

26-я Международная конференция и выставка, посвященная распределению электроэнергии CIREД-2021



С 20 по 23 сентября в виртуальном формате состоялась 26-я международная конференция и выставка, посвященная распределению электроэнергии CIREД-2021. Организатором онлайн-конференции в текущем году стал британский Инженерно-технологический институт (Institution of Engineering and Technology — IET). Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» вновь выступил официальным информационным партнером CIREД.

Несмотря на ограниченность общения, которое не может заменить ни один виртуальный формат, в онлайн-конференции приняли участие более 1200 экспертов в области распределения электроэнергии со всего мира. Для обсуждения мировому экспертному сообществу было представлено более 700 докладов и технических статей.

От имени организаторов конференции к ее участникам обратился Председатель организационного комитета CIREД-2021 Лукас Кунг (Lukas Kung). Председатель отметил, что онлайн-мероприятие проводится в экстраординарные времена, характеризующиеся не только глобальной пандемией, но и глобальными изменениями климата, которые оказывают существенное влияние на все аспекты жизнедеятельности человека, отрасли

экономики. Актуальны они и для электроэнергетики.

Также Лукас Кунг представил участникам краткий обзор возможностей онлайн-конференции и призвал всех проявлять повышенную активность не только в технических дискуссиях, но и в социальных событиях и соревнованиях, которые также предусмотрены программой мероприятия.

С приветственным словом перед участниками форума выступил Председатель CIREД Эммануэль Де Йегер (Emmanuel De Jaeger). Он отметил уникальность CIREД, которая объединяет распределительные электросетевые организации, производителей оборудования, материалов и решений для электроэнергетики, субъекты рынка электроэнергии, научное сообщество и властные структуры для выработки скоординированных взвешенных решений, необходимых для развития распределительных электрических сетей по всему миру.

Также Эммануэль Де Йегер отметил ключевую роль технического сообщества CIREД. В современной реальности перед мировой электроэнергетикой стоят новые вызовы — отрасль и, в первую очередь, распределительный электросетевой комплекс играют ключевую роль в развитии мировой экономики и, с учетом современных вызовов, должны стать драйвером нового энергетическо-

го перехода к низкоуглеродной промышленности и системе потребления. Глобальные климатические изменения требуют новых подходов к строительству распределительных электрических сетей, диктуют необходимость обеспечения их высокой устойчивости к негативным воздействиям. Перед электроэнергетикой по-прежнему стоит и важная социальная и гуманитарная задача — обеспечение электроэнергией сотен миллионов человек по всему миру, не имеющих до сих пор такого подключения и использующих устаревшие и неэкологичные энергоносители для обогрева и приготовления пищи. Понимая значимость этих задач в масштабах всей планеты, CIREД, объединяя лучших экспертов в сфере распределения электроэнергии со всего мира, будет активно способствовать выработке соответству-



Лукас Кунг



Эммануэль Де Йегер



Сяоган Панг

ющих решений и ускорению их внедрения.

О реализации перечисленных Председателем CIRED задач говорили все спикеры на открытии форума.

Исполнительный вице-президент Государственной сетевой корпорации Китая Сяоган Панг (Xiaogan Pang) выступил с докладом «Деятельность ГЭК Китая по борьбе с изменением климата и по обеспечению сокращения пика выбросов углерода и достижения целей углеродной нейтральности».

ГЭК Китая активно работает над созданием распределительной энергосистемы будущего, внедряя самые прогрессивные решения, и готова способствовать распространению передового опыта по всему миру.

Наиболее важными направлениями развития распределительной энергосистемы являются повышение контроля за распределением электроэнергии и энергопотреблением, повышение энергетической эффективности системы и развитие энергетического менеджмента, расширение области электрификации и развитие возможностей энергетических рынков.

При этом в будущем распределительная электрическая сеть должна стать ключевой инфраструктурой (хабом), связывающей не только производителей и потребителей электроэнергии, но и обеспечивающей необходимую гибкость трансформации одних видов энергоресурсов в другие и предоставление расширенного спектра соответствующих сервисов.

Трансформация энергетической инфраструктуры уже идет

полным ходом. За 13-ю пятилетку ГЭК Китая инвестировала в развитие электроэнергетики более 2,4 триллиона юаней, что позволило дополнительно построить порядка 41 000 км линий электропередачи для оптимального распределения электроэнергии между регионами. Также большие средства были вложены в развитие возобновляемых источников генерации: в 2020 году с помощью ВИЭ было сгенерировано 7400 ТВт·ч электроэнергии.

