

**СИГРЭ-47**

**Исследовательский комитет ИК АЗ  
«Оборудование для магистральных и  
распределительных электрических сетей»**



Руководитель НИК АЗ: Косолапов И.А.

Представитель РФ в ИК АЗ: Дробышевский А.А.

## ИК АЗ

# «Оборудование для магистральных и распределительных электрических сетей»

### Сфера деятельности:

- ❖ Коммутационные аппараты (выключатели, выключатели нагрузки, разъединители, заземлители и пр.)
- ❖ Токоограничивающие устройства
- ❖ Ограничители перенапряжений
- ❖ Конденсаторы
- ❖ Изоляторы, высоковольтные вводы
- ❖ Измерительные трансформаторы
- ❖ Прочие виды в/в оборудования, не охваченные другими комитетами СИГРЭ



## ИК АЗ

# «Оборудование для магистральных и распределительных электрических сетей»

### Направления деятельности:

Проектирование и разработка. Проектно-конструкторские работы

Требования к оборудованию в изменяющихся сетях

Интеллектуализация оборудования

Мониторинг и диагностика оборудования

Новые и улучшенные методы испытаний

Техническое обслуживание, ремонт и управление сроком службы

Методы снижения перенапряжения и перегрузки

С учетом различий в конструкции и требованиях к оборудованию для магистральных и распределительных сетей

# Сессия СИГРЭ-47



Рабочая программа делегации АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

- Постер-сессия (Poster session).
- Дискуссионное заседание (Group discussion meeting) по обсуждению представленных докладов.
- Заседание Исследовательского комитета SC A3.
- Профильные семинары по тематике Исследовательского комитета A3.
- Техническая выставка.
- Встречи с представителями зарубежных компаний, подписание соглашений.



# Дискуссии по докладам. Постер-сессия



**Предпочтительная тема PS1: Требования к оборудованию для магистральных и распределительных сетей постоянного и переменного тока**

- Требования к оборудованию постоянного тока для разветвленных сетей высокого напряжения
- Меры по повышению надежности
- Разработки в области испытаний и контроля

## **15 докладов по тематике:**

- **Изоляторы**
- **Повышение давления в КРУЭ**
- **Разъединители и заземляющие устройства**
- **Высоковольтные распределительные устройства постоянного тока**
- **Управляемая коммутация**
- **Эффективность высоковольтных выключателей**



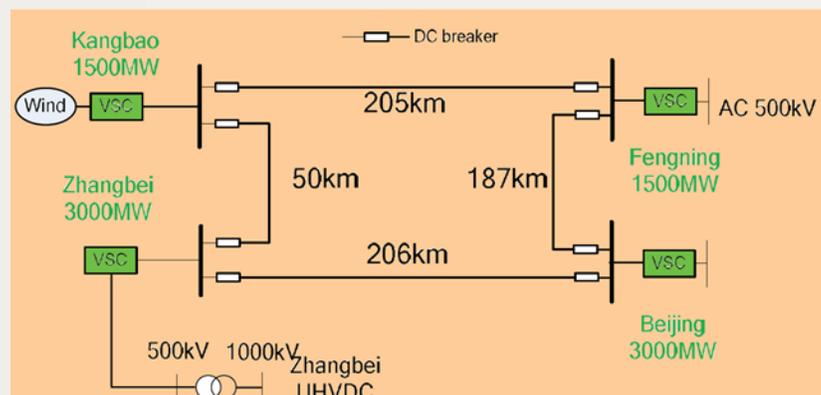
## PS1: Требования к оборудованию для магистральных и распределительных сетей постоянного и переменного тока



Гибридный высоковольтный выключатель постоянного тока  $\pm 200$  кВ



Прототип гибридного высоковольтного выключателя постоянного тока 500 кВ



Четырехтерминальная сеть постоянного тока в Чжанбэй

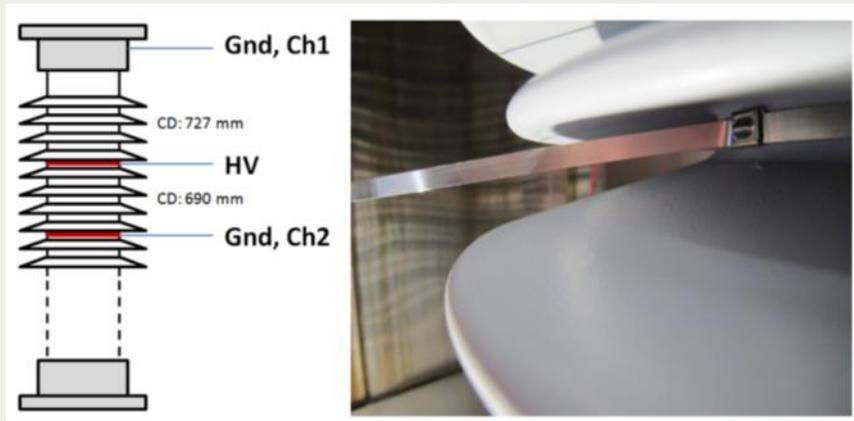


Испытание прототипа выключателя 500 кВ на прерывание (размыкание/срабатывание)



