



ЯДЕРНОЕ ВОЗРОЖДЕНИЕ

Растет число доводов в пользу атомной энергетики ради обеспечения энергетической безопасности

Тед Нордхаус и Юзел Ллойд

Последние месяцы ознаменовали резкий поворот в судьбе атомной энергетики во всех развитых странах мира. Поскольку из-за вторжения России в Украину дефицит электроэнергии после пандемии превратился в полномасштабный энергетический кризис, атомные электростанции, закрытие которых намечалось по всей Европе, в последнюю минуту получили отсрочку приговора. После десятилетнего бездействия Япония объявила, что планирует перезапустить многие из своих реакторов, которые простаивали после ядерной аварии на АЭС Фукусима. Франция, которая приступила к реализации планов по снижению зависимости от атомной энергии во время первого президентского срока Эммануэля Макрона, изменила курс и теперь планирует построить шесть новых реакторов и еще дюжину небольших модульных реакторов. Соединенное Королевство начало реализацию амбициозного плана по строительству восьми новых реакторов и 16 малых модульных реакторов. Даже настроенная против ядерных технологий Германия отступила перед основными геополитическими реалиями в сфере энергетики и продлила срок службы трех последних действующих в стране атомных электростанций.

Возвращение к атомной энергетике стало лучом надежды на мрачном в остальных отношениях геополитическом ландшафте. Несмотря на значительный прогресс в отношении стоимости и жизнеспособности возобновляемых источников энергии, энергетический кризис напоминает нам о том, насколько мир по-прежнему зависит от ископаемого топлива. Европа, возможно, самый богатый и зеленый участок мировой экономики и регион, который за последние два десятилетия инвестировал триллионы в переключение своего энергетического хозяйства на ветровую и солнечную энергию, была вынуждена вступить в ожесточенную борьбу с целью заменить российские нефть и газ альтернативными источниками ископаемого топлива, импортируя сжиженный природный газ из США и других регионов, ускоряя реализацию проектов новых трубопроводов из Северной Африки и перезапуская законсервированные угольные электростанции, чтобы не погас свет, а заводы продолжали работать.

Еще более мрачная картина предстает в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах. Европа покупает себе выход из энергетической бедности. У многих других регионов мира нет на это ресурсов. Быстрый рост цен на энергоносители привел к дефициту, отключениям электричества и про-

ВОЗВРАЩЕНИЕ К АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ СТАЛО ЛУЧОМ НАДЕЖДЫ НА МРАЧНОМ В ОСТАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЯХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОМ ЛАНДШАФТЕ.

тестам в развивающихся странах мира и снова вверх сотни миллионов людей в условия крайней бедности. Между тем последовавший всплеск цен на удобрения создал угрозу для урожая и грозит возобновлением голода, с которым в последние десятилетия в значительной степени было покончено даже в беднейших регионах мира.

Пределы возобновляемых источников энергии

В совокупности эти изменения приводят к двум взаимосвязанным выводам. Во-первых, мир остается слишком зависимым от ископаемого топлива. Прогресс в снижении зависимости от него и сокращении выбросов углерода реален. Однако этот прогресс достигнут только за счет роста доли возобновляемых источников энергии в энергетическом секторе, на который приходится лишь примерно 20 процентов потребления энергии и выбросов во всем мире, а также за счет постепенного повышения энергетической эффективности в остальной части мирового энергетического хозяйства, которое по-прежнему почти полностью работает на ископаемом топливе.

Во-вторых, одной энергии ветра и солнца будет недостаточно, чтобы покончить с этой зависимостью. Даже в энергетических секторах самых богатых стран мира и ни одна из экономик не добилась успеха в получении более трети электроэнергии от ветра и солнечной энергии вместе взятых. Даже исключение доказывает правило. Модель «зеленого роста» Дания генерирует около 50 процентов своей электроэнергии из ветра. Однако она полностью интегрирована в гораздо более крупную скандинавскую энергетическую систему, в которую входят Швеция, Норвегия и Финляндия, а в ней преобладают гидроэлектроэнергия и атомная энергия. Знаменитая датская энергия ветра составляет всего около 4 процентов от общего годового объема производства электроэнергии в скандинавской энергетической системе.

