# НАВСТРЕЧУ 47-Й СЕССИИ СИГРЭ

**С 26 по 31 августа 2018 г. в Париже состоится 47-я Сессия Международного Совета по большим системам высокого напряжения (СИГРЭ).**

Интересы России в СИГРЭ представляет Российский Национальный Комитет, объединяющий 559 индивидуальных и 68 коллективных членов, в числе которых состоят ведущие энергетические компании, производственные предприятия, научно-исследовательские институты и ВУЗы.

Российский национальный комитет занимает одно из ведущих мест в СИГРЭ как по численности, так и благодаря высокому уровню исследований в области электроэнергетики и обеспечению надежной работы уникальной Единой электроэнергетической системы страны.

Согласно опубликованной ранее предпочтительной тематике в РНК СИГРЭ поступило 49 предложений в форме аннотаций для их обсуждения, отбора, и дальнейшего представления на Сессию-47.

Все представленные аннотации структурируются по 14 Исследовательским Комитетам (ИК) СИГРЭ следующим образом:

- ИК A1 «Вращающиеся электрические машины» — 1 шт.;
- ИК A2 «Трансформаторы» — 2 шт.;
- ИК A3 «Высоковольтное оборудование» — 3 шт.;
- ИК B1 «Изолированные кабели» — 1 шт.;
- ИК B2 «Воздушные линии» — 4 шт.;
- ИК B3 «Подстанции» — 3 шт.;
- ИК B4 «Электропередачи постоянным током высокого напряжения и силовая электроника» — 3 шт.;
- ИК B5 «Релейная защита и автоматика» — 12 шт.;
- ИК C2 «Функционирование и управление энергосистем» — 5 шт.;
- ИК C3 «Влияние энергетики на внешнюю среду» — 2 шт.;
- ИК C4 «Технические характеристики энергосистем» — 3 шт.;
- ИК C6 «Системы распределения электроэнергии и распределенная генерация» — 3 шт.;
- ИК D1 «Материалы и разработка новых методов испытаний и средств диагностики» — 5 шт.;
- ИК D2 «Информационные системы и телекоммуникации» — 2 шт.

Тематика аннотаций охватывает широкий круг вопросов в рамках предложенной предпочтительной тематики, в частности, предлагается ряд докладов посвятить вопросам эксплуатации и диагностике состояния основного электротехнического оборудования станций и высоковольтных подстанций (генераторы, трансформаторы, коммутационные аппараты и др.), а также результатам исследований процессов, протекающих в высоковольтном оборудовании в нормальных и анормальных режимах работы.

Можно отметить такие предложения, как: о возможности применения ВТСП кабельных линий при создании межсистемных связей; об испытаниях и сертификации оборудования вторичной коммутации на базе стандарта IEC 61850; о проблемах мониторинга и повышения эффективности управления электроэнергетическими режимами энергосистем; о разработке информационно-аналитических систем для автоматического анализа аварийных событий и оценке правильности работы устройств РЗА.

Рис. 1

Рис. 2

Ряд аннотаций посвящен анализу опыта применения противоаварийной автоматики, комплексов релейной защиты, а также практике автоматического тестирования аппаратуры РЗА при выполнении пуско-наладочных работ.

## ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ НА 47-Й СЕССИИ

### ИК A1 — ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

- ***ПТ 1 / Структура генерирующих мощностей будущего***

Конструктивные улучшения и технологические разработки, необходимые для обеспечения стойкости машин в циклическом режиме к колебаниям подачи энергии от возобновляемых источников и изменениям нагрузки потребителей.

Последствия увеличения доли энергии от возобновляемых источников для существующих традиционных генераторов, вспомогательных устройств и двигателей.

Эволюция и тенденции в проектировании машин для возобновляемой энергетики.

- ***ПТ 2 / Управление ресурсами электрических машин***

Опыт ремонта, замены, повышения номинальной мощности и КПД старых генераторов.

Новаторские методики для решения известных эксплуатационных и конструкторских проблем.

