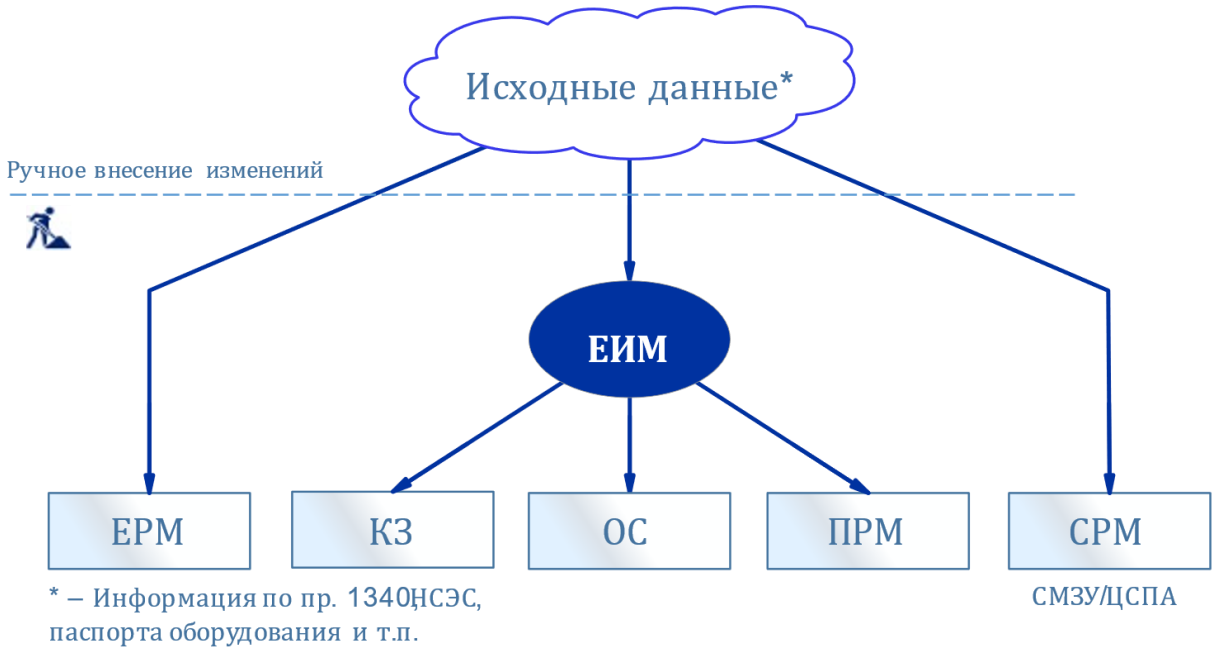
КОНФЕРЕНЦИЯ CIM COMMON INFORMATION MODEL
В РОССИИ И МИРЕ • 2025

СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

Принципы преобразования топологической модели CIM к модели «Узел – Ветвь» в задачах экспорта расчетной модели с применением полюсных маркеров

