

Развитие методов выполнения работ под напряжением в распределительных сетях

Иванов Роман Владимирович
Директор Департамента эксплуатации сетей 0,4–20 кВ
ПАО «Россети Московский регион»

2023 / 5–6 июля

Москва / Конгресс-центр ЦМТ



VIII Международная
научно-техническая конференция

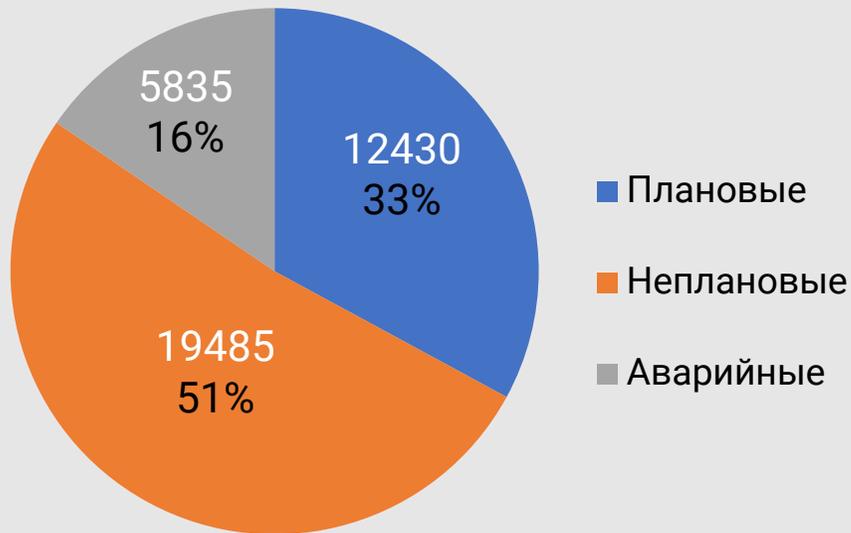
«Развитие и повышение надежности
распределительных электрических сетей»

ОРГАНИЗАТОРЫ



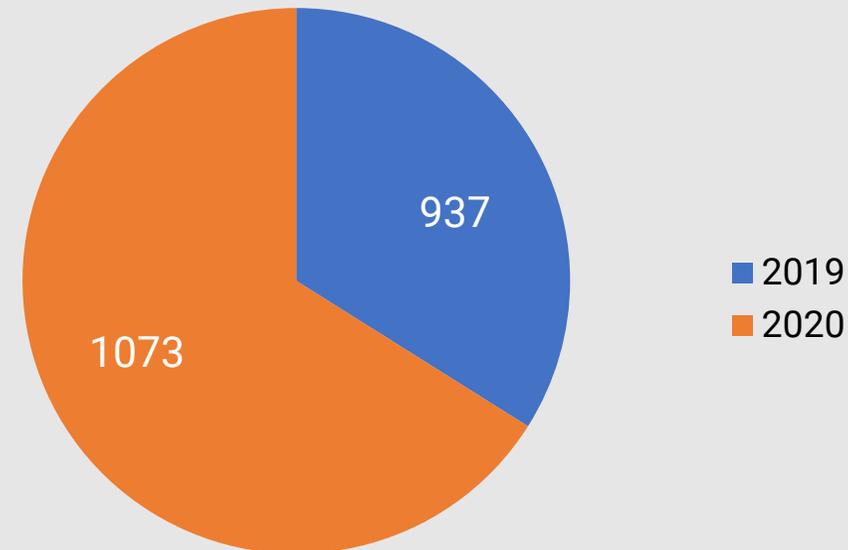
АНАЛИЗ ОТКЛЮЧЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 0,4-10 кВ

КОЛИЧЕСТВО ОТКЛЮЧЕНИЙ С ОБЕСТОЧЕНИЕМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЗА 2020 год, шт.



Всего отключений с обесточением потребителей - **37 750**, из них в зоне влияния **84%**

КОЛИЧЕСТВО ОТКЛЮЧЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЗА 2019-2020 гг., шт.



Присоединение новых КТП (МТП, СТП)



задача – снижение отключений, связанных с плановыми и неплановыми работами



решение - внедрение РПН по схеме №1 методом на расстоянии



направление развития - расширение видов работ под напряжением на ВЛИ-0,4 кВ и внедрение работ под напряжением на ВЛ(З)-10(6) кВ

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В СЕТЯХ 0,4-10 кВ

Приоритет работ под напряжением, по отношению к работам со снятием напряжения, обусловлен:

ЭКОНОМИКА, НАДЕЖНОСТЬ УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

- ✓ Отсутствием недоотпуска электроэнергии;
- ✓ Сохранением нормального режима работы сети и схемы эл. снабжения без снижения надежности;
- ✓ Отсутствием жалоб потребителей на перерывы электроснабжения;
- ✓ Исключением подготовительных операций по отключению и заземлению частей ЭУ, в том числе освобождением оперативного персонала не принимающего непосредственно участия в работах;
- ✓ Исключением потери времени на согласования заявок на отключения;
- ✓ Расширением возможностей планирования и выполнения работ (выполнением работ на ВЛ, отключение которой невозможно в данный момент по различным причинам)

БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛА

Снижением риска травмирования персонала за счет:

- ✓ Полноты защитных мер и их неразрывной связи с технологией проведения работ;
- ✓ Полного осознания персоналом наличия опасного производственного фактора (электрического напряжения) в месте проведения работ;
- ✓ Тщательного профотбора и проверки психофизиологических особенностей персонала;
- ✓ Высоких требований к квалификации персонала и опыту работы в ЭУ

СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ 0,4-10 кВ



1

Токоведущая часть электроустановки под напряжением – изоляция – человек – земля

Схема реализуется в электроустановках до 35 кВ включительно двумя методами:

- Работа методом в контакте, где электрозащитным средством являются диэлектрические перчатки, изолирующие покрытия (накладки) и изолирующий инструмент. Этим методом выполняются работы на ВЛ (ВЛИ) до 1000 В и на оборудовании до 1000 В ТП и КТП;
- Работа методом на расстоянии, когда работа выполняется с применением основных (изолирующие штанги, клещи) и дополнительных (диэлектрические перчатки, боты, накладки) электрозащитных средств. Этот метод применяется в РУ, ТП и на ВЛ (КВЛ) и оборудовании напряжением 1-35 кВ



2

Токоведущая часть электроустановки под напряжением – человек – изоляция – земля

Схема реализуется методом работы под потенциалом. Работы по данной схеме допускаются при следующих условиях:

- Изоляция работающего от земли специальными устройствами соответствующего напряжения;
- Применение экранирующего комплекта;
- Выравнивание потенциалов экранирующего комплекта, рабочей площадки и провода специальной штангой для переноса потенциала;



3

Токоведущая часть электроустановки под напряжением – изоляция – человек – изоляция – земля, осуществляется методом в изоляции, при условиях:

- Изоляция работающего от потенциала земли специальными изолирующими устройствами
- Применение электрозащитных средств

При этой схеме выполняются работы в электроустановках напряжением до 35 кВ включительно

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАБОТЫ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ 6-10 кВ

НА РАССТОЯНИИ

- ✓ более низкая стоимость владения
- ✓ меньший срок обучения персонала
- ✓ не требуется АГПИ
- ✓ возможность выполнения работ с тела опоры
- ✓ возможность выполнения работ в ТП (чистка трансформаторов)
- ✓ меньший психологический барьер персонала по выполнению работ

- ограничения по выполнению ряда работ

В ИЗОЛЯЦИИ

- ✓ возможность выполнения большинства работ на ВЛ(З)-10(6) кВ
- более высокая стоимость владения
- работа только с применением АГПИ
- бóльшая вероятность возникновения психологического барьера персонала по выполнению работ
- длительный срок обучения
- наиболее высокие требования к квалификации персонала
- отсутствие возможности выполнения работ в РУ10(6) кВ (чистка трансформаторов)

Вывод: применение каждого из методов работы под напряжением должно быть обосновано, исходя из местных условий, учитывая количество плановых и неплановых отключений для выполнения работ, уровень технологических присоединений, количество ТП на фидере, наличие резервного питания, возможность секционирования фидеров и др.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 1

1-й этап (2019-2020 г.г.)

Зона выполнения работ: ВЛ(З)-10(6) кВ

Схема выполнения работ: токоведущая часть ЭУ под напряжением - изоляция - человек - земля

Метод выполнения работ: работа на расстоянии

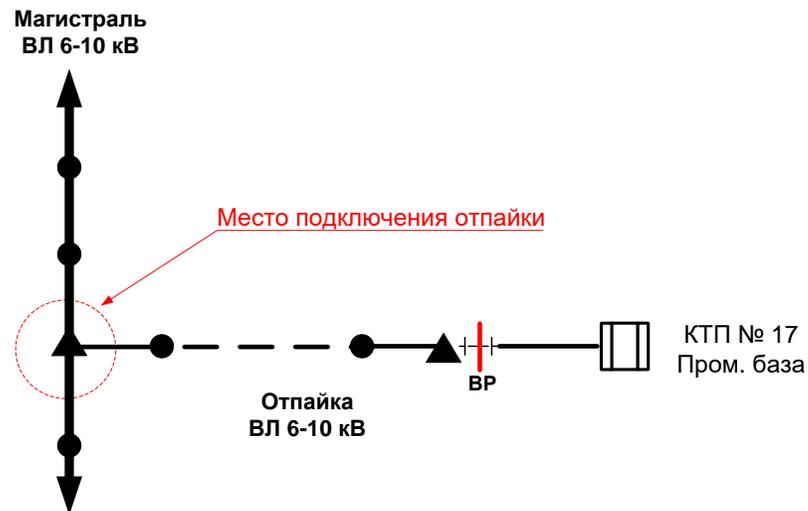
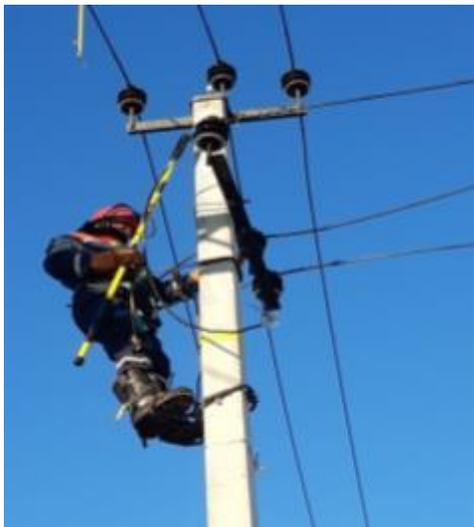
Основание: рост количества технологических присоединений, жалобы потребителей на частые отключения