Компания также реализует тысячи проектов, направленных как на электрификацию новых потребителей, так и на повышение энергетической эффективности существующих потребителей и объектов инфраструктуры. Большую роль играют в этом направлении развивающиеся цифровые сервисы.

Развитие электроэнергетической инфраструктуры будет продолжено. За 14-ю пятилетку (2021–2025) будет инвестировано порядка 700 миллиардов юаней в строительство линий 500 кВ и выше в северной, восточной, центральной и юго-западной частях Китая. При этом транзит чистой энергии между провинциями достигнет 300 ГВт. Инвестиции в распределительные электрические сети позволят к 2025 году повысить надежность электроснабжения с 99,97% до 99,98%.

Большое внимание будет уделено цифровой трансформации электроэнергетики, развитию систем оперативно-диспетчерского управления, повышению стабильности и гибкости инфраструктуры,

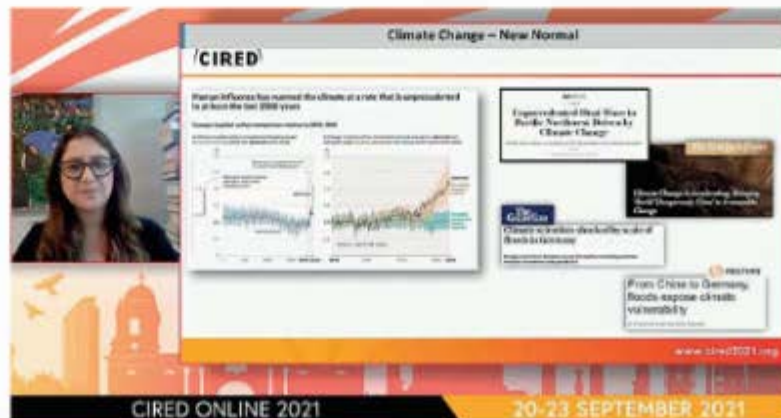
в том числе за счет внедрения технологических инноваций.

В заключение руководитель выразил уверенность, что развитие и улучшение распределительного электросетевого комплекса не имеет границ и призвал всех специалистов и руководителей объединиться, используя информационные возможности CIRED, для выработки и внедрения наиболее эффективных решений.

С докладом об изменении климата и необходимости обеспечения отказоустойчивости электросистем выступила вице-президент по климату и устойчивости компании Quanta Technology (США) Шай Бахрамирад (Shay Bahramirad).

В своем докладе Шай Бахрамирад подчеркнула ключевую роль электросетевого комплекса практически во всех сферах жизнеобеспечения человека. При масштабных технологических нарушениях в электрических сетях, вызванных негативными природными явлениями, наблюдается эффект домино: сбои в системах связи, транспорта, водо- и теплоснабжения, поставок и хранения запасов продовольствия и т.д.

В этих условиях важной задачей для профессионалов отрасли становится освоение новых современных методов прогнозирования различных событий в сетях и адаптация объектов электросетевого комплекса к новым условиям. Электроэнергетическая система будущего должна стать кратко более устойчивой и гибкой по сравнению с существующей. Важными компонентами новой систе-



Фрагмент доклада Шай Бахрамирад

мы должны стать распределенная генерация на ВИЭ, микросети, дополнительные энергетические взаимосвязи, системы повышения энергетической эффективности и управления спросом и электро-транспорт.

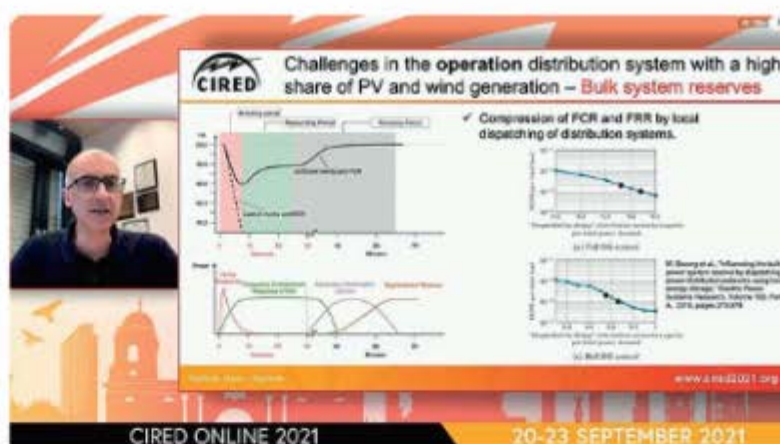
Европейский взгляд на изменение климата и его влияние на системы распределения электроэнергии представил профессор **Марио Паолоне** (Mario Paolone), EPFL, Швейцария.

