

## Лекция 15

### Перспективы развития электроэнергетики России

#### Риски ускоренного энергетического перехода для России

Нет оснований утверждать, что энергетический переход для России является обязательным в том его толковании, которое ему дают Евросоюз (ЕС) и США.

Риски ускоренного энергетического перехода на условиях ЕС и США для экономики России весьма значительны и состоят в следующем:

- изменение сложившегося оптимального ТЭБ;
- изменение структуры генерирующих мощностей;
- резкий рост тарифов на электрическую и тепловую энергию;
- падение выручки отраслей ТЭК и, как следствие, снижение налоговых поступлений в бюджет;
- снижение надежности энергоснабжения потребителей;
- сокращение рабочих мест в добывающих отраслях.

Россия должна разработать собственный сценарий энергетического перехода, в котором будут учтены особенности отечественной энергетики.

В Парижском соглашении нет обязательств, связанных с обязательным развитием СЭС и ВЭС, а также с ограничением развития тепловой и атомной энергетики.

Важно и то, что не установлена основная роль углекислого газа в потеплении климата. Список парниковых газов, утвержденный Киотским протоколом в 1997 году, содержит не только углекислый газ, но и метан, гидрофторуглероды, петрофторуглероды, закись азота, гексафторид серы. Большинство специалистов считает, что основной вклад в парниковый эффект (около 70 %) принадлежит водяному пару, а не углекислому газу.

По мере исполнения Парижского соглашения требования обеспечения декарбонизации применяются ЕС и США в качестве мер экономического давления на Россию. В 2020 г. в ЕС были озвучены инициативы по введению трансграничного углеродного ценообразования. Углеродный след постепенно становится важной характеристикой товаров и услуг несмотря на то, что в Парижском соглашении такая тема отсутствует.

#### Модернизация и развитие тепловых электростанций

Базой развития энергетики России до конца XXI века будут оставаться тепловые электростанции.

Однако тепловые электростанции России работают в основном на оборудовании, изготовленном во времена СССР. Конструктивные

решения и низкие экономические характеристики оборудования соответствуют уровню прошлого века.

### **Угольные электростанции**

Производство угля в России будет расти с 439 до 596 млн т с 2023 до 2050 гг. Россия занимает второе место в мире по доказанным запасам угля —162 млрд тонн. Более половины всей добычи угля используется внутри страны для генерации электрической и тепловой энергии.

Доля угольной генерации в России составляет 12 %, что гораздо меньше, чем в других странах. Так, например, в Польше доля угольной генерации составляет 75, в Китае — 56, в США — 20 %.

Россия занимает второе место в мире по доказанным запасам угля —162 млрд тонн. Более половины всей добычи угля используется внутри страны для генерации электрической и тепловой энергии.

Энергетика Сибири и Дальнего Востока будет развиваться в основном на электростанциях, сжигающих уголь.

### **Возобновляемые источники энергии**

Действующая программа поддержки ВИЭ в России стартовала в 2014 г. и заканчивает свое действие в 2024 году. За прошедшие 7 лет введено 2,4 ГВт ВИЭ. В 2024 году их установленная мощность составила 6 ГВт.

Утверждена новая программа поддержки ВИЭ на период 2025 – 2035 гг. К 2050 году должно быть введено 12 ГВт солнечных, ветровых и малых гидроэлектростанций.

По оценке Системного оператора доля ВИЭ в энергобалансе России не должна быть выше 10 %.

ДПМ оказались очень удобным инструментом гарантированного привлечения инвестиций для генерирующих компаний, поскольку гарантирует окупаемость вложенных средств, и начал использоваться Правительством РФ для решения других задач. Поскольку средства на ДПМ включаются в тарифы для промышленных предприятий, ДПМ легли тяжелым бременем на промышленные предприятия. За счет средств промышленных потребителей теперь решаются не только проблемы ввода новых мощностей электростанций модернизации, но и непрофильные для рынка проблемы — экологии, утилизации мусора и т. д. А пока Правительство РФ установило ДПМ-2 для модернизации электростанций и ДПМ-ВИЭ для возобновляемых источников энергии.