Обучено: 41 бригада (по 1-й бригаде в каждом РЭС областных филиалов и филиала Новая Москва)

№

Перечень работ, выполняемых на ВЛ(З) 6-10 кВ

1. Монтаж зажимов (Г и П – образной формы) для установки переносного заземления на ВЛ(З) 6-10 кВ без снятия напряжения на ВЛ(З)-6-10 кВ с АГП, без АГП
2. Подключение/отключение присоединения (отпайки) на ВЛ(З) 6-10 кВ с применением АГП/без АГП



ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 2

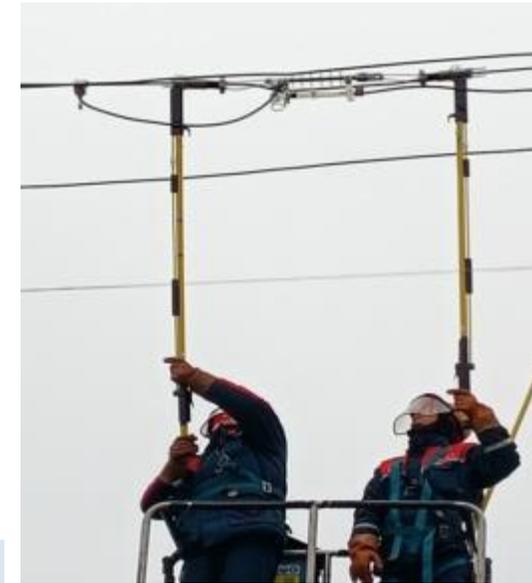
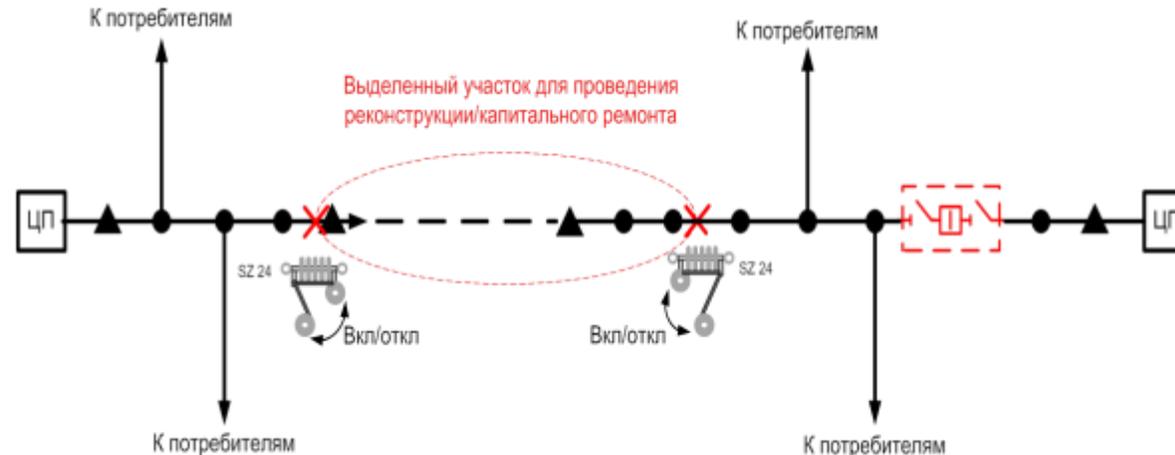
2-й этап (2021-2022 г.г.)

Вид работ: **монтаж однополюсных разъединителей типа SZ-24 и упрощенных пунктов секционирования.** Данная технология применяется на магистралях и отпайках КВЛ 6-10 кВ, для выделения поврежденного участка ВЛ(З)-10(6)кВ с последующим включением фид.-10(6) кВ.

Требования: **работа производится по схеме- токоведущие части ЭУ под напряжением – изоляция – человек – земля (методом работ на расстоянии).**



Однополюсный разъединитель SZ-24



Монтаж однополюсного
разъединителя
SZ-24

Установка однополюсных разъединителей и упрощенных пунктов секционирования производится под напряжением, на любых участках ВЛ 6-10 кВ, в том числе с промежуточными опорами. Процесс коммутации упрощенным пунктом секционирования и однополюсными разъединителями производится в бестоковую паузу при кратковременном отключении фидера в РП или на ПС.

