

Развитие энергосистем — баланс физики и рыночных механизмов на основе инновационных технологий

АКЦЕНТ

20 июля 2021 года в ходе видеоконференции, организованной журналом «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» при поддержке РНК СИГРЭ, представители издательства взяли эксклюзивное интервью у президента CIGRE Мишеля ОГОННЭ (Michel Augonnet). В беседе приняли участие директор по стратегическим проектам журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» Александр Павлов, технический переводчик издательства Максим Силаев и исполнительный директор РНК СИГРЭ Ольга Фролова.



— Мишель, добрый день! Прошедший год заставил многих игроков энергетической отрасли по-новому взглянуть на проблемы энергетического развития. Для большинства стало очевидно, что будущее принадлежит цифровым технологиям, обеспечивающим решение задач управления энергосистемой и эксплуатации ее объектов. В дополнение к этому развиваются технологии управления спросом, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Потребители, которые становятся активными участниками энергетических рынков и предъявляют все больше требований к надежности систем и спектру услуг, оказывают все большее влияние на энергетические системы. В этой связи каково Ваше долгосрочное видение изменения энергетических систем в мире? Какие изменения следует

внести в политику глобальных организаций и энергетических компаний?

— Действительно, сегодня в вопросах развития энергетических систем достаточно большое внимание уделяется цифровизации. Но немногие задумываются, насколько действительно эти технологии меняют мир энергетики? Возможно ли было решить возникающие задачи как-то иначе?

Фактом является то, что сегодня для управления сетью вам нужно уметь управлять большими объемами данных совершенно различного порядка и характера. При этом обработка этих данных и соответствующие управленческие воздействия на их основе должны осуществляться очень быстро, потому что сеть становится все менее и менее стабильной.

Я часто привожу два примера: мы пережили два серьезных изменения



в нашей отрасли. Первым изменением было разделение между генерацией, передачей и распределением электроэнергии, которое изменило методы работы вертикально интегрированных компаний и привело к созданию новых информационных взаимосвязей и интерфейсов для взаимодействия. А когда у вас есть интерфейс, им необходимо управлять. Затем была вторая волна трансформации, а именно — развитие децентрализованного электроснабжения. Неважно, «зеленая» это энергетика или традиционная. В тот момент, когда вы позволяете кому-то одновременно генерировать энергию и оставаться потребителем, вы также полностью меняете отношения в сети.

Вопрос в том, кто контролирует все это? Это действительно большая проблема, с которой мы сталкиваемся сегодня.

Мы также продолжаем продвигать вперед идею энергетических рынков, которая по многим вопросам была организована чисто с экономической точки зрения в логике, что рынок может решить все проблемы. Исторически идея таких рынков служила мерой поддержки первоначального решения о разделении энергетика, но в нынешних условиях она, безусловно, требует корректировки и адаптации под меняющуюся конъюнктуру. Мы видим, что у рынка также есть пределы, потому что законы физики часто более упрямы, и они не прислушиваются к рынку, они просто такие, какие есть.

Поэтому сейчас мы находимся на этапе, когда необходимо осуществить переход от традиционной и привычной всем однонаправленной сети к более сложной по своей структуре сети с многими направлениями перетоков и множеством потребителей, которые одновременно являются и генераторами, и рыночными игроками. Сегодня генератором в сети может стать практически любой потребитель, будь то предприятия, школы или частные лица. Мы должны адаптироваться к этим новым условиям, в которых уже недостаточно удерживать баланс выработки и энергопотребления, а необходимо управлять энерго-

потреблением, исходя из имеющихся и изменяющихся генерирующих мощностей. Также в этих условиях система регулирования сети должна обеспечивать возможность отключения какого-либо генератора на определенном уровне сети.

В принципе, большие изменения, которые я вижу, — это, очевидно, переход к возобновляемым источникам энергии. Вопрос в том, как будет обеспечена стабильность сети, застрахованы ли мы, останутся ли у нас большие генераторы?