Коваленко Юрий Андреевич
Координатор ИМ, ОДУ Востока

Как выглядел процесс актуализации РМ в ОДУ Востока

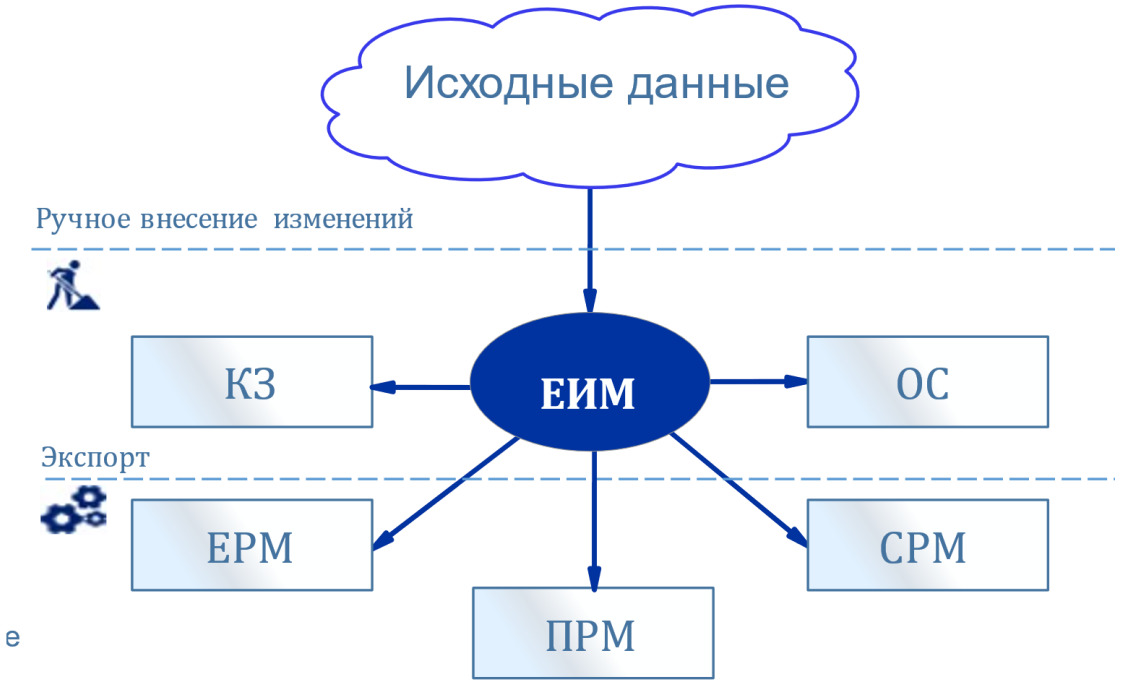


Проблемы формирования и актуализации РМ

- Разная степень качества валидации вносимых изменений
- Повышенные трудозатраты за счет внесения одних и тех же данных в разные расчетные модели
- Отсутствие единообразности подходов

Один из способов повышения качества РМ – унификация исходных данных

Целевая модель процесса актуализации и формирования РМ



Модель интеграции на уровне данных

- Информационная модель на базе CIM является основой для:
- Формирования топологии электрической сети;
- Преобразования и/или экспорта топологии электрической сети в расчетную модель узловых балансов (УР, ОС, оптимизация).

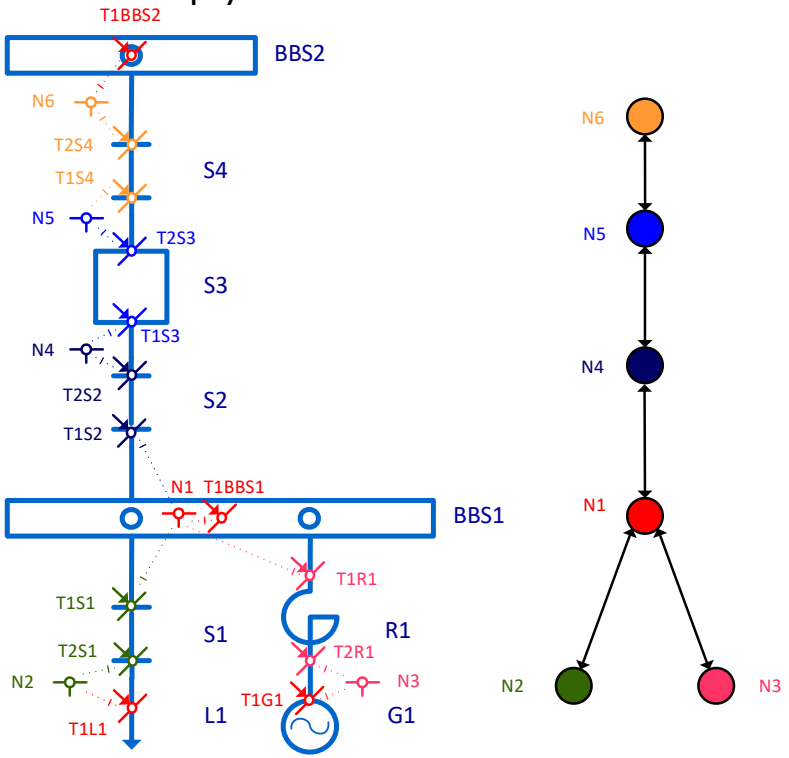
Предложенная модель позволяет выполнять экспорт РМ из ЕИМ с помощью конверторов

Топологическая модель CIM

Модель связности оборудования

Узлы = Объекты класс ConnectivityNode

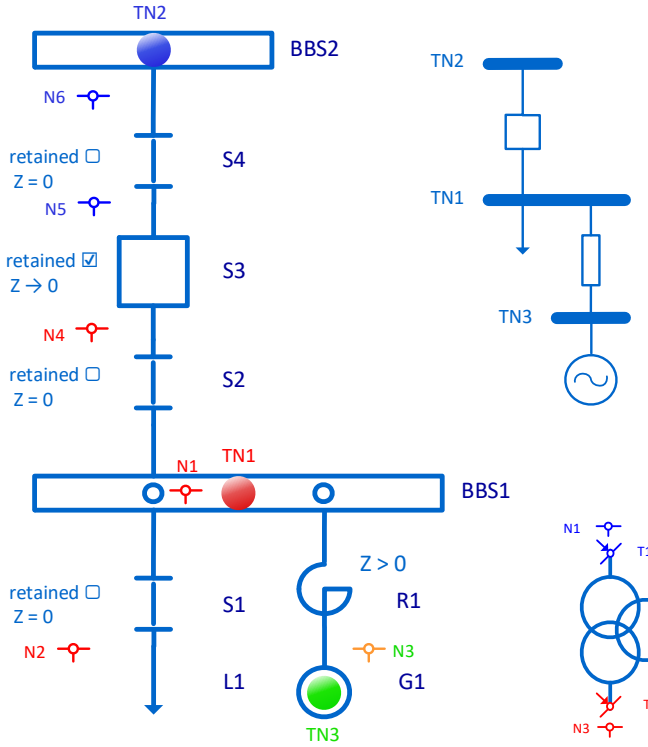
Ветви = Множество пар объектов класса Terminal, Ассоциированных с одним объектом класса ConductingEquipment