В случае, если нагрузка на фидере не превышает 15 А, отключения однофазных разъединителей можно проводить под нагрузкой.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 2

2-й этап (с 2023 года)

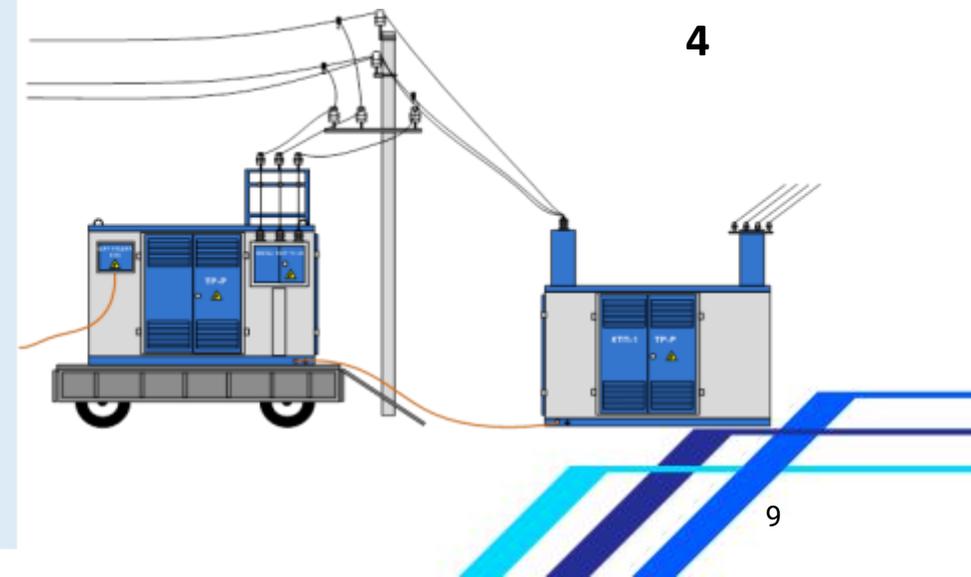
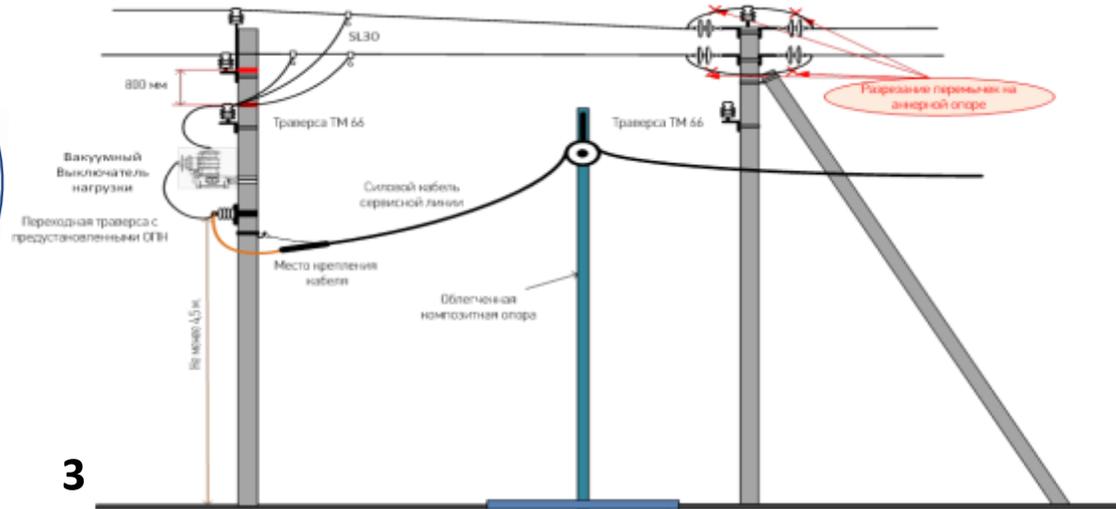
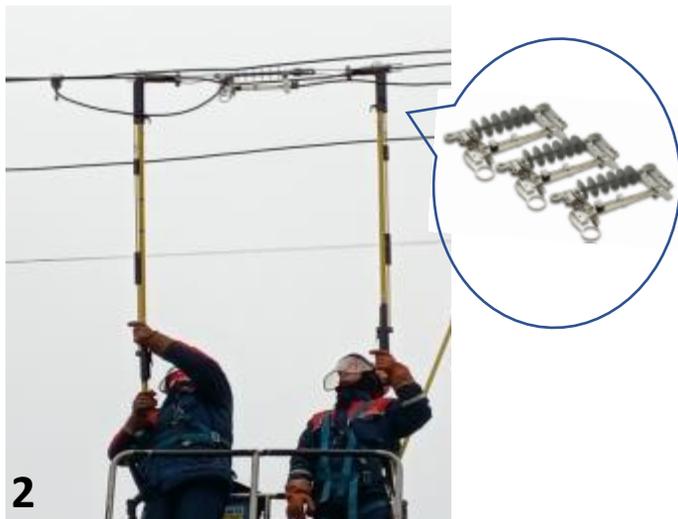
Вид работ: замена выносного подстанционного разъединителя 6-10 кВ КТП (МТП, СТП). Данная технология применяется на отпайках КВЛ 6-10 кВ к ТП, для замены поврежденного выносного разъединителя КТП (МТП, СТП), без отключения магистрали ВЛ(З)-10(6)кВ.

