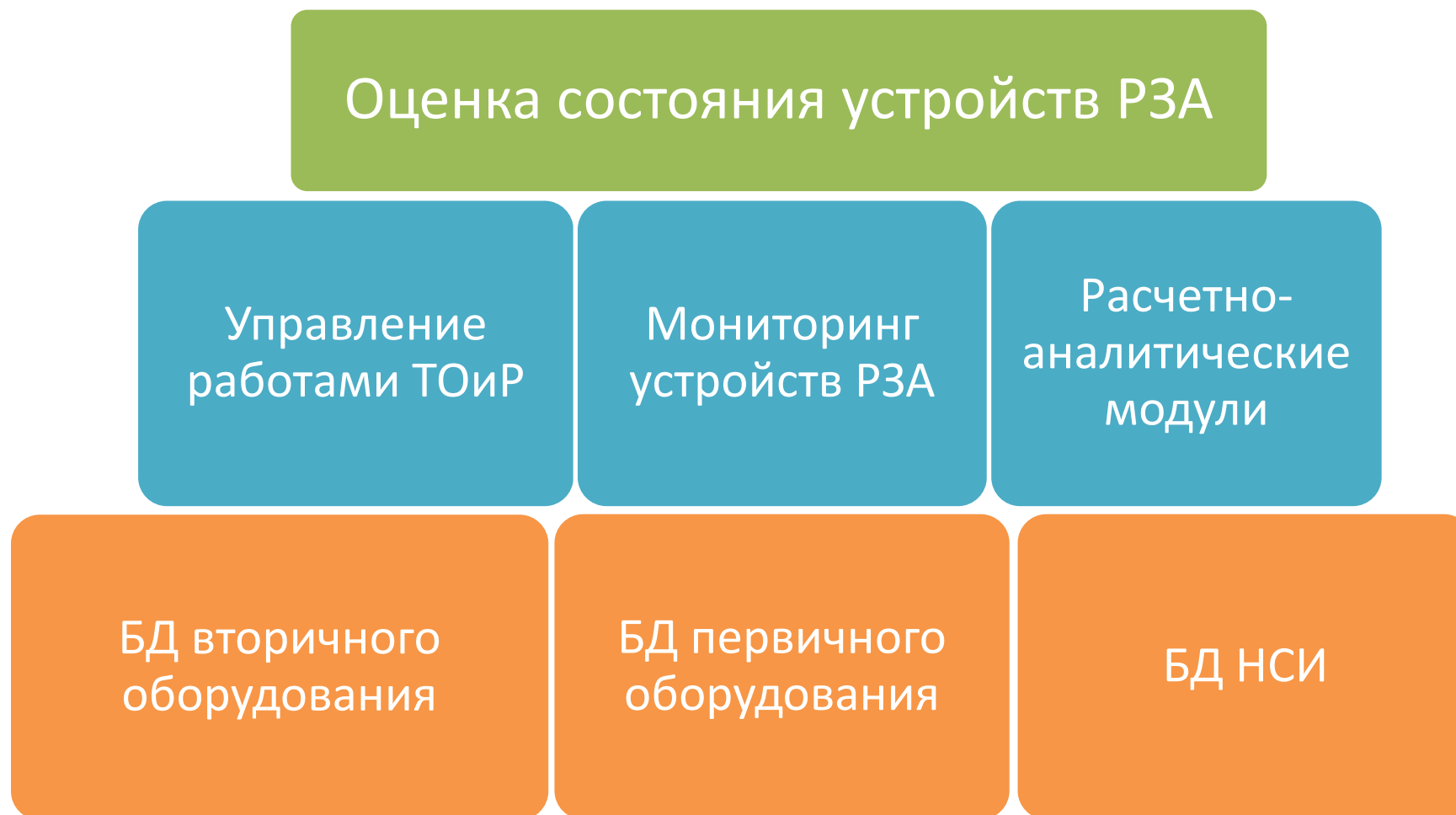
Описание

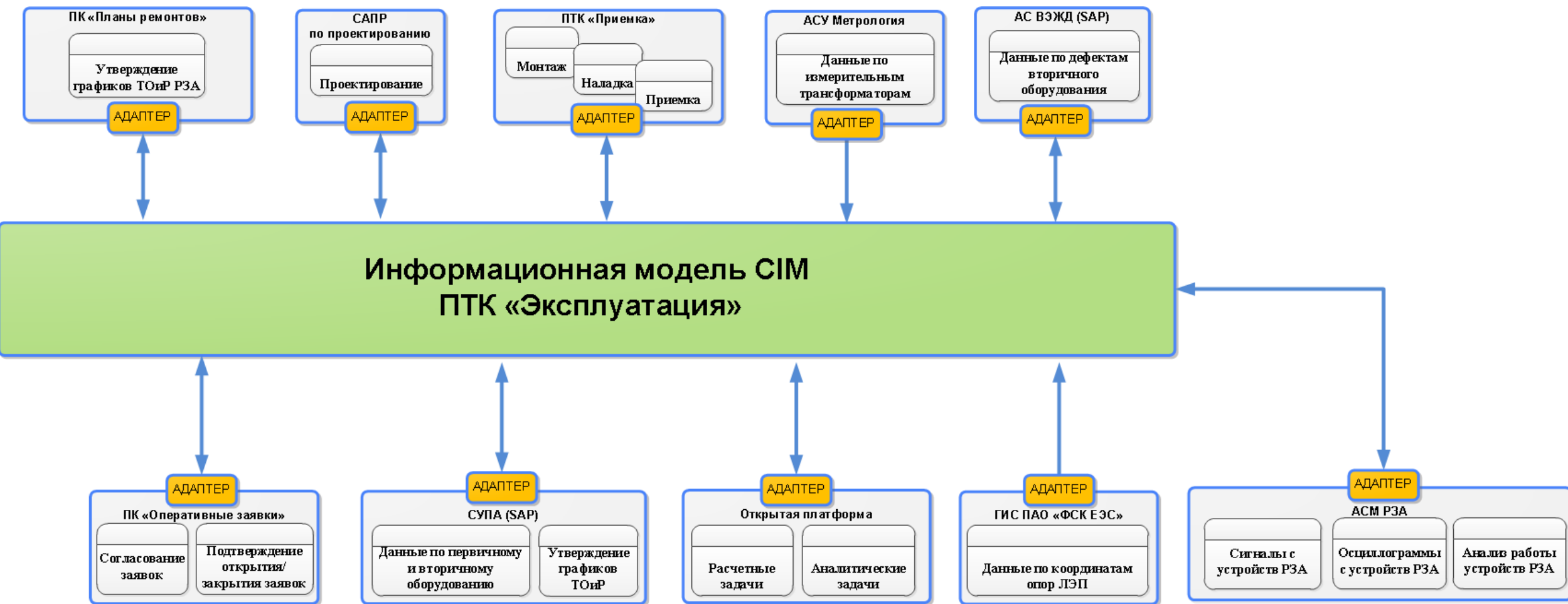
OK
Отмена

Жизненный цикл изделия (ГОСТ Р 56136-2014) - совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия от ее замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия от момента завершения его производства до утилизации.

Жизненный цикл устройств/комплексов РЗА:

- Проектирование
- Монтаж
- Пуско-наладка
- Приемка
- Эксплуатация
- Демонтаж/реконструкция





Карточка оборудования (шкафа/терминала)

Функциональный Реестр устройств

Функциональный По месту установки

- ✓ ПАО "ФСК ЕЭС"
 - МЭС Волги
 - МЭС Востока
 - МЭС Западной Сибири
 - МЭС Северо-Запада
 - МЭС Сибири
 - МЭС Урала
 - ✓ МЭС Центра
 - Валдайское ПМЭС
 - Верхне-Донское ПМЭС
 - Вологодское ПМЭС
 - ✓ Московское ПМЭС
 - Введите статус объекта.
 - ПС 1150 кВ 666
 - ПС 500 кВ Бескудниково
 - ПС 500 кВ Ногинск
 - ПС 500 кВ Пахра
 - ПС 500 кВ Трубино
 - ПС 500 кВ Трубино
 - ПС 500 кВ Чагино
 - ПС 500 кВ Ярцево
 - ПС 220 кВ Голутвин
 - ✓ ПС 220 кВ Заря
 - АТ-1
 - АТ-2
 - ОРУ 220 кВ
 - 1 СШ 220 кВ
 - 2 СШ 220 кВ
 - АТ-1
 - АТ-2
 - ✓ ВЛ 220 кВ Заря - Ярцево I цепь
 - ВЛ 220кВ Заря - Ярцево I цепь