Свой доклад профессор построил вокруг практических методов оптимизации размещения объектов энергетической инфраструктуры (в том числе распределенной генерации) и оптимизации затрат на ее создание. Поскольку в Европе в настоящее время наблюдается интенсивное внедрение большого числа ветряных и солнечных электростанций, отличающихся высокой степенью непостоянства, Марио Паолоне напомнил собравшимся об имеющихся особенностях использования ВИЭ, необходимости прогнозирования нагрузок и управления режимами в распределительных сетях. Также докладчик заострил внимание на необходимости применения новых методов планирования распределительной электрической сети для эффективного обмена энергией ветра и солнца. Необходимо развитие соответствующих инструментов прогнозирования и планирования с применением возможностей искусственного интеллекта.

К последовавшей вслед за программными докладами панельной дискуссии в качестве ее модератора присоединился **Пьер Малле** (Pierre Mallet), Председатель тех-



Пьер Малле



Фрагмент доклада Марио Паолоне

нического комитета CIREN. Участники дискуссии обсудили вопросы перспектив использования водорода в энергосистеме будущего, технологии передачи электроэнергии на постоянном токе и перспективы развития сетей постоянного тока, возможности микросетей и основные методы планирования развития электрических сетей.

Деловая программа CIREN-2021 была построена таким образом, чтобы отражать постоянно меняющиеся деловые и политические требования во всех аспектах сферы распределения электроэнергии. Деловые мероприятия были сформированы так, чтобы отвечать интересам всех заинтересованных сторон: электросетевых компаний, регулирующих органов, производителей, консультантов, стартапов, университетов и исследовательских центров.

Пять обучающих программ, прошедших в день открытия мероприятия, были посвящены актуальным для всех специалистов распределительного электросетевого комплекса темам:

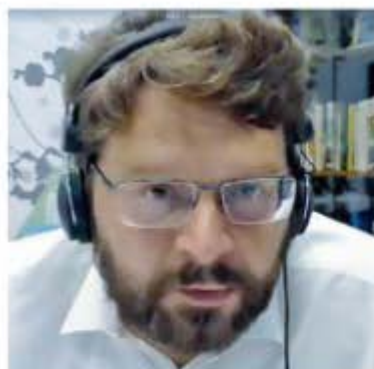
- Новые разработки в области проектирования заземлений, включая анализ рисков;
- Измерение и оценка гармонической составляющей 2-150 кГц (супрагармоники) в распределительных сетях;
- Подключение распределенных энергоресурсов (ВИЭ) в трехфазные сети СН и НН: проблемы и решения;
- Ценообразование для интеллектуальных распределительных электрических сетей;

- Оптимизация управления жизненным циклом оборудования распределительных сетей среднего напряжения с использованием современных диагностических средств, цифровых технологий и интеллектуальных алгоритмов.

Все технические дискуссии CIREN-2021 были разделены на шесть основных тематических направлений, среди которых специалисты могли выбрать наиболее близкие и интересные темы.

1. Сетевые компоненты. Направление посвящено всем аспектам, связанным с компонентами, используемыми в распределительных электросетях: кабелям, воздушным линиям, ТП и РП, трансформаторам, распределительным устройствам, системам управления, защиты и контроля, новым приборам активной силовой электроники. Оно охватывает темы, связанные с оптимизацией жизненного цикла сетевых активов на всех этапах от стадии проектирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания, мониторинга и диагностики до управления сроком службы, включая применение новых методов, таких как big data и искусственный интеллект.

Направление также охватывает экологические аспекты, включая экодизайн и анализ жизненного цикла, стандартизацию, эргономику и безопасность. В докладах предоставлен обзор современного дизайна компонентов и предложения по новым разработкам, включая те, которые не-



Директор ООО МНПП «АНТРАКС»
Кучерявенков А.А.

обходимы для интеллектуальных сетей, развития электротранспорта, интеллектуальных городов и микросетей.

