

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ, ЯДЕРНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ ВСТУПАЯ В СЛЕДУЮЩЕЕ СТОЛЕТИЕ

Г.Г. АНДРАДИ, К. РОДРИГЕС И Ж. ГОЛЬДЕМБЕРГ

Сорок лет назад перспективы использования ядерной энергии в качестве основного энергетического источника считались безграничными. Судовые двигатели, производство электричества и технологического тепла были областями применения ядерной энергии, вызывавшими большой интерес, и в развитие мирных применений ядерных технологий были сделаны крупные инвестиции.

Что касается коммерческих судовых двигателей, то технология их производства оказалась адекватной, однако возникли определенные трудности. Они касались в основном уровней радиации и безопасности, которых требовали управления портами. Время показало, что ходовые качества коммерческих атомных судов не давали преимуществ по сравнению с коммерческими судами, оснащенными другими типами двигателей; не удалось также добиться сокращения эксплуатационных расходов для классов коммерческих судов, строительство которых рассматривалось.

Использование технологического тепла касалось нескольких отраслей промышленности, нуждающихся в специфических условиях по температуре и давлению пара. Эти условия охватывали различные сферы — от применения низкотемпературного тепла в целях центрального теплоснабжения до использования сверхвысокотемпературного тепла для обработки стали, стекла и цемента. Использовались разнообразные технологии, начиная с получения тепла от легководных реакторов и кончая разработкой конкретных проектов газоохлаждаемых высокотемпературных реакторов. И снова, как и в случае с судовыми двигателями, применение ядерной энергии для производства технологического тепла оказалось технически осуществимым, но не

конкурентоспособным по сравнению с традиционными источниками.

Ситуация с ядерной энергией в области производства электричества сложилась по-иному. В 70-х и 80-х гг. отмечался быстрый рост установленных ядерных мощностей в мире (см. диаграмму на стр. 44).

К середине 90-х гг. вклад ядерной энергии в суммарное производство электричества превысил 17%, что примерно равняется доле гидроэнергии. Ядерная энергия достигла такого уровня за 30 лет, что составляет примерно треть времени, потребовавшегося для этого гидроэнергии.

Другие свидетельства конкурентоспособности ядерной энергии в начале 70-х гг. можно получить посредством сравнения процентного соотношения объемов электричества, поставляемого из различных источников (см. таблицу на стр. 44). Вклад ядерной энергии в суммарное производство электричества с 1973 по 1993 г. возрос примерно в десять раз, в то время как вклад газа, другого (после ядерной энергии) наиболее быстро развивающегося источника энергии, едва удвоился.

При более внимательном рассмотрении имеющихся данных становится ясным, что темпы роста ядерной энергетики в течение указанного периода, хотя и впечатляющие, не были всюду одинаковыми. В нескольких случаях на формирование реальной ситуации в этой области оказывали влияние политика правительства и субсидии. Кроме того, стали очевидными и отдельные региональные аспекты, имеющие отношение к использованию ядерной энергии.

Что же можно сказать о перспективах? С учетом исторического опыта и прогнозов МАГАТЭ расчеты вклада ядерной энергии в будущем можно сделать на основе различных допущений. В

основу прогнозов, касающихся доли ядерной энергии в суммарном энергопроизводстве, в данной статье положен сценарий медленного роста на период до 2020 г.

В историческом плане данные ясно показывают, что перспективы роста использования ядерной энергии стали сужаться к середине 1985 г. (см. диаграмму на стр. 45). Отсюда следует, что можно прогнозировать снижение доли ядерной энергии на энергетическом рынке, составляющей, по данным на 1997 г., более 16%, до 13% к 2010 г. (см. таблицу на стр. 45).

