



идеи из вакуума
ideas from the vacuum
来自真空的创意
ideas del vacío
ideias do vazio
أفكار من الفراغ
since 1990



ETALON_U

Новое поколение ультракомпактных
КРУ 10 кВ с расширенным функционалом

www.tavrida.ru



10 ЛЕТ ЭВОЛЮЦИИ ИННОВАЦИОННОГО КРУ

5 глобальных модернизаций:

2019: Шкаф бесперебойного питания

2020: Шкаф Etalon_2 на 1600 А и 31,5 кА
Шкаф трансформатора собственных нужд

2022: Встроенный коммерческий учет э/энергии на КДТН

2023: Сетевая функциональность (Etalon_NET)
Типовое модульное здание (PHSG10)

2025: **Etalon_U**



Количество шкафов Etalon в эксплуатации

ОТ ВНУТРИЦЕХОВЫХ ТП ДО ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И РАЙОННЫХ ЦЕНТРОВ ПИТАНИЯ

ЭЛСИБ НПО



2014

Аэропорт Волгограда



2017

Газпромнефть-Хантос



2021

ЦОД Сбербанка



2022

Россети Московский рег.



2023

Россети Тюмень

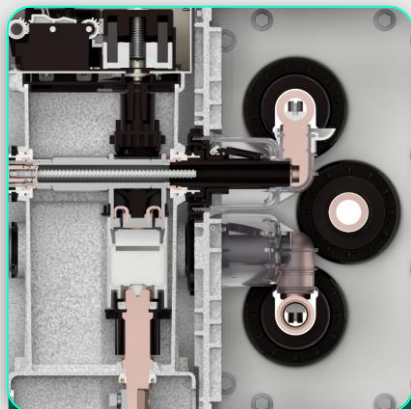


2024

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ ОБЕСПЕЧЕН СОБСТВЕННЫМИ РАЗРАБОТКАМИ



КОНСТРУКЦИЯ И ПРИВОД
ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ



КОМБИНИРОВАННАЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ
ИЗОЛЯЦИЯ



ВАКУУМНЫЕ
ДУГОГАСИТЕЛЬНЫЕ
КАМЕРЫ



КОМБИНИРОВАННЫЕ
ДАТЧИКИ ТОКА
И НАПРЯЖЕНИЯ



ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДУЛИ
УПРАВЛЕНИЯ

Мы не собираем конструктор. Мы создаем технологии.

КРУ ETALON

Ключевые компоненты

Цифровые
вторичные цепи

Встроенная
защита от ДЗ

Модуль управления

- Защиты и автоматика
- Прием и передача данных
- Управление выключателем
- Учет электроэнергии

Модуль высоковольтный

- Выключатель вакуумный
- Разъединитель
- Заземлитель

Система измерения

- Датчики тока
- Датчики напряжения
- Фильтр тока нулевой последовательности



A close-up, low-angle shot of a server rack. The rack is white with green indicator lights and a red emergency stop button. The text "ETALON_U" is overlaid in the center. The background is dark and out of focus.