**A3-105.** Разработка модульного каскадного гибридного выключателя постоянного тока на 500 кВ

## *PS1: Требования к оборудованию для магистральных и распределительных сетей постоянного и переменного тока*



Установка для испытаний на трекинг-эрозионную стойкость



Процедура нанесения загрязнения



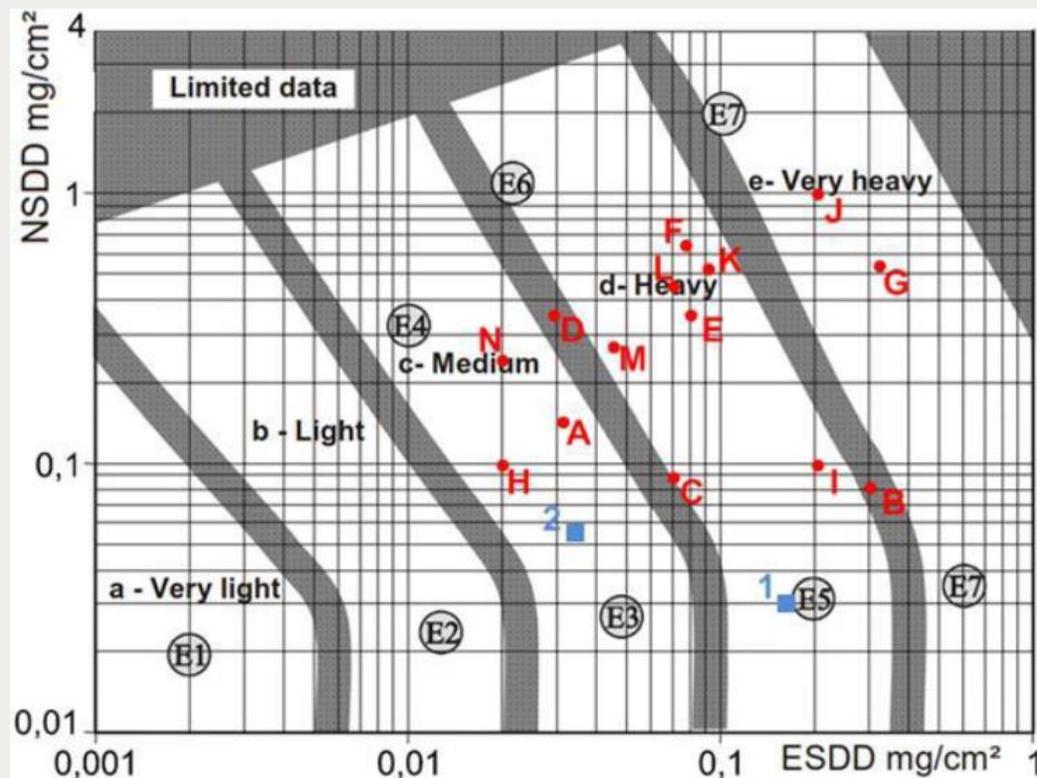
Средний уровень гидрофобности



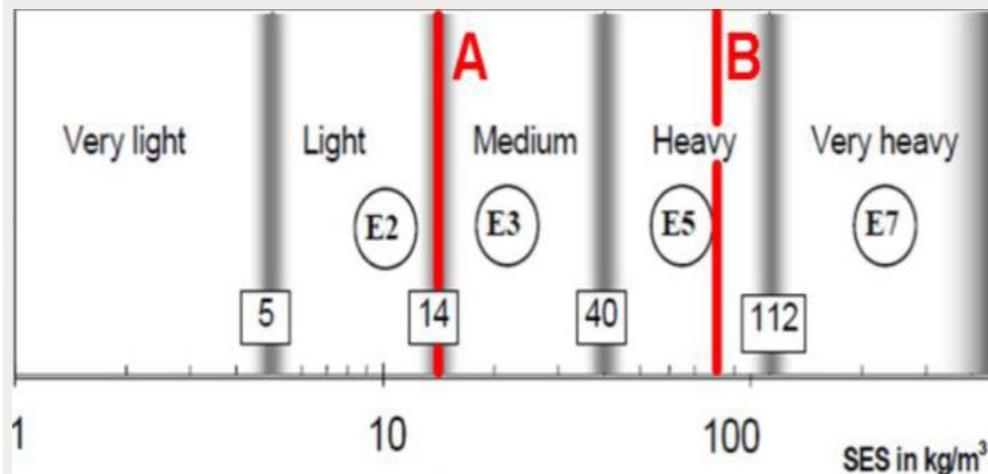
Высокий уровень гидрофобности

**A3-109.** Разработка требований к испытаниям и поверке опорных изоляторов подстанции с вулканизацией при комнатной температуре в сети переменного тока

## PS1: Требования к оборудованию для магистральных и распределительных сетей постоянного и переменного тока



Очень легкое | легкое | среднее | тяжелое | очень тяжелое



**A3-108.** Технические требования к конструкции и опыт испытаний композитных полых сердечников изоляторов в отношении характеристик загрязнения при напряжении постоянного и переменного тока

# ИК А3. Постер-сессия



## Предпочтительная тема PS2: Управление сроком службы оборудования

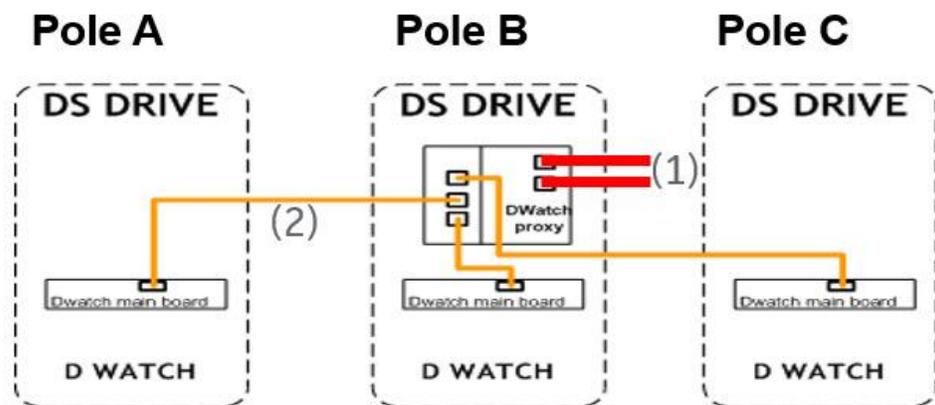
- Диагностика и прогнозирование
- Влияние экологических и эксплуатационных условий на срок службы.
- Опыт и меры противодействия перегрузкам и перенапряжениям

