



Из лабораторного эксперимента атомная энергетика превратилась в зрелую технологию, но сейчас она сталкивается с серьезными препятствиями

Строительство АЭС Куданкулам, Индия.

Сила мирного атома

Лукас Дэвис и Кэтрин Хаусман

ЗАДОЛГО до сегодняшнего времени, когда солнечные батареи и другие виды возобновляемых источников энергии вызывают живой интерес, появилась технология, скорее напоминавшая волшебство, с помощью которой можно было получать электроэнергию из желтого порошка. В 1942 году на месте заброшенной площадки для игры в сквош на территории Чикагского университета итальянский физик Энрико Ферми продемонстрировал возможность генерации электрической энергии с помощью самоподдерживающейся ядерной реакции. В течение нескольких десятилетий после открытия считалось, что атомная энергия будет слишком дешевой, чтобы «устанавливать счетчик для измерения ее потребления», и станет менее вредной для экологии современной альтернативой ископаемому топливу, которое в то время было основным источником энергии.

Сейчас, 75 лет спустя мы видим, что атомная энергетика действительно стала играть важнейшую роль в мировом производстве электроэнергии. В прошлом году объем выработки составил гигантскую цифру в 2,4 петаватт-часов электроэнергии, чего достаточно для удовлетворения 10 процентов совокупного мирового спроса. В отличие от станций, работающих на ископаемом топливе, производство энергии на АЭС не связано с выбросами углекислого газа, который является основным фактором изменения климата.

В мире функционирует более 400 реакторов на пяти континентах. Крупнейшими регионами по количеству АЭС являются Западная Европа (здесь лидирует Франция) и Северная Америка (на первом месте США), но много АЭС работает и в Азии, в основном в Китае, Японии и Корее. В общей сложности реакторы эксплуатируются в 31 стране.

В то же время атомная энергетика оправдала не все возложенные на нее ожидания. Первоначальный эксперимент Ферми финансировался за счет очень ограниченного бюджета, но оказалось, что расширить масштабы данной технологии с достаточно малыми затратами, чтобы конкурировать с ископаемым топливом, в высшей степени затруднительно. И сегодня суще-

ствует значительная неопределенность в отношении перспектив атомной энергии. С одной стороны, есть страны, в частности Китай, которые наращивают количество реакторов, с другой стороны, например, Германия под давлением общественности приняла решение постепенно полностью отказаться от использования АЭС.

В связи с этим потребность понять экономические и нормативные факторы, определяющие меняющиеся перспективы развития отрасли, становится как никогда актуальной. Авария на АЭС «Фукусима» в Японии подняла вопрос о присущих атомной энергетике рисках. Тем не менее, в преддверии переговоров о климатических изменениях в Париже представляется весьма своевременным обсудить будущую роль данного источника энергии.

Логично, что многие сторонники атомной энергетики отводят ей ведущую роль в решении проблем, связанных с изменением климата. С помощью килограмма урана можно получить столько же электроэнергии, сколько от 16 тонн угля. Кроме того, при производстве атомной энергии объем выбросов равен почти нулю, в то время как при сжигании угля и других видов ископаемого топлива образуются углекислый газ, двуокись серы, окиси азота и ртуть.

О каком объеме углекислого газа идет речь? Представьте: если заменить все действующие АЭС на теплоэлектростанции на ископаемом топливе, объем выбросов углекислого газа увеличится на 2 млрд тонн в год. Это немногим меньше, чем совокупный объем выбросов углекислого газа Германии, Франции, Италии и Соединенного Королевства *вместе взятых*. Доля ветряной и солнечной энергетики растет по всему миру, однако их мощностей недостаточно для устранения дефицита, который бы образовался при закрытии АЭС.

Подъем и спад

Несмотря на повышенное внимание к вопросу изменения климата, за последние три десятилетия было сооружено относи-

тельно небольшое количество новых АЭС. Пик строительства пришелся в первую очередь на Западную Европу и Северную Америку в 1960-х и 1970-х годах (см. рис.). Многие из проектов были завершены только к концу 1980-х, однако с 1990 года объем строительства новых АЭС был относительно незначительным.

Резкое увеличение строительства в атомной энергетике снова наблюдалось в 2008 и 2009 годах, причем оно продолжилось, несмотря на аварию на АЭС «Фукусима» в 2011 году. В настоящее время на стадии сооружения в мире находятся 70 энергоблоков, что составляет примерно треть от пиковых объемов строительства в конце 1970-х годов. Из них 46 реакторов будут размещены в Азии, 15 в Восточной Европе и России и 5 в США. В качестве лидера выступает Китай: помимо 26 энергоблоков, которые уже возводятся, имеются планы по началу строительства десятков новых проектов в течение следующего десятилетия.

Почему не строят еще больше АЭС? Вероятно, самая главная причина заключается в объеме затрат на строительство. При сооружении энергоблоков на всех этапах проектирования, строительства, монтажа и испытания необходимы высококвалифицированные архитекторы и инженеры узкой специализации. В силу гигантских размеров АЭС большинство компонентов необходимо проектировать и создавать отдельно, причем по некоторым из них количество поставщиков по всему миру нередко очень ограничено. Кроме того, продолжительное время строительства подразумевает значительную стоимость финансирования.