ETALON_U

ШКАФЫ ПРИСОЕДИНЕНИЙ

Etalon_1

Номинальный ток
1000 А

Ток отключения
20 кА

Мех. ресурс ВВ
50 000 ВВ

Ширина
333 мм

Масса
240 кг



Etalon_2

Номинальный ток
1600 А

Ток отключения
31,5 кА

Мех. ресурс ВВ
30 000 ВВ

Ширина
483 мм

Масса
310 кг



Минимальные
массогабаритные
показатели среди
КРУ 6-10 кВ

ШКАФЫ ТСН

Etalon_1

Номинальное первичное
напряжение

6,3...10,5 кВ

Номинальная мощность

10 кВА

Номинальное вторичное
напряжение

220 В

Ширина

333 мм



Etalon_2

Номинальное первичное
напряжение

6,3...10,5 кВ

Номинальная мощность

16 кВА

Номинальное вторичное
напряжение

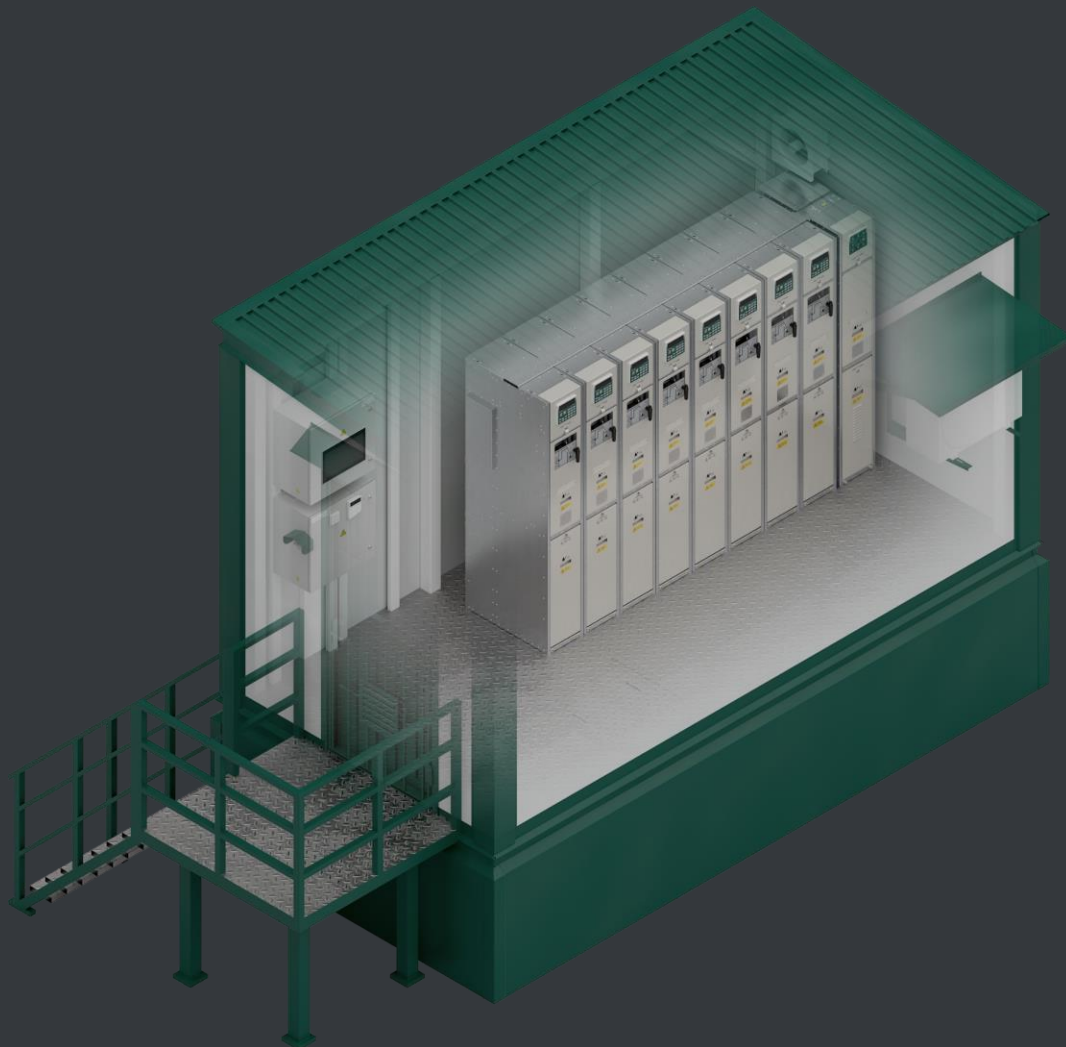
220 В

Ширина

483 мм



ТИПОВЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ



5 | 7 | 9 | 11 м

4 типовых размера БМЗ

до 12 х 4 х 2,5 м

Транспортные габариты (Д х В х Ш)

до 24

Количество отходящих линий

↓70 %

Снижение габаритов и объема РУ

↓50 %

Сокращение затрат на транспортировку



Продуманные инженерные системы



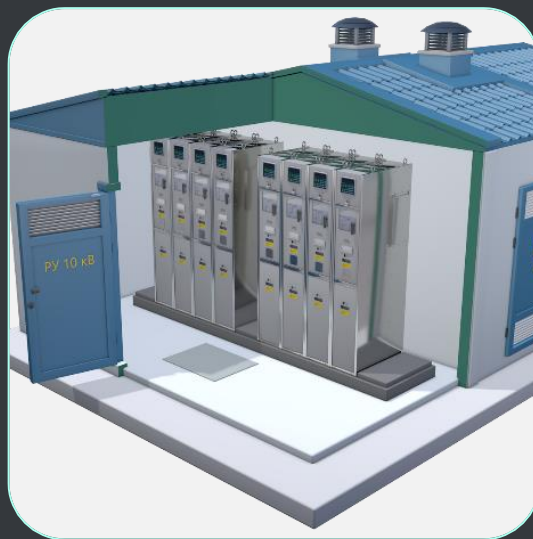
Встроенная система централизованного управления подстанцией

Готовые модульные здания для ЗРУ 6-10 кВ
минимальных транспортных габаритов
оптимизированные под КРУ Etalon

ETALON_U: УНИВЕРСАЛЬНОЕ КРУ ДЛЯ БОЛЬШИНСТВА ЗАДАЧ



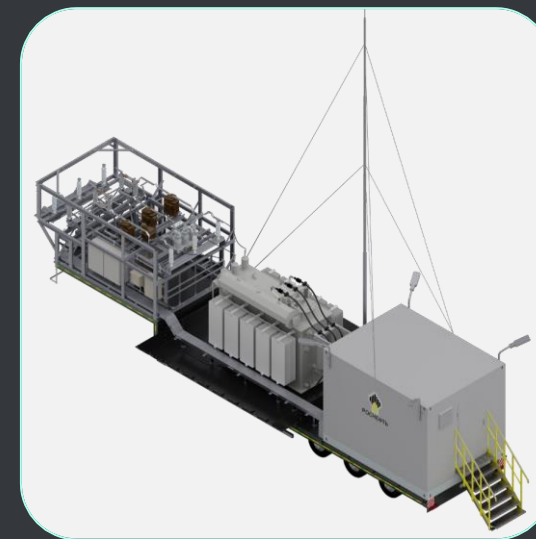
Районные ПС 35-110 кВ



Городские кольцевые
сети (РП)



ЦОД и инфраструктура



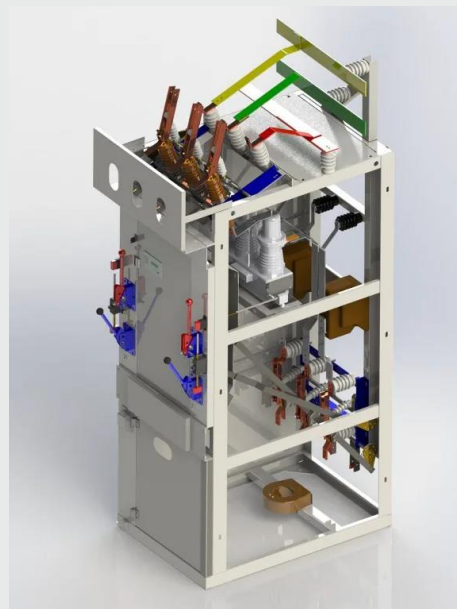
Мобильные ПС и
карьерная техника

| БЕЗОПАСНОСТЬ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЯХ В **ДРУГИХ КРУ**



Сброс продуктов горения при дуговом замыкании вниз, в кабельный полуэтаж



Камеры КСО без сегрегации отсеков и с открытыми шинами



Лишь двухточечный замок и две дверные петли удерживают дверь в закрытом положении

Либо риски для персонала, либо – для кабельной продукции

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЯХ В КРУ ETALON



Выброс продуктов горения дуги назад в необслуживаемый коридор

Клапаны аварийного сброса давления отсеков:

- сборных шин
- модуля высоковольтного
- кабельных присоединений

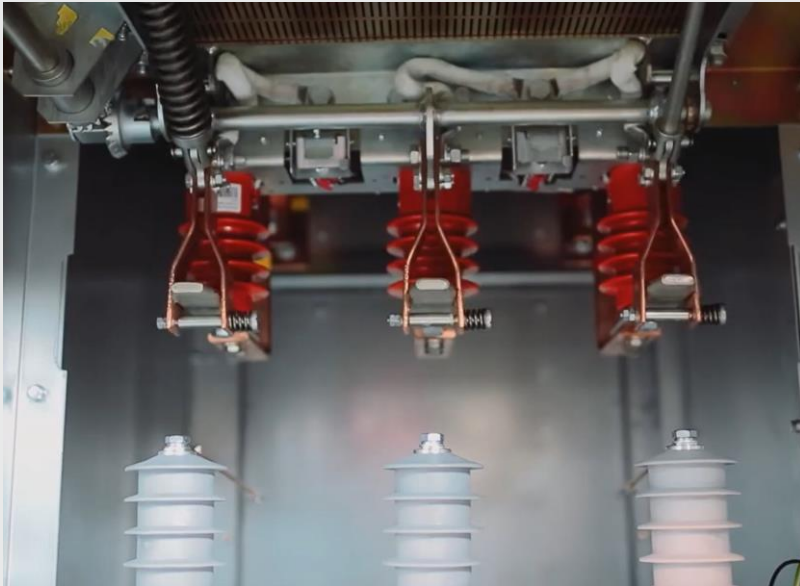
Нижние два – самовозвратные для быстрого восстановления шкафа КРУ без необходимости организации доступа сзади