### **7 докладов по тематике:**

- **Онлайн мониторинг**
- **Металлооксидные разрядники (MOSA)**
- **Измерительные трансформаторы**



## PS2: Управление сроком службы оборудования



- (1) F.O. 61850 communication to PRP/HSR unit
- (2) C.W. Modbus communication to Dwatch drive



**A3-206.** Цифровой разъединитель для цифровой подстанции

## PS2: Управление сроком службы оборудования

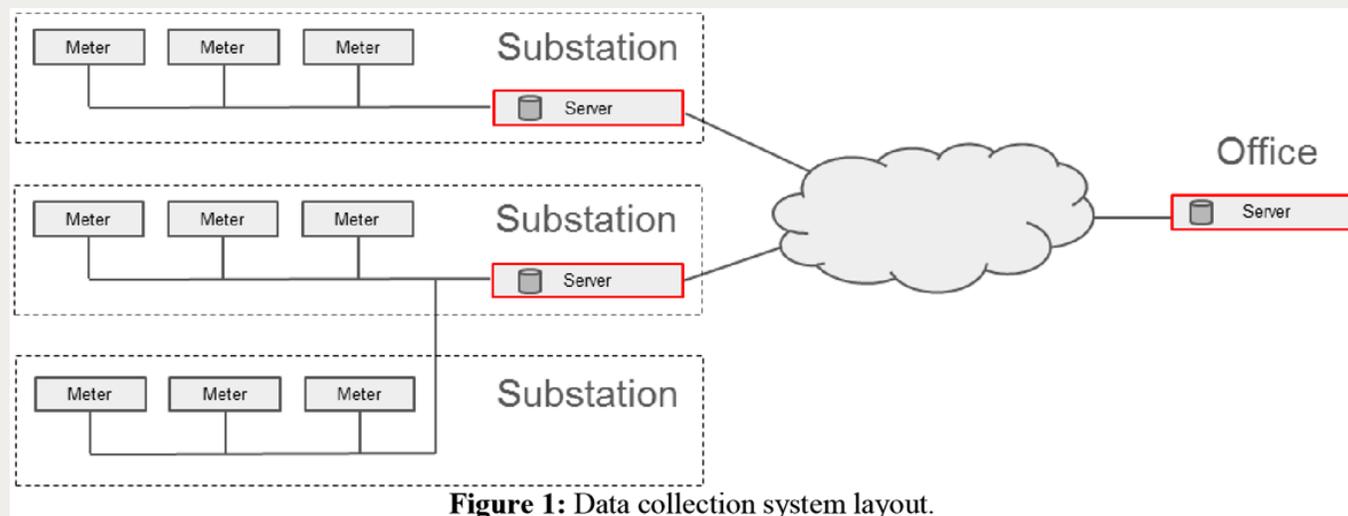
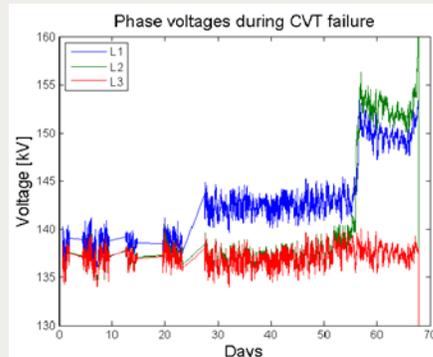
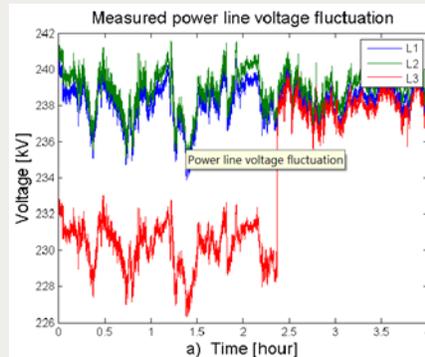
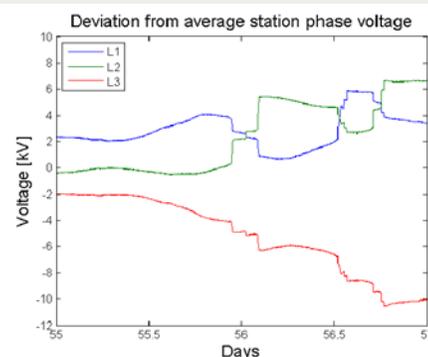


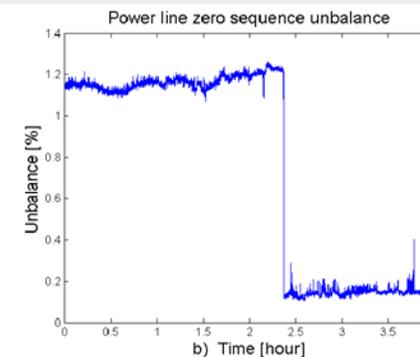
Figure 1: Data collection system layout.