Атомная энергия представляет собой потенциальное решение обеих проблем, обеспечивая надежный источник электроэнергии, который может дополнять переменные источники возобновляемой энергии в электрических сетях, как это происходит в Скандинавии. Она также обладает способностью производить безуглеродное тепло, а также энергию для целого ряда промышленных и других энергоемких видов деятельности, от переработки и производства удобрений до производства стали и водорода, которые трудно полностью электрифицировать.

Однако чтобы быть востребованными не только в производстве электроэнергии в энергетических секторах стран с высоким уровнем технологического развития, ядерные технологии должны

будут измениться. В правильных экономических и институциональных обстоятельствах технология больших легководных реакторов, которая традиционно доминирует в этом секторе, может быть удивительно эффективной заменой ископаемого топлива в электрических сетях. Франция получает 75 процентов электричества от атомной энергии, а Швеция и несколько других стран с развитой экономикой — примерно 50 процентов.

Однако большие легководные ядерные реакторы представляют собой сложные технологии, для обслуживания и эксплуатации которых требуется высококвалифицированный персонал. Они содержат в своем ядре большое количество расщепляющегося материала и поэтому безопасность их функционирования зависит от множества активных систем безопасности. Для них, в свою очередь, необходимы сложные нормативные требования, чтобы гарантировать безопасность функционирования станций. Также в больших легководных реакторах необходимо регулярно, примерно каждые 18 месяцев, производить замену топлива. На практике это затрудняет отделение работы реактора в любом конкретном месте от ядерного топливного цикла, что вызывает целый ряд проблем в области ядерного распространения.

Легководные реакторы, работающие при более низких температурах, не могут удовлетворить потребности в тепловой энергии для многих важных промышленных применений, и поэтому их использование в основном ограничено электроэнергетическим сектором. И даже в этом секторе они имеют ограниченную способность наращивать и сокращать мощность и поэтому не оптимизированы для сетей, в которых для генерации электричества используется значительное количество переменной ветровой и солнечной энергии.

Усовершенствование атомной энергетики

По этим причинам сектор атомной энергетики должен значительным образом развиваться, чтобы играть важную роль в решении проблем энергетической безопасности и климата во многих частях мира и за пределами энергетического сектора. В настоящее время разрабатывается несколько новых передовых реакторных технологий, которые больше подходят для промышленного использования и нацелены на замену существующей выработки электроэнергии посредством сжигания угля. Китай подключил к электросети свой первый высокотемпературный газовый реактор и рассчитывает, что в конечном итоге он станет заменой существующих угольных электростанций и будет использоваться для других промышленных целей,





например производства водорода и химикатов. США обязались построить в этом десятилетии два передовых демонстрационных реактора. Один, компании X-energy, будет предназначен для выработки промышленного тепла и электроэнергии; другой, компании TerraPower, планируется в качестве замены угольных электростанций и будет оснащен интегрированной системой накопления энергии на расплавах солей, которая оптимизирует его работу для поддержки переменной ветровой и солнечной генерации электроэнергии.

Аналогичным образом, более компактные и менее сложные современные реакторы, больше подходящие для удовлетворения энергетических потребностей стран, не обладающих техническими ноу-хау и институциональными возможностями для обслуживания, эксплуатации и регулирования работы крупных традиционных реакторов, в настоящее время находятся в стадии разработки. Новые передовые технологии, такие как реактор Oklo Argona, проходят процесс лицензирования в США и Канаде. Эти весьма компактные реакторы герметичны и не требуют регулярной замены топлива, в связи с чем они подходят для применения, при котором весь реактор может быть подключен к энергетической сети или установлен в удаленной локации в автономном режиме. Эти реакторы могут работать в течение многих лет без замены топлива, а потом могут быть заменены новым устройством и отправлены обратно на завод для замены топлива и переоснащения.

