

Перспективы развития российской энергетики¹

С. П. Филиппов – Институт энергетических исследований (ИНЭИ) РАН

При выработке стратегических решений по развитию энергетики определяющей становится политическая составляющая. Безусловно, государство может и должно ставить цели. Но это только повышает роль науки – требуется научный анализ поставленных целей и поиск оптимальных вариантов их достижения. Нужны оценки возможных угроз и рисков при их реализации. Необходимо учитывать технические, экономические и экологические ограничения и т. д.

При определении перспектив развития энергетики обычно исходили, во-первых, из прогноза спроса на энергию, и, во-вторых, из ожидаемых результатов научно-технического прогресса, т. е. из перспективных предложений энергомашиностроительной отрасли. При этом, конечно, учитывались возможные ограничения: на поставки разных видов топлива, финансовые ресурсы и другие. Прогнозные задачи решались с использованием разнообразных математических моделей, поэтому предлагаемые решения, без преувеличения, были научно обоснованными.

Сейчас ситуация в корне изменилась. Решения зачастую принимаются без должной научной проработки. В практике управления широкое внедрение получили методы экспертных оценок как быстрый и дешевый способ подготовки решений. Опросили компании, научные организации и вузы, обработали полученные ответы и в результате подготовили некие предложения. Это не научный подход, поскольку в нем излишне много субъективизма и получаемые решения не воспроизводимы. Они зависят от многих факторов: состава экспертов и их личной заинтересованности, формулировок задаваемых вопросов, новостного фона и т. д. При их изменении будет получен иной ответ.

Для применения научных подходов нужны верифицированные модельно-информационные средства и высококвалифицированные кадры, способные с такими моделями работать. С этим сейчас проблема. Кроме того, подготовка научных обоснований – процесс достаточно длительный и дорогостоящий. Потому при «ручном» режиме управления энергетикой научные подходы становятся излишними.

Резко изменились внешние условия развития энергетики – как мировой, так и отечественной. Доминирующими стали новые, во многом взаимосвязанные факторы:

- во-первых, декарбонизация экономики и энергетики как следствие принятия Парижского соглашения по климату, требующая прекращения использования углеродсодержащих топлив;

- во-вторых, энергопереход, под которым понимается приоритетное использование возобновляемых видов энергии, обеспечивающее вытеснение органических топлив из топливно-энергетического баланса;

- в-третьих, введение так называемого «углеродного налога» на импортируемые товары, что негативно скажется, в первую очередь, на экспорте дешевых сырьевых товаров, как правило, отличающихся высокой энергоемкостью производства, и увеличит спрос на «безуглеродные» энергоносители;

- в-четвертых, ограничение финансирования банками, фондами и другими финансовыми организациями проектов в области традиционной энергетики, включая геологоразведку на нефть и природный газ, разработку новых технологий в данной сфере и их промышленное освоение и т. д., что

¹ Текст актуализирован на 06.12.2021 г.

будет препятствовать развитию энергетики на органических видах топлива, в том числе ее технологическому совершенствованию.

Парижское соглашение по климату 2015 года конкретизирует Рамочную конвенцию ООН об изменении климата 1992 года и содержит меры по снижению содержания парниковых газов в атмосфере. Оно требует удержания роста средней глобальной температуры поверхности планеты не выше 2 °С до конца текущего века относительно доиндустриального уровня и создания условий для ограничения ее роста величиной 1,5 °С при приложении дополнительных усилий за пределами 2030 года.

Соглашение ратифицировали 190 государств, включая США, Китай, страны Европейского Союза. Ширится список государств, которые взяли на себя добровольные обязательства стать углероднейтральными в течение ближайших 30–40 лет. В частности, страны Евросоюза планируют достичь этого к 2050 году путем реализации «Европейского зеленого курса» (European Green Deal). Китай выбрал более осторожную тактику и заявил о готовности стать углероднейтральным только к 2060 году. И это происходит в условиях, когда в экспертном сообществе до сих пор нет консенсуса в оценках роли антропогенной деятельности в наблюдаемом повышении температуры поверхности планеты.

Россией Рамочная Конвенция ООН об изменении климата была ратифицирована в 1994 году, а в 2004 году Киотский протокол к ней. В 2016 году Россия присоединилась к Парижскому соглашению (распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 апреля 2016 г. № 670-р). Нужно отметить, что Россия приняла Парижское соглашение с рядом важных условий (Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2019 г. № 1228), которые сейчас начинает активно использовать:

- Россия не будет предоставлять финансовую помощь развивающимся странам в целях их декарбонизации и адаптации к изменению климата;
- Россия исходит из важности увеличения поглощающей способности лесов и необходимости ее максимально возможного учета;
- Россия считает неприемлемым использование Соглашения и его механизмов в качестве инструмента для создания барьеров для устойчивого социально-экономического развития страны.