- Металлический корпус и рамная конструкция шкафа
- Каждая передняя панель имеет не менее восьми точек крепления к раме корпуса

Категория локализационной способности – AFL:
Персонал защищен от воздействия дуги спереди и сбоку шкафа без ущерба для кабельного полуэтажа

ЗАЗЕМЛЕНИЕ КАБЕЛЯ В ДРУГИХ КРУ



Заземлитель открытого типа без блокировки наложения заземления на кабель под напряжением

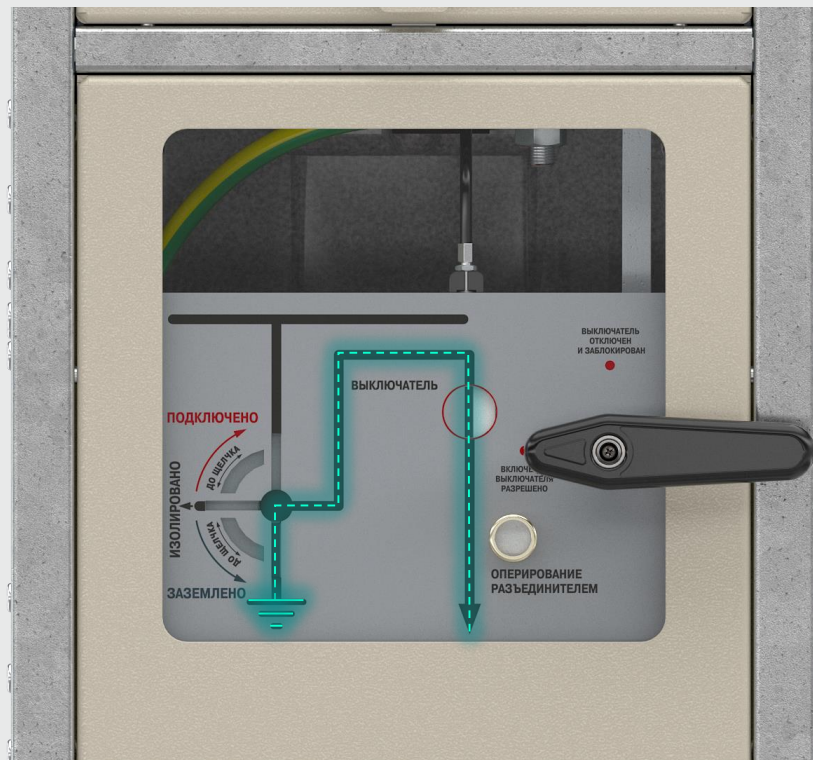


Персонал оперирует заземлителем в непосредственной близости от самого заземлителя

ГОСТ Р 55190-2012, п.11:

«Опыт показал, что человеческая ошибка также является фактором, который необходимо учитывать, например включение заземлителя на проводник, находящийся под напряжением».

ЗАЗЕМЛЕНИЕ КАБЕЛЯ В КРУ ETALON



Состояние мнемосхемы при заземлении кабеля

Заземление выполняется посредством вакуумного выключателя, управляемого модулем управления

- Логическая блокировка включения заземления, если на кабеле есть напряжение
- Возможность дистанционного заземления
- Быстродействующий заземлитель – его роль выполняет вакуумный выключатель
- Отсутствие открытой коммутации

ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТАКТОВ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ



Контакты разъединителя-заземлителя в положении «заземлено» **наблюдаемы через смотровое окно** на фасаде, что гарантирует факт создания разрыва между разъединителем и сборными шинами

ФАЗИРОВКА КАБЕЛЯ В ДРУГИХ КРУ



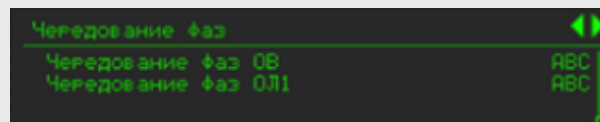
Распространенный и опасный способ фазировки с применением двухполюсных УВН или однополюсных компараторов фаз

