

Лекция 13

Мировые тенденции развития электроэнергетики

Будущее энергетики мира

Энергетика мира меняется, и процесс этот неизбежный. Существующим централизованным системам общества и экономик все труднее удовлетворить возрастающий спрос потребителей по качеству услуг. Будущее общественных, организационных, экономических процессов общества будет строиться на основе распределенных интеллектуальных сетей и платформ. Будущее общества — его сетевая организация с децентрализованной активно-адаптивной интеллектуальной (цифровой) экономикой.

Необходима коренная модернизация энергетики путем ее переформатирования в виде новой интеллектуальной активно-адаптивной энергосистемы с использованием информационно-коммуникационных систем. Такую интеллектуальную энергетическую систему (ИЭС) называют «умная сеть» или активно-адаптивная энергосистема. Умная энергосистема отличается от обычной тем, что она сама принимает решения на основе информационных и коммуникационных технологий сбора информации о состоянии энергосистемы, в частности, об энергопроизводстве и энергопотреблении, результатах диагностики и др. Одно из свойств ИЭС — применение самовосстанавливающихся технологий, с помощью которых производят диагностику, изолируют поврежденные участки, изменяют направление передачи электроэнергии, автоматически восстанавливают работоспособность ИЭС и передают информацию о проведенных мероприятиях.

Климатическая повестка

Цель Евросоюза состоит в том, чтобы к 2050 году его энергетика стала климатически нейтральной. Это значит, что к этому времени из использования должны быть выведены все ископаемые энергоносители.

Парижское соглашение по климату вступило в силу 4 ноября 2016 года. Российская Федерация подписала Парижское соглашение 22 апреля 2016 г.

Разработана «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». Мероприятия по охране окружающей среды и противодействию изменениям климата вошли в Энергетическую стратегию Российской Федерации на период до 2035 года.

Энергетический переход

Термин «энергетический переход» описывает изменение структуры первичного энергопотребления (переход на другой основной источник первичной энергии).

В первом энергетическом переходе цивилизация переходила от использования древесины в качестве основного энергоносителя к углю.

Во втором — началось интенсивное использование нефти.

Третий энергетический переход привел к широкому использованию природного газа.

Четвертый энергетический переход устанавливает переход от углеводородной энергетики, основанной на нефти, угле и природном газе, к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Цифровая трансформация

Цифровая трансформация — переход на цифровые технологии в деятельности предприятия. Она коренным образом меняет методы работы и обслуживания клиентов. Под термином «цифровизация» в широком смысле понимается применение «умных» устройств и технологий, обеспечивающих «интеллектуализацию» деятельности предпринимательства, управления производственными, экономическими, социальными, рыночными и иными процессами.

Цифровизация началась в 1940-х годах с появлением первых электронных компьютеров. В 1970-х годах появились персональные компьютеры, и информационные технологии стали доступны науке, бизнесу, предприятиям и отдельным пользователям. Следующий этап цифровизации — развитие интернета (конец 1980-х — начало 1990-х годов) и носимых компьютеров.

Цифровая трансформация имеет две составляющие: первая — перевод информации в цифровую форму (оцифровывание информации), вторая — перевод деятельности предприятий на цифровые процессы (информационные технологии).

В отличие от жестких производственных цепочек индустриальной экономики, цифровая экономика обладает свойствами самоорганизации, масштабируемости и повышенными требованиями к надежности. При развитии цифровизации значительная часть компетенций переходит от вертикальных структур к участникам горизонтальных связей.

Возобновляемые источники энергии

По мере увеличения доли ВИЭ возникают проблемы, решение которых требует значительных финансовых средств и применения новых технологий. Нестабильность генерации ВИЭ требует создания накопителей большой емкости и строительства новых линий электропередачи.

ВИЭ и накопители являются ресурсоемкими технологиями, обладают низкой надежностью, а увеличение их доли в энергобалансе приводит к необходимости усиления систем передачи, распределения

и резервирования мощности для компенсации рисков, связанных с неблагоприятными погодными условиями.

В рамках полного жизненного цикла развитие ВИЭ вносит негативный вклад в сокращение выбросов углеводородов, поскольку производство солнечных панелей, лопастей и опор ВЭС — чрезвычайно энергоемкие процессы. И если континентальные ВЭС в силу рельефа местности менее чувствительны к перераспределению потоков воздуха, то оффшорные ветряные электростанции находятся в зоне риска просто вследствие уравнений газовой динамики: сопротивление потоку жидкости и газа меняет его скорость и распределение. Что помешает ветру, встретив огромное поле препятствий на открытом пространстве, обойти его?

Широкое использование ветроэнергетики может значительно больше влиять на климат, чем использование углеродного или углеводородного топлива. Так, за последние 10 лет скорость ветра на побережье Западной Европы существенно снизилась. Это привело к снижению выработки электроэнергии ветроэнергетическими установками. Снижение скорости ветра приводит к уменьшению распространения влажного воздуха, уносимого ветром с поверхности океана в глубину материков. В результате уменьшается количество осадков происходит перегрев суши, что вызывает засуху и пожары. При этом уменьшение уноса влажного воздуха с поверхности океана повышает влажность воздуха над ним и соответственно, приводит уже к перегреву океана, что существенным образом может сказаться и уже сказывается на таянии арктических льдов, может привести к нарушению установившихся течений и к изменению климата земли.

Водородная энергетика

В последнее время все большее внимание уделяется использованию водорода в качестве универсального энергоносителя, который не меняет своих свойств с течением времени и является самым энергоемким накопителем энергии на единицу массы.