Некоторые государства выступают за развитие атомной энергетики. И во Франции, и в России придерживаются общего мнения, что атомная энергетика во многом обеспечивает стабильность и устойчивость энергосистемы. С точки зрения экологии, атомная энергетика также имеет определенные преимущества, так как не является источником выбросов углекислого газа. Есть другие источники загрязнения, но по выбросам CO₂ атомная энергетика считается «зеленой», и ее развитие — один из реальных способов достигнуть задач формирования цивилизованной «зеленой» энергосистемы.

Еще один аспект, на который я бы хотел обратить внимание, — это развитие систем накопления энергии и постоянно увеличивающееся количество соответствующих устройств (в том числе в составе электромобилей), подключаемых к сети на различных классах напряжения. Такие устройства полностью меняют взгляд на классические рыночные отношения, к которым мы с вами привыкли: оплата операторам электрических сетей за мощность и передаваемую по электрическим сетям электроэнергию.

Завтра, вполне вероятно, нам придется создавать рынок мощности для факта подключения, поскольку сеть уже будет являться не столько источником электроэнергии для таких потребителей-генераторов, сколько неким гарантом стабильности, надежности и безопасности работы. Такой подход кардинально меняет систему управления рынком.

Будут изменяться технические решения и ограничения, считавшиеся раньше догмами при развитии сетей и управления ими. Здесь мы снова, в первую очередь, говорим о развитии систем накопления энергии. Уже сейчас большинство крупных операторов сетей рассматривают системы накопления в качестве хранилищ для обеспечения надежности электроснабжения потребителей, стабилизации напряжения, и для полноценного использования таких элементов системы необходимо изменять соответствующие отраслевые правила и нормы построения энергосистемы и управления ею.

Итак, перед нами открывается новый мир, где рыночные механизмы регулирования работают в тесной связке с законами физики и с учетом постоянной интеграции новых технологий.

— Вы упомянули развитие возобновляемых источников энергии. Действительно, с каждым годом они становятся все более дешевыми и все более эффективными. Современная энергетическая политика многих стран сделала ВИЭ ключом к решению проблемы сокращения выбросов CO₂, в то время как спрос на энергию растет. Но в феврале этого года мы видели масштабное отключение электроэнергии в Техасе, которое выявило отдельные недостатки таких источников генерации, и нам нужно расширять знания по обеспечению устойчивости энергетической системы. Какие технологии и технические решения могут решить эту проблему?

— Уже совершенно ясно, что возобновляемые источники энергии сегодня являются главным фактором, меняющим правила игры. Решая проблему сокращения выбросов CO₂ и истощения ископаемых ресурсов, мы развиваем ВИЭ. Но, со своей стороны, ВИЭ обладают гораздо большей переменчивостью и меньшей управляемостью, чем традиционные генераторы. Конечно, мы научились делать более-менее точные прогнозы и повышаем эффективность управления ВИЭ,



но все равно часто мы вынуждены перемещать большие объемы электроэнергии из одного региона в другой.

В Европе спрос на энергию ВИЭ составляет не менее 30%, а в отдельных странах доходит до 100%, по крайней мере, в течение определенного периода времени. Очевидно, что здесь потребуются решить задачи по быстрой передаче энергии из различных частей Европы. Это приведет к необходимости создания высоковольтных линий постоянного тока, чтобы иметь возможность перемещать энергию из одного места в другое, в зависимости от того, где ветер, где солнце и где потребление. Также это потребует усиления контроля над потреблением электроэнергии.

Необходимо уметь управлять как напряжением, так и частотой сети. В этом вопросе возрастает роль распределительных электросетевых компаний совместно с потребителями (просьюмерами). В недалеком будущем они внесут свой весомый вклад в обеспечение гибкости рынков электроэнергии, управление спросом и регулирование сетей.

Есть еще одна идея, которая пока кажется очень отдаленной по своей реализации, — это объединение регионов мира в единую сеть через линии постоянного тока сверхвысокого напряжения. Это

решение позволит существенно повысить гибкость энергосистемы и обеспечить безопасность генерации, когда это необходимо.

— Одним из основных факторов устойчивости системы является грамотное оперативно-диспетчерское управление. Какая система или структура управления более эффективна в современных и будущих условиях?