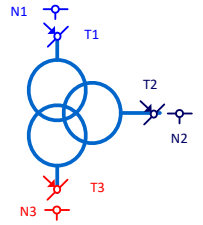
+ Максимальная приближенность к физическим цепям КА

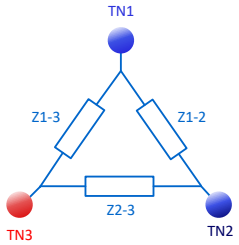
+ Возможность коммутировать конкретные КА

Модель «Узел – Ветвь»



Узлы = Объекты класс TopologicalNode





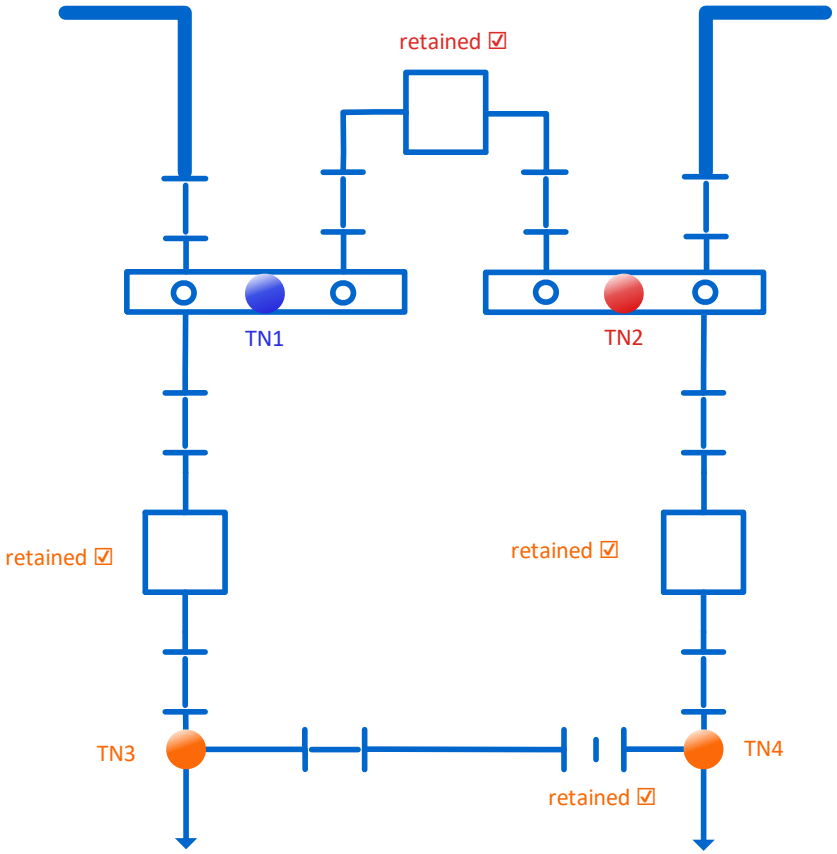
+ Оптимизация ресурсов: скорость расчета, память

+ Сходимость математических вычислительных методов

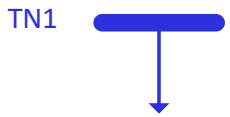
Необходимый тип топологической модели должен определяться контекстом использования

Детализация схемы сети. Атрибут Switch.retained

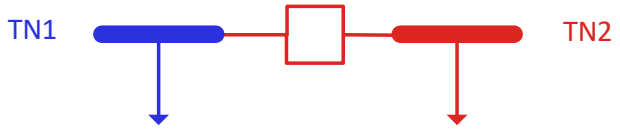
Различные комбинации атрибута retained приводят к различным вариантам детализации схемы РУ в модели «Узел – Ветвь»



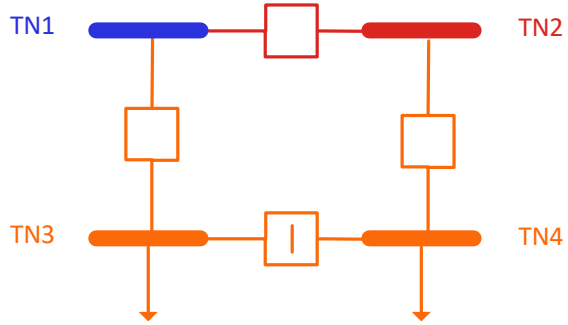
0 КА с атрибутом retained=true:



1 КА с атрибутом retained=true:



4 КА с атрибутом retained=true:



Класс BusNameMarker для идентификации узлов РМ

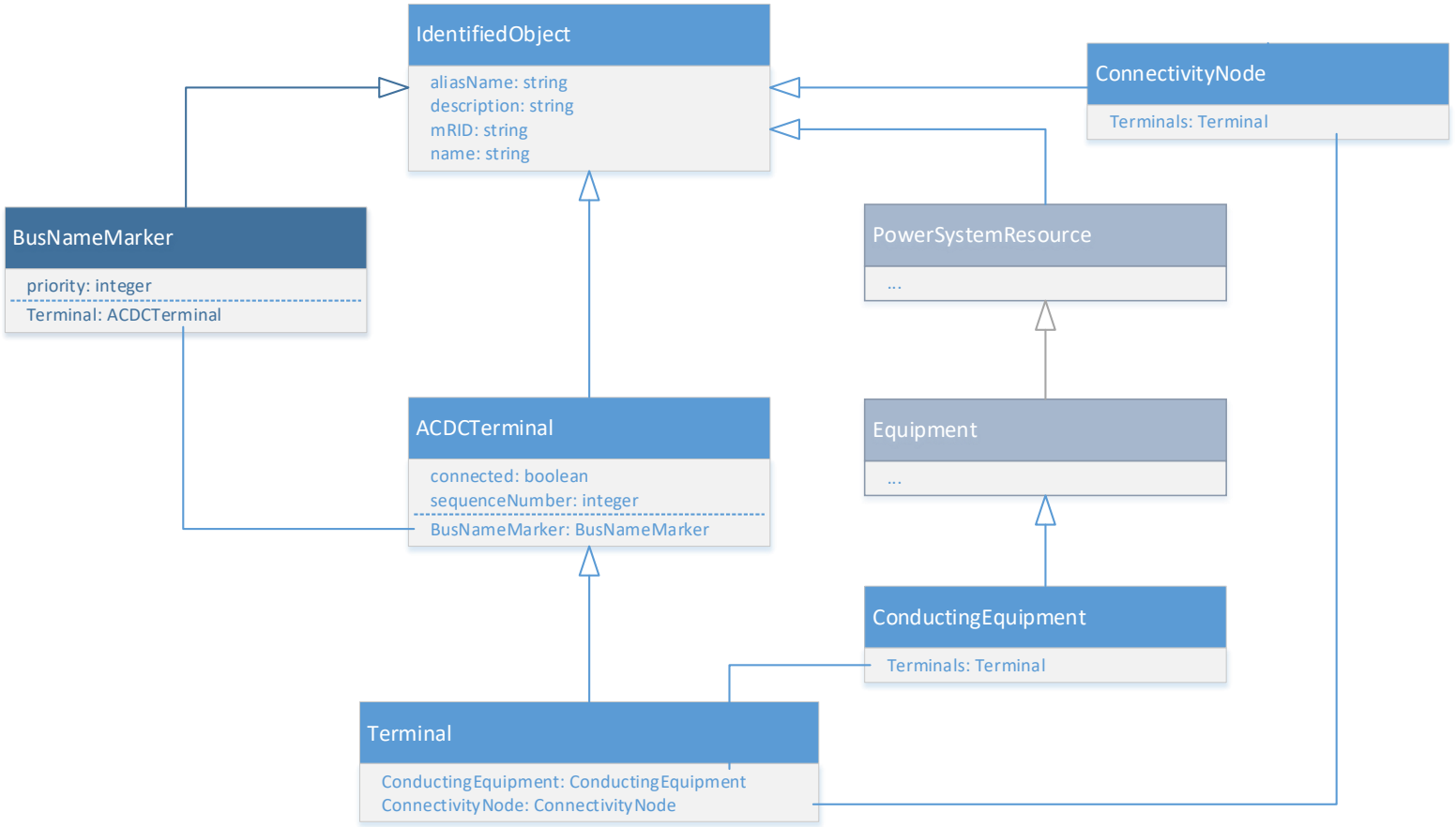
cim:BusNameMarker

"Класс BusNameMarker позволяет задать наименование (номер) узла расчетной модели. Класс BusNameMarker имеет связь с одним или несколькими полюсами электропроводящего оборудования (Terminal) и не более одной связи с топологическим узлом (TopologicalNode)."

© Описание класса в ГОСТ Р 58651.11

"В CIM присутствует класс BusNameMarker, который содержит наименование и ассоциируется с объектом класса полюс в модели связности оборудования, реализованной в Network Model Manager. Топологический процессор использует эти наименования при преобразовании модели к виду «Узлы - Ветви». Если полюсный маркер будет назначен только на одну секцию шин, то всем остальным секциям будет присвоено это наименование. Если назначены два полюсных маркера и шины секционный выключатель имеет атрибут retained=true, то двум секциям будут присвоены собственные имена."