Фазное напряжение на подстанции при отказе ёмкостных трансформаторов напряжения



Фазное напряжение на подстанции при отказе ёмкостных трансформаторов напряжения



**A3-207.** Онлайн мониторинг емкостных трансформаторов напряжения с использованием счетчиков энергии

# ИК А3. Постер-сессия



## Предпочтительная тема PS3: Новые разработки оборудования для магистральных и распределительных сетей

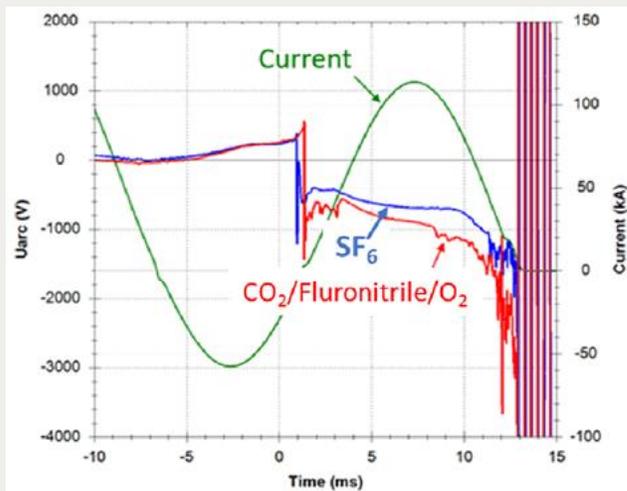
- Новые разрабатываемые распределительные устройства и перспективное оборудование
- Коммутация с альтернативами элегазу, оборудование с применением новых материалов
- Внедрение интеллекта в оборудование постоянного и переменного тока

### 11 докладов по тематике:

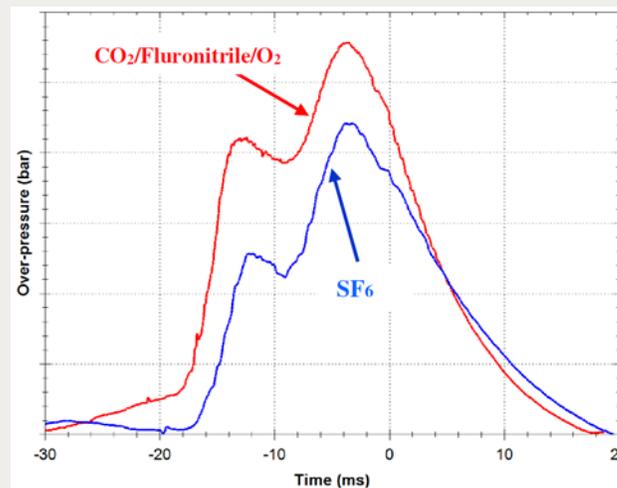
- Альтернативы элегазу
- Генераторные выключатели
- Разработка распределительных устройств среднего напряжения
- Коммутация емкостных токов



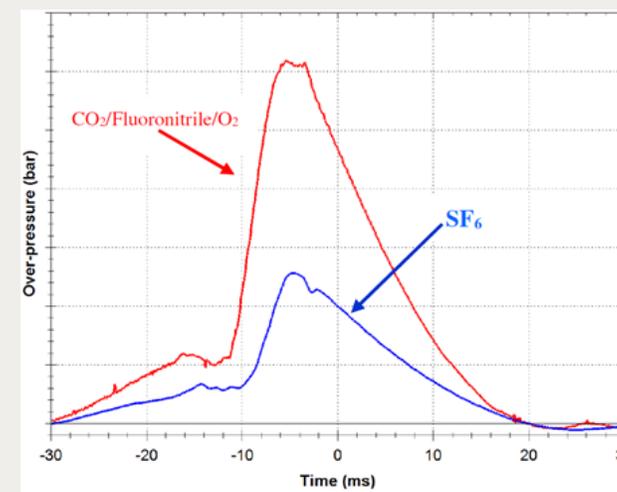
## PS3. Новые разработки оборудования для магистральных и распределительных сетей



Ток отключения и напряжение электрической дуги для гексафторида серы (элегаза) и смеси CO<sub>2</sub>/Фторонитрила/O<sub>2</sub>



Увеличение давления в емкости с гексафторидом серы (элегаз) и смеси CO<sub>2</sub>/Фторонитрила/O<sub>2</sub> во время отключения КЗ



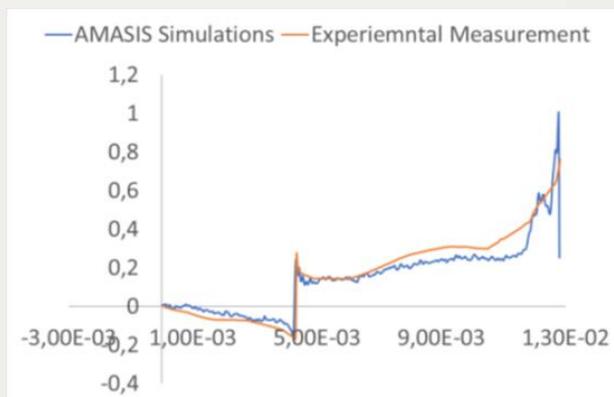
Увеличение давления в емкости с гексафторидом серы (элегаз) и смеси CO<sub>2</sub>/Фторонитрила/O<sub>2</sub> во время отключения КЗ

**A3-301.** Оценка эффективности смеси CO<sub>2</sub> / фторнитрила / O<sub>2</sub> в КРУЭ и баковых высоковольтных автоматических выключателях при больших токах КЗ