Оптимизированные методики мониторинга состояния, диагностики, прогнозирования и технического обслуживания для повышения надежности и увеличения срока службы на традиционном предприятии и в условиях новых изменчивых сетей.

- ***ПТ 3 / Разработки вращающихся электрических машин и эксплуатационный опыт***

Новейшие усовершенствования конструкции, спецификаций, материалов, изготовления, технического обслуживания, производительности и эффективности генераторов и двигателей.

Эксплуатационный опыт: отказы, анализ причин, варианты восстановления, инициативы по снижению затрат и экономии времени.

### ИК A2 — ТРАНСФОРМАТОРЫ

- ***ПТ 1 / Тепловые характеристики силовых трансформаторов***

Определение роста температуры в местах нагрева обмоток с помощью моделирования и прямых измерений.

Определение роста температуры сердечника, бака и других частей с помощью моделирования и прямых измерений.

Влияние требований к перегрузкам на выбор конструктивных решений и компонентов.

– ***ПТ 2 / Прогресс в диагностике и моделировании***
Высокочастотное моделирование для силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов, включая сравнение с измерениями.

Интерпретация и моделирование результатов анализа частотных характеристик обмоток.

Опыт применения различных методов измерения частичных разрядов на заводе и на рабочей площадке.

– ***ПТ 3 / Пусконаладочные испытания на местах***
Необходимые наладочные испытания для трансформаторов и реакторов.

Дополнительные наладочные испытания для трансформаторов и реакторов в зависимости от обстоятельств.

Пробная эксплуатация трансформаторов и реакторов, включая требования к дополнительному мониторингу.

## ИК А3 — ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

– ***ПТ 1 / Требования к оборудованию передачи и распределения переменного и постоянного тока***
Требования к оборудованию постоянного тока для многотерминальных сетей высокого напряжения.

Мероприятия для повышения надежности.

Разработки в области испытаний и проверок оборудования переменного и постоянного тока.

– ***ПТ 2 / Управление сроком службы оборудования передачи и распределения***
Диагностика и прогностика оборудования.

Влияние экологических и эксплуатационных условий на срок службы.

Опыт и меры противодействия перегрузкам и перенапряжениям.

– ***ПТ 3 / Новые разработки оборудования передачи и распределения***
Новые коммутационные устройства и разрабатываемое оборудование.

Коммутация с альтернативами $SF_6$, оборудование с применением новых материалов.

Внедрение интеллекта в оборудование переменного и постоянного тока.

## ИК В1 — ИЗОЛИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ

– ***ПТ 1 / Недавний опыт в области подземных и подводных кабельных систем переменного и постоянного тока***
Методики проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации.

Прогресс в области испытаний и соответствующий опыт.

Рис. 3



Вопросы безопасности, охраны труда, окружающей среды и качества.

Анализ полученного опыта согласования и реализации проектов.

– ***ПТ 2 / Оптимальное использование существующих подземных и подводных кабельных систем переменного и постоянного тока***
Оценка состояния и диагностические испытания кабельных систем передачи и распределения электроэнергии.

Инновационные средства для мониторинга кабелей и принадлежностей.

Методики модернизации и соответствующий опыт, включая преобразование переменного тока в постоянный.

Тенденции стратегий техобслуживания, управления активами и остаточным ресурсом.

– ***ПТ 3 / Системы подземных и подводных кабелей переменного и постоянного тока в сети будущего***
Ожидаемые новые функциональные возможности кабельных систем.

Инновационные кабели и системы.

Экологические сложности для будущих кабельных систем.

## ИК В2 — ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

– ***ПТ 1 / Воздушные ЛЭП и информационные технологии***
Недавние разработки в системах географической информации для маршрутизации линий, картирования среды, сбора и анализа данных.

Линии электропередачи как сеть связи: мониторинг и эксплуатация, Интернет вещей, волоконная оптика и антенны.

Динамическая оценка линий и прогнозирование.

– ***ПТ 2 / Наработки, ведущие к усовершенствованию воздушных ЛЭП***
Отказы: экстремальные климатические условия, дефекты линий и аппаратуры, старение компонентов.