© EPRI NMM Technical Report – 2014



Trade-off

Компромисс между детализацией РМ для удобства расчетов и минимизацией количества узлов для улучшения сходимости математических методов расчета УР

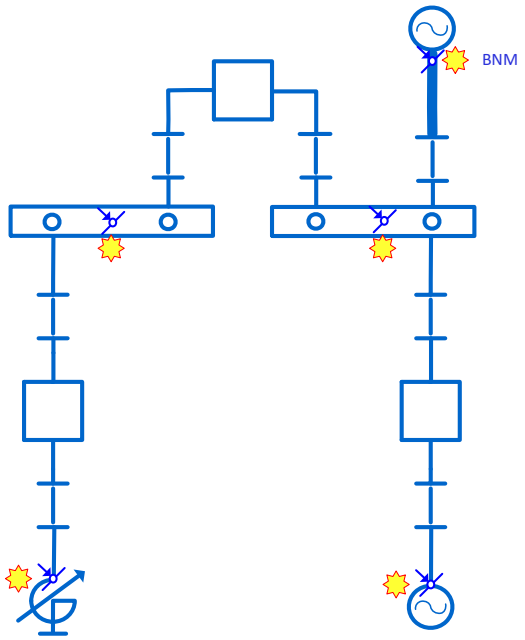
1. Минимизация количества узлов
2. Минимизация количества ветвей с нулевым сопротивлением

1. Возможность моделирования коммутаций при расчетах нормативных возмущений
2. Проецирование токовых ограничений ветвей без потерь и объединений
3. Выделение генераторов, СКРМ и инъекций в обособленные узлы