В текущем году по теме было представлено 136 докладов, многие из которых были посвящены современным цифровым технологиям, необходимым для повышения эффективности эксплуатации электрических сетей.

Российская компания МНПП «АНТРАКС» на CIREN-2021 представила свои решения в области применения искусственного интеллекта для прогнозирования и предотвращения технологических нарушений в сетях. Специалисты компании отметили, что задача обучения нейросетей является наиболее неоднозначной и трудоемкой на данный момент. Полноценное обучение нейросети реальным аварийным процессам практически невозможно, так как невозможно специально создавать сотни и тысячи аварийных ситуаций в реальной работающей распределительной сети.

Было предложено два механизма для обучения нейросети. Первый — это обучение нейронной сети с использованием физического аналога аварийных процессов в сетевой модели. Фактически это построение служебного цифрового двойника с последующим моделированием в нем аварийных ситуаций и обучением нейронной сети для каждого из моделируемых сбоев. Этот метод позволяет быстро обучать нейросети, но он очень трудоемкий с точки зрения подготовки физического цифрового аналога сети.

Второй метод заключается в выявлении аномалий. В этом методе нейронная сеть сначала обучается в обычных режимах работы, что достаточно просто обеспечить. Далее обучение основано на устранении аномалий в работе сети и выделении их общих характерных особенностей. Благодаря этому для каждой аномалии, не соответствующей нормальной работе, формируются наборы характерных данных. Обязательным требованием в этом методе обучения является маркировка аномалий диспетчером или инженером энергосистемы. Второй этап внедрения искусственного интеллекта, например, для прогнозного обнаружения аварийных ситуаций в распределительных сетях — это установка нейронной сети, обученной на физическом аналоге.

Эксперименты проводились на объектах распределительных сетей в Татарстане и Карелии. В ходе экспериментов нейронные сети были обучены на предмет отклонений, характерных для однофазных замыканий на землю или

утечек на землю из-за снижения уровня изоляции. В результате нейронная сеть выявила ряд аварийных событий на ранней стадии возникновения (рисунок 1).

2. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость. Посвящено вопросам качества электроэнергии, электромагнитной совместимости и связанным с этим проблемам безопасности в электрических сетях, а также соответствующим методам измерения и анализа. Охватывает все аспекты электромагнитной совместимости, включая излучение, помехозащищенность, а также вопросы стандартизации. Помимо этого, рассматриваются проблемы проводимых и излучаемых электромагнитных помех, а также электрических и магнитных полей. Особое внимание уделяется характеристикам качества электрической энергии и проблемам, связанным с работой распределительных сетей с очень высокой долей силовой электроники, вопросам обработки больших данных в решении задач обеспечения качества электроэнергии.

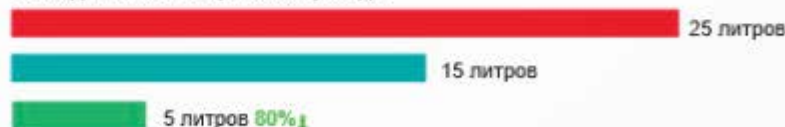
Локализация места неисправности



Длительность перерыва электроснабжения потребителя



Расход топлива аварийной бригады



Длительность аварийно-восстановительных работ



Без цифровизации Классическая цифровизация РЭС Риск-ориентированная цифровизация

Рис. 1. Показатели экономической эффективности, которые достигаются при систематическом внедрении методов искусственного интеллекта

В текущем году по теме было представлено 99 докладов, многие из которых были посвящены исследованиям влияния большого количества распределенной генерации и электромобилей на качество электроэнергии.

Специалисты компании Western Power Distribution и Nortech Management Ltd (Великобритания) поделились с участниками конференции опытом создания интегрированной платформы для мониторинга показателей качества (ПК) электроэнергии в электрических сетях (рисунок 2).

Основные функции платформы:

- получать и обрабатывать данные с различных мониторов показателей качества (прием данных ПК);
- обобщение данных ПК и состояния системы (панель мониторинга ПК и тепловые карты ПК);
- визуализация данных ПК с течением времени (тенденции ПК);
- просмотр событий и просмотр записей о событиях (браузер временной шкалы событий ПК и записи событий (рисунок 3));
- подготовка отчетов об оценке ПК (рисунок 4) и соблюдении требований (ПК-отчеты).