ФАЗИРОВКА КАБЕЛЯ В КРУ ETALON

Встроенная, реализованная на программном уровне



Больше не требуются опасные манипуляции с УВН на высоком напряжении



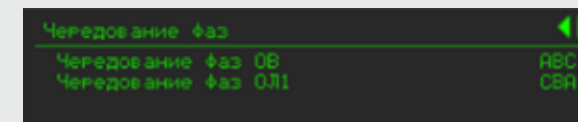
Основной ввод



Резервный ввод



Правильная фазировка



Основной ввод



Резервный ввод

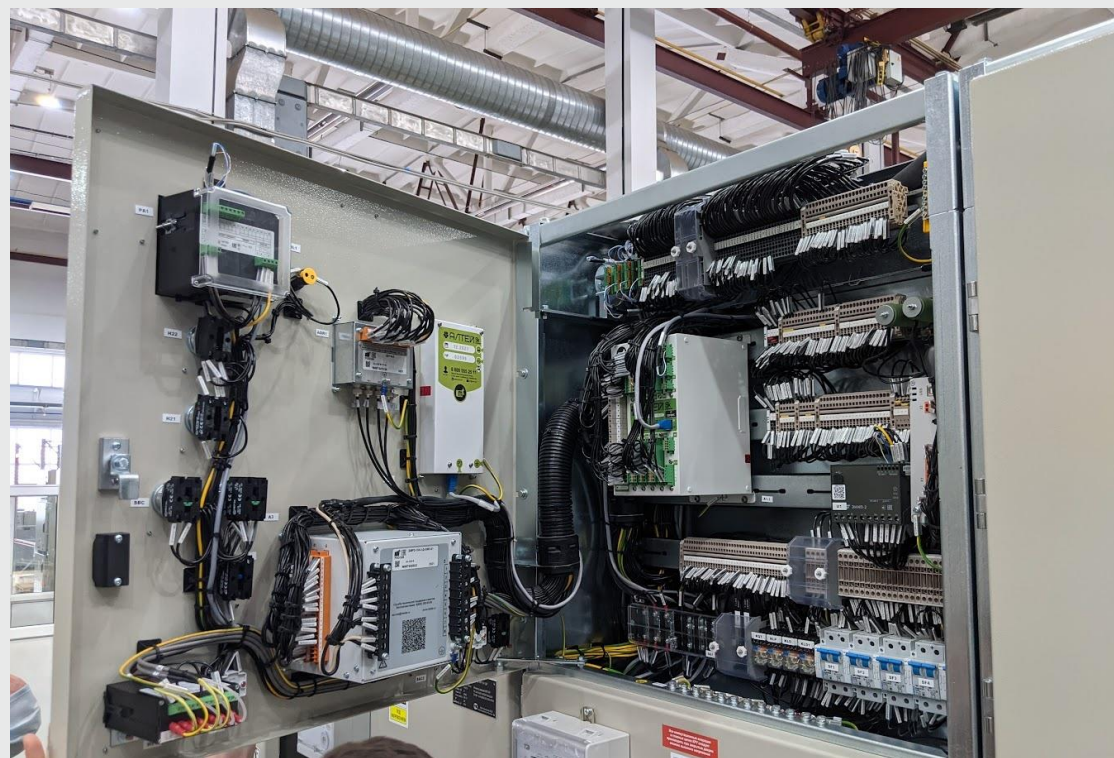


Неправильная фазировка

| ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ КРУ

ВТОРИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ **ДРУГИХ КРУ**

Отдельные терминалы, счетчики, дуговая защита, контроллеры, куча жгутов...



- Высокая трудоемкость проектирования
- Увеличенные сроки реализации
- Неопределенная комплексная надежность

- Большой объем монтажа вторичных цепей
- Сложность решения рекламационных вопросов
- Необходимость дополнительного обслуживания

ВТОРИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРУ ETALON

Всё в одном: универсальный контроллер присоединения

Защиты и автоматика

Функции РЗА, защита от ДЗ,
направленная защита от ОЗЗ

Учет электроэнергии

Учет активной и реактивной энергии,
измерение параметров сети, ПКЭ

Управление выключателем

Самодиагностика, управление
выключателем и его диагностика

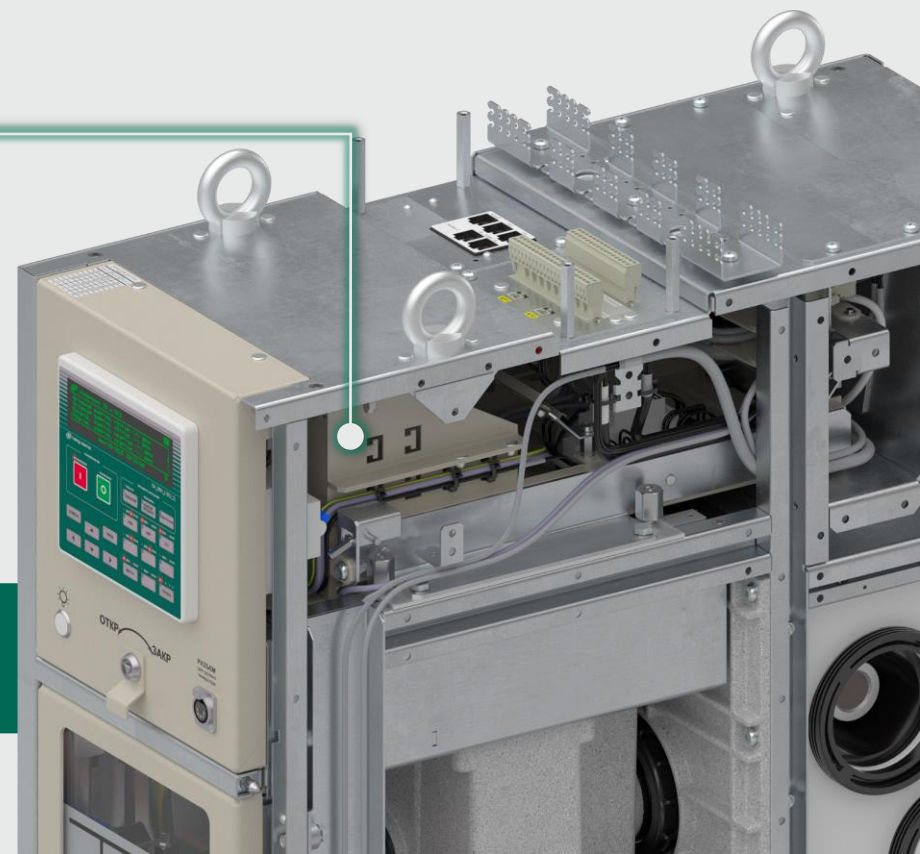
Прием и передача данных

RS232/485, Ethernet,
дискретные входы/выходы



Модуль управления CM_15

Минимум вторичных цепей
= высокая надежность и простой монтаж



ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Комбинированные датчики тока и напряжения как альтернатива ТТ/ТН