Реестр переносных и лабораторных приборов

Основное Эксплуатация Паспорт Характеристики Идентификация Наполнение Технологическое нарушение Документация Прочие Скрытие

Общая информация

Вид: Шкаф МП устройства

Тип: Шкаф основной защиты КЛ (7SD52/53)

Место установки: Помещение №502 Помещение панелей РЗА и АСУ ТП

Тип установки: Напольный

Конструкция шкафа: Шкаф ОПУ одностороннего обслуживания (2000*1600*600)

Маркировка по УКУ: 1.65

УКУ шкафа: ☒ РЗА ☐ АСУ ТП ☐ СИ

Статус: В работе

Зав. номер: 7505221-6P89-9H4.5+LOR+M2

Инв. номер: 401 345-670543

Индекс: 90

Категория ДСО: 2.0

Функции

Функции РЗА: ☒ Функции РЗА ☐ МТЗ ☐ Функции РЗА ☐ МТО, ТО, МВО ☐ Функции РЗА ☐ РАС

ПАО "ФСК ЕЭС"

- МЭС Волги
- МЭС Востока
- МЭС Западной Сибири
- ✓ МЭС Северо-Запада
 - Подразделения
 - ✓ ГРУППА МЕТРОЛОГИИ
 - 1
 - 2
 - 3
 - Испытательный комплекс РЗ, Ретом-51 № 4343
 - Руководство
 - Служба РЗА и АСУ ТП

Основное Эксплуатация Паспорт Характеристики Идентификация Наполнение Технологическое нарушение Документация Прочие Скрытие

Общая информация

Наименование: Ретом-51

Вид: Испытательный комплекс РЗ

Тип: Ретом-51 (5020-145, МТЗ "Эксперт", таблица)

Место установки: Помещение №502 ОПУ

Структурное подразделение: ЦТ РЗА

УКУ: ☒ РЗА ☐ АСУ ТП ☐ СИ

Статус: В работе

Зав. номер: 2007

Инв. номер: 34

Индекс: 24

Категория ДСО: 2.0

Функции

Функции РЗА: ☒ Функции РЗА ☐ МТЗ ☐ Функции РЗА ☐ МТО, ТО, МВО ☐ Функции РЗА ☐ РАС

Функциональный Реестр устройств

Функциональный По месту установки

Фильтры: ☒ РЗА ☐ АСУ ТП ☐ СИ

- ✓ МЭС Центра
 - Валдайское ПМЭС
 - Верхне-Донское ПМЭС
 - Вологодское ПМЭС
 - ✓ Московское ПМЭС
 - Введите статус объекта.
 - ПС 1150 кВ 666
 - ПС 500 кВ Бескудниково
 - ПС 500 кВ Ногинск
 - ПС 500 кВ Пахра
 - ПС 500 кВ Трубино
 - ПС 500 кВ Трубино
 - ПС 500 кВ Чагино
 - ПС 500 кВ Чагино
 - ПС 500 кВ Ярцево
 - ПС 220 кВ Голутвин
 - ✓ ПС 220 кВ Заря
 - АСУ ТП - ВРЕМЕННАЯ
 - Артскважина
 - ✓ ГЩУ
 - Шкаф Р22. ДЗЛ, КСЗ ВЛ 220 кВ Заря-Ярцево I цепь
 - ДЗЛ, КСЗ ВЛ 220 кВ Заря-Ярцево I цепь (7SD52)

Использованные базовые классы для описания материальных объектов вторичного оборудования:

cim:Asset – базовый класс для описания материального объекта.

rf:Device – класс для описания контейнера материальных объектов, содержащего одну или несколько функций вторичного устройства, в том числе способный выполнять функции РЗА.

cim:AssetContainer – базовый класс для описания контейнера материальных объектов;

rf:DeviceKind – класс для описания вида материального объекта вторичного оборудования. Принимает значения:

- устройство РЗА;
- шкаф;
- панель;
- терминал;
- реле;
- модуль.

cim: ProtectionEquipment – базовый класс для описания функций РЗА.

Моделирование функций РЗА выполняется с помощью классов наследников класса **cim:ProtectionEquipment**:

- **rf:RelayProtection** - функция релейной защиты;
- **rf:ControlAutomation** - функция сетевой автоматики;
- **rf:DisturbanceRecorder** - функция регистрации аварийных событий и процессов;
- **rf:EmergencyControlAutomation** - функция противоаварийной автоматики;
- **rf:OperationControlAutomation** - функция технологической автоматики;
- **rf:RegulatingAutomation** - функция режимной автоматики.

Основные параметры | **Расчетные параметры** | Конфигурация

Скопировать пролеты/сегменты из ЛЭП

Добавить участок однородности | Рассчитать участки однородности | Сохранить участки однородности

Участки однородности | Пролеты

Участки однородности									
	Сумма	48.57	41.58	10.27	263.39	127.58	24.26	184.95	
☐	№	Длина, км	x, Ом	r, Ом	b, мксм	x0, Ом	r0, Ом	b0, мксм	Пролеты
☐	1	48.57	41.58	10.27	263.39	127.58	24.26	184.95	1 x 2 x 3 x 4 x 5 x 6 x 7

Расчет параметров для схемы замещения

АТ1

Основное параметры | Расчетные параметры | Параметры для интеграции | Конфигурация

В Пересчитать параметры

Обмотка ВН | Обмотка СН | Обмотка НН

Параметры трансформатора КТН

Общие параметры

С_{ном}, кВА: 801000 | U_{ном}, кВ: 232 | Схема соединения: Общая обмотка АТ

Группа соединения обмоток: 11

Сопротивления и проводимости

R_к, Ом: 0 | X_к, Ом: -0.84 | G_к, Ом: 0

B_к, Ом: 0

R₀, Ом: 0 | X₀, Ом: 0 | G₀, Ом: 0

B₀, Ом: 0

Ведение паспортных данных ЛЭП и другого первичного оборудования

ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №1

Информация о линии электропередач | СУПА/ГИС | Конфигурация | Участки | ВЧ тракты | ВОЛС | Цифровые каналы связи | Записи ОМП | Параллельные участки

Импортировать параметры из СУПА | Импортировать параметры из ГИС | Перейти к участкам

Количество опор в соответствии с СУПА: 0.0 | Количество опор в соответствии с ГИС: 322

Пролеты | Сегменты

☐	№	Длина, м	Провод/Кабель	Тип опоры №1	Тип опоры №2	Грозотрос №1	Грозотрос №2
☐	1	209	СУПА: AC-400/51 система: AC-400/51	СУПА: Y220-1T+5 система: Y220-1T+5	1	СУПА: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51 система: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51	СУПА: C 70 система: C-70
☐	2	256	СУПА: AC-400/51 система: AC-400/51	СУПА: Y220-1T+5 система: Y220-1T+5	2	СУПА: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51 система: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51	СУПА: C 70 система: C-70
☐	3	271	СУПА: AC-400/51 система: AC-400/51	СУПА: Y220-3 система: Y220-3	3	СУПА: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51 система: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51	СУПА: C 70 система: C-70
☐	4	275	СУПА: AC-400/51 система: AC-400/51	СУПА: ПБ220-3Т система: ПБ220-3Т	4	СУПА: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51 система: ОКГТ-ц-1-8(G.652)-11,1/51	СУПА: C 70 система: C-70

Трассировка ЛЭП на карте



Использованные базовые классы для моделирования трансформатора:

cim:PowerTransformer – класс для описания силового трансформатора;

cim:PowerTransformerEnd – класс для моделирования обмотки трансформатора;

cim:RatioTapChanger – класс для моделирования РПН трансформатора;

cim:RatioTapChangerTable – класс для моделирования таблично заданной зависимости коэффициента трансформации и изменений проводимостей и сопротивлений в зависимости от номера регулировочного ответвления;

cim:RatioTapChangerTablePoint – класс для моделирования строки таблицы зависимости коэффициента трансформации и изменений проводимостей и сопротивлений в зависимости от номера регулировочного ответвления.

Использованные базовые классы для моделирования реакторов:

cim:SeriesCompensator – класс для моделирования устройства продольной компенсации (токоограничивающий реактор);

cim:EarthFaultCompensator – класс для моделирования устройство заземления нейтрали для компенсации токов однофазных коротких замыканий (компенсационный реактор)

cim:ShuntCompensator – класс для моделирования шунтирующего компенсирующего устройства (БСК, шунтирующий реактор)

cim:PetersenCoil – класс для моделирования дугогасящей катушки (дугогасящий реактор).

Использованные базовые классы для моделирования шин:

cim:BusbarSection – класс для моделирования секции шин.