Принципы назначения полюсных маркеров

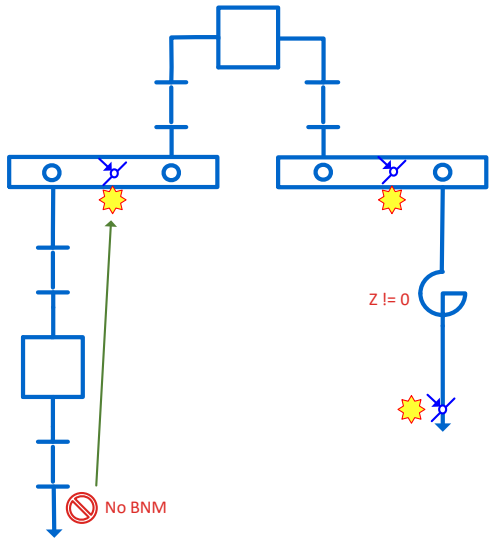
Принцип 1. Базовые ПМ

Классы: RegulatingCondEq, EquivalentInjection, BusbarSection



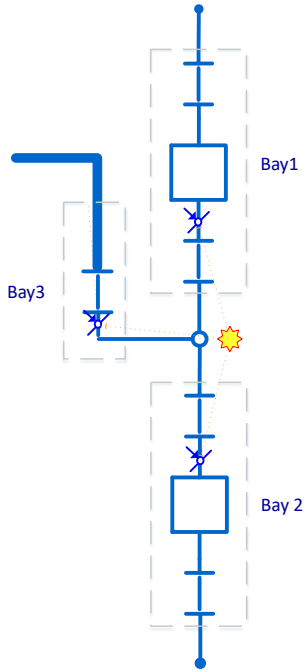
Принцип 2. Дополнительные ПМ

Классы: Junction, ConformLoad, PowerTransofrmerEnd



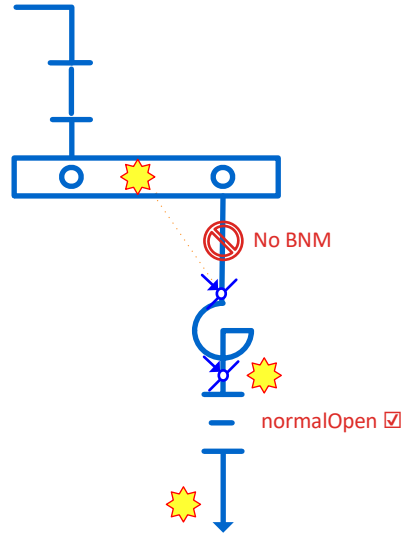
Принцип 3. Развилки в РУ

Классы: ConnectivityNode + Switch, ACLineSegment



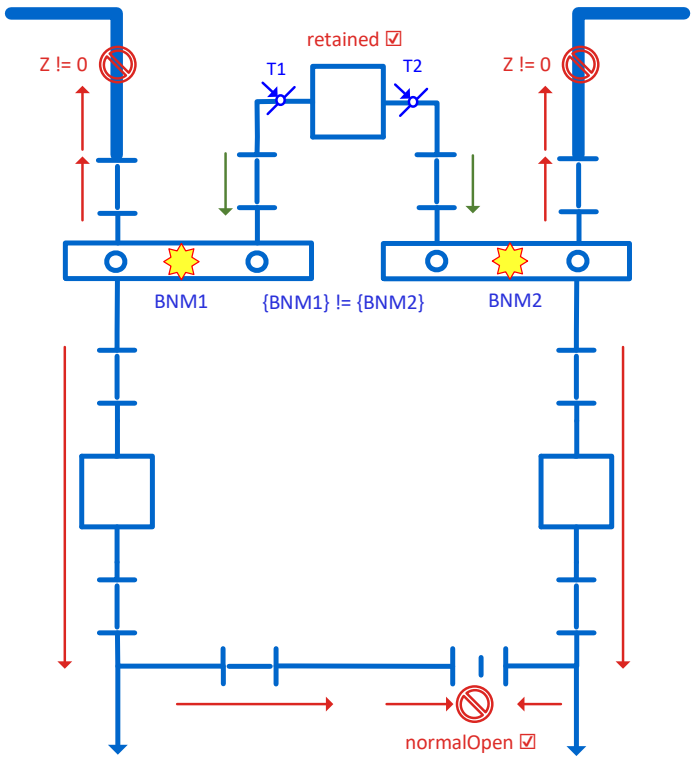
Принцип 4. Продольные СКРМ и нормально отключенные присоединения

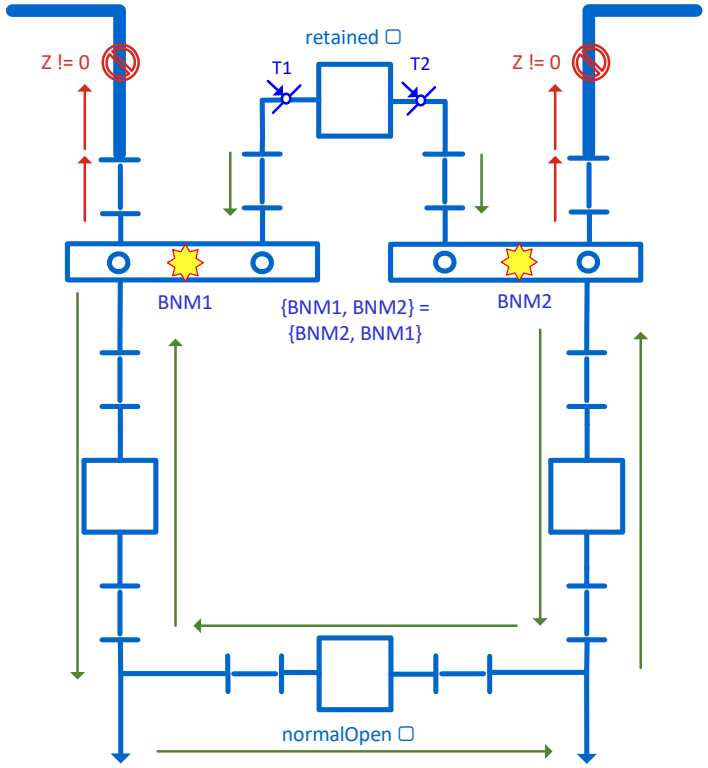
Классы: SeriesCompensator, Line, PowerTransformer



Принципы назначения атрибута retained

Для каждого объекта класса Switch проверяется: если от полюсов этого объекта достижимы полюсные маркеры и множества полученных полюсных маркеров не равны, данному объекту должен быть присвоен атрибут retained = true.