ТТ/ТН

Подбор по
номинальному току

✗ Требуется

Подбор по току
предельной кратности

✗ Требуется

Подбор по
коэффициенту
безопасности

✗ Требуется

Замена при изменении
номинального тока

✗ Требуется

Невосприимчивость к
феррорезонансу

⚠ Нет

Коммерческий учёт
электроэнергии

✓ Да

КДТН v.1

✓ Не требуется

✓ Не требуется

✓ Не требуется

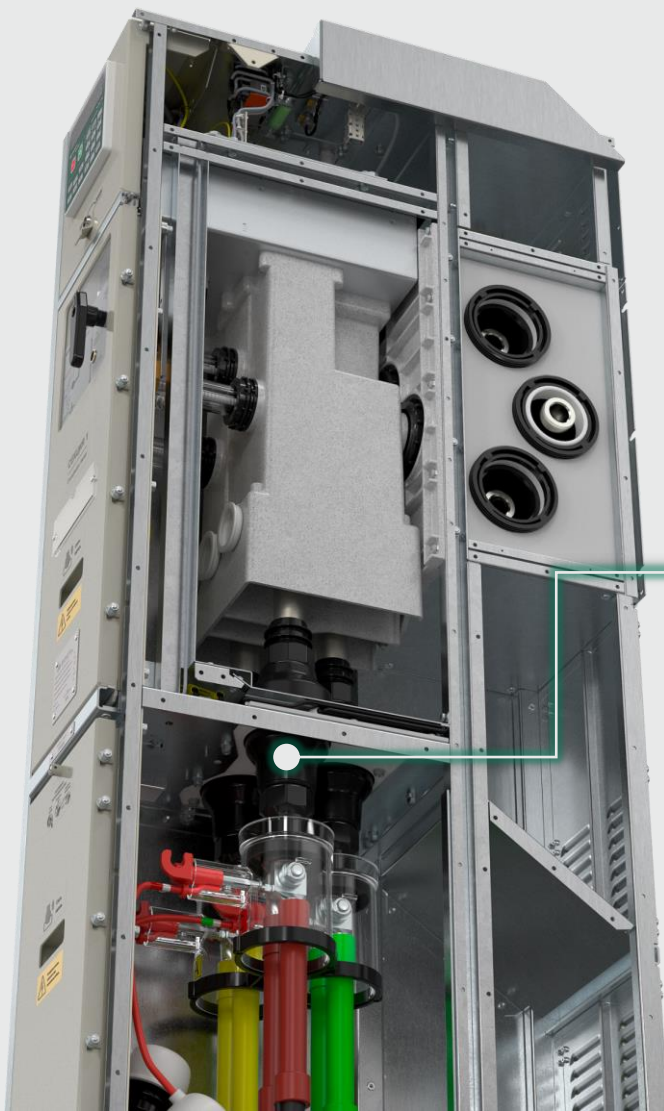
✓ Не требуется

✓ Да

⚠ Нет



КДТН v.2: ДОСТИЖЕНИЕ КЛАССОВ ТОЧНОСТИ 0,5S ПО ТОКУ И 0,5 ПО НАПРЯЖЕНИЮ



Маломощный трансформатор тока (ММТТ)

Учет эл-энергии

Измерение $3I_0$

Пояс Роговского

Защиты по току

Ёмкостной делитель напряжения

Учет эл-энергии

Защиты по напр.

КДТН вместе с модулем управления реализуют все необходимые функции измерения для защит и учёта электроэнергии

ЗАЩИТА ОТ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ (ЗДЗ)

