



**Область применения и опыт эксплуатации пунктов секционирования
заглубленного исполнения в кабельных сетях 6-10 кВ
мегаполисов и крупных городов**

ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ




➤ НИОКР ПАО «Россети Ленэнерго»

«Разработка модульной системы с силовыми выключателями
для автоматизации кабельной сети 6-10 кВ»

2022-2023

УТВЕРЖДАЮ
Исполняющий обязанности
Первого заместителя генерального
директора – главного инженера
ПАО «Россети Ленэнерго»

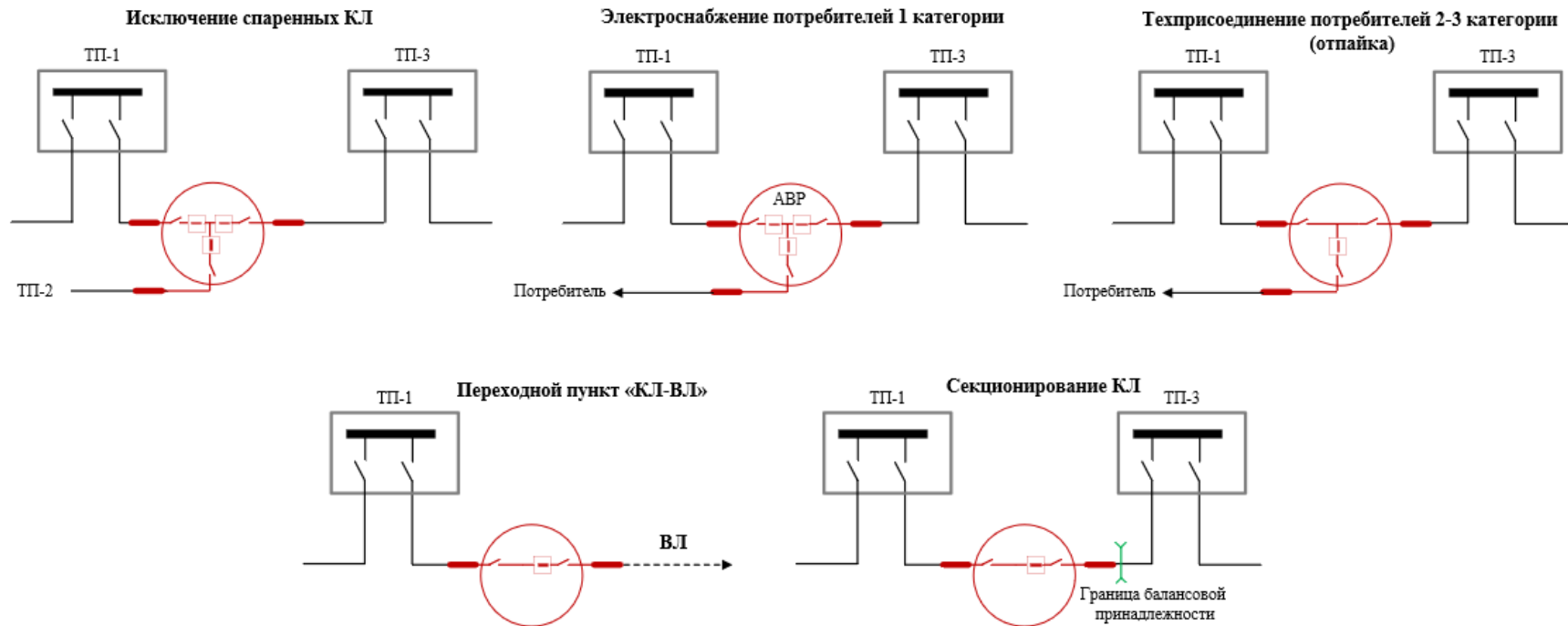

« » 2021 г. М.В. Васюков

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
«Разработка модульной системы с силовыми выключателями для автоматизации
кабельной сети 6-10кВ»

Санкт-Петербург
2021

ПРОБЛЕМАТИКА, НА РЕШЕНИЕ КОТОРОЙ НАПРАВЛЕНА НИОКР

- Традиционное решение для обеспечения нового технологического присоединения при отсутствии свободных ячеек на ТП (РП): модернизации (расширение) конечной или промежуточной ТП (РП) + строительство новой кабельной линии 6 – 10 кВ: **требуется значительное удлинение кабельных линий, увеличение сроков и капитальных затрат.**
- Недостатки 3-х концевой ответвительной муфты – снижение надежности существующих кабельных связей (повреждения на отпайке гасят магистральную КЛ)



ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ НИОКР

| Этап | Содержание | Дата |
|------|--|------------|
| 1 | Проведение патентного поиска Анализ российского и зарубежного опыта, действующих НТД Разработка подробного технического задания на МС | 23.03.2022 |
| 2 | Макетный образец (конструкторская документация) | 30.06.2022 |
| 3 | Макетный образец (технологическая документация) | 27.07.2022 |
| 4 | Макетный образец (изготовление, программа и методика лабораторных испытаний, протокол лабораторных испытаний) | 18.11.2022 |
| 5 | Опытный образец (конструкторская документация, эксплуатационная документация, ТУ) | 27.02.2023 |
| 6 | 6.1. ... 6.4 Опытный образец (изготовление) | 30.05.2023 |
| | 6.5 ... 6.7 Опытный образец (испытания на соответствие ТУ) | 25.10.2023 |
| 7 | Проектная документация по установке в опытную эксплуатацию Изготовление промышленного образца Опытная эксплуатация Корректировка конструкторской документации (по результатам ОПЭ) | 24.11.2023 |
| 8 | Проверка патентной чистоты разработанных решений Проекты патентных заявок Предложения по изменению нормативной базы Технико-экономическое обоснование Независимая экспертиза результата разработки | 27.11.2023 |



АКТУАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ РЕШЕНИЙ _ ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ

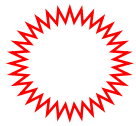
Особенности подземных решений

- защищенность от различных видов деструктивных воздействий
- сохранение архитектурного вида исторических районов
- улучшенная защита от проникновения посторонних лиц, пожаров, непогоды
- возможность расширения существующих РП
- меньше вандализм

Betonbau
UW 630-1250 кВА



Результат
эксплуатации
(10 лет)



*Требует капитального
ремонта или замены*



*Эксплуатация
продолжается*

Недостатки бетонных подземных сооружений

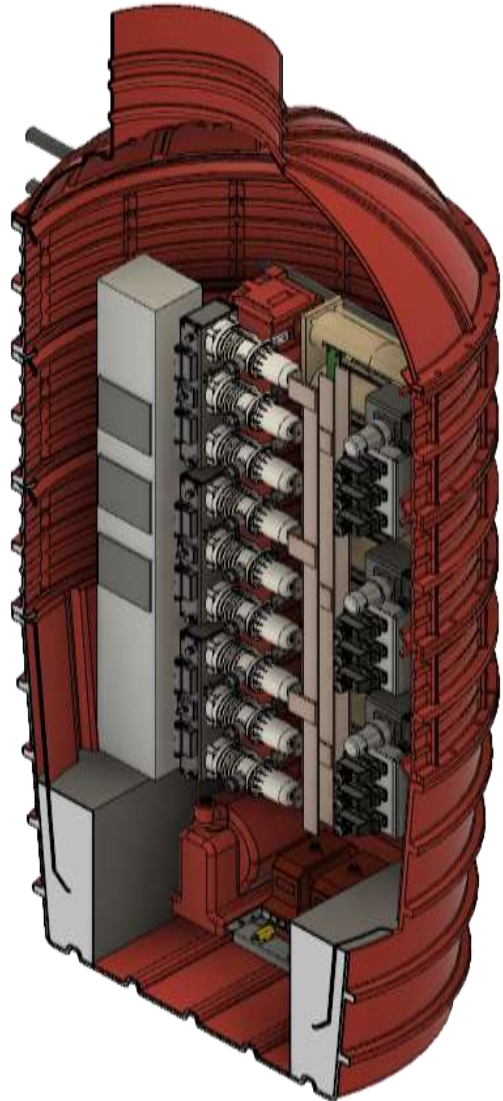
- бетон гигроскопичен и подвержен насыщению водой и коррозии - необходима дополнительная герметизация;
- крайне сложно обеспечить герметичный ввод и закрытие ж/б колодца из-за плохой адгезии стали/полимера к бетону
- большой срок изготовления

Преимущества композитных подземных сооружений

- длительный срок службы (более 50 лет)
- 100% - герметичность, стойкость к воздействию пыли и грязи – IP68
- нет проблем герметизации стыков
- большая скорость монтажа благодаря высокой заводской готовности
- используются герметичные кабельные вводы сальникового типа, используемые для герметизации кабелей в полимерных трубах.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ИСПОЛНИТЕЛИ



| Параметр | Величина |
|---------------------------------------|----------|
| Номинальное напряжение, кВ | 10 |
| Номинальный ток, А | 1 000 |
| Ток термической стойкости (3 с), кА | 20 |
| Ток электродинамической стойкости, кА | 51 |
| Сейсмостойкость по шкале MSK-64 | 6 |