## PS3. Новые разработки оборудования для магистральных и распределительных сетей



Объект испытаний – прототип выключателя



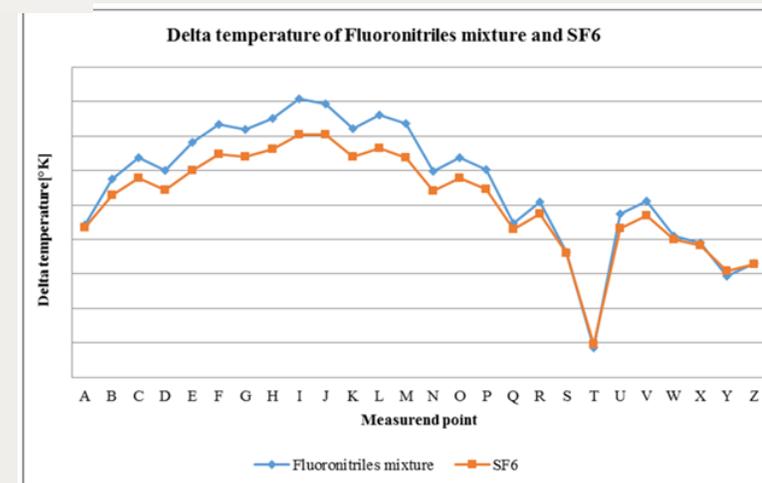
Сравнительный анализ напряжения на дуге между экспериментальными данными и моделированием



Объект испытаний - прототип быстродействующего заземлителя



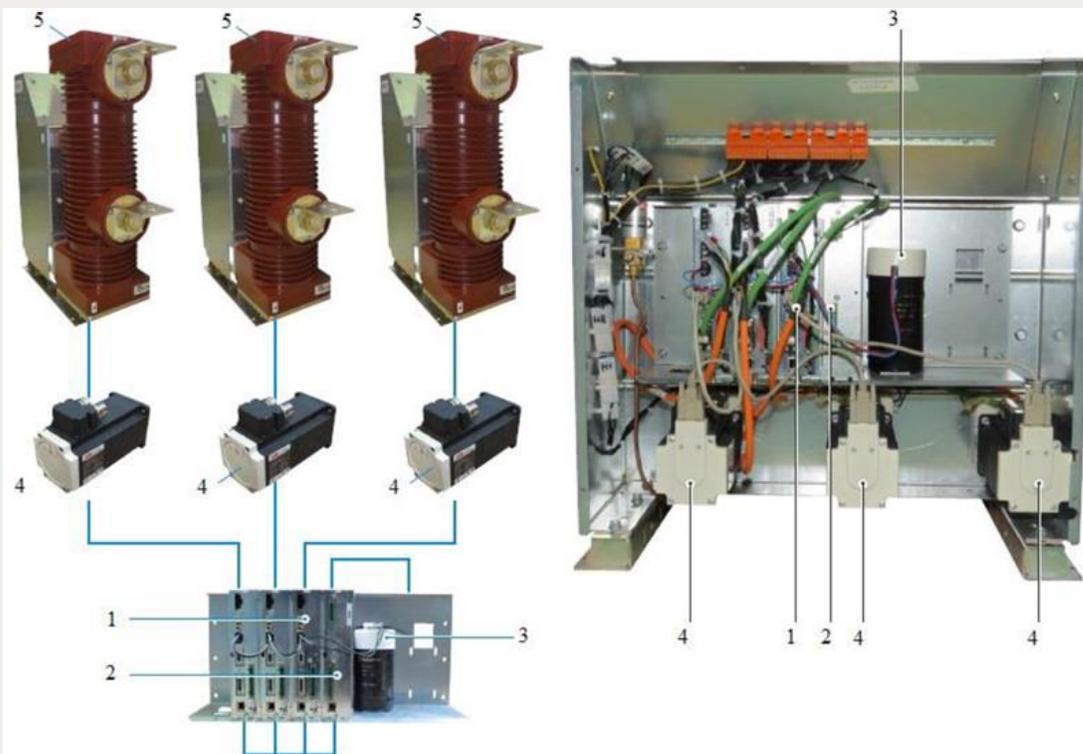
Объект испытаний - прототип разъединителя



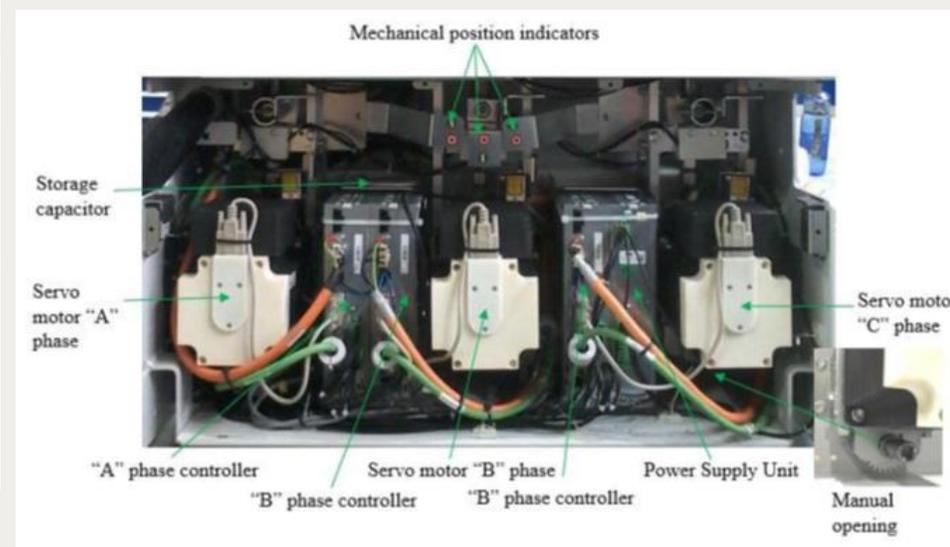
Результаты испытаний на нагрев номинальным током

**A3-307.** Применение в КРУЭ гептафторизобутиронитрила в смеси с фоновым газом CO<sub>2</sub>

## PS3. Новые разработки оборудования для магистральных и распределительных сетей



Архитектура выключателя DS1 (модуль управления полюсами (1), модуль питания (2), накопительный конденсатор (3), сервопривод (4), полюса (5))



Система управления и контроля выключателя

**A3-304.** Эволюция выключателей среднего напряжения:  
новые разработки и возможные применения

# ИК А3

## Рабочие группы ИК А3

### РГ А3.29

Старение и износ оборудования высоковольтных подстанций.