Требования: работа производится по схеме- токоведущие части ЭУ под напряжением – изоляция – человек – земля (методом работ на расстоянии).



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИЗОЛИРУЮЩИХ ШТАНГ И ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ, МЕТОДОМ НА РАССТОЯНИИ

Выполняемые работы под напряжением в сетях 6-10 кВ



1. Присоединение (отсоединение) отпаяк ВЛ(З)-6-10 кВ.
2. Монтаж однополюсных разъединителей типа SZ-24 для секционирования сети.
3. Подключение - отключение сервисной кабельной линии на ВЛ(З)-6-10 кВ.
4. Подключение (отключение) ПЭОТ к ВЛ(З) 6-10 кВ.
5. Замена выносного разъединителя 6-10 кВ КТП (МТП, СТП).
6. Монтаж зажимов (Г и П – образной формы) для установки переносного заземления на ВЛ(З) 6-10 кВ на ВЛ(З)-6-10 кВ.
7. Монтаж (демонтаж) указателей поврежденного участка на ВЛ(З) 6-10 кВ.

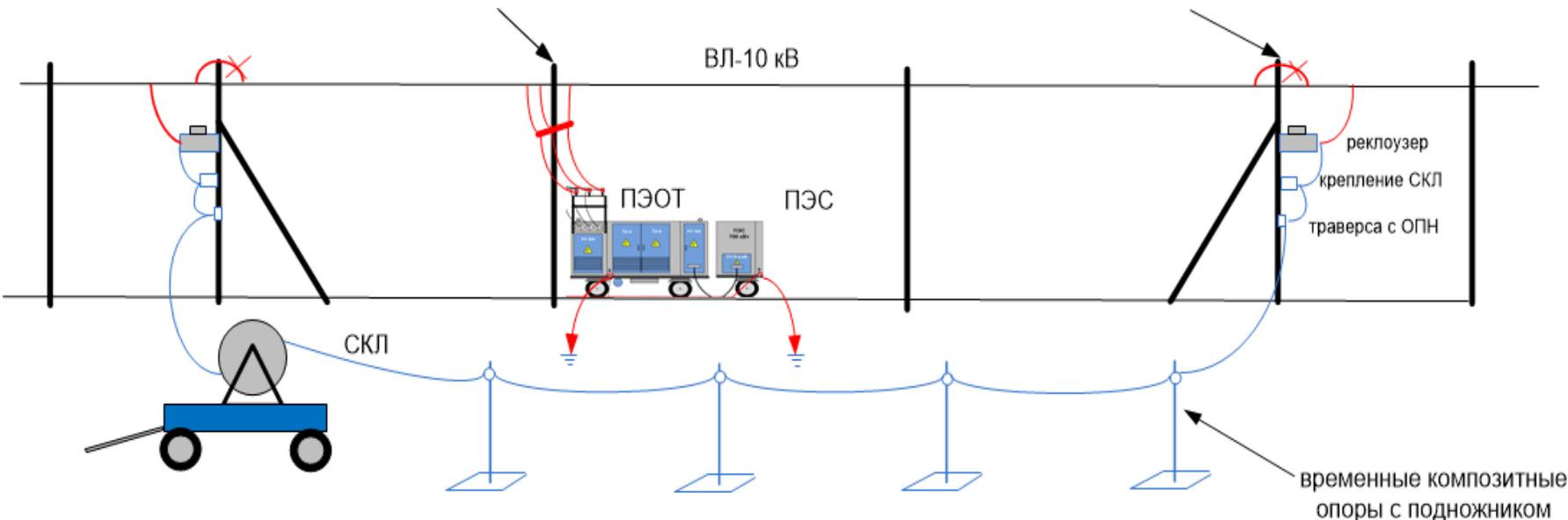
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В МЕТОДОМ НА РАССТОЯНИИ

Подключение передвижных электроустановок (ПЭОТ) 0,4/10(6) кВ и сервисных кабельных линий (СКЛ) временного электроснабжения напряжением 6-10 кВ по схеме: **провод под напряжением – изоляция – человек – земля** методом на расстоянии.

В настоящее время, в областных филиалах Общества и филиале «Новая Москва», в эксплуатации находятся 78 ПЭОТ и 41 СКЛ (не менее, чем по две единицы ПЭОТ и одной СКЛ в РЭС).