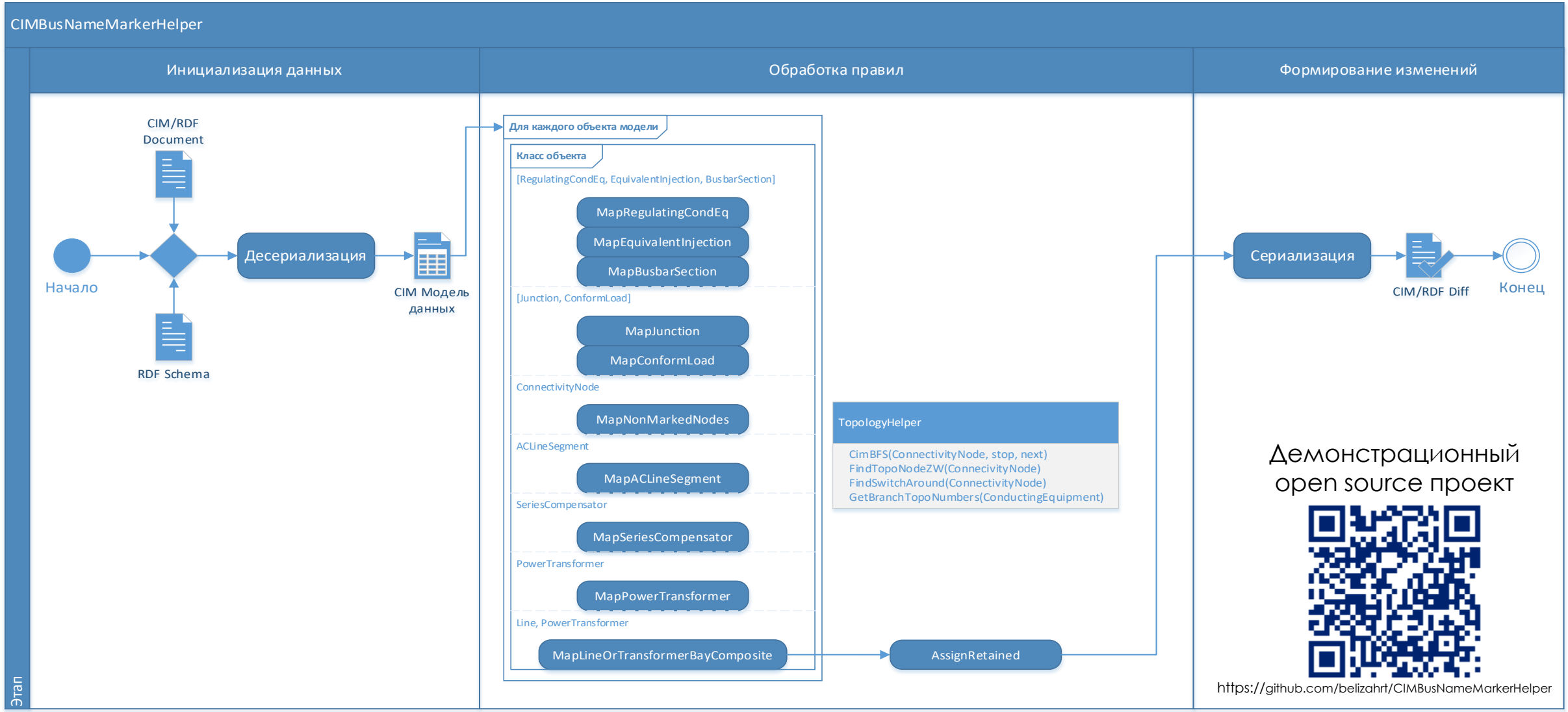




Приоритет классов

1. Breaker
2. Disconnector
3. Прочие классы-наследники Switch

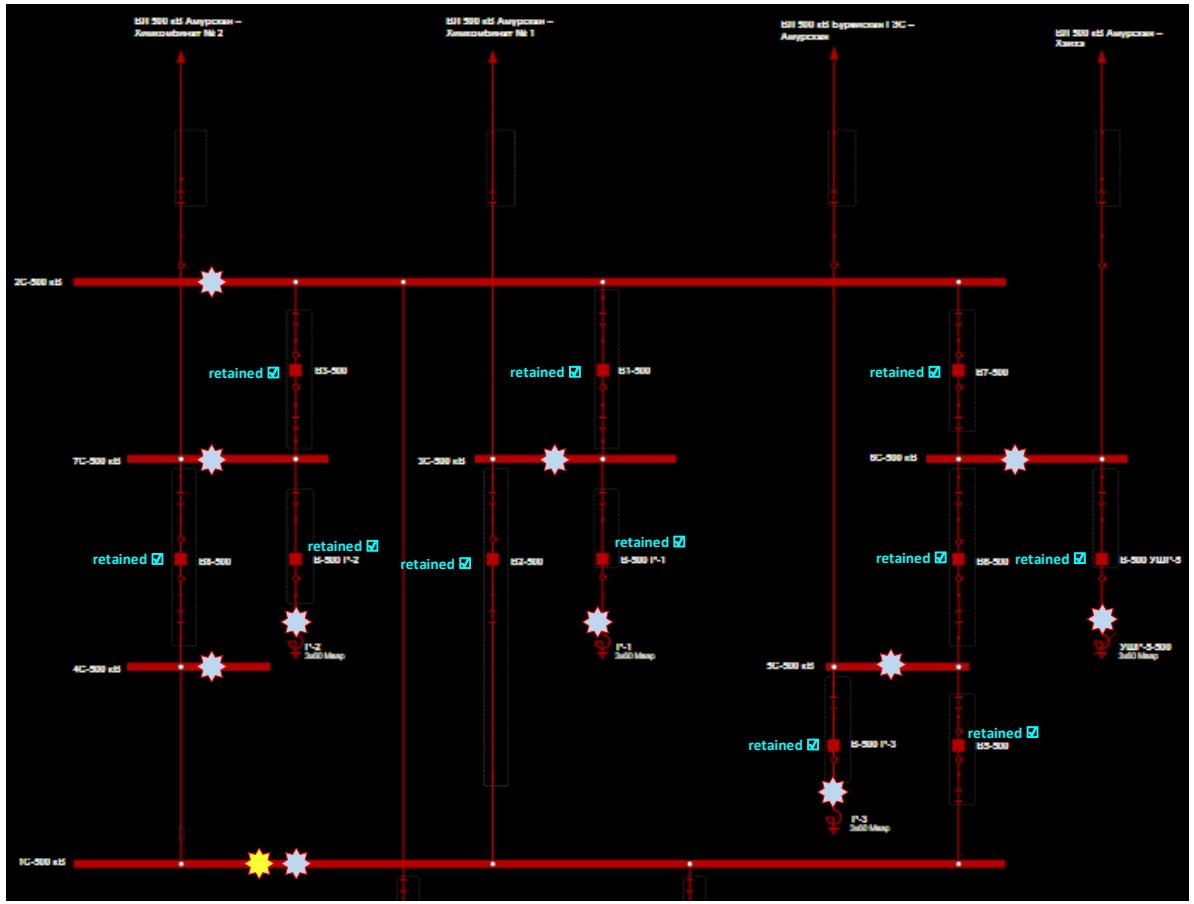
Диаграмма активности настройки экспорта PM