**ООО МНПП «АНТРАКС»
(головное предприятие)**

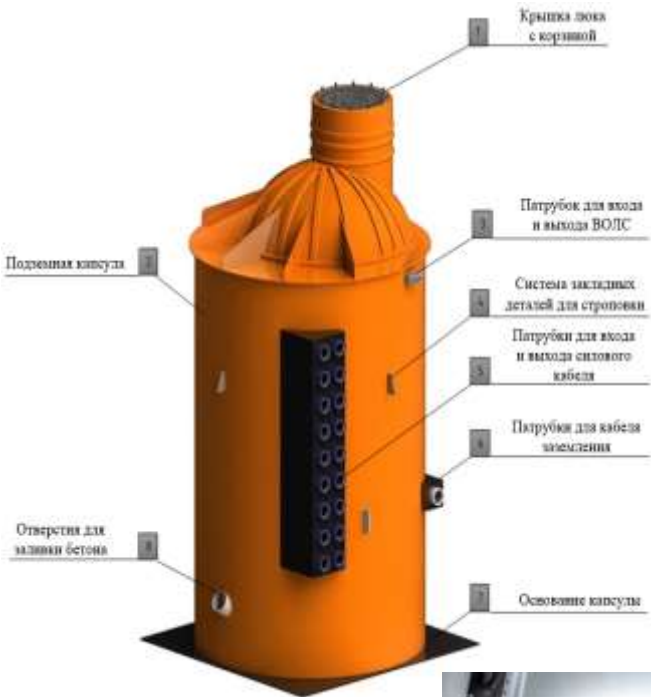


НИУ «МЭИ»



АО ВО «ЭЛЕКТРОАППАРАТ»

КОНСТРУКЦИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



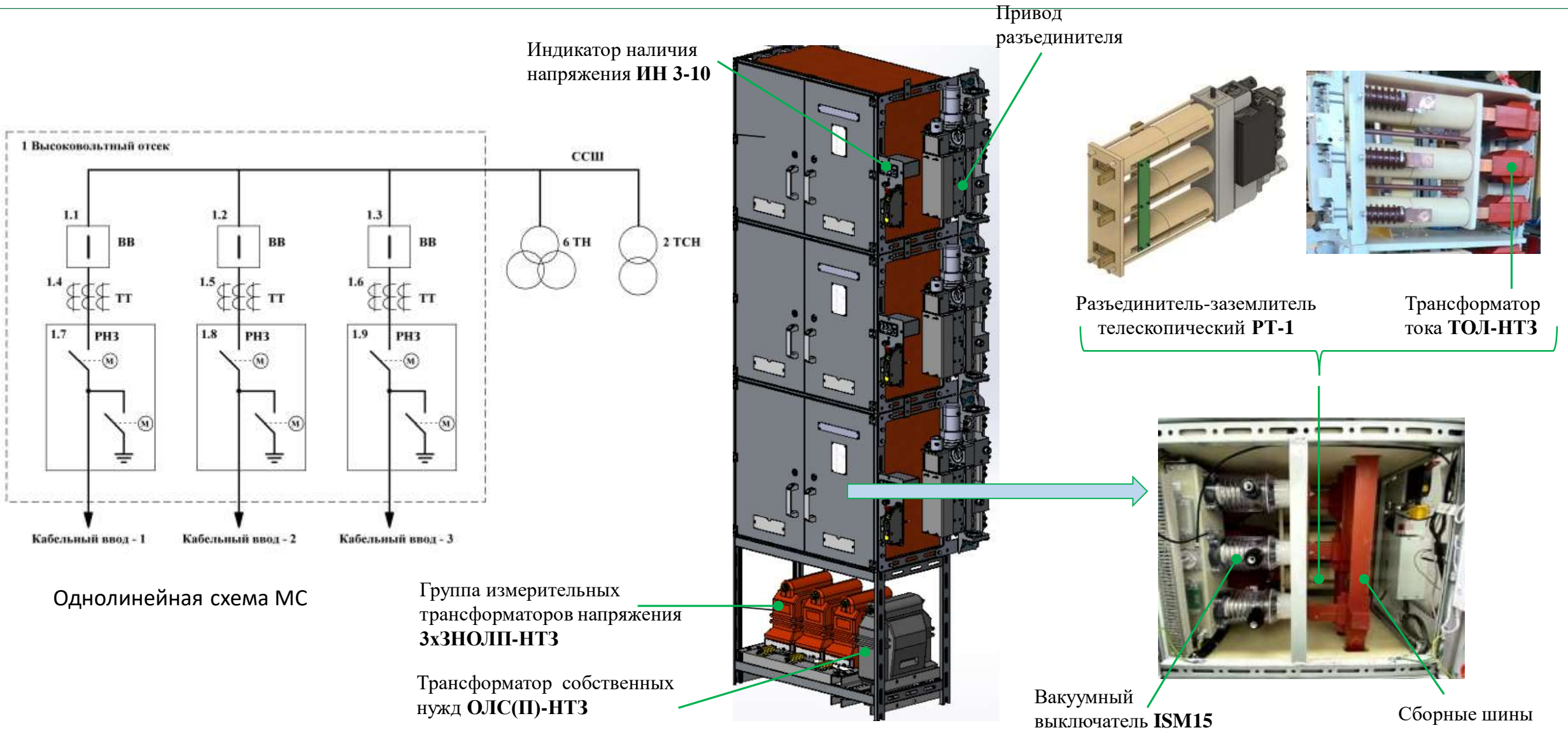
Капсула в сборе



Капсула в разрезе

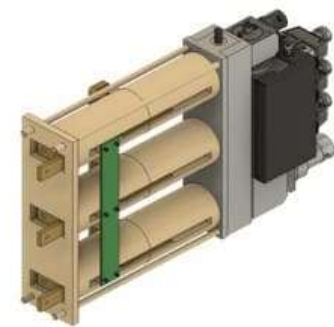


ШКАФ СИЛОВОЙ

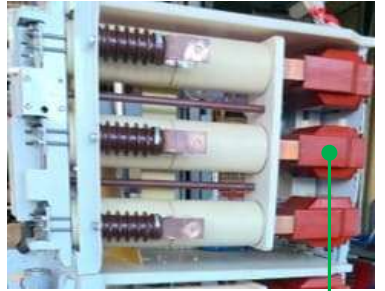


Индикатор наличия напряжения ИИ 3-10

Привод разъединителя



Разъединитель-заземлитель телескопический РТ-1

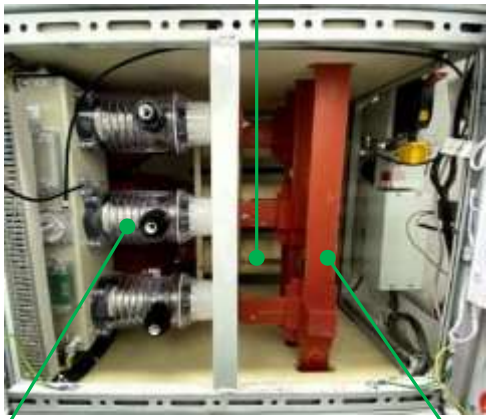


Трансформатор тока ТОЛ-НТЗ

Однолинейная схема МС

Группа измерительных трансформаторов напряжения 3хЗНОЛП-НТЗ

Трансформатор собственных нужд ОЛС(Ш)-НТЗ



Вакуумный выключатель ИСМ15

Сборные шины

Масса: 850 кг
Габариты: 2530x630x970 мм

ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ, РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И СВЯЗИ



Многофункциональный терминал РЗА ARIS-2308

- релейная защита (МТЗ, ОТ) – с 2 группами уставок
- автоматика управления выключателем
- управление разъединителем и заземлителем + блокировки
- измерение режимных параметров (ток, напряжение, мощность)



Монитор кабеля А-Сигнал

- определение ОЗЗ в КЛ с направлением



Устройство сбора и передачи данных ARIS-2803

- синхронизация приборов по протоколу NTP
- хранение данных в энергонезависимой памяти
- ведение «Журнала событий»
- телеуправление оборудованием



Управляемый Ethernet-коммутатор STK-EX

Криптошлюз «КОНТИНЕНТ»

- шифрование передаваемых данных
- контроль состояния VPN



Модуль управления выключателем SM_16

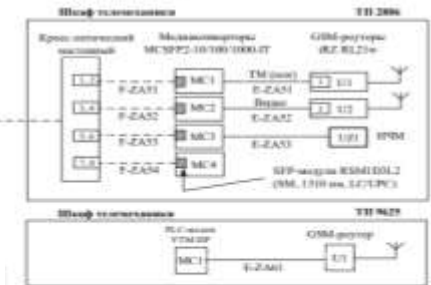
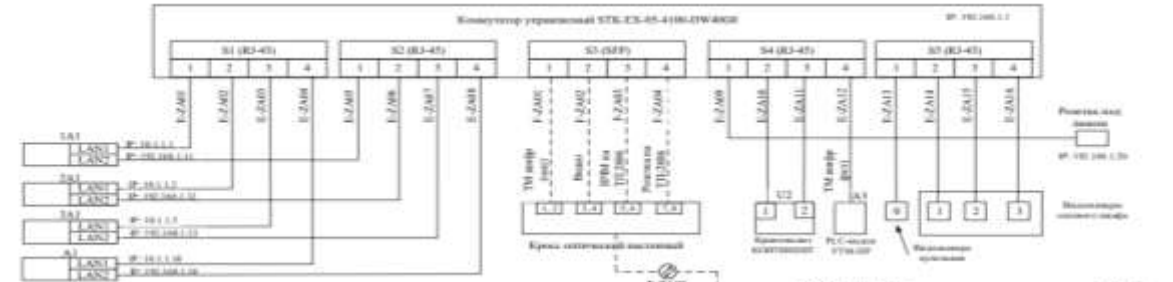