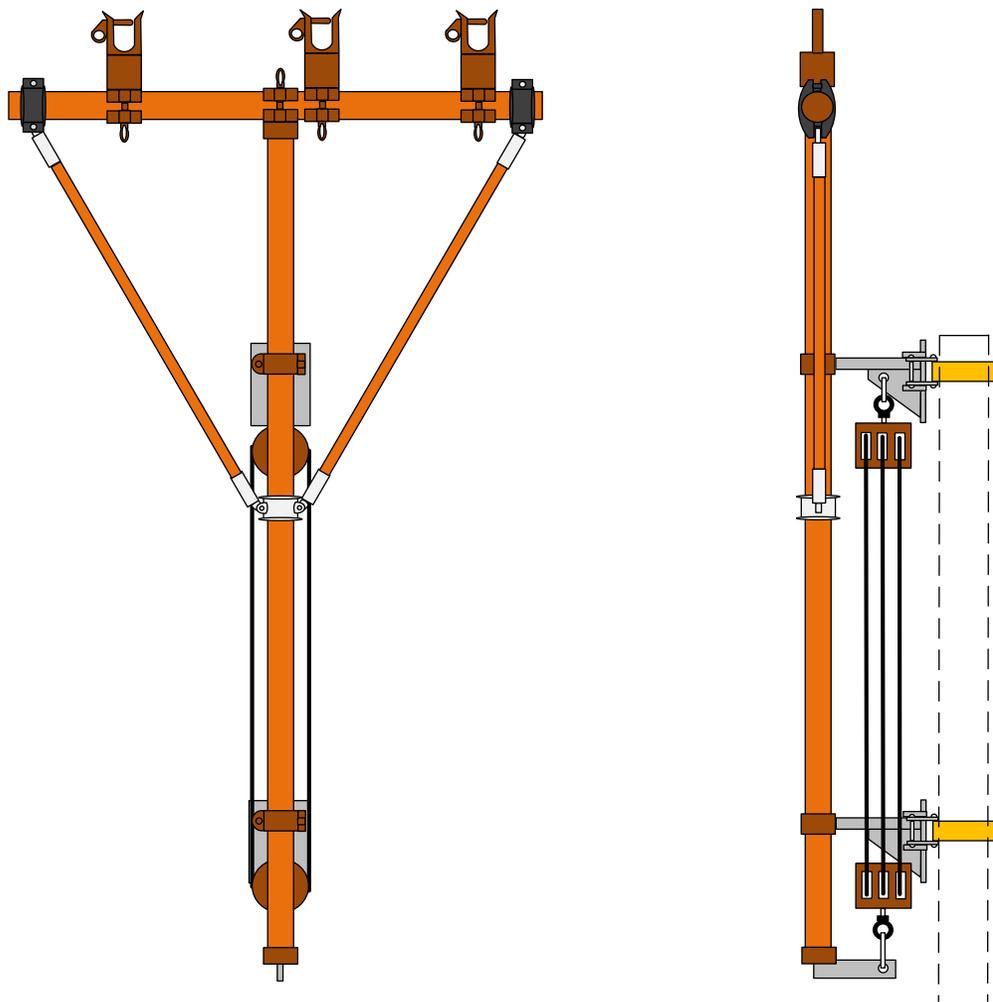
План на 2024 год:

Закупка 41 комплекта СКЛ (цель – обеспечить наличие не менее 2-х комплектов СКЛ в каждом РЭС)



РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В МЕТОДОМ НА РАССТОЯНИИ

Траверса изоляционная для установке на опоре



Для расширения перечня работ выполняемых под напряжением методом на расстоянии планируется использовать специальную изоляционную траверсу в комплексе с временной 9-ти метровой облегченной опорой ВЛ-10 кВ.

