



## A1 Вращающиеся электрические машины

### **ПТ1: Вращающиеся электрические машины и энергетический переход**

- > Влияние энергетического перехода на роль, предназначение и эксплуатационную гибкость вращающихся электрических машин.
- > Экологичное проектирование и устойчивость.
- > Актуализация международных стандартов в части требований к электрическим машинам с учетом будущих применений.

### **ПТ2: Новые технические разработки**

- > Развитие технологий для ветряных генераторов, ГАЭС с переменной скоростью, синхронных компенсаторов и примеров использования малых модульных реакторов.
- > Совершенствование проектирования, производства, эффективности, изоляции, охлаждения, подшипников и материалов.
- > Повышение производительности, надежности и управления вращающимися электрическими машинами.

### **ПТ3: Управление активами и новые вызовы**

- > Цифровой двойник: мониторинг, диагностика, прогнозирование состояния вращающихся электрических машин, включая использование искусственного интеллекта, методов глубокого обучения и требований Industry 5.0.
- > Усовершенствованные методики технического обслуживания для обеспечения надежности электроснабжения.
- > Повышение эксплуатационных характеристик и срока службы установленного оборудования.



## A2 Силовые трансформаторы и реакторы

### **ПТ1: Основные вызовы для сегмента силовых трансформаторов**

- > Влияние старения оборудования, новых эксплуатационных требований и изменений климата на проектирование, обслуживание и надежность.
- > Стратегии смягчения последствий сбоев в цепочках поставок и дефицита квалифицированных кадров.
- > Устойчивость (с С3) и управление сроком службы: экономика трансформаторов, оценка стоимости жизненного цикла, методики управления активами, экологичное проектирование. Оценка жизненного цикла, экономика замкнутого цикла.

### **ПТ2: Цифровизация силовых трансформаторов**

- > Пользовательский опыт, проблемы и решения в области управления данными по трансформаторам: сбор данных, обработка, обмен с различными заинтересованными сторонами и системами, конфиденциальность и безопасность.
- > Инновационные цифровые решения для мониторинга, диагностики, моделирования, проектирования, изготовления, испытания, обслуживания и эксплуатации трансформаторов.

### **ПТ3: Предотвращение, обнаружение и расследование отказов**

- > Подробные истории об отказах, включая примеры, в том числе о проблемах с компонентами, КЗ, влагой, электрическими пробоями, разложением бумаги, проблемах с совместимостью материалов и т.д.
- > Рекомендации по проведению расследований: анализ первопричин (RCA), включая процедуры тестирования и устранения неполадок.
- > Предиктивное техническое обслуживание: передовые практики мониторинга, диагностики и прогнозирования.



## A3

### Оборудование для магистральных и распределительных электрических сетей

#### **ПТ1:** Трансформация объектов передачи и распределение электроэнергии в условиях развивающихся энергосистем

- > Инновационные решения по токоограничению для магистральных и распределительных электрических сетей.
- > Инновации в области оборудования для магистральных и распределительных электрических сетей и реальный опыт повышения гибкости, устойчивости, надёжности и возможностей подключения систем.
- > Применение электротехнического оборудования в сложносвязанных сетях постоянного тока.

#### **ПТ2:** Устойчивое развитие и экономика замкнутого цикла оборудования для передачи и распределения электроэнергии

- > Использование переработанных материалов и восстановленных компонентов в оборудовании для передачи и распределения электроэнергии.
- > Альтернативы SF<sub>6</sub> и реальный опыт их применения: влияние регламента в отношении PFAS на проектирование оборудования для передачи и распределения электроэнергии.
- > Влияние маломощных измерительных трансформаторов и интеллектуальных датчиков.

#### **ПТ3:** Стратегии управления активами для оборудования для передачи и распределения электроэнергии

- > Интеграция датчиков в оборудование для передачи и распределения электроэнергии для повышения эффективности контроля.
- > Эффективное управление данными и обмен информацией для оценки состояния оборудования для передачи и распределения электроэнергии.
- > Использование цифровых двойников, Интернета вещей и ИИ для управления оборудованием для передачи и распределения электроэнергии.



## B1

### Изолированные кабели

#### **ПТ1:** Кабельные системы будущего и инновационные применения кабелей

- > Проблемы и решения в области кабельных систем, таких как плавающие и глубоководные, сложносвязанные сети постоянного тока, места перехода воздушных ЛЭП и подстанций.
- > Новые разработки в сфере проблем материалов, проектирования и строительства, в том числе решения на базе сверхпроводимости, водородные включения, температурные и электрические нагрузки, сверхбольшие проводники и экономическая эффективность.
- > Интеллектуальные технологии для кабелей. Интеграция технологий датчиков, оперативное использование данных, предиктивное ТО, использование робототехники, динамическое управление нагрузкой, цифровые двойники, использование данных для BIM.