Надежность: оценка и мониторинг состояния, критерий остаточного ресурса, способы продления срока службы.

Готовность: застройка коридоров; ограничение доступа для техобслуживания; решения для инспектирования, ремонта и строительства.

– ***ПТ В2 и С3 / Технические и экологические аспекты воздушных ЛЭП***
Преимущества и трудности снижения воздействий на окружающую среду.

Общественное восприятие (включая психологические элементы).

Инновационный дизайн.

Композитные структуры.

Компактные линии.

Конструкторские и иные методы смягчения внешних воздействий.

## ИК В3 — ПОДСТАНЦИИ

– ***ПТ 1 / Прогресс в технологии и проектировании подстанций***
Разработки элегазовых подстанций и линий, в том числе HVDC.

Адаптация подстанций с учетом требований новых энергосистем и оптимизации готовности, в том числе модульных подстанций быстрого развертывания и работ под напряжением.

Смена ролей и возможностей для подстанций, включая трудности для систем среднего напряжения и интеграцию систем хранения.

– ***ПТ 2 / Эволюция в управлении подстанциями***
Прогрессивные технологии управления подстанциями, новые информационные технологии, робототехника и применение 3D-методов.

Количественное выражение рисков и оптимизация принятия решений по распоряжению активами, экономика подстанций, управление техобслуживанием и жизненным циклом.

Производительность оборудования подстанций, остаточный ресурс, показатели исправности и состояния.

Эксплуатация и техобслуживание морских подстанций.

– ***ПТ 3 / Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность и обеспечение качества на подстанциях***
Взаимодействие клиентов и владельцев для снижения воздействия подстанций на среду, включая эстетику, шум и пожарную безопасность.

Проектирование для безопасности, эко-дизайна, переработки отходов и разработки продуктов.

Вопросы физической и кибернетической безопасности подстанций.

Менеджмент внедрения требований охраны труда, безопасности и охраны окружающей среды для подстанций, включая обучение.

## ИК B4 — HVDC И СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

– ***ПТ 1 / Системы HVDC и их применение***

Планирование и реализация новых проектов HVDC, включая потребность, обоснование, проектирование, интеграцию ветроэнергетики, экологические и экономические оценки.

Применение новых технологий в HVDC, сетях HVDC / многотерминальных HVDC.

Модернизация и перевооружение существующих систем HVDC.

Опыт эксплуатации преобразовательных станций, включая морские платформы.

– ***ПТ 2 / MVDC/LVDC и силовая электроника для распределительных систем***

Развертывание технологии среднего напряжения постоянного тока в распределительных системах.

Применение технологий силовой электроники в проектах распределения электроэнергии, включая экономику и надежность.

Новые концепции и конструктивные решения.

Силовая электроника сопряжения систем генерации и хранения энергии с сетью.

– ***ПТ 3 / FACTS***

Планирование и реализация новых проектов, включая потребность, обоснование, устройства FACTS для возобновляемых источников энергии, экологические и экономические оценки.

Применение новых технологий в FACTS и другом оборудовании силовой электроники.

Модернизация и перевооружение существующих FACTS и других систем силовой электроники.

Опыт эксплуатации.

## ИК B5 — ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

– ***ПТ 1 / Защита в условиях системных аварий***

Методы и наработки в области аварийного нагружения, сброса нагрузки и секционирования.

Методики обнаружения системных качаний, потерь синхронизма и пропуска полюсов.

Тепловая защита.

– ***ПТ 2 / Опыт пользователей и текущая практика работы с шиной обработки данных МЭК 61850***

Эксплуатационная совместимость между объединяющими устройствами, отдельными и связанными с нетрадиционными измерительными трансформаторами, и функции защиты.

Опыт приемочных испытаний на заводе и на объекте, наладки и обслуживания оборудования на базе технологической шины и проверки функций.

Использование технологической шины для учета и контроля высоковольтного оборудования.

## ИК C1 — РАЗРАБОТКА СИСТЕМ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

– ***ПТ 1 / Расширение роли социальных факторов и прозрачность подходов к принятию решений об инвестировании в передачу электроэнергии***

Новые элементы в многокритериальной оценке.