Операторская панель Н1.5.1

- контроль положения коммутационных аппаратов
- контроль режимных параметров (ток, напряжение)
- отображение и изменение групп уставок РЗА



Источник бесперебойного питания СИПБЗКА.10-11



Шкаф связи на ТП 2806

РАБОТЫ НА ПЛОЩАДКАХ АНТРАКС, МЭИ



ИЗГОТОВЛЕНИЕ:

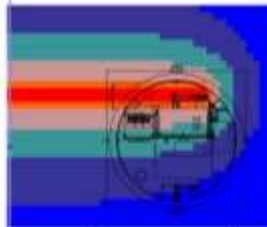
1. Коммутационный модуль
2. Шкафы телемеханики (2)

ИСПЫТАНИЯ, НАЛАДКА:

- высоковольтные испытания
- проверка работоспособности
- А-Сигнал (3 шт.), пожарная сигнализация, газоанализатор

ПРОЕКТИРОВАНИЕ:

- электромагнитный расчет (магнитное поле, экран, контур заземления)
- тепловой расчет
- оптические цифровые связи
- анализ проекта МЭИ, ПКБ РЭМ
- алгоритмы блокировок



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1. Шкаф ШУРС + шкаф ШС + кабельные связи
2. Шкафы телемеханики ШТМ-1, ШТМ-2
3. Корректировка конструкторской документации
4. Инструкция по эксплуатации
5. Алгоритмы управления разъединителем (+блокировки)
6. Информационная модель (IEC 60870-5-104)



НАЛАДКА:

- прогрузка автоматов
- проверка приема аналоговых и дискретных сигналов
- передача информации ARIS 2308 → ARIS 2803 – «ЦУС» по 104 протоколу
- передача осциллограмм (ftp) ARIS 2308
- единое время ARIS 2308, ARIS 2803
- коммутатор STK (VLAN)
- отладка алгоритмов управления Р(ЗН) + алгоритмы блокировок
- настройка алгоритмов и уставок (групп уставок) РЗА
- настройка GSM-роутеров и PLC-модемов

ИСПЫТАНИЯ В АТТЕСТОВАННЫХ ЦЕНТРАХ (СЗТТ)



*Сначала – функциональные и высоковольтные испытания –
потом токовые и ресурсные испытания*



- ❑ Проверка соответствия комплектности и конструкции КД, наличия ЗИП. Проверка схемы соединений.
- ❑ Испытание на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации и на нижнего значения температуры.
- ❑ Измерение сопротивления и электрической прочности изоляции независимых цепей.
- ❑ Комплексная проверка устройств РЗА ШУРС. Проверка системы контроля и управления, взаимодействия элементов ШУРС
- ❑ Проверка правильности действия индикации и сигнализации, функций регистрации событий и осциллографирования.
- ❑ Проверка местных и дистанционных интерфейсов связи и телеуправления ШУРС.
- ❑ Проверка ШУРС с коммутационными аппаратами рабочим током и напряжением. Проверка системы питания с ИБП
- ❑ Проверка используемых режимов и уставок. Проверка взаимодействия используемых функций и логических цепей.
- ❑ Проверка отсутствия ложных действий (срабатывания). Проверка электрических характеристик вспомогательной аппаратуры



ИСПЫТАНИЯ В АТТЕСТОВАННЫХ ЦЕНТРАХ (НТЦ ФСК)



- Испытание изоляции цепей управления и вспомогательных цепей переменным напряжением (2 кВ).
- Испытания внешней изоляции цепей первичных присоединений переменным напряжением в сухом состоянии (42/48 кВ x 1 мин)
- Испытания на нагрев номинальным током (1000 А)
- Испытания на стойкость при сквозных токах короткого замыкания (20/51 кА).
- Испытания на воздействие нижнего значения температуры среды при транспортировании и хранении и верхнего значения температуры при эксплуатации
- Испытания контрольной сборки и испытания на соответствие требованиям конструкции и сборочного чертежа. Проверка обеспечения конструкцией шкафа степени защиты персонала (до IP4x)
- Электромеханические испытания



ИСПЫТАНИЯ В АТТЕСТОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ (КТЗ)



- ❑ Внешний вид, маркировка. Размеры деталей колодцев капсулы МС
- ❑ Герметичность капсулы МС в сборе. Герметичность в сборе соединения базы (и/или шахты) и конуса
- ❑ Степень защиты в местах соединения сваркой встык и во всех сборочных элементах
- ❑ Стойкость базы к удару (падающим грузом, при свободном падении)
- ❑ Кольцевая жесткость шахты
- ❑ Стойкость к нагрузке от транспорта. Стойкость ступеней к нагрузке.
- ❑ Стойкость к зажиганию нагретой проволокой внутренней поверхности капсулы. Стойкость к горению внутренней поверхности