Использованные базовые классы для моделирования измерительных трансформаторов:

cim:CurrentTransformer – класс для моделирования трансформатора тока;

rf:CurrentTransformerWinding – класс для моделирования вторичной обмотки трансформатора тока;

cim:PotentialTransformer – класс для моделирования трансформатора напряжения;

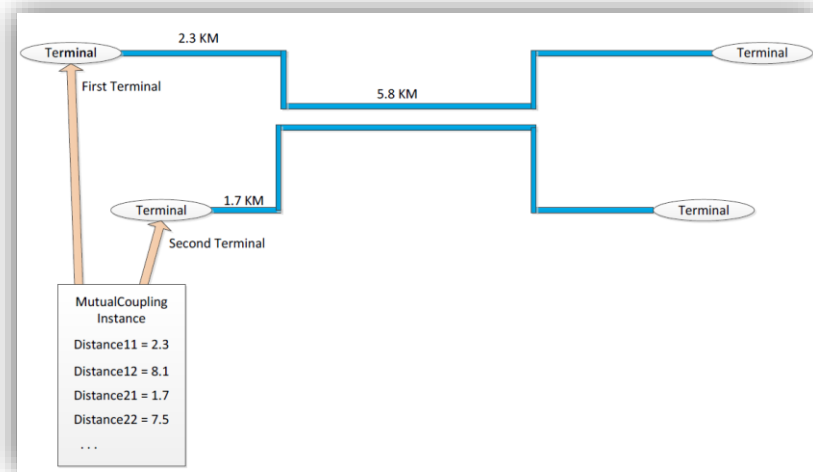
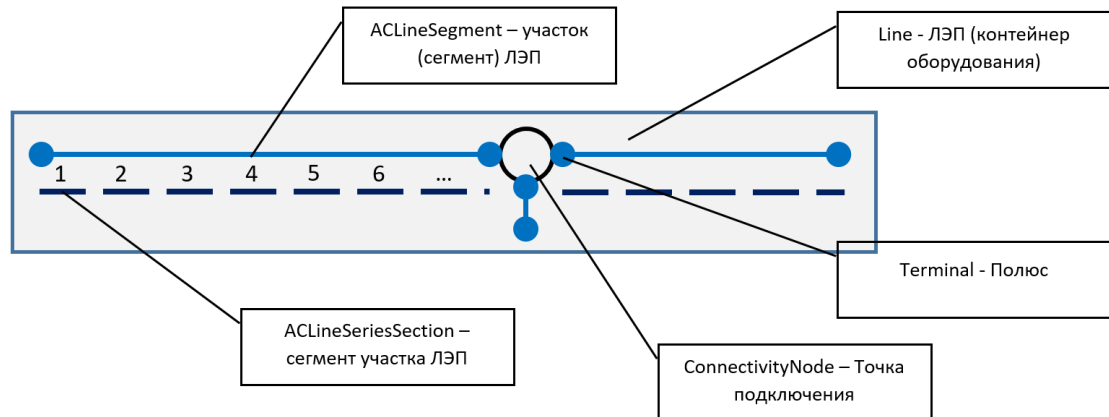
rf:PotentialTransformerWinding – класс для моделирования вторичной обмотки трансформатора напряжения.

Использованные базовые классы для моделирования коммутационных аппаратов:

cim:Breaker – класс для моделирования выключателя;

cim:Disconnecter – класс для моделирования разъединителя;

cim:GroundDisconnecter – класс для моделирования заземляющего разъединителя.



Реестр ЛЭП

- ПАО "ФСК ЕЭС"
- Линии электропередач:
 - Подразделения:
 - МЭС Волги
 - Линии электропередач:
 - Подразделения:
 - Нижегородское ПМЭС
 - Линии электропередач:
 - ВЛ 220 кВ Арзамасская-Лукояновская №1
 - ВЛ 220 кВ Арзамасская-Лукояновская №2
 - ВЛ 220 кВ Борская-Макарьев
 - ВЛ 220 кВ Борская-Семёновская
 - ВЛ 220 кВ Нагорная-Борская №2
 - ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №1
 - ВОЛС
 - ВЧ тракты
 - Подстанции
 - Участки линии
 - ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №1 - Участок ЛЭП №1
 - Цифровые линии связи
 - ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №2
 - ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №3
 - ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №4
 - Подстанции:
 - Ниже-Волжское ПМЭС
 - Оренбургское ПМЭС
 - Самарское ПМЭС
 - Средне-Волжское ПМЭС
- МЭС Востока
- МЭС Западной Сибири
- МЭС Северо-Запада
- МЭС Сибири
- МЭС Урала
- МЭС Центра
- МЭС Юга
- МЭС для интеграции ТКЗ

ВЛ 220 кВ Осиновка-Сеченово №1 - Участок ЛЭП №1

Основные параметры Расчетные параметры Конфигурация

Скопировать пролеты/сегменты из ЛЭП

Участки однородности Пролеты

| № | Длина, м | Провод/Кабель | Тип опоры №1 | Тип опоры №2 |
|---|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 209 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: Y220-1T+5
система: Y220-1T+5 | СУПА: Y220-1T+5
система: Y220-1T+5 |
| 2 | 256 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: Y220-1T+5
система: Y220-1T+5 | СУПА: Y220-1T+5
система: Y220-1T+5 |
| 3 | 271 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: Y220-3
система: Y220-3 | СУПА: Y220-3
система: Y220-3 |
| 4 | 275 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т |
| 5 | 274 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т |
| 6 | 276 | СУПА: AC-400/51
система: AC-400/51 | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т | СУПА: ПБ220-3Т
система: ПБ220-3Т |

Пролет 3

Длина, м: 271

Провод: AC-400/51

Расстояние между проводниками в фазе, м: 0

Грозотрос №1: ОКП-ч-1-8(G.652)-11,1/51

Опора №1

Номер: 2

Тип: Y220-3

Трос: 0 0 1 0 2 все

Грозотрос №1 заземлен: ☒

Грозотрос №2 заземлен: ☒

Широта: Долгота:

```

19 <cim:Terminal rdf:ID="_ae6bbf1a-d3ab-4d43-82b0-a6238463d23c">
20 <cim:Terminal.phases rdf:resource="http://iec.ch/TC57/2012/CIM-schema-cim16#PhaseCode.ABC"/>
21 <cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>2</cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>
22 <cim:Terminal.ConductingEquipment>
23 <cim:ACLineSegment rdf:ID="_5d6e086c-73a3-4848-a01e-f6f6917c1323">
24 <cim:Conductor.length>48.57400000000005</cim:Conductor.length>
25 <npt:componentName>segment</npt:componentName>
26 </cim:ACLineSegment>
27 </cim:Terminal.ConductingEquipment>
28 </cim:Terminal>
29 <cim:Terminal rdf:ID="_ca04c587-c814-4dc3-992c-b01a978b9af6">
30 <cim:Terminal.phases rdf:resource="http://iec.ch/TC57/2012/CIM-schema-cim16#PhaseCode.ABC"/>
31 <cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>1</cim:ACDCTerminal.sequenceNumber>
32 <cim:Terminal.ConductingEquipment rdf:resource="#_5d6e086c-73a3-4848-a01e-f6f6917c1323"/>
33 </cim:Terminal>
34 <rdf:ACLineSeriesSection rdf:ID="_2c3f278d-a7b4-4ac1-aaa8-501d26ccc5d5">
35 <rdf:ACLineSeriesSection.r>5.13834113455329</rdf:ACLineSeriesSection.r>
36 <rdf:ACLineSeriesSection.r0>12.158659361633976</rdf:ACLineSeriesSection.r0>
37 <rdf:ACLineSeriesSection.ACLineSegment rdf:resource="#_5d6e086c-73a3-4848-a01e-f6f6917c1323"/>
38 <rdf:ACLineSeriesSection.bch>1.354695519991491E-4</rdf:ACLineSeriesSection.bch>
39 <rdf:ACLineSeriesSection.x>20.190669073778743</rdf:ACLineSeriesSection.x>
40 <rdf:ACLineSeriesSection.length>48.574</rdf:ACLineSeriesSection.length>
41 <rdf:ACLineSeriesSection.b0ch>9.263475562176664E-5</rdf:ACLineSeriesSection.b0ch>
42 <rdf:ACLineSeriesSection.x0>65.02154688997517</rdf:ACLineSeriesSection.x0>
43 <rdf:ACLineSeriesSection.sectionNumber>1</rdf:ACLineSeriesSection.sectionNumber>
44 </rdf:ACLineSeriesSection>