Демонстрационный open source проект

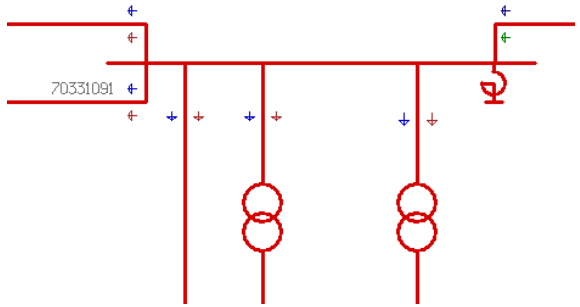
https://github.com/belizahrt/CIMBusNameMarkerHelper

Результат работы алгоритма назначения ПМ

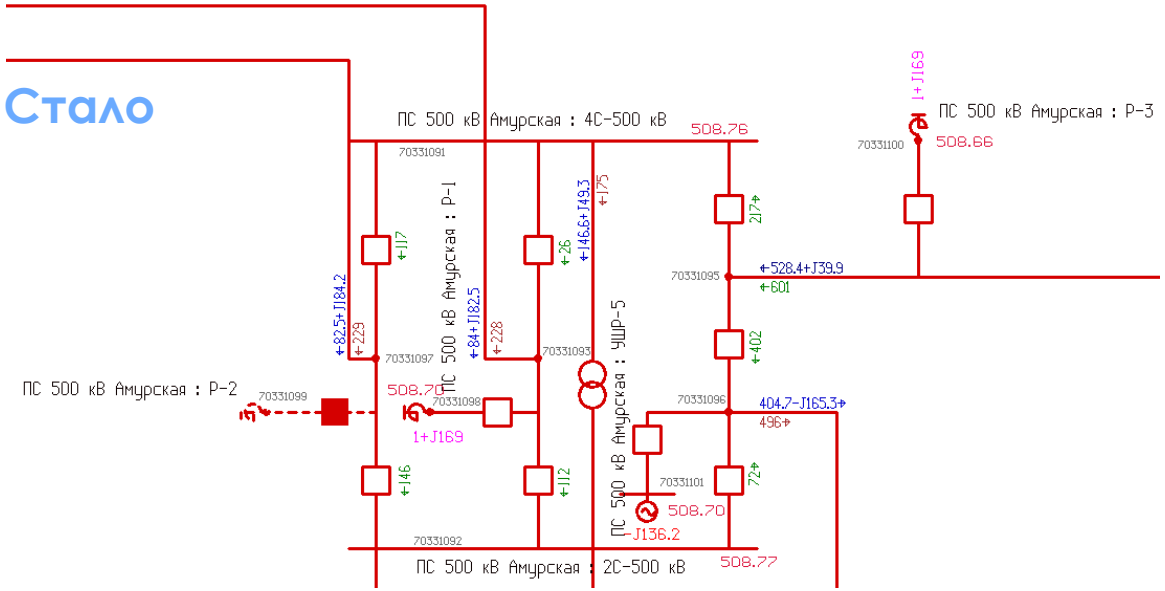


Выполнен экспорт в РМ RastrWin3 с помощью ПО «Интеграции»

Было



Стало



КОНФЕРЕНЦИЯ
CIM
COMMON INFORMATION MODEL
В РОССИИ И МИРЕ ▪ 2025

СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

Спасибо за внимание!

Коваленко Юрий Андреевич

kovalenko-yua@oduv.so-ups.ru, 8 914-575-27-01