Информация о показателях качества электроэнергии используется британскими специалистами для технической оценки возможностей и последствий подключения новых электрических нагрузок к распределительным электрическим сетям, а также для всестороннего расследования причин и динамики развития технологических нарушений в сети.

3. Эксплуатация, системы управления и защиты. Направление посвящено работе сетей, включая технологии управления и защиты систем, что является наиболее актуальной темой в формирующейся среде интеллектуальных сетей, распределенной генерации и электромобильности. На заседаниях обсуждались соответствующие технико-экономические изыскания распределительных компаний, ожидания и требования заинтересованных сторон, а также результаты исследований ученых и решения производителей новой продукции.

На конференции 2021 года по теме было представлено 145 докладов, охватывающих широкий спектр проблем: от анализа причин масштабных блэкаутов, рассмотрения алгоритмов интеллектуальной обработки данных до оптимизации подключения распределенных нагрузок-генераторов и профилактического обслуживания сетей с применением современных цифровых и роботизированных платформ.

Свое непосредственное видение концепции упреждающего подхода к устранению неисправ-

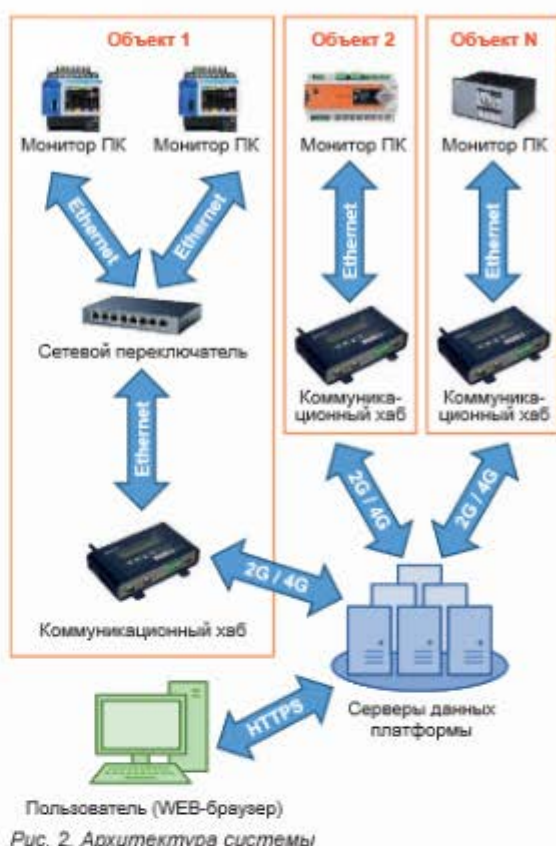


Рис. 2. Архитектура системы



Рис. 3. Браузер временной шкалы событий ПК с основными элементами



Рис. 4. Пример отображения трендов ПК

ностей представили португальские специалисты. По их мнению, для достижения операционных целей недостаточно развернуть интеллектуальные счетчики, а также иметь визуализацию активов в реальном времени. Необходимо знать местоположение ограничений и какие действия следует выполнить, чтобы обеспечить наиболее эффективный план действий по устранению ограничений, не вызывая непредвиденных последствий для надежности и качества электроснабжения.

В ходе реализованного в компании E-REDES проекта, объединение данных интеллектуальной системы учета с усовершенствованными алгоритмами фильтрации сигналов тревоги и агрегирования событий позволило получить положительный результат в 66,7% случаях при упреждающем обнаружении ограничений как в сети среднего напряжения, так и в сети низкого напряжения. Успех был измерен путем объединения триггера тревоги с отправкой полевой бригады, проверкой ограничений и действиями по их устранению. Модель доказывает высокую вероятность успеха при событиях на уровне среднего напряжения, для воздушных линий в радиальной сети без АПВ.

Компания планирует и далее развивать направление прогнозирования состояния сети и возможных неисправностей на основе данных интеллектуальной системы учета.

4. Распределенные энергетические ресурсы и эффективное использование электроэнергии. В рамках тематического направления обсуждались проблемы адаптации распределительных сетей для содействия эффективной интеграции возобновляемых и распределенных энергетических ресурсов. К ним относятся распределенная генерация, системы накопления энергии, новые категории активных потребителей (например, электромобили, виртуальные электростанции). Направление специально фокусируется на новых технологиях и решениях, результатах исследований, разработках или демонстрационных программах, при этом особое значение имеют результаты сетевых

и системных интеграционных испытаний.