```

Использованные базовые классы для описания линии электропередач:

cim:Line – базовый класс для описания линии электропередач (ЛЭП);

cim:ACLineSegment – класс для описания участка ЛЭП;

rf:ACLineSeriesSection – класс для описания сегмента участка ЛЭП;

cim:MutualCoupling – класс для описания взаимоиндукции ЛЭП;

cim: Tower – класс для описания опоры ЛЭП;

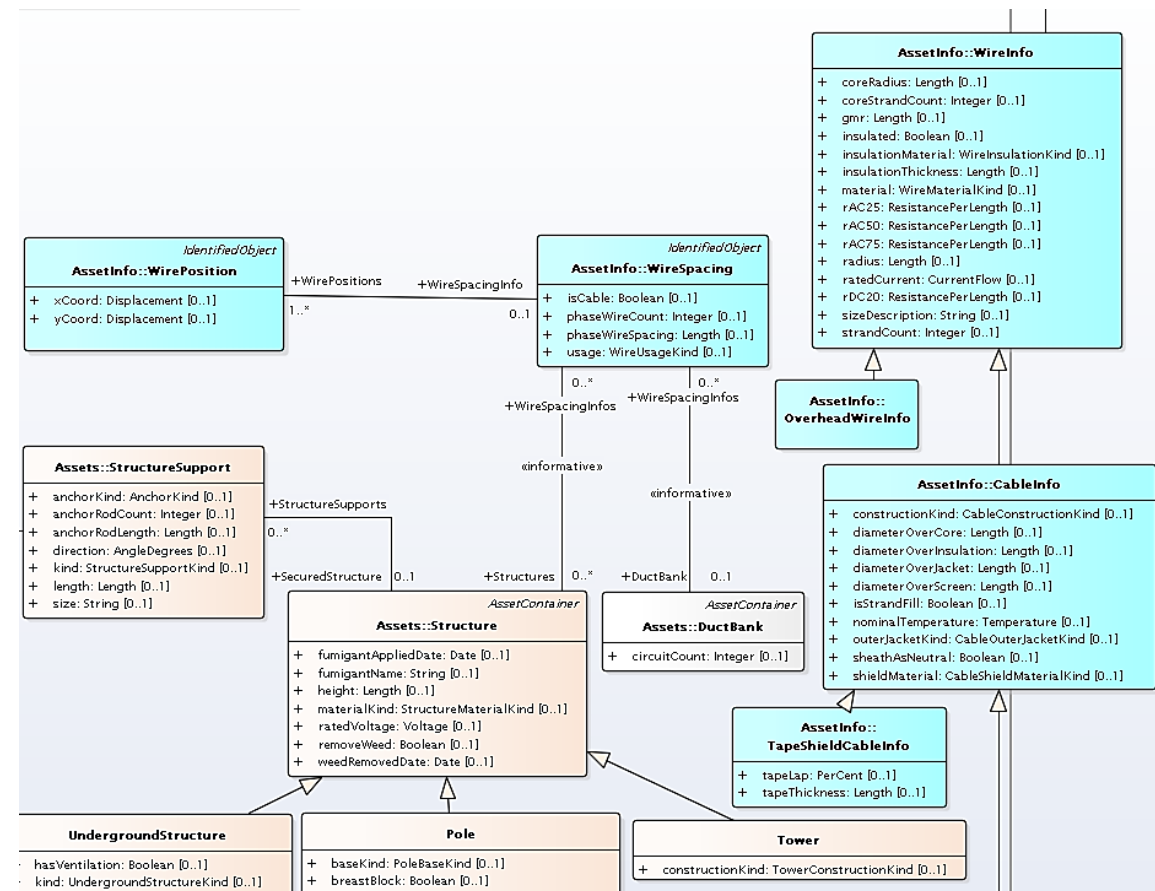
cim:WirePosition — класс для описания пространственного расположения фазного проводника;

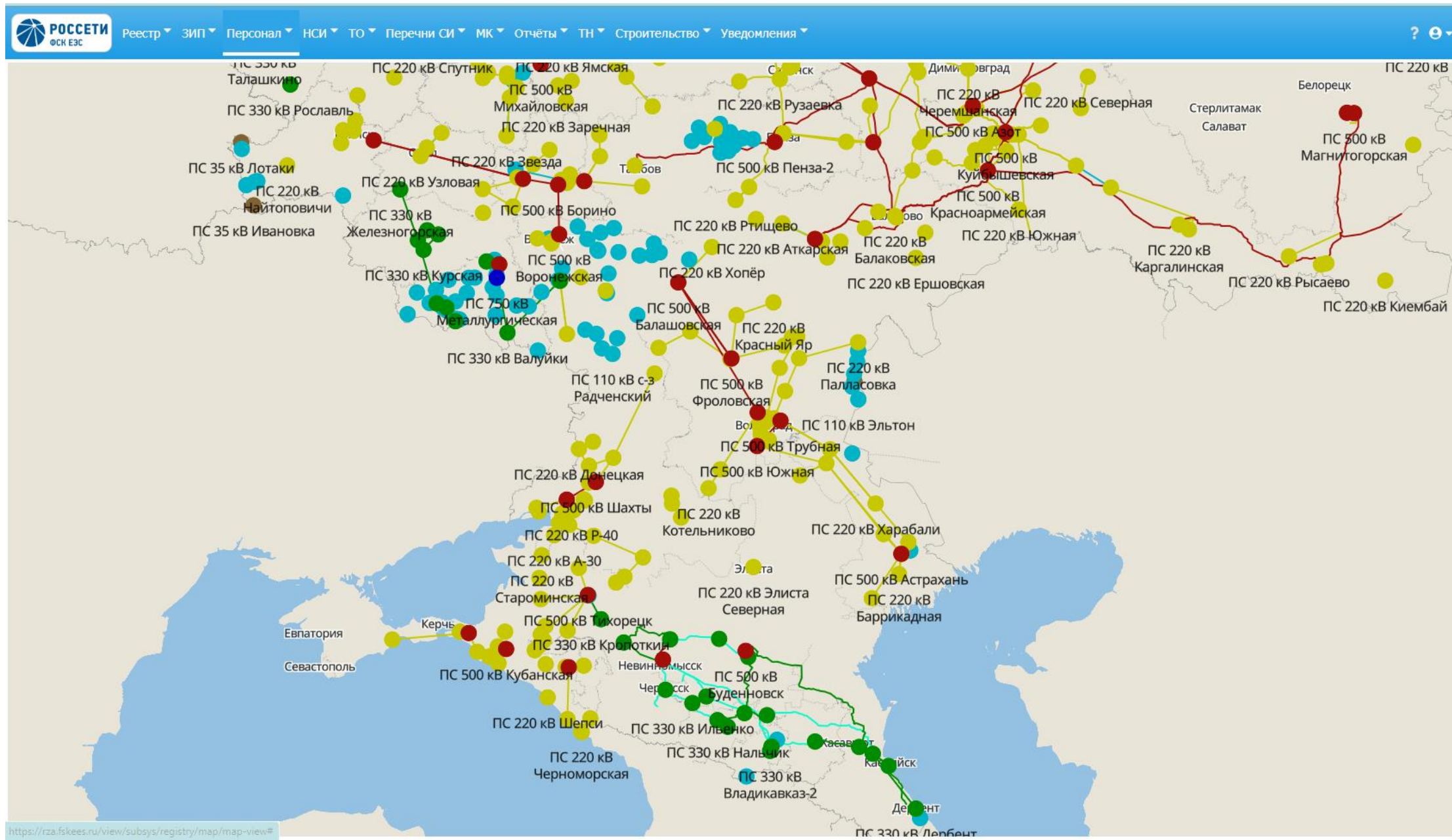
cim:WireSpacing — класс для описания конструктивных фазных параметров проводника;

cim:WireInfo – класс для описания общих технических параметров проводников различных видов;