Инновации такого рода понадобятся, если ядерная энергетика будет играть значительную роль во многих развивающихся странах и не только в энергетическом секторе, а также выйдет далеко за рамки самих технологий. Для полной реализации потенциала этих новых технологий в целях обеспечения низкоуглеродной выработки тепла и энергии и замещения ископаемых источников энергии в глобальном масштабе потребуются новые бизнес-модели, новые и более гибкие правила регулирования, лицензирования и экспорта, а также обновленная глобальная основа нераспространения ядерного оружия.

Также потребуются значительное переосмысление системы финансирования на цели развития в области климата, которая давно представляет собой фестиваль лицемерия. Пока богатые страны пытаются монополизировать глобальные ресурсы ископаемого топлива в ответ на энергетический кризис, Европейский союз, администрация Байдена в США и глобальное климатическое движение оказывают давление на самые бедные страны мира. От них ожидается, что располагая лишь долей богатства, инфраструктуры и технологических возможностей, они достигнут того, чего не могут достичь самые богатые страны мира, — обеспечить энергией свою экономику без значительной дополнительной разработки ископаемого топлива, из-за полных запретов на финансирование разработки ископаемого топлива во имя смягчения последствий изменения климата.

Поскольку большинство банков развития не рассматривают финансирование атомной и гидроэнергетики, в основном из-за возражений экологического толка со стороны стран-доноров,

финансирование развития с учетом климата сегодня фактически ограничивает устремления беднейших стран в области развития использованием возобновляемых источников энергии. И хотя использование энергии ветра и солнца начало закрепляться во многих бедных странах, оно все еще весьма незначительно и мало поможет этим странам построить хорошие дороги, производить сталь или удобрения или строить современное жилье и инфраструктуру в быстро растущих городах.

Энергетика в Африке

Если и есть какое-либо место в мире, которое должно быть в состоянии реализовать всю вышеперечисленную энергетическую повестку, то это страны Африки к югу от Сахары, которые потребляют примерно такое же количество электроэнергии, как Испания, несмотря на то что их население в 18 раз больше. Более 600 миллионов человек не имеют доступа к электричеству, чистому топливу для приготовления пищи и современному транспорту. На всем континенте есть только два завода, способных производить аммиак, важнейший основной компонент синтетических удобрений, а отсутствие доступа к недорогим удобрениям негативно отражается на мелких фермерах, урожаи у которых в пять раз ниже, чем у американских или европейских фермеров.

Атомная энергетика, как ветряная и солнечная энергия, не является панацеей и не может решить все эти проблемы. А до появления новых ядерных технологий, разработанных и масштабируемых с учетом потребностей Африки, еще как минимум десять лет.

Однако многие африканские страны, включая Гану, Замбию, Кению, Намибию, Нигерию, Судан, Танзанию, Уганду и Южную Африку, в последние годы проявили значительный интерес к развитию новых атомных электростанций. Они, скорее всего, понадобятся на любом долгосрочном пути к благополучному и современному африканскому будущему. Ожидается, что к 2050 году население Африки увеличится в два раза, что сделает ее одним из самых густонаселенных регионов в мире.

Не в меньшей степени, чем в самых богатых странах, в Африке и большей части остальных развивающихся стран мира ископаемое топливо, вероятно, останется жизненной реальностью на многие десятилетия вперед. Для ускорения отказа от него в глобальном масштабе нужно будет предлагать новые низкоуглеродные варианты, а не отменять их. Атомная энергетика, без сомнения, является одним из таких вариантов. Пока богатые страны мира переосмысливают ценность атома, давно назрела необходимость переосмыслить его потенциал для решения глобальной проблемы развития, а также глобальной климатической проблемы. **ФР**

ТЕД НОРДХАУС — основатель и исполнительный директор Breakthrough Institute, где **ЮЗЕЛЬ ЛЛОЙД** является аналитиком по климату и энергетике.