Было представлено 124 доклада, посвященных преимущественно темам управления спросом, гибкого планирования развития распределительных сетей, развития смежных рыночных сервисов для оптимизации, использования систем накопления электроэнергии.

В рамках данной темы финскими специалистами был исследован потенциал использования накопителей энергии для повышения эффективности распределительных электрических сетей в сельской местности. Исследование показало, что затраты на обслуживание, а также снижение затрат компании, связанных с перерывами электроснабжения, оказывают наиболее существенное влияние на количество технически экономически обоснованных мест размещения батарей.

Исследование проводилось на примере сети Elenia, которая является второй по величине TSO в Финляндии и обслуживает примерно 74 000 км сетей, из которых почти 30 000 км — сеть среднего напряжения.

Было определено, что технически наиболее подходящий диапазон емкости аккумулятора составляет 300–500 кВт·ч. Минимальный подходящий размер батарейного блока составляет 300 кВт в связи с минимальным требованием к системе, чтобы она могла генерировать достаточное количество тока короткого замыкания в сети для корректной работы существующих защит. Максимальный размер батареи 500 кВт·ч обусловлен размерами стандартных шкафов ТП, при увеличении размера потребуются применение нестандартного шкафа ТП, что существенно образом скажется на экономике проекта в целом.

Принимая во внимание технические ограничения и экономическую

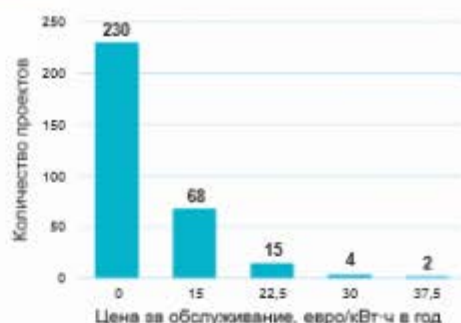


Рис. 5. Количество проектов размещения систем накопления при различном уровне цены обслуживания

составляющую установки аккумуляторных батарей, под критерии, определенные компанией, попали лишь 230 фидеров из 7122 изначально рассматривавшихся. Далее был проведен анализ чувствительности проектов размещения при различной стоимости обслуживания (рисунок 5). Результаты этого анализа показали, что плата за обслуживание оказывает существенное влияние на количество потенциальных мест расположения батарей.

Оценка проводилась также с учетом изменения стоимости самих систем накопления, поскольку в 10-летней перспективе потребуются обновление их элементов.

В результате, с учетом оценки всех факторов, наиболее выгодной была признана установка подобных систем лишь на 10 фидерах (рисунок 6).



Рис. 6. Десять фидеров в сети Elenia с наиболее выгодным расположением систем накопления энергии

По мнению авторов исследования, на сегодняшний день применение систем накопления для повышения надежности сельских сетей не является массовым решением, но в случае необходимости можно найти технико-экономически обоснованные места для их размещения.

5. Планирование распределительных систем. Пятая сессия посвящена всем аспектам, связанным с краткосрочным и долгосрочным развитием распределительных сетей высокого, среднего и низкого напряжения с учетом меняющихся требований к распределению электроэнергии, включая, в частности, интеллектуальные активные распределительные сети, электромобили, системы хранения, активный спрос и интеграцию распределенных энергоресурсов, нынешнее и будущее качество потребностей клиентов в поставках и оптимальные методы и стратегии использования активов. Растет интерес к стратегиям, направленным на удовлетво-

ние быстро меняющегося уровня спроса как в сельских, так и в городских районах, аспектам развития сетей в сельских районах, требующих высокого качества электроснабжения, и стратегиям развития, направленным на повышение устойчивости к экстремальным явлениям.

В текущем году по теме было представлено 126 докладов, большинство из которых также затрагивало проблемы интеграции распределенной генерации, электромобилей, систем накопления энергии и внедрению технологий управления спросом.

Исследования ученых из Германии (Рейнско-Вестфальский технический университет Ахена) были сосредоточены на моделировании профилей спроса будущих активных сетевых клиентов (просьюмеров) и оценке их влияния на сеть.

Для этого была сформирована многоагентная математическая модель, учитывающая среднестатистические сценарии поведения потребителей и использующая

различные профили нагрузок: домашнее хозяйство, процесс зарядки электромобиля, генерация фотоэлектрических батарей или использование тепловых насосов.