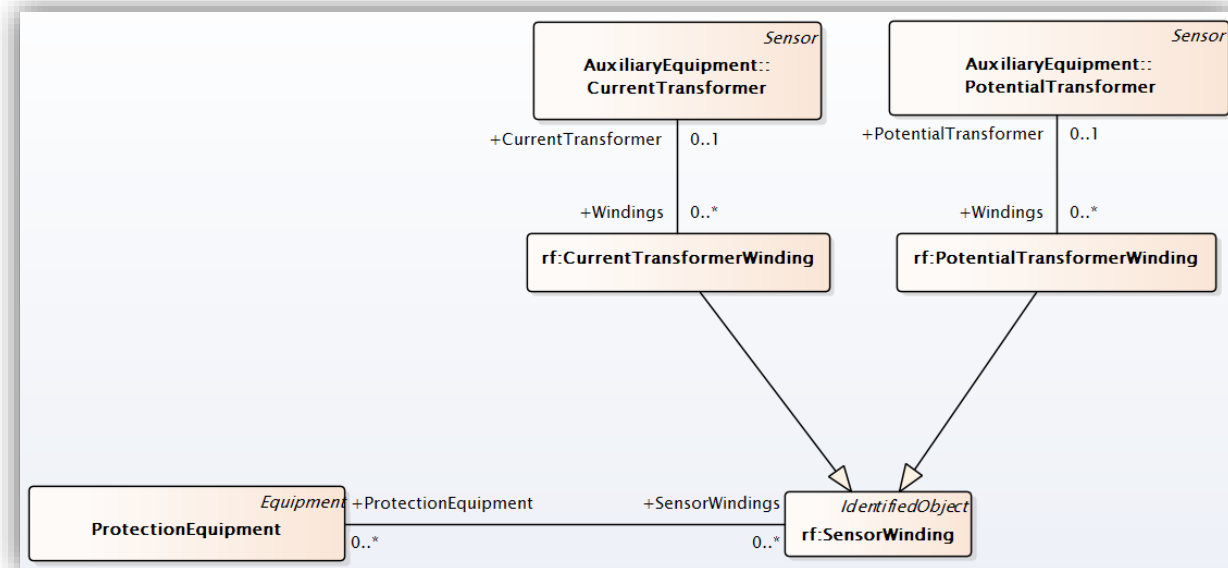
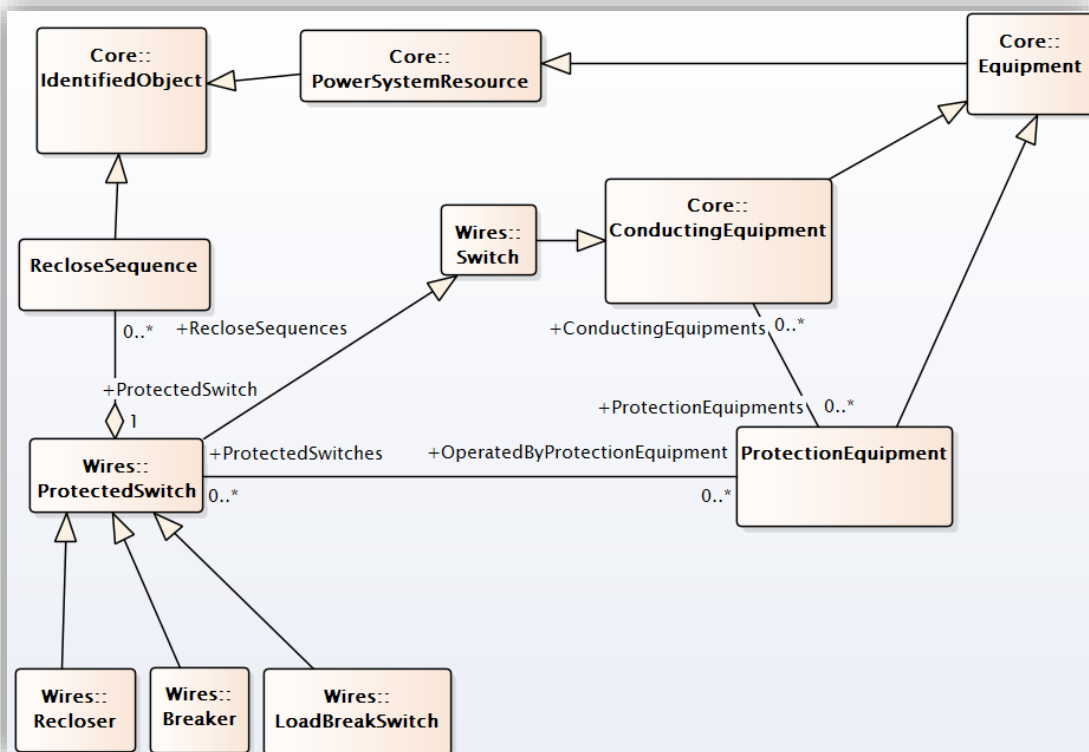
cim:WirePhaseInfo – класс для описания технических параметров фазы проводника;

cim:CableInfo — класс для описания технических параметров кабеля.





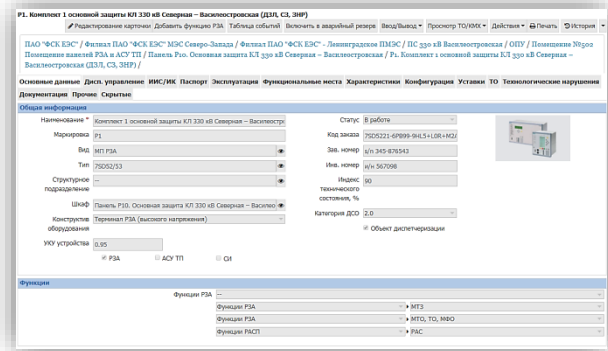
Привязка функции РЗА к обмоткам измерительных трансформаторов тока и напряжения моделируется с помощью ассоциации **ProtectionEquipment.SensorWindings**.



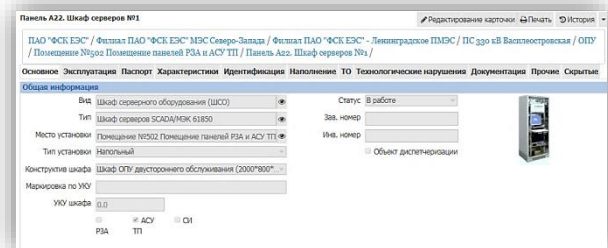
Привязка функции РЗА к защищаемому оборудованию моделируется с помощью ассоциации **ProtectionEquipment.ConductingEquipments**.

Привязка функции РЗА к коммутационному аппарату, на который она воздействует, моделируется с помощью ассоциации **ProtectionEquipment.ProtectedSwitches**.

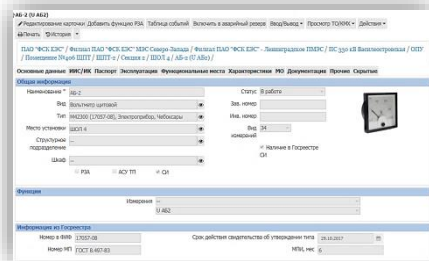
Карточка оборудования РЗА



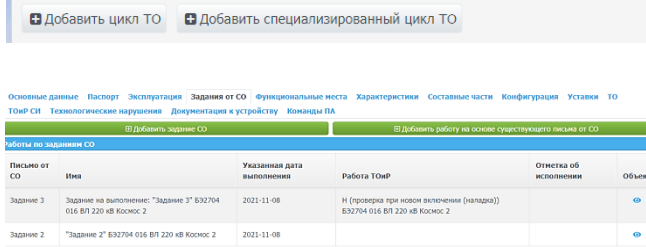
Карточка оборудования АСУ ТП



Карточка оборудования СИ



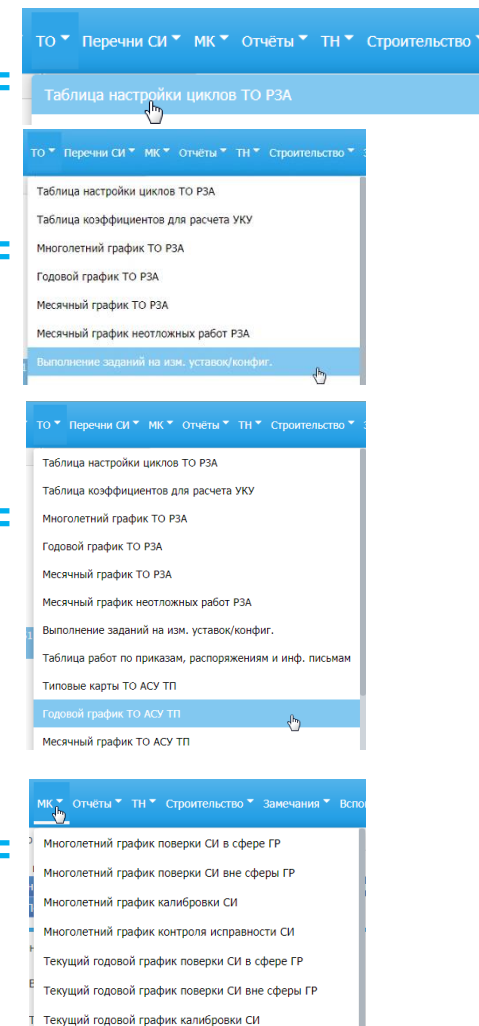
Циклы периодического технического обслуживания устройств РЗА



| Письмо от СО | Имя | Указанная дата выполнения | Работа ТОиР | Отметка об исполнении | Объект |
|--------------|---|---------------------------|---|-----------------------|--------|
| Задание 3 | Задание на выполнение: "Задание 3" Б32704 016 ВП 220 кВ Коопс 2 | 2023-11-08 | Н (проверка при изменении (наладка)) Б32704 016 ВП 220 кВ Коопс 2 | | |
| Задание 2 | "Задание 2" Б32704 016 ВП 220 кВ Коопс 2 | 2023-11-08 | | | |

Алгоритмы автоматизации на основе регламентной документации

Алгоритмы автоматизации на основе регламентной документации



ТО Перечни СИ МК Отчёты ТН Строительство

Таблица настройки циклов ТО РЗА

Таблица коэффициентов для расчета УКУ

Многолетний график ТО РЗА

Годовой график ТО РЗА

Месячный график ТО РЗА

Месячный график неотложных работ РЗА

Выполнение заданий на изм. уставок/конфиг.

