

Лекция 14

Перспективы развития электроэнергетики России

Генеральная схема размещения энергетических объектов до 2042 года

Системный оператор подготовил Генеральную схему размещения энергетических объектов до 2042 года: основой энергетики останутся ТЭС, значительную долю сохранят АЭС, доля ВИЭ будет незначительной. Установленная мощность ЕЭС России возрастет до 302,96 ГВт, а производство электроэнергии составит 1,46 трлн кВт·ч, среднегодовой прирост выработки электроэнергии составит 1,3 % (табл. 1.14).

Тип генерации	Доля выработки электроэнергии по годам, %	
	2023	2042
ТЭС	62,8	58,3
АЭС	19,2	23,6
ГЭС, ГАЭС	17,2	15,3
ВИЭ	0,8	2,8
Итого	100	100

Тип генерации	Одноставочная цена электроэнергии (LCOE), руб/кВт·ч						
	Центр	Юг	Северо-Запад	Урал	Средняя Волга	Сибирь	Восток
ГТУ	8,4–8,6	8,4–8,6	8,4–8,6	8,4–8,6	8,4–8,6	-	-
ПГУ	4,9	4,9	5,1	4,9	5,1	-	-
ПСУ на газе	5–5,2	5–5,2	5–5,2	4,9	5–5,2	-	-
Угольные ПСУ	7,3	-	-	-	-	7,6	8,8
АЭС	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	-	6,2
ГЭС	-	-	-	-	-	5,4	8,4

Одноставочная цена электроэнергии для ветровых и солнечных электростанций составляет соответственно 5–5,9 и 6,5–7,8 руб/кВт·ч.

Модернизация и развитие тепловых электростанций

Базой развития энергетики России до конца XXI века будут оставаться тепловые электростанции. Однако на электростанциях России работает в основном оборудование, изготовленное и введенное в эксплуатацию с середины пятидесятых годов до середины 80-х годов прошлого столетия. Конструктивные решения и низкие экономические характеристики оборудования соответствуют уровню прошлого века.

Существующие ТЭЦ вырабатывают в настоящее время на тепловом потреблении 30% электроэнергии. Увеличение выработки электроэнергии на тепловом потреблении дает большой экономический эффект. Увеличение теплофикационной выработки снижает цены на электроэнергию, экономит топливо, снижает вредные выбросы.

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

- усложнение проблем обеспечения всех видов надежности в связи с изменением структуры генерирующих мощностей;
- резкий рост тарифов на электрическую и тепловую энергию;
- падение выручки отраслей ТЭК и, как следствие, снижение налоговых поступлений в бюджет;
- значительное сокращение рабочих мест в добывающих отраслях.

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

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. К 2024 году их установленная мощность должна составить 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.

С растущей долей СЭС, ВЭС и накопителей многократно увеличивается потребление «критических материалов» (литий, медь, никель, марганец, хром, цинк, хром, редкоземельные элементы (РЗЭ) и др.). Эти материалы необходимы также для производства многих других товаров в оборонной, телекоммуникационной, энергетической и др. промышленности. Литий и кобальт широко используются в производстве аккумуляторов энергии, РЗЭ используются для производства наиболее мощных магнитов для ветрогенераторов. Добыча РЗЭ негативно влияет на окружающую среду, т.к. сопряжена с производством большого количества радиотоксичных отходов, что идет в разрез с «зеленой» повесткой. Так, литий становится критически важным материалом для мировой экономики, его сейчас уже называют «новой нефтью».

Для СЭС использование критических материалов составляет существенную долю стоимости солнечных модулей. Ключевыми в данном отношении являются кремний (10–15% стоимости модуля) и серебро (5–10%). Добыча многих дефицитных сырьевых материалов сосредоточена на нескольких месторождениях, борьба за которые уже вышла на международный уровень.

За последний год цены на полукристаллический кремний высокого качества удвоились, а серебро подорожало на 30%. Увеличение стоимости этих материалов привело к повышению стоимости солнечных модулей на 16%.

Для ВЭС дефицитные материалы составляют 15% стоимости турбины. Большая часть затрат относится к закупкам стали, меди, РЗЭ и цинка. С июня 2020 года по 2022 год цены на сталь удвоились в Китае и утроились в Северной Америке, цены на медь увеличились на 50%. Эти изменения привели к увеличению стоимости турбин на 8–10%.

Добыча РЗЭ негативно влияет на окружающую среду, т.к. сопряжена с производством большого количества радиотоксичных отходов, что идет в разрез с «зеленой» повесткой.

Производство ВИЭ требует большого количество материалов, получение которых создает экологические проблемы. Утилизация выработавшего свой срок оборудования ВИЭ также связана с серьезными экологическими проблемами. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) прогнозирует, что к 2050 году при выполнении существующих планов «солнечный» мусор будет в два раза превышать тоннаж пластиковых отходов в мире.

В будущем начнется демонтаж ВИЭ, выработавших свой ресурс. Встанет проблема утилизации лопастей, солнечных панелей и др. Технологий их утилизации нет. В США и Австралии уже столкнулись с

этой проблемой, но пока ничего сделать не могут. Разрезают лопасти на куски и закапывают в землю.

Атомная энергетика

Развитие атомной энергетике представлено в Стратегии развития ядерной энергетике России до 2050 года. В ней сформулированы цели и пути развития атомной энергетике (АЭ) России в первой половине XXI века. Доля ЯЭ в выработке электроэнергии страны должна достигнуть уровня 25% к 2050 году.

В Стратегии развитие ЯЭ России представляет из себя двухкомпонентную систему реакторов на тепловых (РТН) и быстрых (РБН) нейтронах, работающих в замкнутом ЯТЦ. Доля быстрых реакторов увеличивается и с течением времени преимуществ, получаемые от их внедрения, позволяют рассматривать РБН в качестве базовых.

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 самозащищенности 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 CO₂, 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 период пиковых нагрузок полученный водород и кислород используются для получения дополнительной электрической энергии при использовании топливных элементов (ТЭ). В результате производится сглаживание графика нагрузки ТЭС. В этом случае мощность ТЭ в часы пиковых нагрузок будет выступать как дополнительная установленная мощность, и АЭС может получать оплату не только от продажи электроэнергии, но и от продажи мощности на рынке. 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 период до 2050 г. электрическая сеть в России столкнется с новыми серьезными вызовами и неизбежно претерпит серьезные изменения, которые будут характеризоваться масштабным применением новых энергетических и информационно-коммуникационных технологий. Появятся условия для создания качественно нового уровня автоматизации, прежде всего, в

распределительных сетях, управления источниками распределенной генерации и электропотреблением.

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.

Представляется целесообразным 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 электростанций малой мощности (до 30 МВт) в сравнении с другими ВИЭ.