На сформированной математической модели с учетом всех наиболее вероятных сценариев была проведена оценка влияния различных сетевых тарифов на профили нагрузки активных сетевых клиентов (рисунок 7).

Результаты показывают, что плата за энергоориентированную сеть способна обеспечить более равномерную нагрузку. Повременная оплата способна сдвинуть вечернюю пиковую нагрузку на более позднее время, но приводит к более высоким пиковым нагрузкам вне временных интервалов с низкими ценами. Были проанализированы и другие сценарии, в ходе которых отмечены преимущества энергоориентированных тарифов по сравнению с интервальными.

В целом результаты показывают, насколько по-разному стимулирующие стратегии влияют на профили нагрузки активных клиентов и каковы вытекающие из этого преимущества и недостатки с точки зрения сети. Подобные знания необходимы Правительству Германии и системным операторам для выстраивания взвешенной ценовой стратегии по отношению к активным потребителям.

6. Активные потребители, регулирование и бизнес-модели. Направление, во многом пересекающееся с предыдущим, фокусируется на будущей распределительной электрической системе с новыми бизнес-моделями, активными клиентами, требованиями к гибкости, управлению рисками и цифровизацией в качестве ключевых составляющих энергетического перехода. В его рамках было представлено 86 докладов.

Будущее регулирование должно стимулировать исследования и разработки, а также инвестиции в новые рынки и сетевые услуги. Безопасность и конфиденциальность, по мнению экспертов, должны иметь первостепенное значение в свете продолжающейся цифровизации, когда киберугрозы бросают вызов безопасности элект-

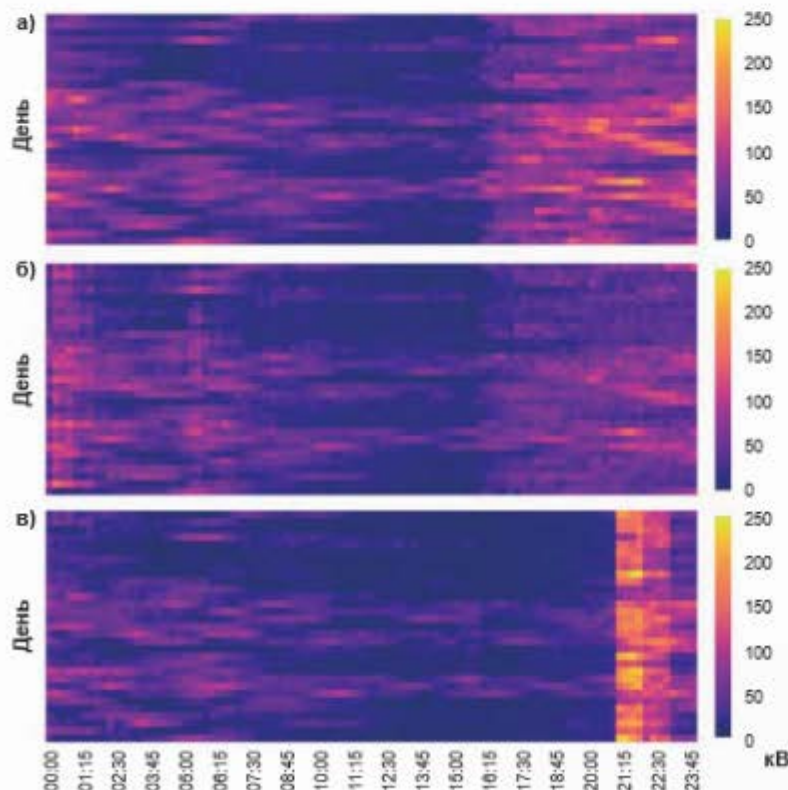


Рис. 7. Агрегированные профили нагрузок в мае без учета солнечной генерации: а) для сети без стимулирования; б) для энергоориентированной сети; в) для сети с дифференцированным по времени тарифом

троснабжения, данных клиентов, новых платформ данных и интернета вещей.

В то же время управление активами/рисками и оптимизация бизнес-процессов по-прежнему являются ключевыми для сетевых компаний. Устаревшие сети необходимо обновлять в ближайшем будущем. Но какие последствия, стратегические решения, варианты и ограничения имеют решающее значение для сетей, когда будущее меняется? Обмен опытом по всем перечисленным темам позволяет международным экспертам найти наиболее оптимальные варианты для решения общемировых задач по формированию доступной и надежной электросетевой инфраструктуры, от эффективной работы которой зависит благосостояние людей и стабильное функционирование мировых экономик.