ТО Перечни СИ МК Отчёты ТН Строительство

Таблица настройки циклов ТО РЗА

Таблица коэффициентов для расчета УКУ

Многолетний график ТО РЗА

Годовой график ТО РЗА

Месячный график ТО РЗА

Месячный график неотложных работ РЗА

Выполнение заданий на изм. уставок/конфиг.

Таблица работ по приказам, распоряжениям и инф. письмам

Типовые карты ТО АСУ ТП

Годовой график ТО АСУ ТП

Месячный график ТО АСУ ТП

МК Отчёты ТН Строительство Заключения Всп

Многолетний график поверки СИ в сфере ГР

Многолетний график поверки СИ вне сферы ГР

Многолетний график калибровки СИ

Многолетний график контроля исправности СИ

Текущий годовой график поверки СИ в сфере ГР

Текущий годовой график поверки СИ вне сферы ГР

Текущий годовой график калибровки СИ

Использованные базовые классы для описания процесса управления работами ТООР:

cim:BaseWork - базовый класс для описания работ и заданий на проведение работ;

cim:Work – класс для описания содержания и состава запланированных, выполняемых, либо завершенных работ;

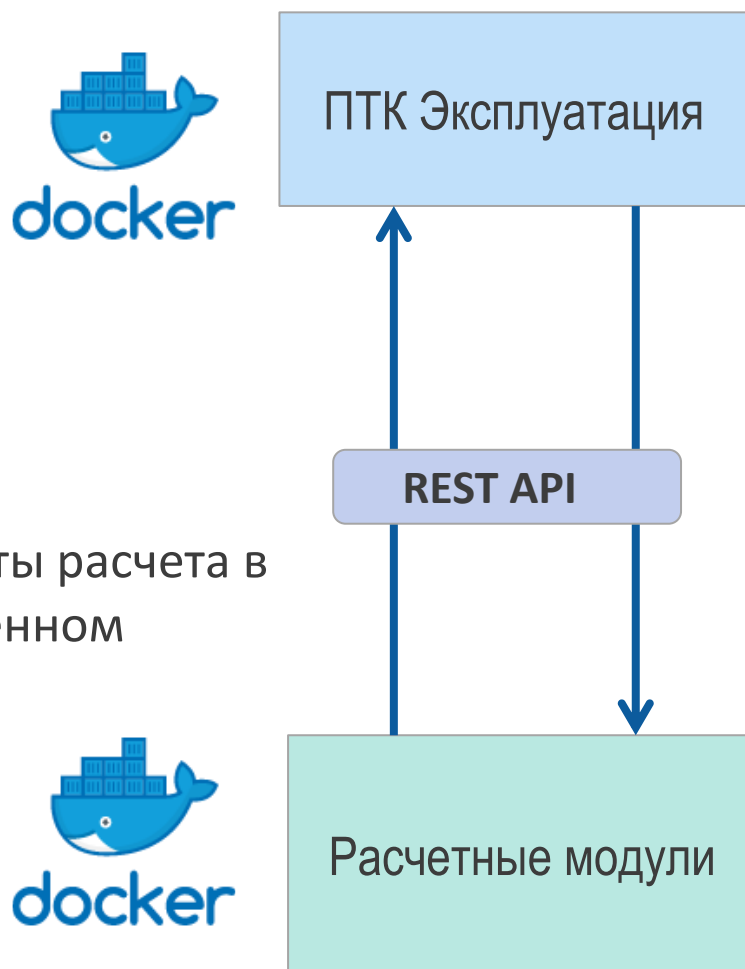
cim:ScheduledEvent - базовый класс для описания плановых мероприятий;

rf:ScheduledMaintenance – класс предназначен для описания как запланированных ремонтов, так и для отчета о выполненных ремонтах, в том числе включающих неплановые работы.

cim:ProcedureDataSet – класс для описания набора эксплуатационных параметров, фиксируемых в ходе проведения регламентных работ;

cim:Procedure – класс для описания регламентных работ.

Формирование ГОСТ по CIM РЗА позволило построить **расширяемую открытую микросервисную архитектуру** расчетно-аналитических модулей цифровизации жизненного цикла РЗА.



Запрос на расчет:

- *CIM модель сети (участка сети).*
- Задание на расчет.

Типы расчетных модулей:

Модуль ТКЗ.

Модуль выбора «универсальных» уставок РЗА.

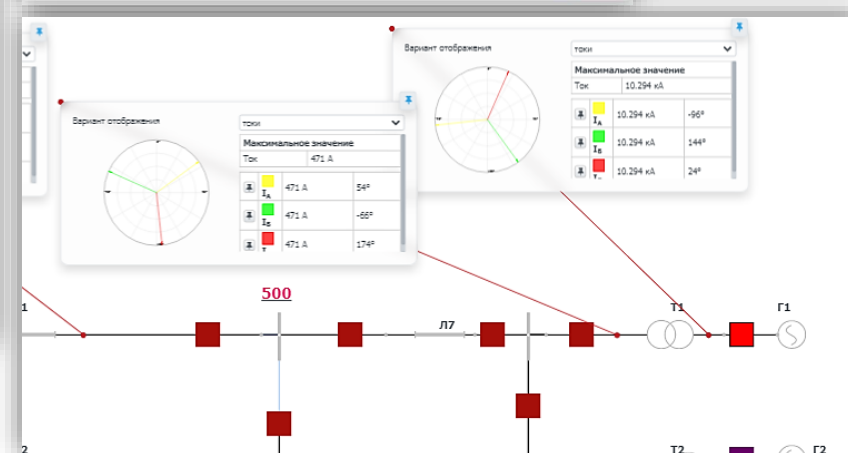
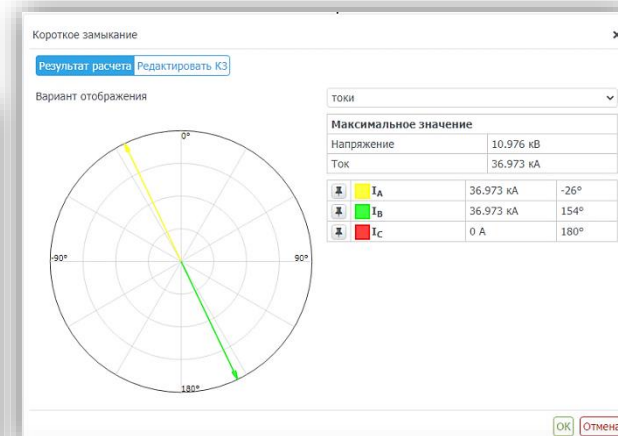
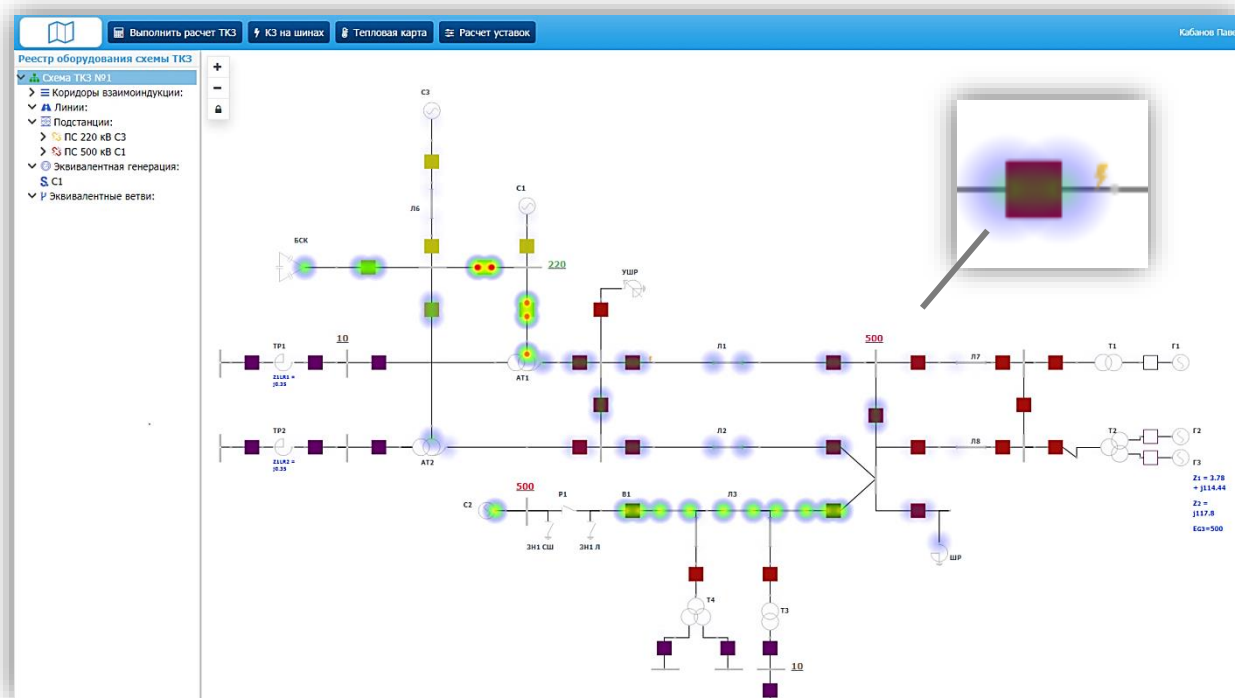
Модули расчета уставок МП РЗА и ЭМ РЗА.