6 конструкций крышки люка для обеспечения требуемой герметичности

РАБОТЫ НА ПЛОЩАДКЕ ООО «ЭЛЕКТРОАППАРАТ»



КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ:

- автономная наладка ШС-0, ШС-1, ШС-2, ШС-3
- фазировка цепей ТТ и ТН
- отладка разъединителей (отладка/замена концевиков и алгоритмов управления РТ + время перемещения – time-out)
- фазировка цепей ТТ и ТН
- замена ИБП 1 кВт → 3 кВт, повторная наладка (пуск. токи, Китай)
- опробование и наладка датчиков капсулы (протечки, газов, пожарной сигнализации, открытия люка)
- прокладка и расключение оптических патч-кордов и ВОК
- опробование ручного генератора для ВВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ:

- разрезание бухты кабеля на 10 м отрезки
- разделка и оконцевание кабеля
- установка модулей пожаротушения
- измерение переходных сопротивлений ШС в сборе
- высоковольтные испытания ШС в сборе, проверка индикаторов
- прогрузка первичным током
- установка УП на кабель в капсулу

- 1) Автономная наладка ШУРС
- 2) Подключение и настройка датчика температуры и влажности
- 3) Комплексное опробование:
 - ШУРС + ШС-1 (2, 3, 0)
 - алгоритмы управления разъединителем
 - настройка видеокамер
 - настройка групп уставок РЗА и опробование с действием на ВВ



РАБОТЫ НА ПЛОЩАДКЕ ООО «ЭЛЕКТРОАППАРАТ»



ИЗГОТОВЛЕНИЕ

1. Разъединители (МО, ПО)
2. Капсула (МО, ОО, ПО)

МОНТАЖ В КАПСУЛУ:

- шкафы ШУРС, ШС
- датчики (протечки, люка)
- вентилятор с вытяжной трубой
- трубы водоудаления + обр клапаны
- кабели к датчикам, жгуты ШУРС-ШС
- «люстра» (+ подключение)
- источник бесперебойного питания
- контур заземления в капсуле
- приварка крыши капсулы, герметизация кабелей
- испытания капсулы на герметичность

СБОРКА:

- «Корзина» ИБП
- «Люстра»:
 - рама + кабель-канал
 - основное и аварийное освещение
 - датчик температуры и влажности
 - датчик газоанализатора
 - датчики дыма + оптокросс
- Шкаф ШУРС

ПРОЕКТИРОВАНИЕ:

- Отчет по изысканиям
- АСДУ, ТМ, связь
- Электротехнические решения (ЭТЧ)
- Инфобезопасность
- Проект организации строительства
- Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
- Технологические и конструктивные решения линейного объекта (ТКЛ)



СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

1. Транспортировка капсулы в сборе на место монтажа.
2. Рытье котлована, укрепление стенок
3. Установка капсулы, крепление к плите, заливка бетона в основание капсулы
4. Откопка существующих кабелей и рытье траншей для новых кабелей
5. Разрезка существующих кабелей, установка муфт
6. Монтаж и испытания контура заземления
7. Засыпка и тромбовка грунта вокруг капсулы, формирование горловины
8. Высокочастотные испытания КЛ, «холодная» фазировка
9. Монтаж шкафов связи на ТП 2806 (+оптокросс), ТП 9625 (+каплер)
10. Прокладка и разделка оптического кабеля, установка УП
11. Благоустройство территории



Строповка и подготовка к транспортировке



Укрепление стенок



Формирование горловины



Люк со снятой крышкой



Благоустройство территории



Монтаж шкафа связи

ЗАВЕРШЕНИЕ НАЛАДКИ НА МЕСТЕ МОНТАЖА И ВВОД В РАБОТУ



НАЛАДКА КАНАЛООБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ:

- GSM-роутеры iRz21w (в шкафах связи на ТП 2806, ТП 9625) – установка SIM-карт
- PLC-модемы (в капсуле, на ТП 9625)
- криптошлюз КОНТИНЕНТ (+ согласование структуры сети, параметров настройки)



ПРИЕМКА ТЕЛЕМЕХАНИКИ:

- проверка аналоговых сигналов (+апертура + масштаб)
- проверка дискретных сигналов (+ аварийное откл ВВ)
- проверка управляемости (с ИЧМ в ТП 2806, из СК-11)
- проверка блокировок: Р-В, ЗН- наличие U, time-out

ПРИЕМКА РЗА:

- прогрузка первичным током (до установки кабельных муфт)
- проверка РЗА на уставках с действием на выключатель



ПОСТАНОВКА ПОД НАПРЯЖЕНИЕ:

- проверка изоляции оборудования капсулы мегаомметром 2500 В
- протирка изоляции в капсуле
- высоковольтные испытания кабелей (x 2) и оборудования капсулы