За этим последовал мощный международный прессинг России с целью заставить ее принять на себя конкретные обязательства по реализации Парижского соглашения. В определенной степени эта цель была достигнута. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р был утвержден «Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года», который был призван сформировать нормативно-правовую базу для проведения в стране политики декарбонизации. В июле 2021 года Государственной Думой был принят Федераль-

ный закон «Об ограничениях выбросов парниковых газов», который требует проведения в стране политики декарбонизации. Правда, в законе четко указано, что такая политика должна осуществляться «на основе принципов научной обоснованности, системности и комплексности».

Указом Президента России от 4 ноября 2020 года № 666 были определены количественные параметры декарбонизации экономики России. Предлагалось обеспечить к 2030 году сокращение выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 года. При этом были сделаны существенные замечания:

- а) такое сокращение достигается с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем;
- б) сокращение выбросов парниковых газов осуществляется при обеспечении устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития Российской Федерации.

В итоге получили очень щадящие условия декарбонизации экономики и энергетики страны. В 1990 году выбросы парниковых газов в России составили 3158,8 млн т CO₂-экв., а нетто-выбросы (то есть с учетом поглощающей способности экосистем) – 3086,6 млн т CO₂-экв. Тогда, согласно данному Указа, в 2030 году допустимо выбрасывать 2695,4 млн т CO₂-экв. Для сравнения, в 2019 году в России было выброшено 2119,5 млн т CO₂-экв., а нетто-выбросы составили 1584,7 млн т CO₂-экв. (экосистемами было поглощено 534,8 млн т CO₂-экв.). Это означало, что до 2030 года разрешалось увеличить выбросы парниковых газов еще на 579,5 млн т CO₂-экв.

Международное сообщество с этим не согласилось, тем более что Россия входит в число крупнейших эмитентов парниковых газов. На нее приходится около 6 % всех антропогенных выбросов парниковых газов в мире. Поэтому Посланием Президента Федеральному Собранию от 21 апреля 2021 года была поставлена более амбициозная задача: обеспечить за предстоящие 30 лет накопленный объем чистой эмиссии парниковых газов в России меньше, чем в Евросоюзе. Для этого предложено разработать и реализовать критически важные для развития страны инновационные программы в трех направлениях: атомной генерации, водородной энергетике и накопительях энергии. Соответствующие проекты должны получить статус «проектов государственного значения».

В рамках реализации Послания была разработана «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». Она была утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р., то есть накануне открытия глобальной Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP26), проходившей в Глазго с 31 октября по 13 ноября 2021 года. В Стратегии определены два сценария низкоуглеродного развития (НУР): инерционный и целевой. Последний принят в качестве основного.

На климатической конференции в Глазго российской делегацией было заявлено, что реализация мер по декарбонизации экономики позволит России к 2050 году сократить нетто выбросы на 80 % от 1990 года (на 60 % от 2019 года), а к 2060 году выйти на углеродную нейтральность. Там же было сказано, что целью России является доведение к 2050 году доли безуглеродной выработки электроэнергии (ВИЭ и АЭС) в ее суммарном производстве в стране до 56,5 % с нынешних 40,8 %. При этом установленная мощность электростанций на ВИЭ возрастет к 2050 году до 97,4 ГВт.

Доля газовой генерации к 2050 году может составить 40 % от суммарной выработки электроэнергии. Оставшаяся доля (3,5 %) придется на угольную генерацию, которая будет достаточно быстро сокращаться. К 2050 году из эксплуатации планируется вывести 22,2 ГВт оборудования угольных ТЭС.

Следует заметить, что в принятом в Глазго Климатическом Пакте (Glasgow Climate Pact) после длительных обсуждений не было введено запрета использования угля, на котором изначально настаивали многие страны. Усилиями Китая, Индии, России и ряда других стран в окончательном тексте Пакта первоначальное требование «поэтапное прекращение» (phase-out) использования угля было заменено на принципиально более мягкое «поэтапное сокращение» (phase-down) его потребления. Более того, не вводится никаких ограничений на объемы сжигания угля в случае улавливания образующегося CO₂ с его последующим надежным захоронением. Для обозначения такой угольной генерации в документ был введен термин unabated coal power. Также в Климатический Пакт не было включено предлагаемое многими странами требование об отказе от субсидий для производства и потребления ископаемого топлива. Компромиссом стал призыв к наращиванию усилий по прекращению «неэффективных» топливных субсидий (accelerating efforts towards the phase out of inefficient fossil fuel subsidies). Здравый смысл в конечном итоге возобладал.