Пневматическая ЗДЗ

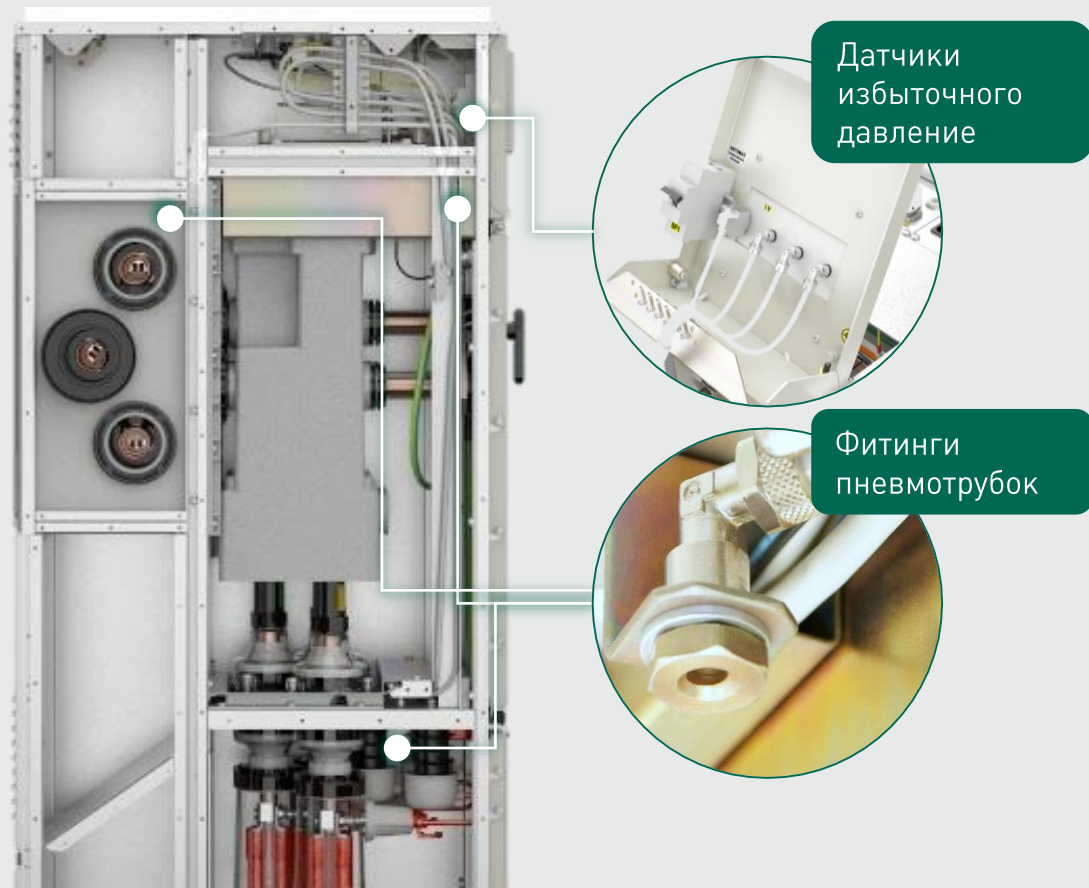
Чувствительность срабатывания
от 1000 А

Время отключения ДЗ
до 60 мс

Оптическая ЗДЗ

Чувствительность срабатывания
от 250 А

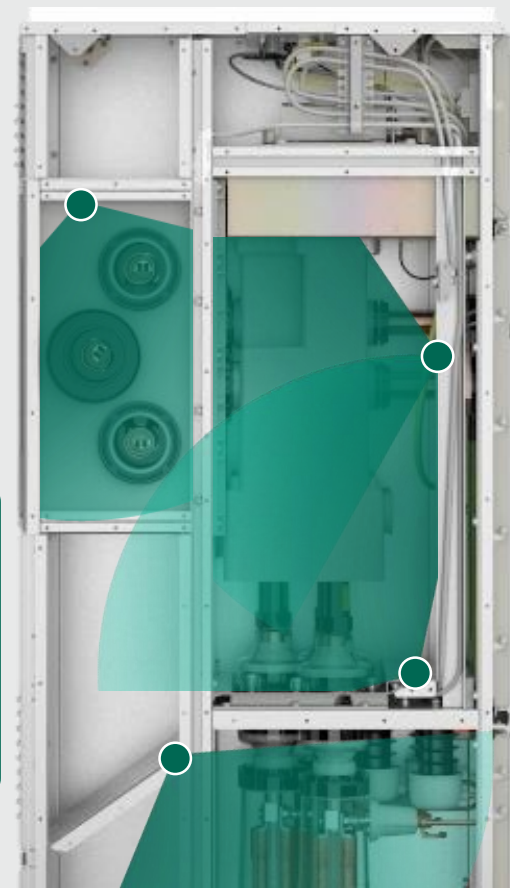
Время отключения ДЗ
до 60 мс



Невосприимчивость к
внешним источникам света

Исключены слепые зоны

Контроль целостности
цепей до датчиков



ЗАЩИТА ОТ ОЗЗ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ ИЛИ КОМПЕНСИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Параметр	Классическая направленная защита	Решение «Таврида Электрик»
Принцип настройки	Задание сектора срабатывания (нужно определить, где будет вектор аварии с учетом разброса характеристики)	Задание сектора несрабатывания (нужно знать только, где будет вектор неповрежденных линий)
Нужно учитывать для настройки	Длину и тип линий (ВЛ/КЛ), режим нейтрали, добротность сети	Только суммарная емкость сети
Чувствительность по току	Часто ограничена ТТ (1-5 А) и их погрешностями (током небаланса)	От 0,1 А благодаря встроенному в КДТН специализированному ММТТ
Работа в сетях с ДГР	Не предназначена из-за отсутствия тока замыкания на землю в токе $3I_0$	Работает независимо от режима нейтрали , т.к. происходит фиксация переходного процесса при ОЗЗ
Устойчивость к феррорезонансу	Низкая (при использовании электромагнитных ТН), ложные срабатывания при смещении нейтрали	Абсолютная (благодаря емкостным делителям напряжения)

ЗАЩИТА ОТ ОЗЗ В КРУ ETALON

Оптимальное решение проблемы «земля в сети»



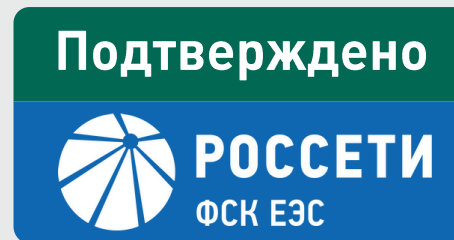
Измерение $3I_0$
от 100 мА



Обработка
сигнала

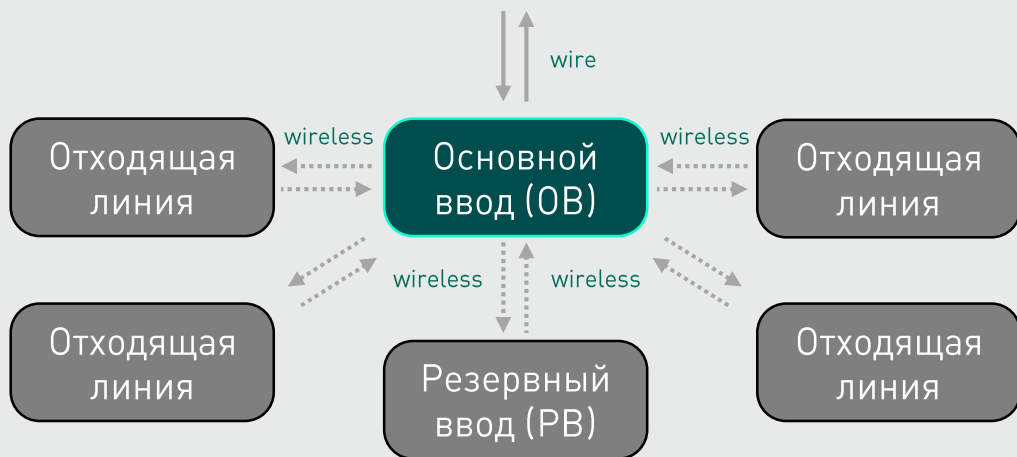


Расчет **импеданса**
для определения ОЗЗ
в своей зоне



ЦИФРОВАЯ ШИНА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Беспроводной канал и топология «звезда»

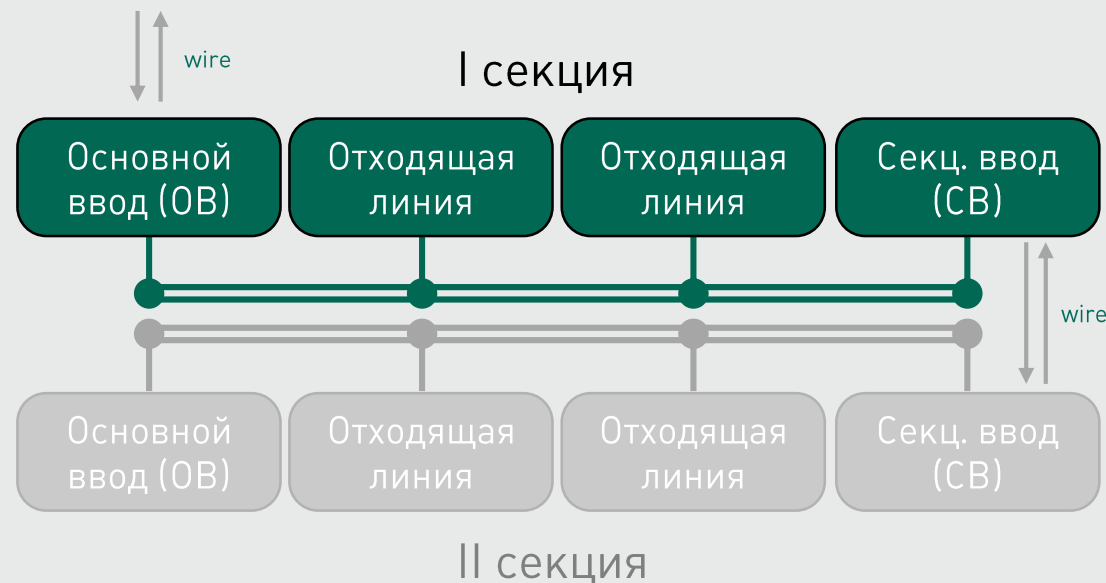


Полностью цифровой канал без необходимости монтажа вторичных цепей

Но были ограничения:

- Нет прямого обмена данными между секциями
- Внутри секции обмен данными – только через ОВ
- Запрет на использование беспроводных каналов на объектах критической инфраструктуры

Проводной канал ArcNet-2 и топология «шина»