ПОСТАНОВКА ПОД НАГРУЗКУ

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Место проведения: филиал ПАО «Россети Ленэнерго» «Кабельная сеть», Северный РЭС, по адресу г. Санкт-Петербург, пр. Непокоренных, 50

ПРОГРАММА ОПЭ:

1. Проверки без доступа в капсулу:

- 1.1. Контроль и управление РТ и ВВ с ТП 2806 и с ДП ЦУС ПАО «Россети Ленэнерго».
- 1.2. Информационный обмен по основному и резервному каналу связи с ДП ЦУС ПАО «Россети Ленэнерго».
- 1.3. Проверка системы видеонаблюдения.
- 1.4. Проверка синхронизации времени приборов с серверами ПАО «Россети Ленэнерго»

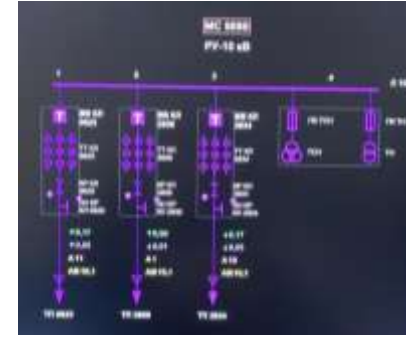
2. Проверки с доступом в капсулу (с обесточением):

- 2.1. Осмотр капсулы и оборудования в капсуле
- 2.2. Демонстрационная замена прибора
- 2.3. Проверка датчиков (люка, заводнения, температуры и влажности)
- 2.5. Проверка блокировок разъединителя
- 2.6. Проверка ИБП (времени автономной работы)
- 2.7. Проверка ручного управления разъединителем и выключателем
- 2.8. Проверка питания капсулы от внешнего источника питания

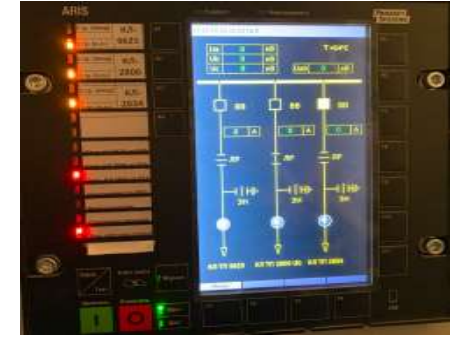
Доналадка и донастройка: замена видеокамеры №4, донастройка видеокамер № 1-3, ввод в работу осушителя + датчика влажности



MC 9899 на диспетчерском щите



MC 9899 в SCADA «СК-11»



Операторская панель в ТП 2806

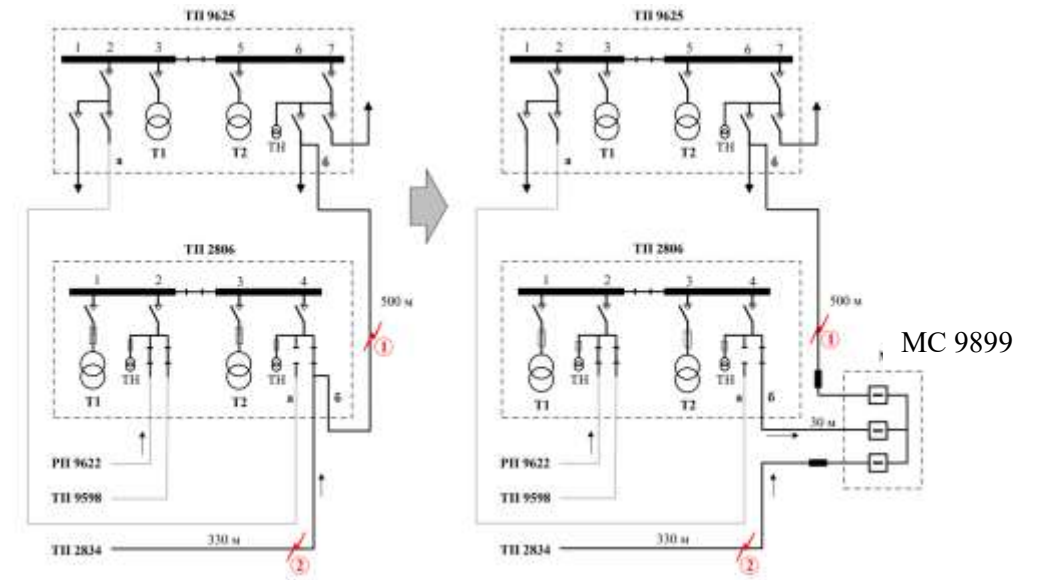


Схема включения MC

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



Шкаф телемеханики на ТП-2806



Интерфейс «Человек-машина»
(ИЧМ)