Согласно целевому сценарию Стратегии низкоуглеродного развития России, в 2030 году выбросы парниковых газов не должны превысить 2212 млн т CO₂-экв., что близко к объемам выбросов в 2019 году (табл.). Но в этот период Стратегией предполагается интенсивный рост экономики страны (с темпами выше мировых), что потребует достаточно существенного роста энергопотребления. Это означает, что прирост энергопотребления должен покрываться за счет безуглеродных (ВИЭ, АЭС) или углерод-нейтральных (биомасса) источников энергии. Альтернативой им могут выступать технологии улавливания CO₂ на электростанциях с последующим захоронением его в геологических структурах. Это потребует разработки соответствующих технологий и поиска подходящих геологических структур. Можно ожидать несоответствия территориального размещения электростанций и мест захоронения CO₂. В таком случае понадобится трубопроводная система для транспортирования CO₂.

Выбросы парниковых газов в сценариях Стратегии низкоуглеродного развития России, млн т CO₂-экв. в год

	2019	2030	2050	2060
1. Инерционный сценарий				
Выбросы парниковых газов	2120	2253	2521	535
Поглощение парниковых газов	-535	-535	-535	-535
Выбросы-нетто парниковых газов	1585	1718	1986	0
2. Целевой сценарий				
Выбросы парниковых газов	2120	2212	1830	1200
Поглощение парниковых газов	-535	-539	-1200	-1200
Выбросы-нетто парниковых газов	1585	1673	630	0
3. Прирост (+), сокращение (-) выбросов парниковых газов за период				
Инерционный сценарий		+134	+268	-1986
Целевой сценарий		+93	-382	-630

После 2030 года условия для развития в стране энергетики на основе органических топлив резко ухудшатся. К 2050 году выбросы парниковых газов необходимо будет уменьшить почти в 1,2 раза, а к 2060 году – в 1,8 раза. И это при условии, что мировое сообщество согласится на увеличение поглощающей способности российских экосистем в 2,2 раза, с нынешних 535 до 1200 млн т CO₂-экв. в год. Если этого не удастся добиться, то требуемое сокращение будет много больше – соответственно в 1,8 и 4 раза (955 и 1580 млн т CO₂-экв. в год), что в 2 и 3 раза превышает выбросы CO₂ всеми электростанциями страны в настоящее время. В этом случае резко возрастает угроза ликвидации электроэнергетики страны на органических видах топлива. Спасти ее может только оснащение всех электростанций страны системами улавливания CO₂ и наличие геологических структур необходимой емкости для его захоронения.

Первым и важнейшим элементом политики декарбонизации экономики страны должно стать энергосбережение. Результатом его станет сокращение потребления топлива и энергии народным хозяйством на единицу производимой продукции.

Отставание России по энергоэффективности экономики от стран-конкурентов является катастрофическим и оно нарастает. В значительной мере за это ответственна энергетика страны, являющаяся крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов. По данным Международного энергетического агентства в 2018 году энергоемкость ВВП России составила 0,76 кг ут./\$ (2015 г.) против 0,25 для мира в целом, 0,15 – для стран OECD, 0,33 – для Китая и 0,47 – для Африки. По паритету покупательной способности энергоемкость ВВП России в 2018 году равнялась 0,3 кг ут./\$, для мира в целом – 0,16, для стран OECD – 0,14, для Китая – 0,19, для Африки – 0,19. Это обрекает страну на проигрыш в конкурентной борьбе не только на мировом, но и на внутреннем рынке.

В России государственная политика в области энергосбережения на протяжении длительного времени была мягкой, а финансирование незначительным. Экономика страны остается преимущественно сырьевой. Структур-

ная перестройка ее происходит медленно. Снижение энергоемкости ВВП в последнее десятилетие практически прекратилось. Поэтому вызовом для экономики и энергетики России является возобновление тенденции на снижение энергоемкости ВВП и достижение показателей, характерных для стран-конкурентов. Для этого необходим переход от сырьевой к интеллектуально-технологической модели экономического развития. Снижение энергоемкости энергетики страны потребует технологической и структурной перестройки отрасли.

