КОНФЕРЕНЦИЯ
CIM
COMMON INFORMATION MODEL
В РОССИИ И МИРЕ • 2026

МОНИТОР ЭЛЕКТРИК

Взаимодействие специалистов предметной области с разработчиками программного обеспечения при проектировании модели АОПО в CIM

Бельцов Олег Егорович
Начальник отдела УиПА, Филиал АО «СО ЕЭС» Смоленское РДУ
Галкина Таисия Андреевна
Старший инженер отдела наладки EMS/DTS, АО «Монитор Электрик»

Взаимодействие специалистов предметной области с разработчиками ПО при проектировании модели АОПО в CIM

План

1. Описание предметной области и цели разработки канонической модели
2. Процесс и проблема разработки канонической модели
3. Полученная модель
4. Соответствие полученной модели поставленной задаче
5. Направления дальнейшей работы

1. Описание предметной области и цели разработки канонической модели. Общие сведения об АОПО

Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО) — это автоматика, предназначенная для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки защищаемых элементов.

Требования к логике и настройке АОПО определяются стандартами:

- **ГОСТ Р 55105-2019** — Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования.
- **ГОСТ Р 59384-2021** — Устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования. Нормы и требования
- **СТО 59012820.27.100.001-2024** — Правила определения логики действия и настройки устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования.

1. Описание предметной области и цели разработки канонической модели. Проблема контроля состояния АОПО

Проблема:

- Текущие уставки АОПО должны соответствовать допустимой токовой нагрузке ЛЭП и оборудования для фактической температуры наружного воздуха.
- Выведенное состояние автоматики, отдельных ступеней и управляющих воздействий, а так же неисправность каналов связи делает невозможным реализацию действия по разгрузке защищаемых ЛЭП и оборудования.

Риски:

- Неэффективность АОПО для защиты ЛЭП и оборудования.
- Избыточные действия по разгрузке неперегруженных ЛЭП и оборудования.

Решение:

Контроль в ОИК состояния АОПО, каналов УПАСК, исполнительных устройств, реализующих УВ, соответствия расчётных температур уставок фактическим и приближения токов к уставкам срабатывания .

2. Процесс и проблема разработки канонической модели. Проблема разработки канонической модели

Проблема:

- При разработке ПО на базе CIM разработчики часто не обладают глубокими знаниями предметной области.
- Технические требования не могут полностью описать автоматизируемые деловые процессы.

Риски:

- Неполное отражение реальных технологических процессов структуре модели
- Модель расходится с ожиданиями заказчика
- Риск ошибок на этапе внедрения

Решение:

Вовлечение экспертов предметной области со стороны заказчика на ранних этапах проектирования.



2. Процесс и проблема разработки канонической модели. Формат взаимодействия

Этот формат включал:

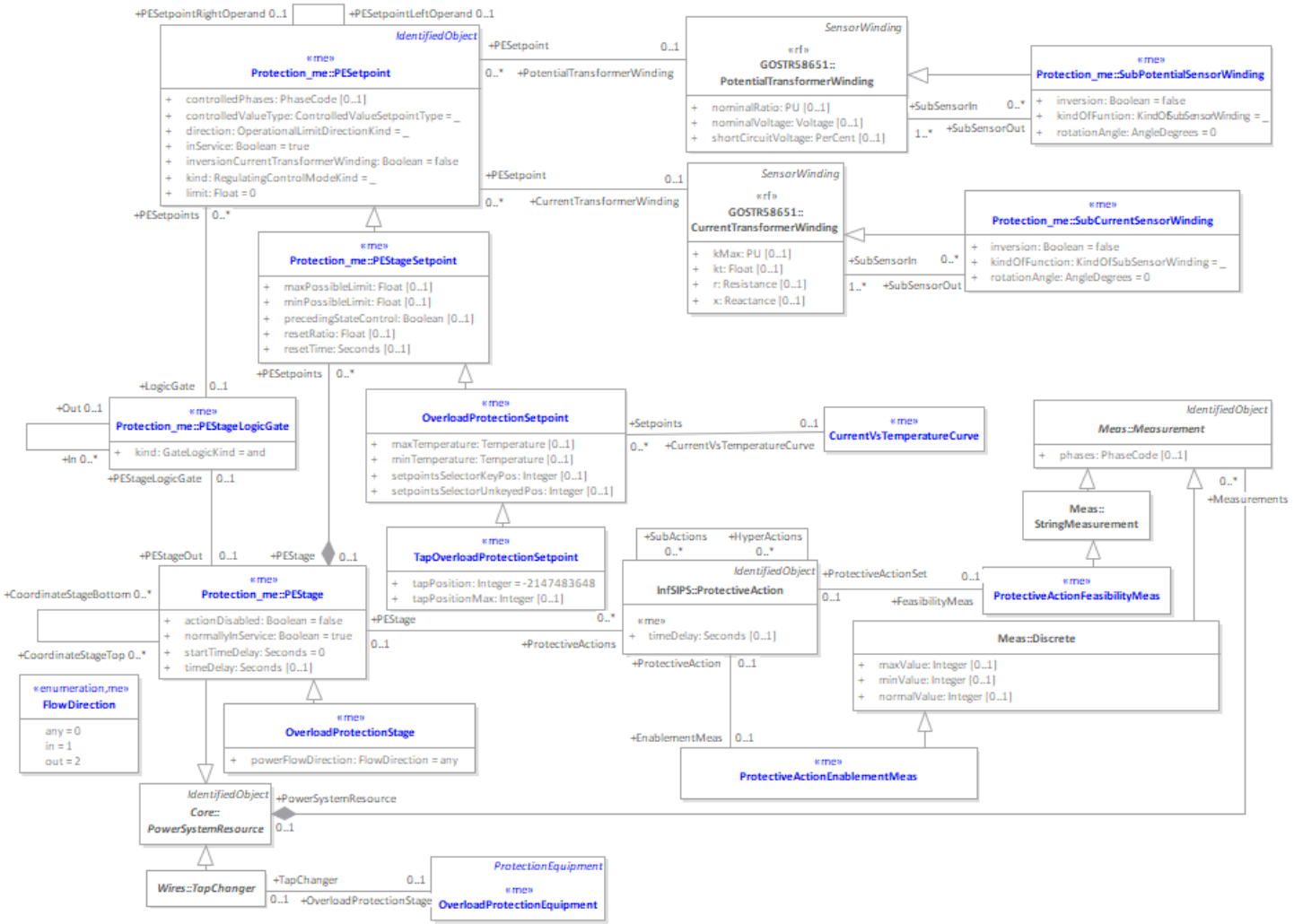
- Совместный анализ логики АОПО
- Обсуждение реальных сценариев использования устройств
- Проработку особенностей настройки и логики
- Визуализацию структуры модели на примерах из практики

Взаимодействие позволило:

- Выявить **критические ошибки в первоначальной модели данных** (отсутствие возможности описания групп уставок и т.п.)
- Скорректировать проект архитектуры классов (исключены избыточные классы и ассоциации и т.п.)
- Найти **изящные решения**, применимые не только к АОПО, но и к другим устройствам ПА (сохранена простая ступенчатая структура, внедрена иерархическая композиция УВ, описан способ задания групп уставок и т.д.)

Это взаимодействие не имело формальной силы и не могло влиять на принятие каких-либо решений, не охваченных требованиями, однако позволило внести ясность в разработку.

3. Полученная модель данных



Международная научно-техническая конференция «Релейная защита и автоматика энергосистем — 2025»

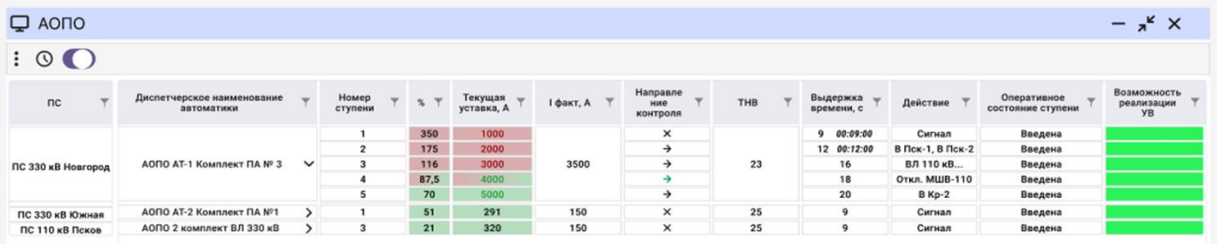
«Моделирование АОПО в канонической модели CIM»