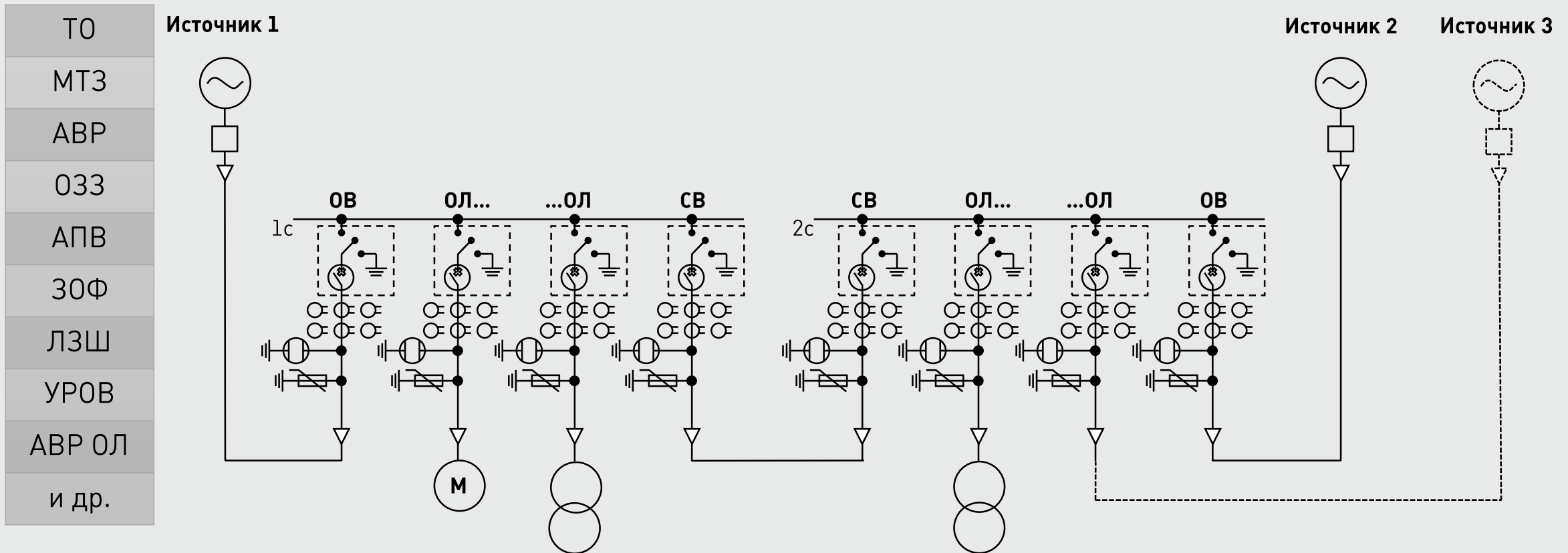


Модуль связи
ARCNET-2

Расширена функциональность канала связи, увеличена надежность и сняты ограничения беспроводной технологии

ARCNET-2: ГОТОВНОСТЬ К СЛОЖНЫМ СЕТЯМ

Направленные защиты, ЛЗШ, УРОВ, работа в кольце



Оптимальный набор РЗА для защиты РУ, отходящих линий, двигателей и трансформаторов

ОРГАНИЗАЦИЯ ТМ В КРУ ETALON

Smart-архитектура: просто, надёжно и легко масштабируемо

Присоединение КРУ Etalon

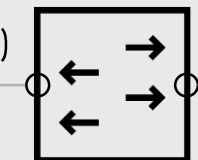
- Дискретные сигналы
- Релейная защита и автоматика
- Аналоговые измерения
- Учет электроэнергии



Модуль управления
серии CM_15

Всё, что раньше делали
5 устройств — делает одно

Цифровая передача всех данных
(включая положение разъединителей)



Коммутатор

SCADA

АРМ РЗА

АИИС КУЭ

Протоколы передачи данных:
МЭК-104, СПОДЭС

В рамках поставки КРУ Etalon:

- Разворачиваем SCADA-систему, если её не было
- Интегрируем оборудование в SCADA-систему

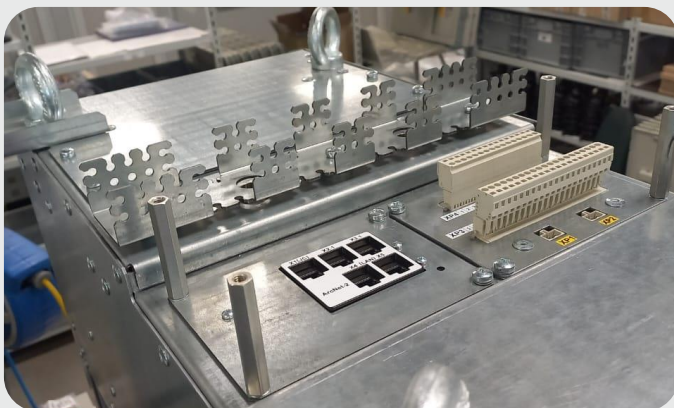
МОНТАЖ И НАЛАДКА КРУ ETALON



Минимальная трудоемкость монтажа



Разъемные шинные соединители



Разъемы цифровой шины данных



Наладка всего КРУ с использованием
единственного ПО TELARM Lite

 **40 мин**

Монтаж одного присоединения

 **2 ч**

Наладка одной секции

 **MIN**

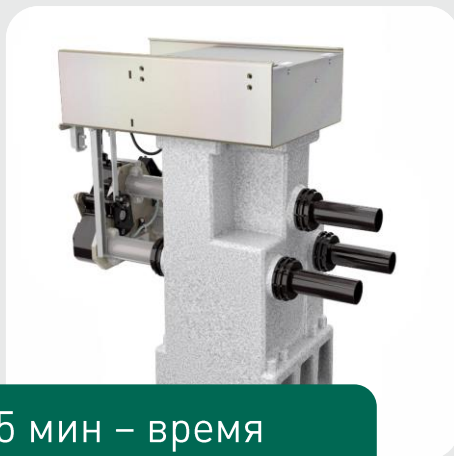
Минимальное время перерыва
электропитания при расширении
или реконструкции РУ10

Три присоединения на 1 м². Рекордная эффективность

СЕГРЕГАЦИЯ ВЫСОКОВОЛЬНЫХ ОТСЕКОВ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ КРУ ETALON



Замена моноблока
с выключателем и
разъединителем-
заземлителем **без вывода**
в ремонт всей секции КРУ