Серьезные угрозы для технологического развития энергетики страны создают:

- неопределенность внутреннего спроса на ТЭР, его продуктовой и территориальной структуры;
- технологическое отставание России по многим ключевым направлениям и сильная зависимость от зарубежных поставщиков технологий, оборудования, материалов, систем управления, программных средств;
- слабость отечественной инновационной системы, недостаток финансовых ресурсов для инновационной деятельности, отсутствие стимулов у частного бизнеса для финансирования разработок новых энергетических технологий;
- проблемы с обеспечением высококвалифицированными инженерно-техническими и научными кадрами.

Первоочередной проблемой отечественной электроэнергетики является техническое обновление ТЭЦ, оборудование которых устарело, сильно изношено и крайне неэффективно. Следствием являются большие производственные расходы, низкая надежность, высокие тарифы на тепловую энергию, большие выбросы вредных веществ в окружающую среду городов. Около 70–75 % установленной электрической мощности ТЭЦ находится в работе более 30 лет.

На ТЭЦ приходится около половины установленной мощности тепловых электростанций страны. Они вырабатывают более половины производимой в стране электрической и тепловой энергии и потребляют более 64 % всего топлива, ежегодно расходуемого на ТЭС.

Технологическую основу российских ТЭЦ составляют паротурбинные установки. В основном это установки старых проектов на низкие параметры пара. Доля современных газотурбинных и парогазовых установок на ТЭЦ составляет менее 19 %.

ТЭЦ характеризуются низкой загрузкой оборудования, составляющей по электрической мощности около 47 %, а по тепловой – только 20 %. В результате около половины производимой ТЭЦ электроэнергии вырабатывается в неэффективном конденсационном режиме, что ведет к большому перерасходу топлива. Многие ТЭЦ оказались неконкурентоспособными с отдельным производством электрической и тепловой энергии, соответственно, высокоэффективными ПГУ и современными высокоавтоматизированными газовыми котельными.

Объемы требуемой модернизации ТЭЦ формируют достаточно емкий внутренний рынок для отечествен-

ного энергетического оборудования, включая ГТУ и ПГУ небольшой мощности, оправдывающий затраты на его разработку и организацию промышленного производства. В России имеется хороший технологический задел в данной области. При его реализации станет возможным выполнить модернизацию ТЭЦ полностью на основе отечественного оборудования и создать экспортный потенциал. Это дорогостоящие разработки, которые нуждаются в государственной поддержке.

В стране не производятся отечественные ГТУ большой мощности (свыше 200–300 МВт). Разработка их связана с большими техническими сложностями, требует больших затрат, длительных сроков и значительного государственного участия. Нужно учитывать, что емкость внутреннего рынка для таких ГТУ относительно небольшая. Выйти с ними на внешний рынок будет сложно из-за высокой конкуренции на нем. Поэтому будет затруднительно окупить затраты на их разработку с использованием только рыночных механизмов. Малые объемы производства таких машин неизбежно приведут к увеличению их стоимости. В то же время большие ГТУ необходимы для модернизации действующих мощных электростанций и сооружения новых, замещения импортного оборудования и обеспечения технологической независимости электроэнергетики страны.

Следует отметить, что разработки мировыми компаниями больших ГТУ имеют существенную государственную поддержку, формы которой разнообразны. Они касаются финансирования фундаментальных исследований и прикладных НИОКР по разработке жаропрочных материалов и барьерных покрытий, организации промышленного производства и продвижения ГТУ и ПГУ на мировые рынки. Этот позитивный опыт следует использовать в России.

При реализации процесса декарбонизации экономики и энергетики роль использования возобновляемых видов энергии станет определяющей. Прежде всего, это касается солнечной и ветровой энергии. В России имеет место отставание в разработке многих технологий ВИЭ и соответствующих материалов. Недостаточной является государственная поддержка таких разработок. Это создает угрозу технологической зависимости от зарубежных поставщиков. Нужно развивать имеющиеся в стране научно-технические и производственные заделы в области возобновляемой энергетики, активно использовать технологические заимствования для наверстывания отставания (приобретение лицензий, реинжиниринг), быстро осуществлять локализацию приобретаемых технологий. Для этого целесообразно использовать возможности и преимущества государственно-частного партнерства.