Рабочая группа была сформирована в 2010 г.

В 2018 г. рабочая группа закончила свою работу, опубликовав Техническую Брошюру

### РГ А3.30

Влияние перенапряжений на оборудование подстанций.

Руководитель Antonio Carvalho (Бразилия)

Рабочая группа была сформирована в 2010 г.

В процессе эксплуатации оборудование подвергается различным воздействиям: перегрузкам, перенапряжениям; в конце срока службы оборудования может оказаться, что оно не в состоянии функционировать полноценно.

Задача рабочей группы – дать рекомендации для принятия решения о возможности продлении срока службы такого оборудования.

### РГ А3.31

Измерительные трансформаторы с цифровым выходом.

Руководитель Farnoosh Rahmatian (Канада)

Рабочая группа была сформирована в 2011 г.

Использование цифрового выхода в измерительном трансформаторе требует развития методов испытаний/проверки их точности на заводе-производителе, калибровки в эксплуатации, которая может стать более частой с отменой госконтроля электроэнергетических компаний.

В фокусе внимания рабочей группы находятся вопросы проверки точности, калибровки.

# ИК А3



## Рабочие группы ИК А3

### **ОРГ (CIGRE-CIRED) А3.32**

Неинтрузивные методы контроля состояния распределительных устройств среднего и высокого напряжения.

Руководитель Nenad Uzelac (США)

В 2018 г. рабочая группа закончила свою работу, опубликовав Техническую Брошюру

### **РГ А3.33**

Опыт эксплуатации оборудования для последовательной/поперечной компенсации.

Руководитель Guofu Li (КНР)

Рабочая группа исследует переходные процессы при коммутациях с учетом развития продольной и поперечной компенсации, включая непосредственно требования к средствам компенсации.

### **ОРГ А3/В5.34**

Технические требования и возможности современного коммутационного оборудования постоянного тока.

Руководитель Christian Franck (Швейцария)

Рабочая группа рассматривает технические требования на коммутационное оборудование постоянного тока для различных приложений, типа ЛЭП ПТ с ответвлениями и присоединениями ветроэлектростанций.

# ИК А3

## Рабочие группы ИК А3

### РГ А3.35

Ввод в эксплуатацию управляемого коммутационного оборудования.

Руководитель André Mercier (Канада)

Целью рабочей группы было обновление руководства по вводу в эксплуатацию оборудования с управляемой коммутацией.

В 2018 г. рабочая группа закончила свою работу, опубликовав Техническую Брошюру.

### РГ А3.36

Мультифизическое моделирование для расчета превышений температуры.

Руководитель Martin Kriegel (Швейцария)

Исследуется применение и сравнение разных мультифизических моделей и средств инжиниринга для расчета превышений температуры.

### РГ А3.38

Включение шунтирующих конденсаторов в магистральных и распределительных сетях.

Руководитель Edgar Dullni (Дания)

Сбор, анализ и обобщение опыта испытаний и коммутаций конденсаторных батарей в распределительных сетях, оценка коммутационных характеристик оборудования среднего напряжения, как работа переключающего устройства связана с бросками токов включения.

# ИК А3

## Рабочие группы ИК А3

### РГ А3.39

Применение и опыт эксплуатации металл-оксидных разрядников.

Руководитель Robert le Roux (Ирландия)

Исследование надежности , анализ отказов.

В 2018 г. рабочей группой подготовлена форма анкеты для анализа надежности и отказа на основе данных, которые предполагается получить в онлайн-опросе.

### РГ А3.40

Технические требования и опыт эксплуатации коммутационного оборудования постоянного тока среднего напряжения.

Руководитель Christian Heinrich (Германия)

Создана в 2018 г.

Сбор и анализ опыта эксплуатации коммутационного оборудования постоянного тока напряжением до 52 кВ, анализ прототипов.

Анализ технических требований, для различных конфигураций системы. Разработка рекомендаций по требованиям к испытаниям

### РГ А3.41

Прерывания и коммутации при применении коммутационного оборудования, не содержащего элегаз.

Руководитель René Smeets (Нидерланды)

Создана в 2018 г.

Сбор данных о прерывании и коммутации оборудования, не содержащего SF6, преимущества и недостатки, анализ опыта эксплуатации, оценка эффективности, долгосрочной стабильности и влияния на работы по техническому обслуживанию, разработка рекомендаций

# ИК А3



## Рабочие группы ИК А3

### РГ А3.42

Анализ недавних отказов измерительных трансформаторов воздушных распределительных устройств.

Руководитель Helvio Azevedo-Martins (Бразилия)

Создана в 2018 г. :

Сбор и анализ данных по отказам с учетом срока службы, обстоятельств, типа, особенностей конструкции. Анализ опыта эксплуатации: замена, контроль и диагностика, отчетность, оценка рисков, спецификации. Рекомендации по применению методов контроля, обслуживания и диагностики. Моделирование сверхбыстрых переходных процессов. Рекомендации по снижению рисков

### ОРГ А3.43/CIREN

Средства управления жизненным циклом распределительных устройств на основе данных от систем мониторинга.