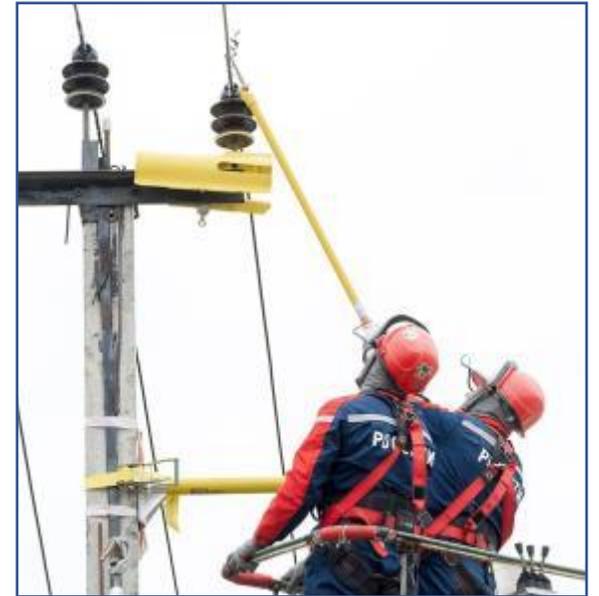
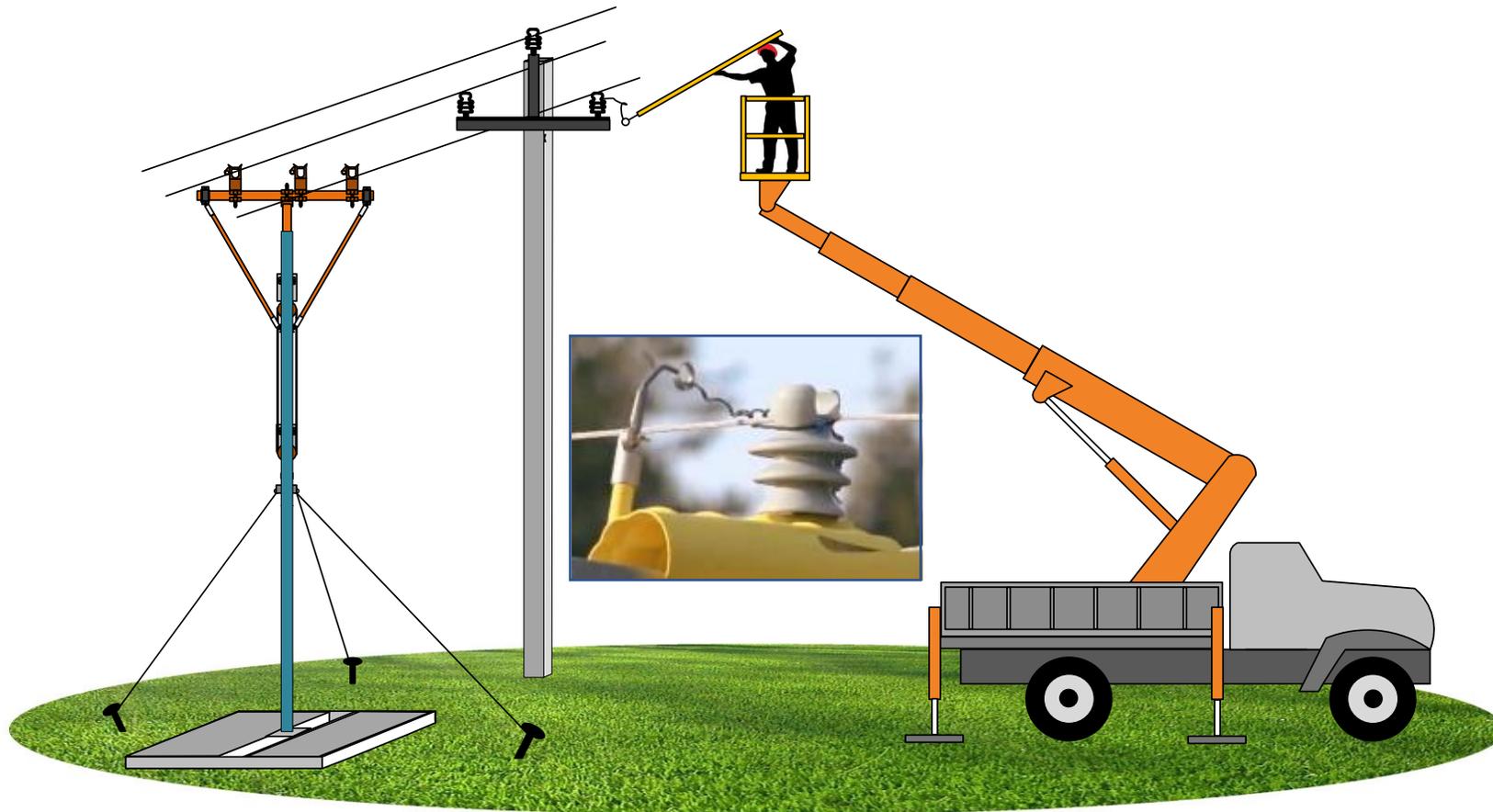
Внедрение: 2023-2024 гг.

Применение

Траверса предназначена для временной фиксации проводов, их подъёма и опускания во время производства работ под напряжением при замене изоляторов, металлоконструкций и опор ВЛ 6-10 кВ. Траверса крепится к опоре при помощи двух кронштейнов с ременными натяжителями. Подъем и опускание траверсы осуществляется изолирующим полиспастом с тормозным устройством для удержания траверсы на требуемой высоте. После выполнения работ согласно ТК, траверса опускается до уровня крепления проводов к шейкам изоляторов, провода фиксируются к изоляторам, скобы захватов проводов открываются оперативной штангой и траверса опускается с последующим её демонтажем.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В МЕТОДОМ НА РАССТОЯНИИ

Применение траверсы изоляционной для замены опоры ВЛ-10 кВ



ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 3

Производство работ по сухой и влажной очистке оборудования электроустановок напряжением до 10 кВ по схеме: **провод под напряжением – изоляция – человек – земля**, методом на расстоянии

Сухая очистка:

- поддержание электрооборудования электроустановок (ТП, РП и т.д.) в надлежащем эксплуатационном состоянии путем удаления пыли и других загрязнений с использованием принципа всасывания (пылесоса), которые могут вызывать перекрытие изоляции.