15 мин – время
замены моноблока

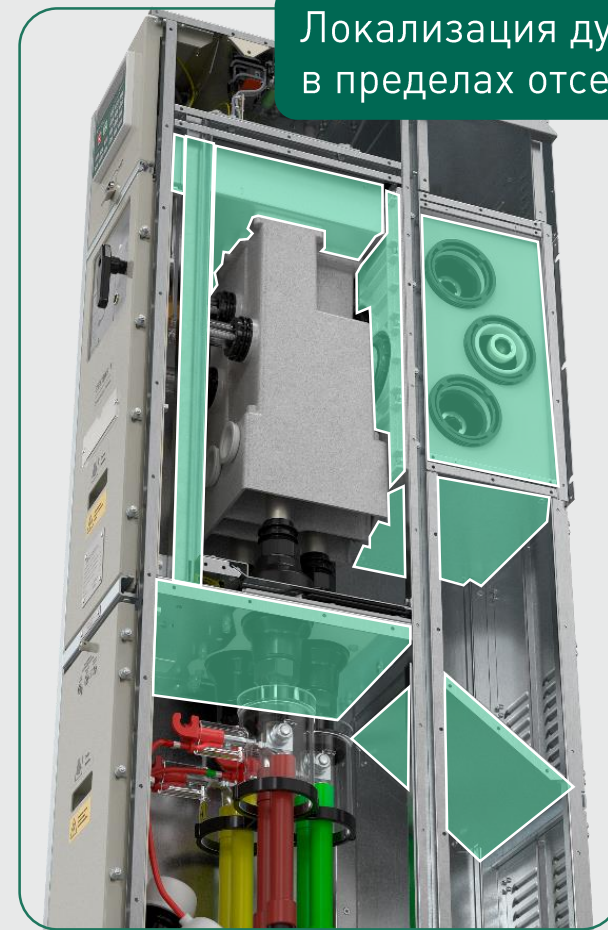


Шторочный
механизм
блокирует
доступ к шинам

2 ч – время замены КДТН
и платы сопряжения

Дугостойкие
перегородки
между отсеками

Вторичные цепи
в металлических
каналах



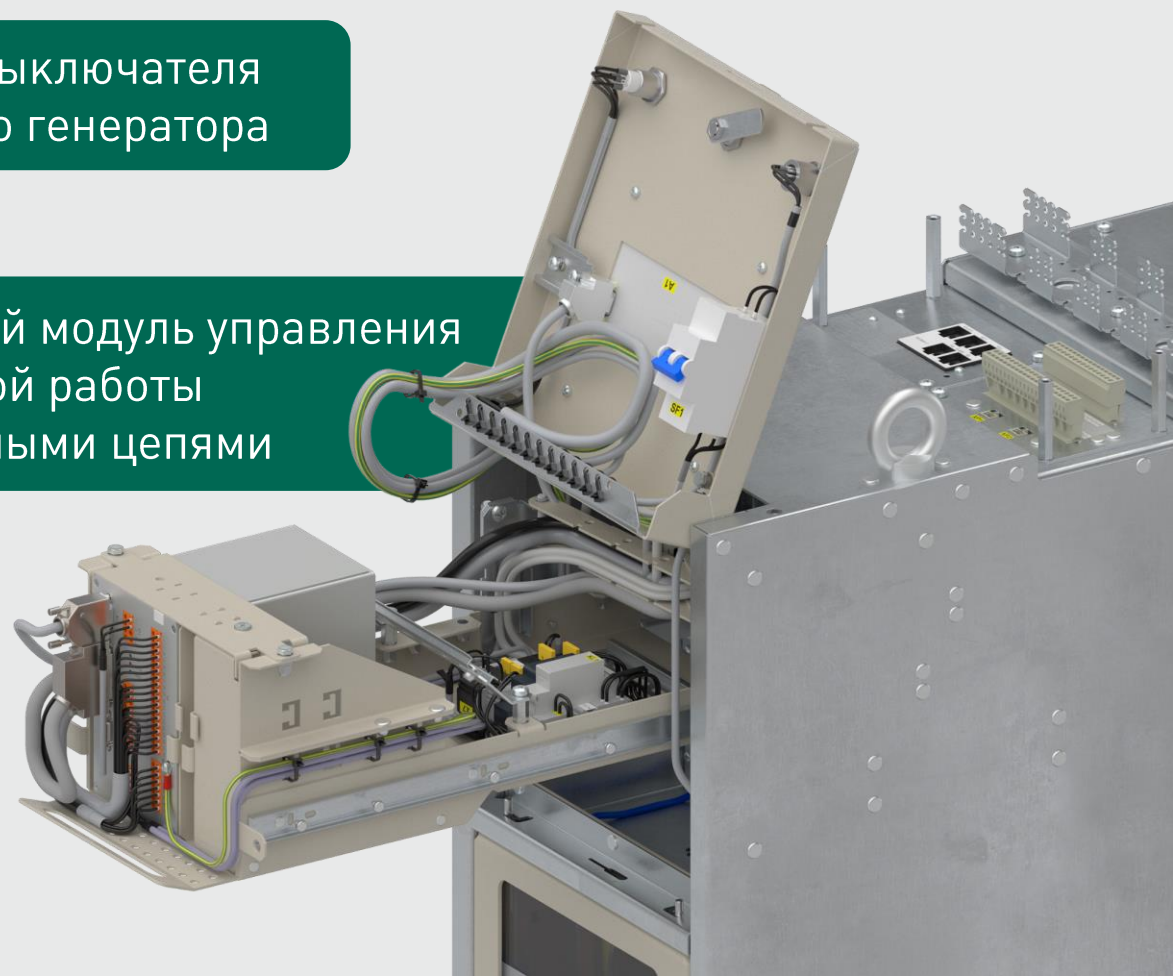
Локализация дуги
в пределах отсека

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДОРАБОТКИ



Включение вводного выключателя
с применением ручного генератора

Выдвижной модуль управления
для удобной работы
со вторичными цепями



ПОЧЕМУ ETALON — НОВЫЙ СТАНДАРТ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУ 10 кВ

Технологическая независимость	Полный цикл производства в РФ (вкл. вакуумные камеры и электронику)
Экология и обслуживание	Технология «SF6 Free» (без элегаза): Нет риска утечек, нет учета в Ростехнадзоре, нет токсичных продуктов распада
Ремонтопригодность	Время восстановления питания при аварии: 15 минут. (Замена моноблока без погашения шин).
Безопасность персонала	Активная дуговая защита: Оптика без мертвых зон + отвод газов назад (IAC AFL)
Эксплуатация шин	Необслуживаемые шины: Твердая+воздушная изоляция + пружинные контакты (не требуют протяжки)
Вторичные цепи	Цифровая архитектура: 1 кабель UTP вместо пучков проводов. Готовность к SCADA «из коробки».
Работа с кабелем	Удобство для лаборатории: Испытания и прожиг кабеля без его отсоединения и демонтажа адаптеров



КРУ ETALON 6-10 кВ

10 000+

в эксплуатации



до 1600 А

Номинальный ток

до 31,5 кА

Номинальный ток отключения

333 | 483 мм

Ширина шкафа КРУ на 1000 | 1600 А

SF6 free

Твёрдая и воздушная изоляция без элегаза

↓30 %

Снижение совокупной стоимости владения

↓70 %

Сокращение площади под РУ 10 кВ

15 мин

Время замены высоковольтного моноблока

3% от 0,1 А

Оптимальное решение проблемы «земля в сети»

Универсальная платформа: от замены устаревших КРУ 10 кВ до нового строительства новых центров питания