### **Атомная энергетика**

Атомная энергетика является системным элементом устойчивого развития экономики России. Атомная генерация в России составляет 20 % выработки электроэнергии, и она будет расти до 25 %. Ключевые

задачи дальнейшего развития — создание новой технологической платформы ядерной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом (ЗЯТЦ) и дальнейшее увеличение доли атомной генерации.

Практически всё оборудование для АЭС изготавливается в РФ по отечественным технологиям, поэтому сооружение энергоблоков АЭС развитие ядерной энергетики обеспечивает значительный мультипликативный эффект для российской экономики.

Все это говорит о том, что в энергетике России ядерная энергетика занимает выдающуюся позицию.

Отличительной и важной особенностью атомной генерации является то, что электроэнергия на АЭС производится без выбросов CO<sub>2</sub>, а ядерные реакторы функционируют и запроектированы целиком на отечественном оборудовании.

ГК «Росатом» остается лидером мирового атомного рынка. В портфеле зарубежных заказов на разной стадии реализации АЭС — 33 проекта в 10 странах, 22 из них находятся в стадии сооружения. В связи с этим чрезвычайно важно довести до населения и потенциальных зарубежных заказчиков понятие, что ядерная энергетика является безопасной для эксплуатации.

В России создается крупномасштабная ядерная энергетика на основе замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), в котором опасность радиоактивных для здоровья человека будет эквивалентна или меньше, чем опасность природного уранового сырья.

В нашей стране колоссальный прорыв сделан в атомных технологиях. ГК «Росатом» создал технологию замкнутого ядерного топливного цикла (ЯТЦ). РБН с замкнутым ЯТЦ кардинально отличается от существующих на данный момент решений, основанных на тепловых реакторах с открытым ЯТЦ. Для АЭС с РБН, разрабатываемых в России, характерно такое понятие, как «естественная безопасность». Естественная безопасность основана на принципах самозащитенности АЭС, обеспечивающей устойчивость ядерной энергетической установки к тяжелым авариям даже при отказах активных компонент защиты.

Ядерная не зависит от погодных условий, не привязана территориально к природному источнику энергии, масштабируема в пределах потенциала существующей ресурсной базы и позволяет генерировать электроэнергию с высоким коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ). Для современных АЭС полный срок службы достигает 80 лет, что гарантирует стабильное энергообеспечение на длительный период без необходимости частого обновления основных фондов.

Ядерная энергетика обладает дополнительным потенциалом в части расширения сферы неэлектрического применения и использования тепла для производства водорода, теплоснабжения,

опреснения и др.: развитие АЭС средней и малой мощности; использование АЭС для теплоснабжения, опреснения воды и энергоемкого производства чистых энергоносителей (водорода), направленное на снижение выбросов парниковых газов. При производстве электроэнергии на АЭС отсутствуют прямые выбросы CO<sub>2</sub>, что ставит ее в один ряд с ВИЭ.

Установка электролизеров и использование их для получения водорода в часы провала нагрузки позволит АЭС участвовать в регулировании графика нагрузки без изменения режима своей работы. В этом случае водород не транспортируется, требуется лишь небольшое хранилище с объемом хранения приблизительно суточного запаса.

### **ГЭС и ГАЭС**

По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе место после КНР. Однако степень освоения гидроэнергетического потенциала России находится на низком уровне, значительно уступая по этому показателю не только развитым, но и развивающимся странам. По производству гидроэнергии наша страна занимает пятое место в мире, уступая Канаде, Китаю, Бразилии и США.

Отставание в использовании гидропотенциала объясняется тем, что 80% экономически эффективного энергopotенциала рек сосредоточено на реках Восточных регионов России. Сложившаяся диспропорция может быть устранена за счет интенсивного развития Восточной Сибири и Дальнего Востока, шельфовых зон Северного ледовитого и Тихого океанов, освоения Северного морского пути.

ГАЭС позволяют накапливать и сохранять электроэнергию (в виде потенциальной энергии воды в верхнем аккумулирующем бассейне после ее закачки из нижнего аккумулирующего бассейна) и вырабатывать электроэнергию тогда, когда это требуется энергосистеме (пропуск воды через гидротурбины при ее перетоке из верхнего бассейна в нижний). Это самый эффективный, экологичный, промышленно отработанный и развитый способ накопления электроэнергии, он относится к низкоуглеродной генерации и способствует снижению воздействия на окружающую среду.