Рис. 4

Рис. 5

Новые участники в процессе принятия решений.

Управление объемами инвестиций с высокой степенью неопределенности.

– ***ПТ 2 / Влияние меняющихся внешних факторов на управление активами***

Политические, экономические, регулятивные, погодные, кибернетические и физические факторы безопасности.

Внутренняя стратегия компании в сфере модернизации, напр, мониторинг, большие массивы данных, аналитика активов, безопасность.

Использование активов и долговременные эффекты систем генерации, подверженных высокой изменчивости или не поддающихся календарному планированию.

– ***ПТ 3 / Координация планирования между сетевыми операторами на всех уровнях напряжения***

Методы планирования множественных объединенных сетей электропередачи и взаимодействия между передачей и распределением.

Потенциальные эффекты распределения затрат или организации и стратегии компании для координируемых принципов планирования.

Развитие методов планирования с учетом интеллектуальных сетей, распределенной энергетики, регулирования спроса.

## ИК C2 — ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ

– ***ПТ 1 / Обеспечение эксплуатационной надежности***

Новые концепции наблюдаемости, контролируемости и гибкости систем.

Новые решения для оказания системных услуг: регулирование частоты и напряжения.

Распределенная автоматика защиты.

Восстановление систем.

– ***ПТ 2 / Большие массивы данных и их использование в работе систем***

Преобразование данных в информацию для системных операторов.

Платформы обмена данными с другими предприятиями: операторами распределительных систем, распределенной энергетики и др.

Системы мониторинга, визуализации, информирования, инструменты поддержки принятия решений.

Прогнозы.

## ИК C3 — ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ

– ***ПТ 1 / Эффективность мер по предотвращению, ослаблению и компенсации воздействия на окружающую среду***

Методологии и процедуры оценки.

Результаты (оценка эффективности).

Случаи, когда результаты не отвечают ожиданиям.

– ***ПТ 2 / Уменьшение визуальных воздействий электрических объектов для повышения общественной приемлемости***

Меры по уменьшению воздействий, в том числе:

- Проектирование, материалы, способы маскировки.
- Выбор места, благоустройство и озеленение территории.
- Конструкторские решения: прятать объекты или делать их заметными?

Методы коммуникации для представления визуальных воздействий владельцам.

Нормы и правила (включая финансовые ограничения от контролирующих организаций) и их отношение к визуальным воздействиям.

– ***ПТ B2 и C3 / Технические и экологические аспекты воздушных ЛЭП (см. B2).***

## ИК C4 — ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ

– ***ПТ 1 / Вопросы, касающиеся технических характеристик систем в части последствий высокоуровневой интеграции технологий на базе силовой электроники***

Рис. 6

Контроль устойчивости энергосистем, особенно в отношении систем регулирования частоты и напряжения источников энергии на базе преобразователей, включая их моделирование и эффективность, а также вопросы последовательной компенсации и воздействия микросетей.

Анализ, измерение, сравнение и стандартизация качества электроэнергии.

Аспекты ЭМС электросетей будущего, включая УНЧ.

– ***ПТ 2 / Разработки и достижения в моделировании и оценке характеристик устойчивости к грозовым разрядам и координации изоляции***

Оценка устойчивости линий электропередачи к грозовым разрядам, включая обнаружение, методы оценки экранирования и анализ эффективности разрядников.

Молниезащита электростанций на ВИЭ и АЭС, включая сезонные изменения и управление рисками.

Оценка скачков тока и напряжения в воздушных ЛЭП и кабельных системах, влияние гармонических резонансов на временные перенапряжения.

– ***ПТ 3 / Прогресс в области вычислительных средств, моделей, методик и анализа технических характеристик энергосистем***

Методы частотно-зависимого моделирования для оценки высокочастотных электрических переходных процессов и качества энергии.

Разработки в области исследования грозовых перенапряжений с особым акцентом на конечно-разностный временной метод и прогресс в моделировании заземляющих электродов.

Гибридное моделирование и моделирование в истинном масштабе времени динамических характеристик системы.