Формирующийся огромный глобальный рынок оборудования возобновляемой энергетики открывает для отечественных производителей широкие возможности для экспорта высокотехнологичного оборудования. Это касается фотопреобразователей и ветродвигателей, электрических преобразователей и трансформаторов,

кабельной продукции. В условиях декарбонизации экономики обладание отечественными технологиями использования ВИЭ и производственной базой для выпуска соответствующего оборудования станет насущной необходимостью.

При планировании развития солнечной и ветровой энергетики необходимо учитывать их принципиальные недостатки: стохастический характер энергоотдачи и низкую плотность потока первичной энергии. По опыту зарубежных стран солнечная и ветровая энергетика в стране должна получить преимущественное развитие в формате автономной и распределенной генерации. Для России с ее огромными территориями с низкой плотностью электрических нагрузок и протяженными сетями на низком напряжении это более чем актуально. Стохастический характер солнечной и ветровой генерации потребует массового применения аккумуляторов электроэнергии и пиковых электрогенерирующих установок небольшой мощности. При аккумулировании электроэнергии посредством так называемого «водородного цикла» (производство водорода – его хранение – использование для генерации электроэнергии) возникнет потребность в электролизерах и топливных элементах.

Критическое отставание России в разработке и производстве конкурентоспособных электрохимических аккумуляторов и других видов накопителей электроэнергии чревато фатальными последствиями. Неизбежным станет многомиллиардный импорт соответствующего оборудования и усиление технологической зависимости от зарубежных производителей. С учетом высоких темпов совершенствования аккумуляторных технологий в мире, такое отставание будет все более трудно преодолимым. Аналогичная ситуация имеет место также в отношении топливных элементов и электролизеров.


В заключение следует отметить, что электроэнергетика с точки зрения реальных возможностей осуществления межтопливной конкуренции является уникальной отраслью. Для производства электроэнергии могут использоваться практически все доступные природные

энергоресурсы. Этим объясняется большое разнообразие технологий электрогенерации.

В то же время большие объемы сжигания топлива и, соответственно, выбросы CO₂, а также высокая концентрация мощностей делают электроэнергетику первоочередной мишенью для декарбонизации. При этом отрасль оказывается очень чувствительной к условиям проведения политики декарбонизации.

При реализации мягкой климатической политики (слабых ограничений на выбросы CO₂) продолжают развитие все основные виды электрогенерации.

При переходе к жесткой климатической политике (сильных ограничениях на выбросы CO₂) потребуется кардинальная трансформация технологической структуры отрасли. Необходимостью станет ускоренное развитие «безуглеродной» электрогенерации. Это потребует развития отечественной научно-технологической базы и освоения передовых технологий в атомной и возобновляемой энергетике и аккумулировании электроэнергии. Продолжение использования органических топлив станет возможным только при условии существенного повышения эффективности его использования, а также создания экономически приемлемых технологий улавливания и последующего надежного захоронения CO₂. Важным при этом станет наличие геологических структур для длительного хранения CO₂ (на столетия).

Имеются серьезные предпосылки появления научных доказательств, опровергающих тезис о решающем вкладе антропогенной деятельности в наблюдаемый рост температуры поверхности планеты. Это приведет к свертыванию глобальной политики декарбонизации и реабилитации энергетики на основе органических топлив, в том числе угольной энергетики. В этих условиях принимаемые решения по стратегическому развитию энергетики страны должны быть взвешенными и тщательно обоснованными. Проводимая техническая политика должна быть гибкой. Нельзя допустить потери в стране научных, технологических и производственных компетенций в области традиционной энергетики, которые потом трудно будет восстановить. 



На Харбейском месторождении начата эксплуатация новых ГПА

Три газоперекачивающих агрегата производства АО «КМПО» запущены в эксплуатацию на дожимной компрессорной станции внешнего транспорта Харбейского нефтегазоконденсатного месторождения. Исполнение ГПА для данного объекта – в индивидуальном легкосборном укрытии ангарного типа в виде одного производственного помещения для привода и компрессора с боковым расположением системы выхлопа обработанных газов. Такое исполнение обеспечивает удобство ремонта и обслуживания узлов и блоков агрегата.

В качестве привода компрессора применен газотурбинный двигатель НК-16-18СТ номинальной мощностью 18 МВт.

Компания ООО «НОВАТЭК-Таркосаленфтегаз» ведет опытно-промышленную эксплуатацию газоконденсатных залежей на Харбейском месторождении Северо-Русского кластера. Годовой уровень добычи газоконденсатной программы месторождения составляет 3,6 млрд куб. м природного газа и 0,5 млн тонн газового конденсата в год.