АОПО — OverloadProtectionEquipment
Ступень АОПО — OverloadProtectionStage
Уставка АОПО — OverloadProtectionSetpoint
Уставка АОПО для положения РПН тр-ра — TapOverloadProtectionSetpoint
Управляющее воздействие (УВ) — ProtectiveAction
Состояние УВ — ProtectiveActionEnablementsMeas
Реализуемость УВ— ProtectiveActionFeasibilityMeas

4. Соответствие полученной модели данных поставленной задаче

Новая модель стала основой для разработки прототипа веб-формы мониторинга АОПО, которая:

- Отображает актуальное состояние устройств
- Визуализирует приближение токов к уставкам
- Показывает выбранную группу уставок, или определяет уставку в зависимости от температуры и РПН
- Сигнализирует о несоответствии уставок фактическим температурным условиям



ПС	Диспетчерское наименование автоматики	Номер ступени	%	Текущая уставка, А	I факт, А	Направление контроля	ТНВ	Выдержка времени, с	Действие	Оперативное состояние ступени	Возможность реализации УВ
ПС 330 кВ Новгород	АОПО АТ-1 Комплект ПА № 3	1	350	1000	3500	×	23	9 00:09:00	Сигнал	Введена	
		2	175	2000		→		12 00:12:00	В Пск-1, В Пск-2	Введена	
		3	116	3000		→		16	ВЛ 110 кВ...	Введена	
		4	87,5	4000		→		18	Откл. МШВ-110	Введена	
		5	70	5000		→		20	В Кр-2	Введена	
ПС 330 кВ Южная	АОПО АТ-2 Комплект ПА №1	1	51	291	150	×	25	9	Сигнал	Введена	
ПС 110 кВ Псков	АОПО 2 комплект ВЛ 330 кВ	3	21	320	150	×	25	9	Сигнал	Введена	

В рамках задачи МТН новая модель:

- Обеспечивает единый формат данных для контроля приближения к уставкам
- Устраняет различия в подходах к моделированию АОПО между диспетчерскими центрами
- Позволяет автоматизировать расчёт приближения к уставкам с учётом адаптивных и фиксированных значений уставок
- Делает возможным оценку эффективности АОПО на основе текущих условий

Полученная модель полностью соответствует поставленной задаче

5. Направления дальнейшей работы
Направления развития модели

Модель АОПО для контроля актуального состояния устройств

Интеграция в существующие комплексы

- **МТН** (Предусмотрено ТЗ)
- **КПОС** (Возможна интеграция в части контроля состояния и эффективности устройств АОПО)
- **СМЗУ** (Возможна интеграция в части контроля состояния и эффективности устройств АОПО)

Развитие иерархии устройств ПА

- **Создание моделей других устройств ПА** (в первую очередь со сходной структурой)
- Выстраивание **иерархии классов** устройств ПА
- **Стандартизация профиля** CIM с классами описывающими **ПА**

Расширение модели для интеграции в существующие комплексы

- **Режимный тренажёр диспетчера** (требуется детализация классов УВ не охваченная ТЗ)
- **TNA** (требуется детализация классов УВ не охваченная ТЗ)

Архитектура разработанной модели АОПО не только соответствует требованиям ТЗ, но и достаточно универсальна для других применений

5. Направления дальнейшей работы
Направления развития взаимодействия

При разработке расширений канонической модели CIM необходимо придерживаться следующего подхода:

- **Выявлять экспертов предметной области**, готовых показать деловые процессы лежащие в основе каждого конкретного требования ТЗ.
- **Интегрировать в команду разработчиков** таких экспертов, независимо от масштабов рассматриваемых расширений канонической модели CIM.
- **Организовать работу такой совместной команды** для уточнения бизнес-логики.

Такой подход позволяет эффективно решать задачи интеграции ИТ-систем, детально прорабатывать модель данных с учётом нюансов и пожеланий всех заинтересованных сторон.



КОНФЕРЕНЦИЯ
CIM
COMMON INFORMATION MODEL
В РОССИИ И МИРЕ • 2026

СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

МОНИТОР
ЭЛЕКТРИК

Спасибо за внимание!

Бельцов Олег Егорович
Beltsov-OE@sml.so-ups.ru, +7 (920) 666-37-81
Галкина Таисия Андреевна
taisiia.galkina@monitel.ru, +7 (905) 290-55-78