#### **ПТ2:** Актуальный опыт в сфере кабелей переменного и постоянного тока подземной или подводной прокладки

- > Контроль, качество, оценка состояния, диагностические испытания, постмонтажные испытания, ОМП, методики модернизации повышения технических характеристик, а также сопутствующий менеджмент.
- > Нарботки, полученные в процессе управления разрешением, допуском и взаимодействием кабелей с другим оборудованием и подстанциями, и вопросы безопасности.
- > Опыт в сфере новых требований к испытаниям и новых инструментальных средств для расчета классификации кабелей.

#### **ПТ3:** Воздействие на окружающую среду и срок службы кабелей

- > Разработка более устойчивых материалов и методов производства, сбор, переработка и вторичное использование кабельных материалов и альтернатив SF<sub>6</sub>.
- > Передовой опыт оценки жизненного цикла и экологической сертификации.
- > Влияние кабельных систем на окружающую среду в контексте изменения климата.



## В2

### Воздушные линии

#### ПТ1: Модернизация ВЛ и новые технологии

- > Повышение технических характеристик и модернизация существующих линий, включая замену проводников и сопутствующие модификации опор, укрепление фундаментов и других компонентов и технологий.
- > Ускорение проектирования и строительства новых линий, снижение капитальных и трудовых затрат ввиду дефицита квалифицированных кадров.
- > Предварительная сборка компонентов воздушных линий, монтаж компонентов ВЛ без участия человека.

#### ПТ2: Оценка исправности и восстановление ВЛ

- > Остаточный ресурс, оценка срока службы и восстановление ВЛ.
- > Сокращение затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию, оценка долговечности и затрат на техническое обслуживание.
- > Мониторинг, предиктивное техобслуживание и цифровые двойники.

#### ПТ3: Устойчивость и влияние на изменение климата (с С3)

- > Влияние и стратегии реагирования на изменение климата и экстремальные явления, такие как ураганный ветер, обледенение, лесные пожары и наводнения.
- > Проблемы соблюдения экологических и социальных нормативов для ВЛ, анализ оценки жизненного цикла, углеродный след.



## В3

### Подстанции и электроустановки

#### ПТ1: Инновационные концепции, проекты и опыт эксплуатации подстанций

- > Опыт применения цифрового проектирования, инструментов обучения с помощью 3D ПО, ИИ и машинного обучения.
- > Методы проектирования модульных подстанций и изделий высокой заводской готовности для всех классов напряжения.
- > Опыт эксплуатации береговых подстанций и подстанций морского базирования в сетях постоянного тока высокого и ультравысокого напряжения с объектами генерации на основе ВИЭ.

#### ПТ2: Управление жизненным циклом и активами

- > Мониторинг, диагностика и испытания оборудования для повышения энергоэффективности и функциональности, сокращения выбросов CO<sub>2</sub> и повышения отказоустойчивости.
- > Опыт повышения эксплуатационных характеристик и модернизации подстанций и концепции их эксплуатации.
- > Стратегии управления активами, включая оптимизацию технического обслуживания, перехода с SF<sub>6</sub> и повышение отказоустойчивости.

#### ПТ3: Трансформация сетей и новые угрозы надежности

- > Проектирование и опыт физической защиты.
- > Проектирование и модернизация подстанций и концепции снижения погодных воздействий.
- > Опыт строительства подстанций для надежного и безопасного подключения крупных потребителей, в том числе центров обработки данных.



## B4

### Системы постоянного тока и силовая электроника

#### **ПТ1: Оборудование и системы постоянного тока**

- > Планирование, проектирование, характеристики, испытание и ввод в эксплуатацию оборудования и систем постоянного тока, включая двухподстанционные, многоподстанционные сети и сети постоянного тока, особенно системы постоянного тока морского базирования.
- > Восстановление и модернизация существующих систем постоянного тока.
- > Опыт обслуживания и эксплуатации преобразовательных подстанций и систем постоянного тока, особенно систем на базе преобразователей с питанием от источника напряжения (VSC) и систем постоянного тока морского базирования.