Руководитель Nicola Gariboldi (Швейцария)

Создана в 2018 г.

Определение индикаторов критического состояния, установление критерии для оценки “индекса здоровья”. Предоставление пользователю опыта применения систем непрерывного контроля и периодической диагностики, информацию для решения о завершении эксплуатации и последующих шагах.

# Рабочие группы ИК А3

**WG A3.XX.** Идентификация частотных характеристик традиционных и нетрадиционных измерительных трансформаторов напряжения  
*(Identification of frequency response characteristics of conventional and non-conventional voltage instrument transformers)*

**WG A3.XX.** Ограничения в эксплуатации высоковольтного оборудования из-за частых перенапряжений  
*(Limitations in Operation of High Voltage Equipment resulting of Frequent Temporary Overvoltage's )*

**Создание новых рабочих групп**

**WG A3.XX.** Закупки, контроль качества, ввод в эксплуатацию оборудования  
*(Procurement, Quality Control, Commissioning of Equipment)*

**WG A3.XX.** Техническая оценка технологий коммутации генераторов на электростанциях  
*(Technical evaluation of generator switching technologies in power generation plants)*

## Рабочие группы ИК А3



В 2018 г. завершили свою деятельность 3 рабочие группы, опубликовав брошюры:

РГ А3.29

Брошюра 725

Старение оборудования высокого напряжения и возможные контрмеры

Объединенная РГ  
А3.32/CIREД

Брошюра 737

Неинтрузивные методы оценки состояния распределительных устройств среднего и высокого напряжения

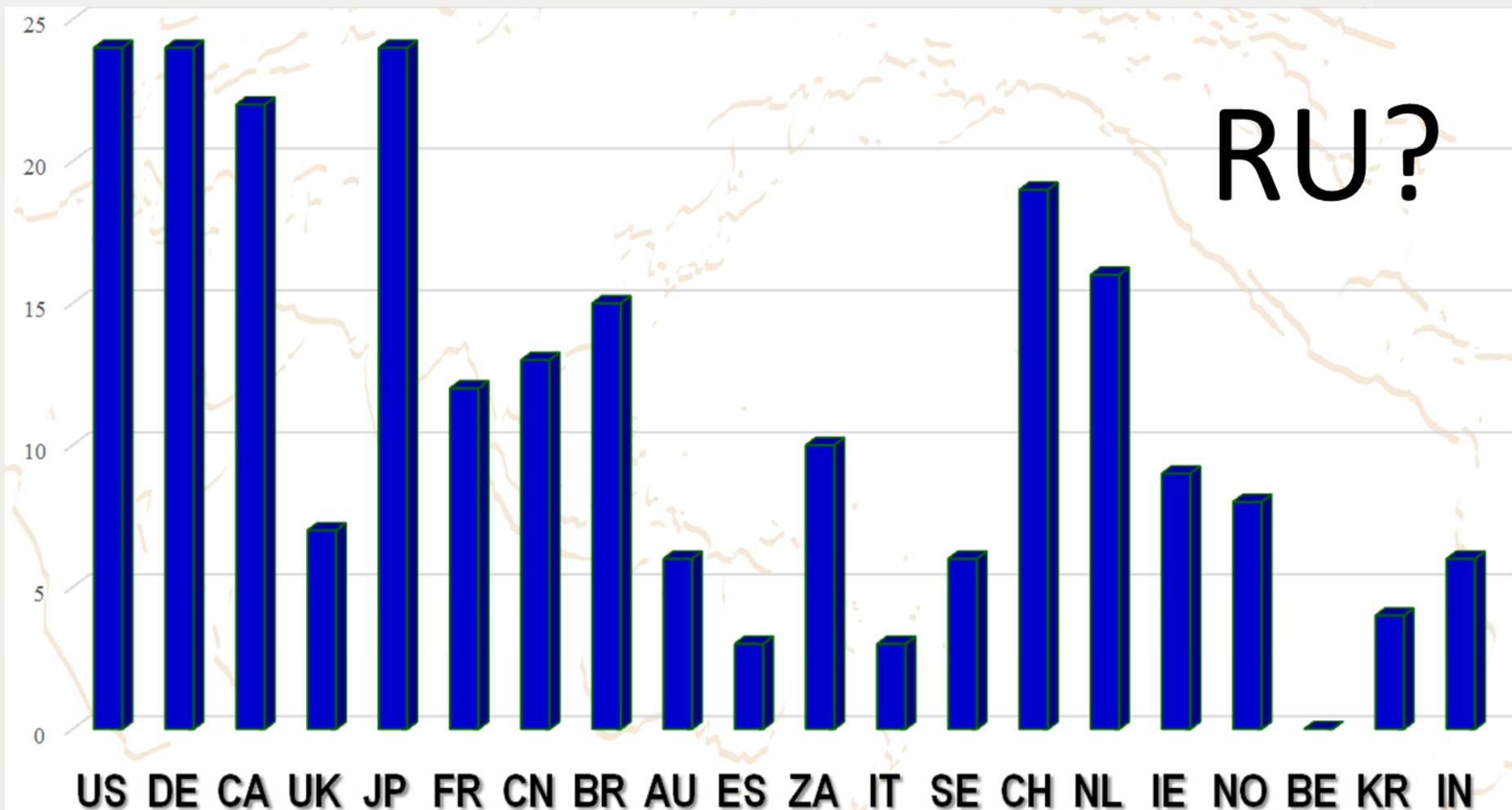
РГ А3.35

Брошюра 757

Рекомендации по вводу в эксплуатацию и эксплуатации проектов с управляемой коммутацией

# Рабочие группы ИК А3

Участие стран в рабочих группах ИК А3 (на 2018 год)



# Green book - «Зеленая» книга



## Оборудование для магистральных и распределительных электрических сетей

### Разделы книги

1. Общая информация о деятельности комитета АЗ
2. Устройства коммутации
3. Механизмы коммутации
4. Выключатели переменного тока
5. Системы аварийной сигнализации и оповещения
6. Ограничение тока КЗ
7. Управляемая коммутация
8. Выключатели высокого напряжения постоянного тока
9. Управление сроком службы коммутационного оборудования
10. Новые технологии

## Встречи с представителями зарубежных компаний



### Подписание соглашений



1. Соглашение между АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и Shenyang Transformer Research Institute (STRI) о сотрудничестве в области оценки соответствия продукции национальным стандартам, техническим регламентам и иным нормативно-техническим документам.