О возможных сценариях развития распределительных электрических сетей на конференции говорили специалисты из Норвегии. В докладе описаны четыре сценария будущей распределительной электросети, которые составлены по результатам прогнозирования.

В качестве основных движущих сил будущих изменений в системах распределения электроэнергии были названы глобальные тренды (изменения климата, глобализация и цифровизация экономики, рост населения и урбанизация), внешние факторы (политика, регулирование и стандартизация, социальные тренды, технологическое развитие, общество, бизнес-модели и стейкхолдеры) и отраслевые тенденции (развитие распределенной генерации, развитие микросетей, изменяющиеся нагрузки, повышение требований к гибкости сетей и системам управления, постоянное расширение сетей, требования к безопасности сетей, требования к кибербезопасности, экономика).

На основе анализа тенденций определены четыре базовых сценария для распределительных сетей до 2040 года: автоматизированная сеть, гибкая и интеллектуальная сеть, распределительная сеть в качестве резервной, все как обычно.

Автоматизированная сеть. Этот сценарий характеризуется пассивными потребителями и цифровой сетью. Новые технологии широко используются для оцифровки и автоматизации решения проблем, возникающих в сети, и для оптимизации работы сети. Пассивные потребители производят и потребляют электроэнергию независимо от внешних сигналов. Растущие потребности в зарядке электромобилей и увеличение распределенной генерации от солнечных батарей до 2040 года приведут к большим проблемам с пропускной способностью сети и качеством напряжения. Эти проблемы частично могут быть решены за счет традиционных инвестиций в сетевую инфраструктуру, а частично за счет интенсивного использования новых информационных технологий и систем сбора данных, а также передовых алгоритмов и систем мониторинга и управления. Будет внедрена и начнет работать система управления активами на основе риск-ориентированного управления.

Гибкая и интеллектуальная сеть. Этот сценарий имеет многие из тех же характеристик, что и автоматизированная сеть. Основные отличия заключаются в том, что большая часть потребителей активна, что позволяет использовать гибкость в планировании и эксплуатации сетей, а также благодаря этому повысить уровень цифровизации.

Распределительная сеть в качестве резервной. В этом сценарии наблюдается быстрое развитие на стороне клиентов, в то время как в сетевых компаниях наблюдается ограниченное развитие, что приводит к тому, что все больше клиентов отключаются от сети.

Все как обычно. В этом сценарии развитие идет почти в тех же направлениях, что и в текущей ситуации (2020 год). Сеть адаптируется по мере необходимости в зависимости от того, что происходит на стороне клиента.

Для сценария «Гибкая и интеллектуальная сеть» также разработаны два мини-сценария:

1. *Роботы и искусственный интеллект повышают безопас-*

ность поставок и безопасность людей. Роботы и искусственный интеллект контролируют сеть и выполняют профилактические работы, такие как управление растительностью, удаление деревьев. Большая экономия затрат достигается за счет более быстрой локализации неисправностей и восстановления электроснабжения, что означает повышение надежности электроснабжения и повышение безопасности людей. В этой ситуации сеть будет одновременно надежной и экономически эффективной.

2. *Много данных, но не хватает данных приемлемого качества.* Противоположная ситуация относительно первого сценария: огромное количество новых данных, собранных с помощью датчиков, используется в алгоритмах для оптимизации работы и управления активами. Данные имеют низкое качество, что приводит к плохим результатам/поддержке принятия решений, неправильным решениям, риску снижения безопасности поставок и безопасности людей.

Использование перечисленных сценариев развития сетей позволяет зарубежным экспертам тестировать различные действия и варианты в радикально отличающихся, но реалистичных перспективах и улучшать собственные планы развития.

Таким образом, очередная 26-я конференция и выставка по вопросам распределения электроэнергии CIREN-2021 вновь продемонстрировала мировому сообществу большое разнообразие задач эксплуатации и развития распределительных электрических сетей и широкий спектр подходов по их решению для построения современной высокоэффективной инфраструктуры, отвечающей самым современным требованиям со стороны общества, бизнеса и политики.

Следующая, 27-я конференция и выставка по вопросам распределения электроэнергии CIREN пройдет в 2023 году в Риме с 12 по 15 июня. 

Материал подготовил
Александр ПАВЛОВ