#### **ПТ2: Гибкие системы передачи переменного тока (FACTS) и силовая электроника**

- > Планирование, проектирование, характеристики, испытание и ввод в эксплуатацию FACTS и других устройств силовой электроники, включая генерацию на основе инверторов.
- > Восстановление и модернизация существующих FACTS и других устройств силовой электроники.
- > Опыт обслуживания и эксплуатации.

#### **ПТ3: Новые технологии и концепции систем постоянного тока и FACTS, способствующие энергетическому переходу**

- > Новые технологии/концепции для решения задач в сетях, в т.ч. применение сетевых синхронных преобразователей, совместимость оборудования разных производителей, стандартизация.
- > Новые концепции, технологии и проектирование преобразователей постоянного тока и устройств силовой электроники для систем передачи и распределения электроэнергии, включая сопряжение генерации и накопителей с сетью, энергетические узлы/энергоострова и т.д.



## B5

### Релейная защита и автоматика

#### **ПТ1: Управление знаниями в области релейной защиты, автоматизации, управления, учета и мониторинга**

- > Знания и навыки и их сохранение.
- > Образование, подготовка и непрерывное обучение студентов, молодых профессионалов, ученых, производителей и сотрудников электросетевых предприятий.
- > Платформы, технология, инструментальные средства и поддержка для документации и обучения.

#### **ПТ2: Защита и управление в сетях с нетрадиционными источниками**

- > Передовой опыт и нормативные и функциональные требования к защите и управлению в сетях, в которых преобладают нетрадиционные источники, включая ветровую и солнечную генерацию, накопители, вставки постоянного тока и другие устройства на базе преобразователей.
- > Полученные наработки и реальный опыт в сфере защиты и управления в сетях, в которых преобладают нетрадиционные источники, включая устойчивость к кратковременным нарушениям электроснабжения и поведение при переходных процессах.
- > Новые разработки в области защиты и управления реагированием на нарушения для нетрадиционных источников.



## C1

### Планирование развития энергосистем и экономика

#### **ПТ1:** Комплексное планирование объединенной энергетической системы для целей энергетического перехода

- > Формирование сценариев развития энергосистемы, при которых системы газоснабжения, теплоснабжения, электротранспорта, ИТ (дата-центры) рассматриваются в качестве нагрузок и в качестве источников обеспечения гибкости энергосистемы.
- > Методики планирования и моделирование развития энергосистем с целью достижения углеродной нейтральности с обеспечением балансовой надежности и повышением живучести энергосистемы.
- > Приоритизация плана управления активами и распределение инвестиций компании, включая роль частных инвестиций в магистральных сетях.

#### **ПТ2:** Стратегические инвестиционные решения в контексте энергетического перехода

- > Оптимальный портфель решений в области передачи, генерации, накопления энергии, а также альтернативных решений для обеспечения надежности, живучести и гибкости энергосистемы с учетом соответствующей структурой управления.
- > Экономика инвестиций и анализ рисков в новом энергетическом ландшафте.
- > Методы устойчивого управления активами, особенно для устаревшего оборудования.

#### **ПТ3:** Планирование киберфизических систем

- > Влияние цифровизации на планирование развития энергосистем: роль ИИ, цифровых двойников, больших данных.
- > Формирование физической, цифровой и электрической безопасности и применение их при управлении активами.
- > Реальные случаи успешного применения моделирования и цифровых инструментов в планировании развития энергосистем.



## C2

### Функционирование и управление энергосистем

#### **ПТ1:** Усовершенствованная поддержка принятия решений, подготовка и навыки персонала диспетчерских пунктов

- > Новые требования к навыкам персонала, процедурам и инструментальным средствам.
- > Цифровизация и использование искусственного интеллекта для совершенствования поддержки принятия решений.
- > Эксплуатационные процедуры, инструменты и процессы для эксплуатации сетей при экстремальных явлениях.

#### **ПТ2:** Сохранение эксплуатационной устойчивости за счет гибкости

- > Методы определения и количественной оценки системных услуг в ответ на энергетический переход.
- > Опыт эксплуатации с услугами обеспечения гибкости, включая регулирование спроса, изменения топологии, связи между секторами и результаты пилотных проектов.

#### **ПТ3:** Динамика и управление работой энергетических систем

- > Опыт эксплуатации с управлением устойчивостью энергосистемы, в том числе при колебаниях.
- > Мониторинг и контроль динамики энергосистемы на диспетчерском пункте, включая системы мониторинга переходных процессов.
- > Влияние неблагоприятных взаимодействий между устройствами, сопряженными с силовой электроникой, на работу системы.