Индикация «Газов нет»
под крышкой люка МС



1. Общая часть
 - 1.1. Термины и определения
 - 1.2. Перечень принятых сокращений (САУ НРМ, САУ УШР, АРМ, АСУ ТП)
 - 1.3. Перечень лиц, обязанных знать инструкцию.
2. Описание
 - 2.1. Назначение
 - 2.2. Размещение компонентов (шкафы, капсула).
 - 2.3. Оборудование шкафа ШУРС (размещение оборудования)
 - 2.4. Органы оперативного управления (на ARIS, на ИЧМ в ТП 2806)
3. Нормальная эксплуатация
 - 3.1. Порядок включения МС
 - 3.2. Переключения в ходе нормальной эксплуатации
 - 3.4. Аварийные режимы (срабатывание РЗА)
 - 3.5. Вывод из работы МС
4. Возможные неисправности:
 - 4.1. Общий порядок действий оперативного персонала при неисправностях.
 - 4.2. Неисправности, выявляемые по СК-11 и меры по их устранению:
 - 4.3. Детализация неисправностей в WEB-конфигуратору.
 - 4.4. Действия при срабатывании пожарной сигнализации, датчиков протечек, открытия люка
 - 4.5. Действия при отказе основного канала связи
5. Регламент обслуживания:
 - 5.1. Устройств РЗА и ТМ
 - 5.2. Силового электрооборудования
 - 5.3. Источника бесперебойного питания
 - 5.4. Датчики (заводнения, загазованности, открытия люка и т.п.)
6. Меры безопасности:
 - 6.1. Меры безопасности для оперативного персонала
 - 6.2. Меры безопасности для инженерного персонала.



Получен патент на изобретение: «Модульная система для коммутации кабельных линий электропередачи 6-10 кВ».



Выполнена государственная регистрация программы для ЭВМ: «Программное обеспечение ИЧМ модульной системы с силовыми выключателями для автоматизации кабельной сети 6-10 кВ».



Отчетная документация

Проведенный патентный поиск установил:

- ✓ *Сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в РФ отсутствуют.*
- ✓ *Полученные в рамках выполнения НИОКР РИД обладают патентной чистотой.*

ЧТО НЕОБХОДИМО УЧЕСТЬ ПРИ ТИРАЖИРОВАНИИ

ОБЩЕЕ

- подключения приборов через цифровой интерфейс (а не через дискретные сигналы): А-Сигнал, МАГ, ИБП, ОПС (сокращение DI)
- расчет системы вентиляции (отвода тепла) – тепловые трубы
- защита от осадков и грязи (попадание внутрь дождя, снега, листвы)

КАПСУЛА

- увеличение диаметра люка (доступ ОВБ +замена силового модуля)
- откидное сиденье
- датчик воды (см более совершенный)
- выбор системы водоотведения
- электрообогреватели (без сгорания пыли) – 2 шт.
- отмотка горловины (предотвращение попадания грязи и воды)
- крышка люка-грибок (предотвращение затекания воды)
- перенести заземление экранов кабелей и заходы кабелей заземления
- крепление люка (удерживатель) при внутренней дуге

ШКАФЫ ТМ

- резервированный обогрев (с АВР)
- автомат для питания капсулы с током 30 А

ШУРС

- конструкция с выдвижными модулями
- сброс сигнализации всех приборов в капсуле
- модернизация крепления шкафов к полу капсулы

ШКАФ СИЛОВОЙ

- гибкие вставки – «плетенки»
 - экранирование цепей управления вакуумного выключателя
 - крепление ТТ – с возможностью съема без разборки шкафа
 - выдвижной столик
 - РТ: замена концевиков, пружин, эл/привода (на российские)
 - надежное крепление шкафов полу капсулы + транспортные крепления
-

ВЫВОДЫ

- 1) Разработана модульная система 10 кВ, размещенная под землей в герметичной капсуле, позволяющая сохранить общий архитектурный вид исторических районов, обеспечивающая защиту от проникновения посторонних лиц, пожаров, непогоды.
- 2) Внедрение модульной системы позволит сократить стоимость и сроки реализации технологических присоединений
- 3) Модульная система при повреждениях сети обеспечивает сокращение объема отключаемых потребителей и продолжительности отключений.
- 4) Результаты опытно-промышленной эксплуатации Модульной системы с силовыми выключателями, проведенной в кабельной сети ПАО «Россети Ленэнерго», подтвердили работоспособность технологии и перспективность её широкого внедрения в кабельных сетях 6-10 кВ.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Разработка модификаций:

- упрощенная схема (1-2 выключателя вместо 3-х);
- переход от выключателей к разъединителям (разъединитель с телеуправлением);
- трансформаторные подстанции ТП 35/10 кВ и ТП 10/0.4 кВ

2. Продолжить исследования:

- тепловые трубы большой мощности (1 кВт – 3 кВт);

-

Спасибо за внимание!



+7 495 991-12-30



antraks.ru