Модуль анализа срабатывания устройств РЗА.

Модуль оценки технического состояния РЗА.

Ответ:

содержит результаты расчета в формате, определенном правилами



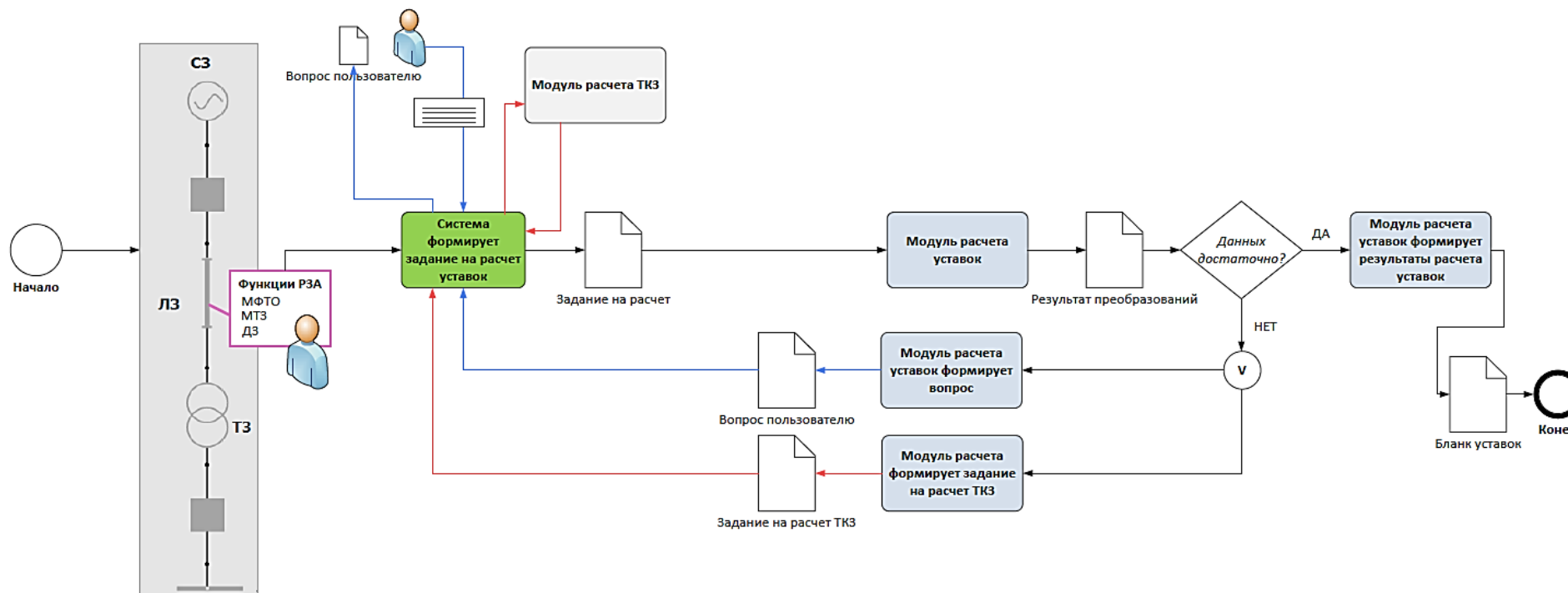
Достижимый результат

Расчет значений токов и напряжений в точке короткого замыкания.

Расчет токов в ветвях схемы электрической сети при заданном коротком замыкании.

Расчет напряжений в узлах схемы электрической сети при заданном коротком замыкании.

Расчет сопротивлений ветвей схемы электрической сети при заданном коротком замыкании.



Достигаемый результат

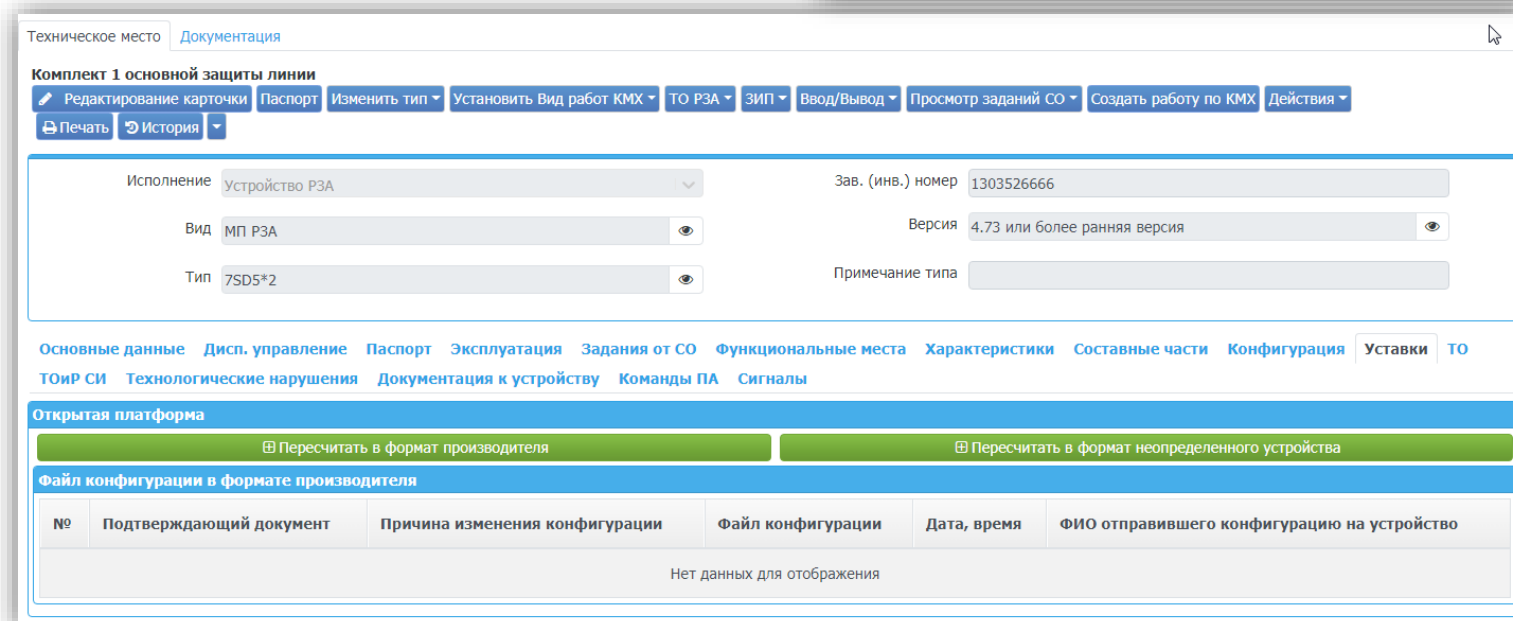
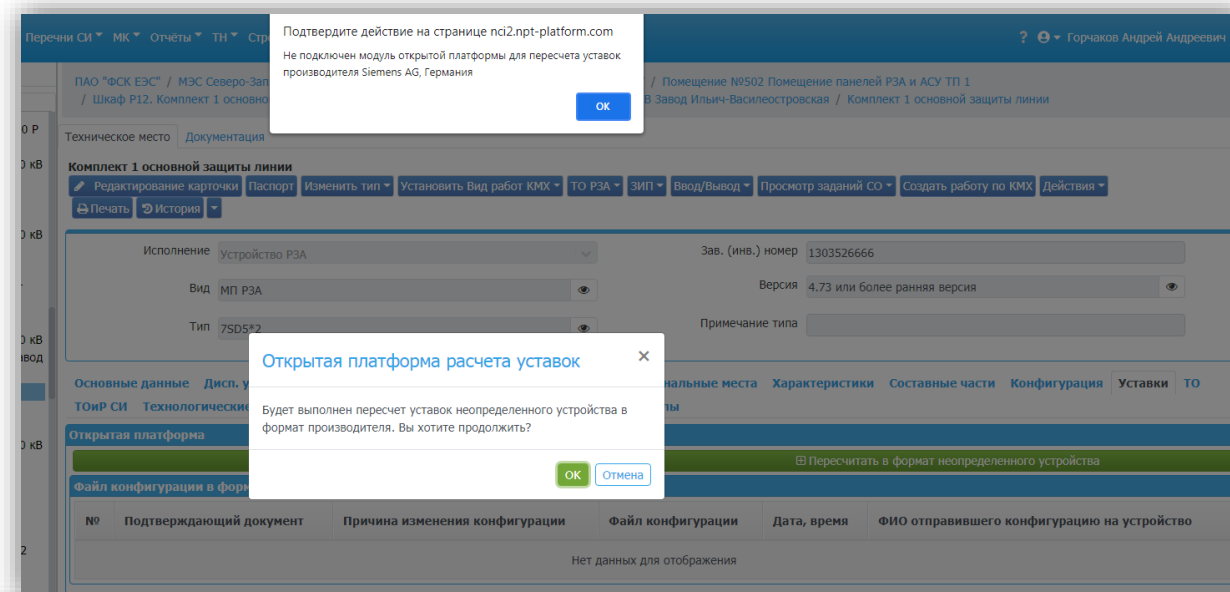
Автоматизированное определение точек короткого замыкания для выбранной функции РЗА.