## С3

Экологически устойчивое развитие энергосистем и их влияние на окружающую среду

### **ПТ1:** Сохранение и расширение биоразнообразия. Позитивный вклад

- > Снижение воздействий со стороны инфраструктуры энергосистем: новые объекты генерации, передачи и распределения на базе ВИЭ. Предупреждающие и корректирующие меры: проектирование, ввод в эксплуатацию, управление активами и сроком службы оборудования с учетом охраны природы.
- > Компенсирующие меры и реставрация экосистем. Влияние углеродной нейтральности и положительное влияние. Как их измерить?
- > Новые стандарты в отношении биоразнообразия: IPBES; TCNFD.

### **ПТ2:** Построение более экологичной энергосистемы для будущего

- > Определение, количественная и качественная оценка воздействий. Инструменты и методики. Подход к оценке жизненного цикла с учетом изменения климата и других факторов.
- > Экологичное проектирование для снижения воздействий.
- > Инновационные решения для содействия циркулярности.

### **ПТ3:** Раскрытие сведений об экологичности

- > Нормы и правила отчетности. Показатели.
- > Требования к отчетности со стороны заинтересованных сторон. Влияние раскрытия сведений на общественное восприятие и принятие.
- > Информация о цепочках формирования стоимости, стратегии и методики для получения полной и достоверной информации.



## С4

Технические характеристики энергосистем

### **ПТ1:** Аспекты устойчивости энергосистем в разрезе декарбонизации и стремления к углеродной нейтральности.

- > Новые инструменты и методы анализа устойчивости на уровне как отдельных станций, так и энергосистем, валидации моделей, повышения качества обработки данных, скрининга и мониторинга технических характеристик.
- > Влияние новых технологий на устойчивость энергосистем, включая накопители, крупную генерацию и нагрузку на базе преобразователей, сетевые элементы и методы управления (в том числе формирование схем сетей). Разработка соответствующих технических спецификаций.
- > Динамические явления, влияющие на устойчивость энергосистем, в том числе переходные процессы, локальные взаимодействия и вынужденные колебания.
- > Развенчивание мифов о системной «жесткости»: определение, показатели, влияние на анализ работы энергосистемы, опыт, проблемы и решения.

### **ПТ2:** Аспекты качества электроэнергии и электромагнитной совместимости/помех (ЭМС/ЭМП) при декарбонизации энергосистем и стремлении к углеродной нейтральности

- > Моделирование для проведения оценки показателей качества электроэнергии (ПКЭ) и ЭМС, а также стратегии снижения последствий в замкнутых системах передачи электроэнергии.
- > Опыт решения проблем с качеством электроэнергии в системах с большим количеством инверторных источников и использование расширенной аналитики данных для изучения тенденций. Подходы к определению предельных уровней ПКЭ и обеспечению их соответствия требованиям.
- > Опыт изучения вопросов ЭМП для крупной генерации и нагрузок на базе преобразователей, а также взаимные помехи между энергетическими (переменного или постоянного тока), трубопроводными и телекоммуникационными системами.

### **ПТ3:** Исследования в части координации изоляции и молниезащиты в разрезе стремления к углеродной нейтральности в декарбонизированных энергосистемах

- > Будущее в сфере координации изоляций для систем переменного и постоянного тока, а также гибридных энергосистем.
- > Совершенствование систем обнаружения грозовых явлений в целях повышения надежности энергосистемы.
- > Проектирование молниезащиты и допустимые риски повреждения инверторных устройств, в том числе из-за грозовых воздействий и экстремальных погодных явлений.



## C5

### Рынки электроэнергии и регулирование

#### **ПТ1:** Рыночные структуры и нерыночные подходы к поддержке энергетического перехода

- > Обеспечение достаточности ресурсов и поддержка инвестиционных решений.
- > Распределение затрат для энергетического перехода: кто владеет и кто платит.
- > Компромиссы между рынками и регулятивными подходами.

#### **ПТ2:** Разработка надежных ценовых сигналов и норм по всей цепочке формирования стоимости

- > Инструменты и подходы для обеспечения стойкости рынков при неблагоприятных событиях и шоках.
- > Согласованные комплексные ценовые сигналы для интеграции новых технологий, распределенных энергоресурсов и энергетических сообществ.