Сооружение АЭС всегда было связано с высокими затратами. Однако, судя по опыту последних лет, можно сделать вывод, что в действительности стоимость строительства, скорее всего, выросла. В рамках недавнего бума в отрасли французская компания «Арева» начала сооружение двух реакторов «следующего поколения» — на Олкилото в Финляндии и во Фламманвиле во Франции. Многие сторонники атомной энергетике ожидали, что эти энергоблоки ознаменуют начало новой эры в строительстве АЭС в Европе. Вместо этого оба проекта столкнулись с многочисленными проблемами и задержками. В обоих случаях ожидается более чем трехкратное превышение первоначальной сметы. Аналогичная ситуация складывается на АЭС «Хинкли-Пойнт» на юго-западе Англии: строительство началось только недавно, с многолетним отставанием от графика, а общие затраты уже оцениваются как минимум в 25 млрд долл. США.

Удорожание стоимости объектов наглядно напоминает о некоторых из тех трудностей, которые могут возникнуть при строительстве станций. Недавняя проблема, с которой столкнулась компания «Арева», заключалась в качестве стали, используемой в корпусе реактора, который строится во Франции. АЭС должны соответствовать настолько высоким требованиям в сфере безопасности, что некоторые задержки и превышение сметы становятся почти неизбежными.

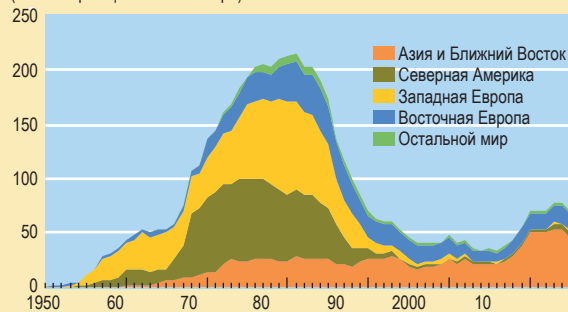
Всегда существовала надежда, что благодаря накоплению опыта при сооружении объектов в конечном итоге издержки на строительство АЭС удастся сократить: чем больше строишь, тем дешевле должен становиться сам процесс. Эмпирические данные не позволяют сделать однозначного вывода, однако, пожалуй, неслучайно самые низкие расходы в мире отмечаются в Китае, где скорость возведения новых объектов выше всего. Изучение китайского опыта в области сокращения затрат должно стать первоочередной задачей для атомной промышленности.

Еще одним потенциальным поводом для оптимизма служат небольшие модульные реакторы. Сооружение значительного числа малых одинаковых реакторов может способствовать снижению первоначальных расходов и облегчить процесс выбора подходящей площадки. В настоящее время несколько стартапов осуществляют в этой области любопытные проекты, и специалисты отрасли чрезвычайно внимательно следят за развитием данной технологии, ожидая скорого появления демонстрационных образцов.

Переход на атомную энергетику

Пик сооружения АЭС пришелся на конец 1970-х годов.

(Число строящихся АЭС в мире)



Источник: Международное агентство по атомной энергии, «Ядерные реакторы в мире», 2015.

Прочие трудности

Но это все равно не гарантирует атомной промышленности легкого успеха. Есть и другие существенные проблемы, помимо высокой стоимости строительства. В Северной Америке, например, цена природного газа настолько низка, что необходимость строительства электростанции, которая бы работала на любом другом виде топлива, обосновать достаточно сложно. Есть вероятность того, что даже при круглосуточной выработке и продаже электроэнергии затраты на сооружение АЭС все равно не окупятся.

В Северной Америке даже действующие АЭС испытывают финансовые трудности. С 2010 года в США было выведено из строя пять реакторов. Еще две АЭС объявили о сворачивании деятельности ранее запланированного срока, причем оператор одной из них заявил об этом совсем недавно, в октябре 2015 года. В обоих случаях в качестве основной причины вывода станций из эксплуатации раньше срока компании приводили слабые экономические перспективы. Аналитики прогнозируют возможное закрытие других АЭС, ссылаясь на конкуренцию со стороны природного газа.

И, разумеется, для любой действующей или планируемой АЭС будущее во многом зависит от общественного мнения и наличия согласия общественности на деятельность. Снижение уровня поддержки со стороны общества вследствие аварии на АЭС «Фукусима», постоянная обеспокоенность относительно необходимости хранения отработанного топлива, уменьшение себестоимости производства электроэнергии из возобновляемых источников, отсутствие платы за выбросы углекислого газа — все это будет существенным препятствием на пути развития атомной промышленности.

Двигается ли мир, во главе с Китаем, к ренессансу атомной энергетики? Поворотная точка, на которую многие надеялись, еще не достигнута. Стоимость строительства по-прежнему слишком высока, альтернативные технологии слишком дешевы, и у международного сообщества не наблюдается достаточной решимости сократить объем выбросов углекислого газа. Сочетание ряда факторов может сделать атомную энергетику экономически рентабельным вариантом. В противном случае, с течением времени ее доля в выработке электроэнергии будет сокращаться. ■

Лукас Дэвис занимает должность адъюнкт-профессора в Школе бизнеса им. Хааса и руководителя профессорско-преподавательского состава в Институте энергетики им. Хааса Калифорнийского университета в Беркли; Кэтрин Хаусман занимает должность доцента в Школе государственной политики им. Форда Мичиганского университета.