Влажная очистка:

- поддержание электрооборудования электроустановок (ТП, РП и т.д.) в надлежащем эксплуатационном состоянии, восстановления удельного сопротивления изоляции, путем удаления всех видов смазок, масел, пыли и других стойких загрязнителей, которые могут вызывать утечки тока от масляных и трудноудаляемых загрязнений под напряжением до 35кВ

В 2022 году:

- до 01.05.2022 проведено внешнее обучение персонала (по 1 бригаде от электросетевых филиалов, преподаватели Учебного Центра, специалисты ДЭС 0,4-20 кВ) технологии очистки электрооборудования ТП 10(6)/0,4 кВ под напряжением в ЧОУ ДПО «Центр работ под напряжением».
- до 30.12.2022 проведено внутреннее обучение персонала, исходя из условия, одна бригада в каждом РЭР филиала МКС в Учебном Центре Общества.
- закуплено и укомплектовано комплектами спец. инструмента для сухой и влажной очистки электрооборудования ТП 10(6)/0,4 кВ под напряжением 26 бригад в МКС и по 1 бригаде в областных филиалах и филиале НМ.
- 01.10.2022 начало работ по сухой и влажной очистке силовых трансформаторов ТП, до конца 2022 года выполнено 224 работы.

С 01.01.2023 выполнение 100% работ по сухой и влажной очистке силовых трансформаторов 10/6/0,4 кВ трансформаторных подстанций в филиале МКС без отключения.

На 01.07.2023 выполнено 723 работы.



ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 3

Методы чистки оборудования ТП 6-20 кВ



ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В Этап № 4

Производство работ по ремонту электроустановок напряжением до 10 кВ

по схеме: **провод под напряжением – изоляция – человек – изоляция – земля, методом в изоляции**

Производство работ по ремонту электроустановок напряжением до 10 кВ по схеме: провод под напряжением – изоляция – человек – изоляция - земля , методом в изоляции позволит существенно увеличить перечень работ, которые невозможно выполнять по схеме: провод под напряжением – изоляция – человек – земля методом на расстоянии, такие как – замена промежуточных опор, изоляторов, вязок, траверс и многое другое.

План на 2023 год:

- до 31.05.2023 проведение внешнего обучения персонала (по 1 бригаде от филиалов, преподаватели Учебного Центра, специалисты ДЭС 0,4-20 кВ) технологии производства работ по схеме напряжение – изоляция – человек – изоляция – земля в ЧОУ ДПО «Центр работ под напряжением».
- до 31.07.2023 закупка трех автогидроподъемников с изолированным звеном (АГПИ) в филиалы Новая Москва, ВЭС (Учебный Центр), СЭС.
- после поставки АГПИ в филиалы - обучение персонала в Учебном центре Общества, исходя из условия, одна бригада на филиал НМ, ВЭС, СЭС.

С 01.09.2023 планируется проведение работ по схеме: напряжение – изоляция – человек – изоляция – земля, методом в изоляции. Ожидаемое минимальное количество 600 работ в год.



ЭФФЕКТЫ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В СЕТЯХ 0,4-10 кВ

Количество и суммарная длительность плановых/неплановых отключений с обесточением потребителей в сети 0,4-10 кВ в 2021-2022гг.

	12 мес. 2021 г.	12 мес. 2022 г.	Δ, %
Количество обесточений, (шт.)	30845	24654	-20,1
Суммарная длительность обесточения, (час.)	39614,5	34208,59	-13,6

Количество и суммарная длительность плановых/неплановых отключений с обесточением потребителей в сети 0,4-10 кВ в 2022-2023гг.

	на 10.05.2022	на 10.05.2023	Δ, %
Количество обесточений, (шт.)	7583	7473	-1,5
Суммарная длительность обесточения, (час.)	9553,04	8719,30	-8,7

ВЫВОД

ВЫВОД: применение работ под напряжением в сетях 0,4-10 кВ по схемам №1 и №3, с использованием методов, в контакте для 0,4 кВ, на расстоянии для ВЛ(З)-10(6)кВ и ТП 0,4/10(6)кВ и метода в изоляции для ВЛ(З)-10(6)кВ имеет положительный эффект и позволяет:

- ✓ повысить надежность за счет исключения перерыва электроснабжения потребителей;
- ✓ сократить время на технические мероприятия (отключение, заземление, подготовка рабочего места) и на производство работ в целом;
- ✓ снизить риск травмирования персонала за счет выполнения работ персоналом, осознающим наличие опасного фактора (поражение электрическим током) - *«Лучше работать под напряжением, зная об этом, чем без напряжения, только так предполагая»;*
- ✓ снизить недоотпуск электроэнергии;
- ✓ сократить количество жалоб потребителей на перерывы электроснабжения.

Дополнительно способствует:

- ✓ Повышению квалификации персонала;
- ✓ Развитию технологий производства работ;
- ✓ Формированию новых типовых конструктивных решений при проектировании ЭУ (ВЛ-10(6) кВ, позволяющих создать возможность или упростить процедуру выполнения работ под напряжением;
- ✓ Созданию новых инструментов и приспособлений для работ под напряжением

Спасибо за внимание!