#### **ПТ3:** Применение практического опыта для решения новых проблем

- > Интеграция различных рынков электроэнергии с подходами к сокращению выбросов и долгосрочными контрактами.
- > Рыночные структуры и продукты для решения задач в условиях растущей неопределенности в краткосрочной перспективе.
- > Аналитика данных на рынках электроэнергии, наблюдение и прозрачность рынков.



## C6

### Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергоресурсы

#### **ПТ1:** Обеспечение гибкости в распределительных сетях

- > Эффект предоставления сетевых услуг за счет систем накопления и агрегатов преобразования энергии, в том числе водородных, в распределительных системах.
- > Роль энергетических сообществ, агрегаторов и виртуальных электростанций для повышения гибкости распределительных сетей.
- > Приемлемость рисков в условиях перегрузки сетей и баланс между обеспечением гибкости и расширением эксплуатационных пределов.

#### **ПТ2:** Планирование и осуществление деятельности до и после 2030 года в активных распределительных системах

- > Влияние принципиальных изменений целей и критериев планирования в контексте ускорения электрификации, новых электрических нагрузок и поведения потребителей.
- > Интеграция электротранспорта и влияние дальнейшего развития технологий на распределительную систему.
- > Роль операторов распределительных сетей в управлении и планировании работы систем и повышении отказоустойчивости распределительных систем с учетом доступности для потребителей.

#### **ПТ3:** Стандарты, практика и технологические варианты электрификации сельской местности и промышленных предприятий

- > Микросети и мультимикросети, включая промышленные сети.
- > Применение распределенных энергоресурсов в автономных сетях и изолированных системах, включая соответствующие меры по повышению отказоустойчивости.
- > Применения для подключения «последней мили» в проектах электрификации сельских районов.



## D1

### Материалы и разработка новых методов испытаний и средств диагностики

#### **ПТ1: Испытания, мониторинг и диагностика**

- > Испытания и мониторинг состояния для обеспечения надежности в традиционных высоковольтных системах и областях применения силовой электроники.
- > Понимание поведения пространственных зарядов и ЧР под нагрузками переменного и постоянного тока, выпрямителей и импульсными нагрузками.
- > Прогресс в области знаний, правил и инструментов усовершенствования диагностики, включая машинное обучение, ИИ, объяснимый ИИ и др., с учетом множественных источников данных или контекстной информации.

#### **ПТ2: Материалы для электротехники и моделирования**

- > Старение материалов при электрических, механических или тепловых нагрузках и соответствующие маркеры старения.
- > Моделирование материалов и имитационное моделирование под напряжением переменного и постоянного тока и комплексным напряжением.
- > Применение новых материалов и процессов; экологически безопасные и переработанные материалы, материалы для обеспечения накопительных или криогенных систем, аддитивные технологии и др.

#### **ПТ3: Измерения и моделирование интерфейсов**

- > Понимание интерфейсного поведения за счет экспериментов в любых масштабах от нано- до макроуровня.
- > Моделирование динамики электрических и магнитных полей или зарядов в интерфейсах.
- > Оценка совместимости использованных и не подвергнутых старению материалов.



## D2

### Информационные системы, телекоммуникации и кибербезопасность

#### **ПТ1: Извлечение пользы из информации и данных с помощью инструментов и методик для поддержки принятия решений в условиях растущей сложности электрических энергосистем**

- > Методики предиктивного анализа для прогнозирования генерации из возобновляемых источников и распределенных энергоресурсов.
- > Реальные примеры и рекомендации для применения ИИ в эксплуатации и планировании энергосистем.
- > Разработка ИИ и моделей машинного обучения для оперативной и предиктивной оптимизации сетей.

#### **ПТ2: Комплексные подходы к управлению кибербезопасностью в энергетике**

- > Нормы кибербезопасности, обязательства, правила и регламенты в энергетическом секторе, включая организационные процессы кибербезопасности, технические меры, стандарты и сертификации.
- > Комплексные решения для платформ обнаружения физических и кибернетических угроз для целей управления активами и происшествиями, включая технологии искусственного интеллекта.
- > Новые стратегии и подходы для защиты энергетической инфраструктуры и охраняемых данных от киберугроз.

#### **ПТ3: Технологии телекоммуникаций нового поколения для содействия декабронизации и цифровизации сетей**

- > Оптимизированный подход к миграции от традиционных к пакетным сетям для поддержания критичных услуг энергосистем.
- > Технологии нового поколения для расширения охвата и обеспечения отказоустойчивости беспроводных сетей связи для энергосистем.
- > Телекоммуникационные технологии для повышения отказоустойчивости критически важных энергосистем.