— Диспетчеризацию, вероятно, придется осуществлять на разных уровнях. У нас может возникнуть необходимость в мониторинге и контроле мощности и перетоков на континентальном уровне, и каждой стране, очевидно, по стратегическим соображениям потребуются контроль на своем уровне. Кроме этого, с учетом создания сети с многими направлениями перетоков, о которой я говорил ранее, вам потребуются грамотная система диспетчеризации на уровне распределительных сетей низкого напряжения. Только при такой многоуровневой системе удастся грамотно управлять потреблением и режимами сети.

Грамотное управление невозможно без полной информации о состоянии сети и отдельных потребителей. Здесь на уровне распределительных сетей важным этапом обеспечения ее наблюда-

емости становится создание системы на основе интеллектуальных приборов учета. Это важные перспективные технологии.

Вот здесь мы снова возвращаемся к Вашему первому вопросу о цифровых технологиях и данных. В тот момент, когда вам необходимо отключить чей-то тепловой котел, для начала нужно обладать информацией, что он включен. Также необходимо иметь возможность воздействия на конкретный участок сети или конкретную группу потребителей. Вот здесь и нужна многоуровневая структура управления и интеллектуальные приборы учета для мониторинга различных потребителей. Также в этой системе важны энергетические контракты, позволяющие закрепить определенные договоренности и адаптировать их к условиям работы сети и экономическим предпочтениям потребителей.

Итак, в этом вопросе необходимо учитывать технологический, управленческий и договорной аспекты. Причем, самый простой из них — технологический, поскольку технологии существуют. Основной вопрос на сегодня — насколько люди понимают преимущества таких взаимоотношений, сколько они готовы заплатить и на каких условиях заключить контракты? Мы уже сейчас видим, что в ряде стран с высоким каче-

ством электроэнергии и слабой доступностью к сети потребители не готовы платить за высокую надежность, а обеспечивают ее самостоятельно с помощью локальных ВИЭ и систем накопления энергии. Подобные подходы очень сильно расширяют диапазон договорных отношений между потребителями и ТСО.

— А какие виды энергетических контрактов наиболее отвечают интересам потребителей и энергокомпаний?

— То, о чем я не упоминал ранее: в идее сократить объем выбросов CO₂ одним из способов является увеличение использования электроэнергии взамен механической энергии или в системах отопления. Когда у вас есть электрический нагреватель, завтра вы могли бы использовать тепловой насос, который обладает гораздо большей эффективностью. На предприятиях одним из решений может быть установка электроприводов там, где ранее стояли другие виды двигателей. Конечно, мы помним о развитии электро-транспорта.

Задача здесь двойственная. С одной стороны, необходимо заменить электричеством использование нефтепродуктов, газа и угля, а с другой стороны, сократить объемы потребления электроэнергии, так как любой сэкономленный киловатт-час — это меньше выбросов в любой форме.

Виды услуг, которые потребители будут искать — это замена или улучшение того, что они имеют сейчас. Если мы говорим про бытовых потребителей, то в первую очередь речь идет об электромобилях, системах отопления, решениях по резервированию электроснабжения для повышения качества и надежности. Будут меняться формы тарификации, оплачиваться подключения, но не киловатт-часы.

При этом, вполне возможны схемы, когда уже потребитель, имеющий собственную генерацию, будет получать какую-то оплату или бонусы за киловатт-часы от энергокомпаний. Это кардинально меняет взгляд на систему, которая должна стать более

прозрачной для всех заинтересованных сторон.

Будут развиваться и дополнительные услуги, такие как техническое обслуживание новых интеллектуальных систем управления энергопотреблением и отдельных элементов энергетической инфраструктуры потребителей. И это новые рынки, которые открыты как для операторов энергетической инфраструктуры, так и для независимых организаций.

Я уверен, что следствием внедрения мероприятий по повышению энергетической эффективности будет сокращение объемов передачи электроэнергии по сетям и, как следствие, сокращение выручки энергокомпаний, которые в свою очередь вынуждены будут искать новые решения и осваивать новые виды услуг для потребителей. К примеру, это могут быть контракты на поставку электроэнергии с высокой надежностью или с меньшей надежностью. Со временем мы увидим, что пакеты услуг будут становиться все более полными и сложными каждый раз, когда стороны захотят достичь оптимального результата.