Строительство малых и сверхмалых ГЭС на реках и ручьях повысит отдачу капиталовложений в энергетику, увеличивает отдачу сельскохозяйственных угодий, улучшает условия жизни. Срок строительства малых и сверхмалых ГЭС составляет от 1 месяца до 1 года.

### **Развитие электрических сетей**

В составе ЕНЭС ЕЭС России развитие сетей для выдачи мощности электростанций новой генерации на переменном токе по

ЛЭП 500 – 1100 кВ с формированием межрегиональной сети на указанных классах напряжения и появление широтных ЛЭП постоянного тока (ППТ). Это позволит реализовать экономию в суммарной установленной мощности электростанций за счет широтного совмещения графика электрических нагрузок энергообъединений ЕЭС России и передавать более дешевую электроэнергию восточных и сибирских энергообъединений в промышленно более развитых регионах Урала и Европейской частей России. Появление такой широтной связи позволит также более эффективно использовать установленную мощность крупных сибирских ГЭС, которые сегодня недоиспользуются.

Целесообразно осуществить электрическую связь ЕЭС России с ЕЭС КНР также на постоянном токе, что позволит более четко обеспечивать договорные поставки электроэнергии между странами без обязательной синхронизации соединяемых энергообъединений.

Развитие электрических сетей на территории субъектов РФ будет продолжаться на переменном токе по сложившейся шкале классов напряжения 110 – 0,4 кВ с фрагментарным появлением сетей постоянного тока в регионах концентрации ВИЭ и развития распределенной генерации.

Будут укрупняться электросетевые комплексы на территории субъектов РФ за счет сокращения количества территориальных сетевых компаний (ТСО) и их превращение в дочерние компании территориальных МРСК. Это позволит повысить унификацию и эффективность работы электросетевых комплексов по повышению надежности систем внешнего электроснабжения потребителей, обеспечит проведение единой технической политики в эксплуатации и развитии электрических сетей и послужит основанием для снижения тарифов на электроэнергию. Будут создаваться электросетевые районные диспетчерские управления (РДУ) на территории субъектов РФ.

### **Распределенная генерация**

Строительство новых мощных ТЭС, АЭС и ГЭС требует увеличения протяженности высоковольтных линий электропередачи для подачи электроэнергии потребителю, что ведет к росту затрат в строительстве, увеличению потерь и стоимости электроэнергии у потребителя. Важное направление развития — создание распределенной энергетики.

Приближение точек распределенной генерации электроэнергии к точкам ее потребления создает условия для значимого снижения затрат на электроснабжение потребителей через исключение избыточных расходов на транспорт электроэнергии. В условиях, когда на современном российском рынке электроэнергии доля платежей

электросетевым организациям за передачу электроэнергии составляет 40 – 45 % суммы платежей потребителей за электроэнергию (с учетом платежей за мощность), коммерческая эффективность электроснабжения для тех или иных потребителей может повышаться через развитие децентрализованного и даже индивидуального энергоснабжения с сопутствующей минимизацией избыточных расходов на передачу электроэнергии.

Доступные для широкого использования современные устройства генерации электроэнергии небольшой мощности с интеллектуальной системой управления (газопоршневые, парогазовые установки, водородные топливные элементы, микротурбины, интенсивные котлоагрегаты, тепловые насосы и др.) открывают новые возможности коммерчески выгодного производства электроэнергии не только для генерирующих компаний, но также и для иных субъектов указанного рынка, включая субъекты малого предпринимательства, а также различных потребителей электроэнергии.

В изолированных районах Российской Федерации, а также при строительстве объектов распределенной генерации целесообразно рассматривать сооружение атомных станций малой мощности — АСММ (до 30 МВт).

Таблица 15

Составляющие тарифа	Доля составляющей в тарифе для потребителя, получающего электроэнергию, %	
	из сети общего пользования	от собственной генерации
электроэнергия	32	50
мощность	9	0
электрические сети	45	20
инвестиции в электростанции (ДПМ)	14	0
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>70</b>