2. Соглашение между АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и DNV GL (КЕМА) о совместном проведении в 2019 году в Москве второй регулярной международной конференции «Цифровая подстанция. Стандарт МЭК 61850» (цифровизации электрических сетей при обеспечении совместимости оборудования разных технологических систем).



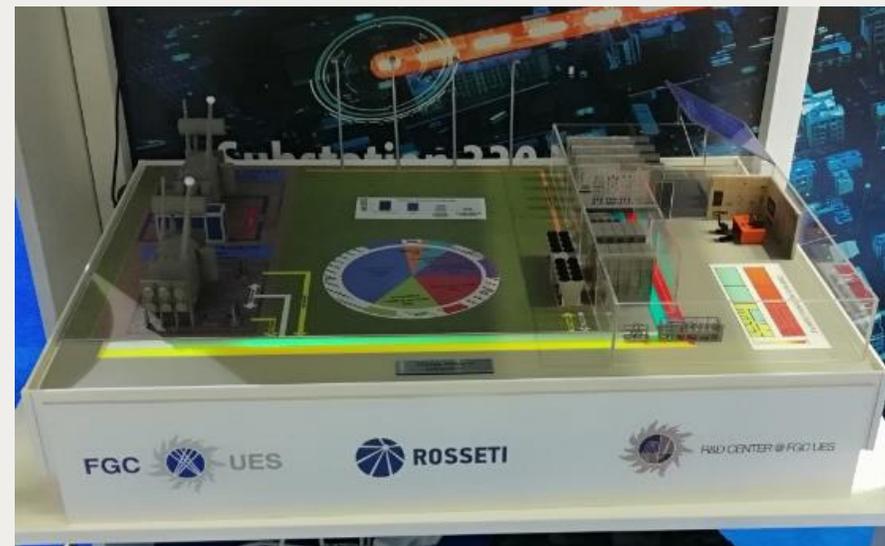
## Техническая выставка

### Макеты инновационных разработок

Национальный проект  
«Разработка и строительство  
высокотемпературной  
сверхпроводниковой кабельной  
линии постоянного тока  
протяженностью 2500 м в  
Санкт-Петербурге»



Национальный проект  
«Цифровая подстанция».  
Голографическая 3-Д  
презентация



Национальный проект  
«Энергоэффективная подстанция»



# Предстоящие события с участием ИК А3



## События

23-26.04.2019 (Хакодате, Япония). Конференция CIGRE - IEC 2019 «Конференция по большим электрическим системам сверх - и ультравысокого напряжения» (ИК А2, А3, В1, В2, В4, С4 и D1)

02-04.07.2019 (Москва, Россия). II Международная конференция-выставка «Цифровая подстанция. Стандарт IEC 61850. Цифровизация электрических сетей»

7-13.09.2019 (Бухарест, Румыния). Коллоквиум CIGRE - CMDM 2019 «Будущие вызовы для оборудования для оборудования подстанций среднего и высокого напряжения» (ИК А3, В3)

23-28.08.2020 (Париж, Франция). 48-я Сессия СИГРЭ

.....

2023 г. (Москва, Россия). Коллоквиум СИГРЭ (ИК А1, А3, В3, D1)

# Предпочтительные темы ИК А3 на 48-й Сессии



## ПТ 1: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ В СФЕРЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

- Выключатели постоянного тока среднего напряжения
- Способы повышения надежности
- Разработка оборудования со сниженным воздействием на окружающую среду
- Альтернативы элегазу (SF<sub>6</sub>) как дугогасящей и изолирующей среде

## ПТ 2: УПРАВЛЕНИЕ СРОКОМ СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

- Диагностика, прогнозирование и мониторинг состояния оборудования
- Влияние окружающих и эксплуатационных условий
- Опыт и меры предотвращения избыточных нагрузок и перегрузок

## ПТ 3: ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА ОБОРУДОВАНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ.

- Новые и перспективные технологии для коммутационных аппаратов и другого оборудования
- Создание «интеллектуального» оборудования
- Влияние распределенных возобновляемых источников и систем накопления энергии на требования, предъявляемые к оборудованию

## ИК А3: планы на будущее

Управление сроком службы высоковольтного оборудования: детальный анализ опыта разных компаний по эксплуатации в/в оборудования с оценкой состояния и контролем старения, опыт применения различных средств и методов по предотвращению последствий старения оборудования и его деградации.

Более глубокое внимание к проблемам, связанным с эксплуатацией оборудования средних классов напряжения: надежность, старение, предотвращение аварий.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



**cigre**

For power system expertise

Более подробно с представленными на Сессии СИГРЭ докладами, выступлениями в дискуссиях участников заседаний можно ознакомиться по публикациям в журналах:

- «Энергетик»,
- «РУМ»,

а также на сайте РНК СИГРЭ:

[http://cigre.ru/press\\_centre/reports/](http://cigre.ru/press_centre/reports/)