— Вы упомянули про создание глобальных энергетических связей между континентами и странами. Какие из этих проектов, на Ваш взгляд, являются наиболее значимыми и эффективными в будущем?

— В первую очередь, я бы выделил энергетические связи между странами и отдаленными островами. Очень важные проекты сейчас реализуются по строительству высоковольтных линий постоянного тока между ветрогенераторами в Северном море и материком.

Здесь есть определенная поддержка от Европейской комиссии, проводится скоординированная работа между различными поставщиками и заказчиками. Интересные проекты, где комбинируются различные решения, реализуются в Дании и Германии. Самый важный из них — много-терминальный хаб постоянного тока, который позволит снизить стоимость подключения мощных ветряных ферм к берегу.

На других континентах тоже реализуются крупные проекты, но они более классические по своим техническим решениям. Самые передовые технологии сегодня апробируются именно в проектах на Северном море.

— Как и кем должен осуществляться контроль над такими глобальными связями?

— Ну, технически это определенно выполнимо. Можете посмотреть, например, на США, где есть крупные независимые системные операторы, которые, по сути, работают во многих штатах. Аналогичная схема работает в Европе и тоже демонстрирует свою работоспособность. Когда вы выходите за пределы Европы, это становится сложнее. Тут просто необходима определенная координация между различными системными операторами.

Недавно был инцидент на территории Болгарии, сопровождавшийся большой потерей мощности. Тогда европейские операторы смогли реализовать ряд технических мероприятий и смягчить последствия. Подобный опыт как раз демонстрирует преимущества многоуровневой структуры управления.

— Многие страны рассматривают водород как перспективный и экологически чистый энергетический ресурс. Как развиваются технологии и оборудование для производства водорода и преобразования его в другие виды энергии? Каковы прогнозы СИГРЭ относительно изменений топологии и/или структуры электроэнергетической системы в будущем?

— В последнее время СИГРЭ проводит подобные исследования по водороду. Они касаются вопросов создания на его основе запасов энергии в сети, транспортировки энергии и создания многосекторной системы передачи энергии. Тем не менее, мы все еще рассматриваем водород как нечто находящееся в стадии опытных разработок и, в первую очередь, потому, что коэффициент трансформации составляет всего 20%. Если вы перейдете от



электричества к водороду и обратно, на сегодняшний день это экономически выгодно только в том случае, если вы считаете, что ваша энергия ничего не стоит, и это способ сохранения излишков энергии.

Если мы хотим сделать водород полноценным энергоносителем в системе, мы должны найти другие способы его производства и трансформации. Сегодня об этом очень много думают, большинство специалистов отрасли сосредоточены на водороде, но я думаю, что мы все еще слишком оптимистичны в отношении скорости, с которой это произойдет в реальной экономике. Он явно будет использоваться в качестве дополнения к газу, он явно будет использоваться в качестве альтернативы транспорту и в качестве резервного источника электроэнергии. Мне довольно любопытно, с какой скоростью это произойдет.

— **Важный на сегодня вопрос — повышение устойчивости сетей к неблагоприятным природным явлениям. Совсем недавно мы видели последствия большого наводнения в Германии, до этого были аналогичные инциденты и в других странах, и на территории Рос-**

сии. Как строится работа СИГРЭ в этом направлении?

— Я бы сказал, что это одна из областей, в которой СИГРЭ очень активна. То, что произошло в Германии, происходит и в других регионах, так что за последние 20 лет мы видели много подобных событий и их последствий. Иногда это ветер, иногда это огонь, как мы видели в Греции, Австралии или даже в Калифорнии, где вы теряете всю свою сеть, и вопрос, как ее оперативно восстанавливать, становится реальной проблемой.

Поэтому при планировании сети и обеспечении безопасности сети очевидно, что мы должны закладывать определенные возможности аварийного восстановления. Это может быть в программном обеспечении, когда появляется возможность изолировать отдельные части сети и выполнить переключения на неповрежденные участки, это может быть в дизайне некоторых участков сети, чтобы она могла сопротивляться разрушениям. Но трудно защитить сеть от всего одновременно.