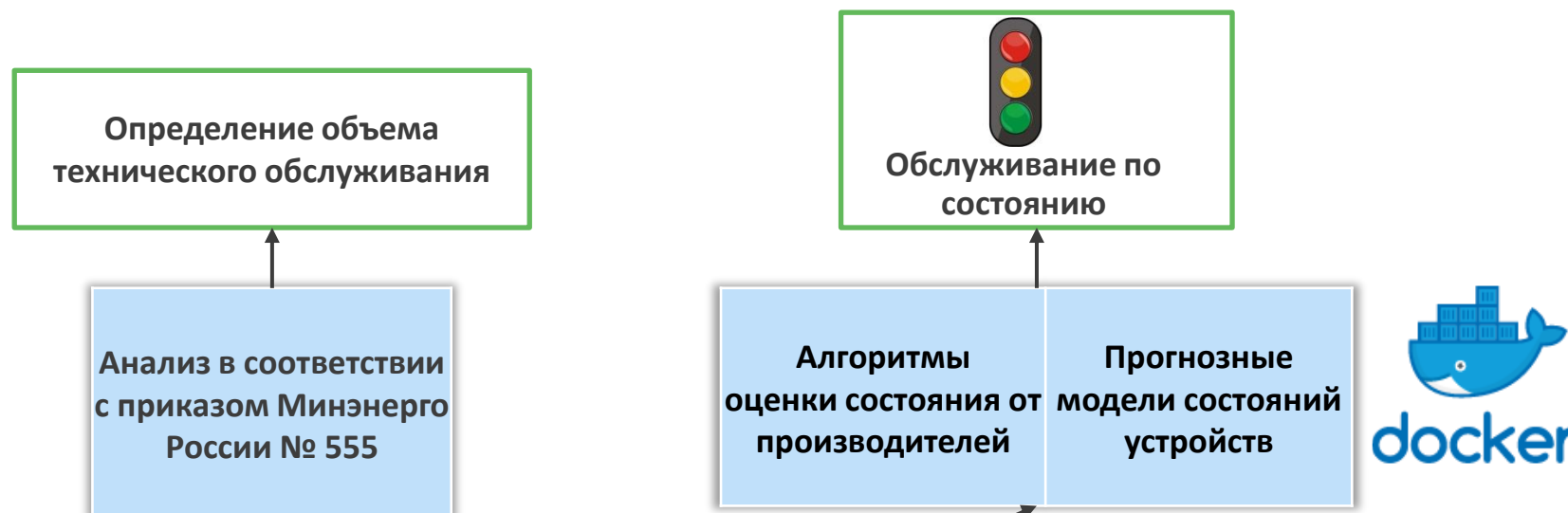
Автоматизированное определение режимов расчета для выбранной функции РЗА.

Автоматизированное формирование задания на расчет токов короткого замыкания.

Автоматизированный расчет уставок для выбранной функции РЗА.

ОТКРЫТАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПЕРЕРАСЧЕТА УСТАВОК ЭМ РЗА И МП РЗА РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ





Данные самодиагностики МП РЗА

ПАМИ

Анализ технологических нарушений

ТОиР/Журнал дефектов

Шкаф Р11. Шкаф дифзащиты НПП "ЭКРА" (Тест Приемка)

Шкаф Р12. Комплект 1 основной защиты КЛ 330 кВ Завод Ильич-Василеостровская. ОМП КЛ 330 кВ Завод Ильич-Василеостровская

Комплект 1 основной защиты линии ОМП "Бреслер"

Шкаф Р13. Комплект 2 основной защиты КЛ 330 кВ Завод Ильич-Василеостровская. Комплект 2 основной защиты (ДЗЛ, СЗ, ЗНР) (7SD52)

Шкаф Р14. УРОВ В 311, В 321

Шкаф Р15. УРОВ В 310, В 320

Шкаф Р16. УРОВ В 312, В 322

Шкаф Р19. ДЗШ 1 комплект 1 СШ 330 кВ. ДЗШ 2 комплект 1 СШ 330 кВ

Шкаф Р20. Комплект 1 основной защиты АТ-1. Комплект резервных защит стороны ВН АТ-1

Шкаф Р21. Комплект 2 основной защиты АТ-1. Комплект резервных защит стороны СН АТ-1

Основные данные

Дисп. управление

Паспорт

Эксплуатация

Задания от СО

Функциональные места

Характеристики

Составные части

Конфигурация

Уставки

ТО

Технологические нарушения

Документация к устройству

Команды ПА

Общая информация

Наименование* Комплект 1 основной защиты линии

Статус В работе

Маркировка

Код заказа 7SD5221-6PB99-9HLS+LOR+MZA

Шкаф Шкаф Р12. Комплект 1 основной защиты

Индекс 95

Исполнение терминала Терминал РЗА с параметрами: до 8 анал...

Категория ДСО Кат.4 Защиты линий 330кВ и ...

Конструктив оборудования Блок релейный

Объект диспетчеризации Да Нет

Идентификатор в АСУ РЗО {F5581D5A-B4D4-47BF-8302-073DA89E4E7A}

Назначение РЗА 330-... ДЗЛ 330 кВ...

Идентификатор в ПК Анализ Комплект 1 основной

Исполнение по классу 330

Шифр в ПК Анализ Комплект 1 основной

Исполнение по напряжению

Результат оценки состояния устройства Требуется проведения ТО

РЗА АСУ ТП СИ

Цифровизация жизненного цикла устройств РЗА на базе NPT Platform:

- ✓ создание цифрового паспорта устройств и комплексов РЗА;
- ✓ создание единого информационного пространства между различными программным комплексами (согласование графиков АСУ РЭО, бюджета (АСУ ТОиР), заявок (ПК Заявки) и т.д.) → персонал работает в одном программном комплексе!
- ✓ обеспечение контроля исполнения работ по ТОиР;
- ✓ сокращение времени принятия решений;
- ✓ сокращение ошибок при передаче информации;
- ✓ сокращение времени анализа неисправностей и аварийных нарушений;
- ✓ переход на обслуживание по состоянию.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!