При сжигании водорода образуется вода, не выделяется углекислый газ, сернистый газ, зола, смолы.

В периоды избыточного производства электроэнергии она может использоваться для получения водорода, а в периоды спада уже водород используют для получения электроэнергии. Кроме этого, благодаря универсальным свойствам водорода, его можно применять и в других видах производства, не только как энергоноситель, но и как сырье. Спрос на водород начинает резко расти. Причиной этого являются нетрадиционные потребители водорода, а новые направления его использования, а именно, использование на транспорте и в энергетике.

Перспективным является использование водорода в газотурбинных установках. Сжигание водорода как добавление к

природному газу в объеме до 20–30% сокращает выбросы CO₂ на 10%. Проведение опыта работы на чистом водороде показало, что переход на сжигание чистого водорода в камере сгорания ГТУ нецелесообразно.

Основной базой использования водорода для получения электроэнергии является применение топливных элементов. При этом получение водорода может производиться как путем электролиза, в период избытка электроэнергии производимой ВИЭ, так и путем

Мировая энергетика рассматривает решение проблемы покрытия суточных и сезонных графиков нагрузки путем развития водородной энергетики в качестве универсального накопителя и источника энергии. В часы избытка электроэнергии производится водород, энергия которого может быть использована в часы пиковой нагрузки. Такой подход позволяет выравнять нагрузку ТЭС и АЭС, что обеспечивает повышение их экономичности и надежности эксплуатации.

Умные сети и активные потребители

Централизованным системам энергетики все труднее удовлетворить возрастающий спрос потребителей по качеству услуг и управлению режимами энергосистем. Качество услуг снижается, а тариф растет. Поэтому потребитель уходит от централизованного энергоснабжения к собственной генерации и распределенной энергетике.

Важное направление повышения качества услуг и регулирования режимов — создание «умной» сети. Отличие «умной» сети от обычной — вовлечение в общий процесс производителей и потребителей. Границы между традиционными производителями и потребителями постепенно размываются и появляется новый участник торговли электроэнергией, который будет одновременно потреблять и производить электроэнергию. Сами потребители также смогут обмениваться выработанной электроэнергией, покупать и продавать ее друг другу.

Информационная безопасность

Риски киберугроз касаются всех отраслей и видов деятельности, но очевидно, что рентабельность в электроэнергетике меньше, чем у банков и страховых компаний, и отрасль не может позволить себе слишком дорогостоящие проекты. Это касается как выбора технических решений, так и найма сотрудников, отвечающих за информационную безопасность.

Цифровизация отрасли и новые информационные технологии увеличивают поверхность для атаки, причем количество вариантов, которые доступны к реализации злоумышленниками, растет во времени значительно быстрее, чем линейная зависимость.

Хакерские группировки постепенно переключились от атак на финансовые организации, в которых они могли непосредственно

воровать деньги, на промышленные и инфраструктурные предприятия, с которых требуют выкуп. Это явление стало массовым.

Оценка экономической эффективности перспективных источников энергии

Для оценки эффективности различных источников энергии используется показатель энергетической окупаемости EROI (energy return on investment) — отношение энергии, поставленной потребителю, к энергии, затраченной на ее получение и доставку. Так, при значении EROI 1:1 для получения энергии необходимо затратить то же количество энергии. Это работа с нулевой отдачей.

Источник энергии	Показатель энергетической окупаемости EROI	
	без аккумуляирования энергии	с аккумуляированием энергии
Фотоэлектрическая система (Германия)	3,9	1,6
Биомасса	3,5	-
Ветер	16	3,9
Солнечная энергия (CSP)	19	9
Газовые турбины в парогазовом цикле (ПГУ)	28	-
Уголь (ТЭС)	30	-
ГЭС средней величины	49	-
ГАЭС	-	35
Атомная энергия (реактор с водой под давлением)	75	-
Водородная энергетика	1:2,5	1:5

Значения EROI от 100 до 50 обеспечивают высокий рост экономики. При EROI равном 9 и ниже поддержание современного уровня экономики становится невозможным, а при EROI = 7 начинается деградация. Поддержание современного уровня цивилизации и ее развитие требует значений EROI не менее 15. По оценкам специалистов для водородной энергетике EROI составляет от 1:2,5 до 1:5. Крупномасштабное внедрение ВИЭ приведет к низкому EROI энергетике и росту тарифов.

Материалоемкость СЭС в расчете на один установленный кВт в 27 раз выше, чем для ПГУ и в 14 раз выше, чем для ТЭС на угле. Для ВЭС эти величины равны 17 и 9. При этом перечень основных

материалов для создания СЭС и ВЭС весьма значителен, гораздо больше чем для ПГУ и ТЭС на угле.

Без использования ископаемого топлива невозможно создать ТЭК с показателем $EROI \geq 13$, что необходимо для устойчивого развития экономики.

Энергосбережение и энергоэффективность

Чистой энергии не бывает. Единственная чистая энергия — это отсутствие энергии. Поэтому энергосбережение и энергоэффективность производства электроэнергии должны стать основными элементами энергетики будущего.

Повышение энергоэффективности в процессах производства, передачи, распределения и потребления энергии должны рассматриваться в качестве приоритетных задач. Энергосбережение и повышение энергоэффективности являются наилучшим способом сокращения выбросов углерода. Для обеспечения успешного энергетического перехода и снижения выбросов необходимо снижать энергоёмкость производства продукции.