Конструктивно менее подвержены наводнениям и пожарам кабельные линии, но в регионах с высокой сейсмоактивностью они могут оказаться менее надежны по сравнению с воздушными ЛЭП.

Важно также грамотно защитить трансформаторы и распределительные устройства. Тут нет универсального рецепта, для каждого региона решения могут быть различными, и СИГРЭ активно работает над их улучшением.

Хотел бы отметить еще один аспект. Сегодня все электросетевые компании озабочены сокращением затрат на обслуживание сети. Практически везде взят курс на переход от периодических плановых ремонтов на ремонты по техническому состоянию. С точки зрения экономики это правильный подход. Но с точки зрения усиления сети и создания в ней некоего запаса устойчивости такие методы не работают. В результате сеть работает на пределе своих технических возможностей и в какой-то степени это может стать ловушкой для перспективного развития с учетом требований по надежности.

— **В настоящее время, в связи с развитием социальных сетей, электронных средств массовой информации и других средств коммуникации, а также доступностью информации через Интернет, все большее число различных заинтересованных сторон и организаций пытаются влиять на политику**

в целом, энергетическую политику и техническую политику в области электроэнергетики в частности. Как СИГРЭ организует свою работу в этих меняющихся условиях?

— На сегодняшний день в СИГРЭ все решения и мнения, которые формируются в организации, являются продуктом коллективной работы. Как правило, на обсуждение и выработку решений выносятся проблема, которая очевидна и ее решение представляет интерес для большинства специалистов. В этом случае создается рабочая группа, куда входят представители разных стран, и эта рабочая группа формирует решение или документ, который принимается во всем мире. Такой формат работы, по нашему мнению, практически исключает влияние на результат каких-либо предубеждений, лобби или коммерческих интересов.

В этом и заключается ценность СИГРЭ. СИГРЭ не лоббирует чьи-либо интересы. А если в структуру организации и попадают лоббисты, то их предложения проходят через призму оценки множества специалистов, которые не имеют такого интереса. В результате остаются только решения, кото-

рые действительно работают на общие цели, а не на прибыль отдельных лиц и организаций.

Нас рассматривают скорее как инженерную организацию, а не как способ влияния на рынок. Конечно, мы также хотим, чтобы регулирующие органы были частью СИГРЭ, чтобы технические специалисты могли делиться с ними нашими знаниями, а также делиться с ними своими взглядами, что, несомненно, обогатило бы оба сообщества.

Что касается электронных средств коммуникаций, то с учетом развития этих технологий мы также меняем характер нашей работы.

В предыдущие годы СИГРЭ много работала в очном формате. Люди из разных районов и разных стран много летали, собирались вместе для работы, и это имело свои преимущества — они лучше узнавали друг друга, обменивались опытом. В связи с пандемией, а также в связи с ростом стоимости поездок и совершенствованием инструментов цифровых коммуникаций мы используем все больше и больше электронных инструментов для проведения наших собственных совещаний и для управления организацией. Это не способствует такой близости,

как раньше, но, с другой стороны, это позволяет проводить больше встреч по обмену мнениями и опытом, а также позволяет людям, которые, возможно, не могли позволить себе летать, иметь возможность участвовать в таких мероприятиях. В какой-то степени это демократизирует нашу работу.

— Итак, какие технологии и принципы станут определяющими в энергосистеме в ближайшем будущем?

— Это технологии, обеспечивающие отказоустойчивость и эффективность. В первую очередь, улучшение уже имеющихся компонентов, развитие систем передачи постоянного тока.

Во взаимодействии с потребителями появляется все больше транзакций, нужно будет отслеживать эти транзакции на высокой скорости и открытым и прозрачным способом. Соответственно, получают серьезное развитие соответствующие технологии, гарантирующие доступ к данным и транзакциям для всех участников рынка.

— Большое Вам спасибо за плодотворную и интересную беседу!



Участники видеоконференции: Максим Силаев (вверху слева), Александр Павлов (вверху справа), Мишель Огоннэ (внизу слева), Ольга Фролова (внизу справа)