## ИК C5 — РЕГУЛИРОВАНИЕ РЫНКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

– ***ПТ 1 / Необходимость изменения хозяйственных и регулятивных моделей ввиду увеличения распределенных ресурсов, накопления энергии и регулирования спроса***

Эволюция регулятивных моделей с учетом снижения доходов и отрицательного роста нагрузки.

Эволюция регулятивных моделей для освоения распределенных и возобновляемых ресурсов в сложной экономической ситуации.

Оптимальная эволюция рынков на всех уровнях.

– ***ПТ 2 / Влияние климатической политики на рынки электроэнергии***

Способы адаптации рынков электроэнергии с учетом тенденции в пользу ресурсов с нулевыми предельными издержками и осуществимость такой эволюции.

Реакция рынка на вмешательство общественной политики и способы реализации общественной политики.



Структурные или регулятивные изменения, которые могут повысить устойчивость рынков к такому вмешательству.

– ***ПТ 3 / Взаимодействие локализованных рынков или микросетей с оптовыми рынками***

Методы переориентации рынков на локализованные ресурсы для предоставления системных услуг.

Рыночные сигналы и схемы, которые могут быть использованы для гармонизации и координации ресурсов в точках соприкосновения систем передачи и распределения энергии.

Изменения рыночной структуры, которые могут рассматриваться на оптовом и розничном уровне для управления взаимодействием локализованных ресурсов.

## ИК C6 — РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

– ***ПТ 1 / Достижение гибкости за счет стратегического планирования распределения энергии***

Обеспечение стойкости и управление перегрузками с помощью распределенных энергоресурсов.

Применение регулирования спроса, полномочий клиентов и технологий для транзакционных рынков.

Управление активами распределенных ресурсов.

– ***ПТ 2 / Накопление энергии в распределительных системах***

Организация и менеджмент накопления энергии, в том числе в электрических и тепловых применениях.

Прогресс в области электрификации транспорта.

Многоуровневое взаимодействие энергосистем и потребителей для обеспечения энергоэффективности.

– ***ПТ 3 / Интеллектуальная электрификация для всех***

Электроэнергетические системы для умных городов.

Микросети, подключенные к общей сети.

Автономные электросистемы для удаленных и сельских районов.

## ИК D1 — МАТЕРИАЛЫ И НОВЫЕ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ

– ***ПТ 1 / Системы изоляции HVDC***

Методы измерений для проверки моделирования электрических полей.

Новая диагностика для технического обслуживания.

Опыт и требования к новым методикам и стандартам испытаний.

– ***ПТ 2 / Материалы и старение***

Новые нагрузки, например, от силовой электроники.

Оборудование, работающее с повышенными нагрузками, например, компактные применения.

Материалы с меньшей степенью воздействия на окружающую среду.

– ***ПТ 3 / Тестирование, мониторинг и диагностика***

Опыт и добавленная стоимость из систем оперативного мониторинга.

Надежность оборудования и систем для испытания, мониторинга и диагностики.

Углубленная оценка состояния.

## ИК D2 — ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

– ***ПТ 1 / Возможности и сложности применения систем информации и связи в микросетях и распределенных энергоресурсах***

Коммуникационные решения для дистанционного мониторинга и управления зданиями вне энергосети.

Средства для управления, мониторинга, физической охраны и безопасности.

Вопросы стандартизации, эксплуатационной совместимости и кибербезопасности.

– ***ПТ 2 / Потенциальные применения и внедрение виртуализации сетей и инфраструктуры***

Возможности и преимущества применения программно-определяемых сетевых технологий и виртуализации сетевых функций.

Проблемы, выявленные при внедрении и применении архитектур виртуализации.

Стратегии для развертывания программно-определяемых сетевых технологий и виртуализации сетевых функций.

– ***ПТ 3 / Обеспечение надежности и безопасности в эволюционирующей среде***

Информационно-коммуникационные технологии для управления активами и технического обслуживания.

Управление жизненным циклом и интеграция традиционных и новых устройств.

Ситуационная осведомленность, управление рисками и реагирование на инциденты в киберпространстве.