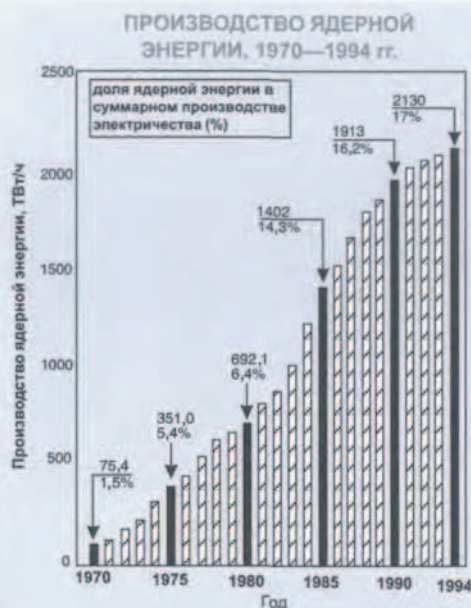
Короче говоря, доля ядерной энергии в суммарном производстве электричества в следующем столетии будет меньшей, но все еще значительной. Ожидается, что ее вклад будет сопоставим с вкладом гидроэнергии, доля которой на рынке в долгосрочной перспективе будет также продолжаться снижаться.

МЕСТНЫЕ РЕАЛИИ

Понимание причин, лежащих в основе прогнозируемого сокращения, является важным для более полного анализа тенденций. Чтобы получить более ясную картину реальной ситуации и прогнозов в области ядерной энергии, мы провели исследование на местах в 11 странах Азии, Латинской Америки и Африки, где местные реалии диктуют свои решения.

Как известно, систематический исторический анализ распространения использования ядерной энергии для производства элект-

Г-н Андради и г-н Родригес — сотрудники Института энергетических и ядерных исследований в Сан-Паулу, Бразилия; г-н Гольдемберг — сотрудник Университета Сан-Паулу.



ричества показывает четкую тенденцию. Она прослеживается от первых атомных электростанций, построенных в 50-е гг. в Соединенных Штатах, до новых АЭС в Европе и затем в Азии.

В основе данной тенденции лежали определенные причины.

■ Ведущая роль в развитии коммерческих ядерных технологий в 50-е гг. принадлежала Соединенным Штатам. Затем в последующие десятилетия конкурентоспособность ядерной энергии была обусловлена осознанием того факта, что новый источник энергии означал прорыв в области технологии и, как таковой, открывал возможность производства энергии для ее разнообразного применения и при этом по весьма низким ценам.

■ Интерес к данному источнику энергии возрос в европейских странах. В 70-е гг. ведущая роль в области ядерной технологии переместилась в Европу, где ядерная энергия была воспринята в качестве важного альтернативного источника для стран с незначительными запасами ископаемого топлива. Это было следствием энергетического кризиса, связанного с эмбарго на нефть в данное десятилетие.

■ Существенных успехов в развитии достигли азиатские страны. В 90-е гг. отмечается новый сдвиг в области энергос-

ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ПО ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ, 1973—1993 гг.

Источник энергии	Поставки (ТВт/ч)	1973 г. (% от всего)	Поставки (ТВт/ч)	1993 г. (% от всего)	Рост (%)
УГОЛЬ	2 032	37,5	4 436	36,6	92
НЕФТЬ	1 462	23,8	1 182	9,8	-19
ГАЗ	700	11,4	1 631	13,4	133
ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ	197	3,2	2 148	17,8	990
ГИДРОЭНЕРГИЯ	1 276	20,8	2 256	18,6	76
ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ	202	3,3	456	3,7	125
ВСЕГО	6 139	100,0	12 108	100,0	97

Источник: Взято из данных, сообщенных в *International Energy Data: National Energy Profiles*, World Energy Council, 1995.

производящих технологий в сторону азиатских стран с ведущей ролью Японии в данной сфере. Ядерная энергия воспринималась в качестве хотя и дорогостоящего источника производства электричества, однако обладающего тем преимуществом, что позволял сократить зависимость от поставок материалов и импорта энергии. Долгосрочное обеспечение топливом могло быть гарантировано в результате его переработки или применения других технических альтернатив. Это, в свою очередь, делает ядерную энергию почти "национальным ресурсом" даже для стран, лишенных своих собственных запасов урана. Наряду с получением поставок дешевой энергии появились и другие важные факторы, такие как разнообразие поставок и долгосрочный контроль источников энергии. Они создавали определенные преимущества для развития атомных электростанций до тех пор, пока дополнительные издержки были приемлемыми.

Эти меняющиеся тенденции и восприятия ожидаемого значения ядерной энергии для конкретной страны позволяют предположить, что оценка будущих тенденций может оказаться сложным делом. Основной урок, извлеченный из нашего исследования, состоит в подтверждении того факта, что понимание местных реалий является фундаментальным фактором, без учета которого нельзя правильно прогнозировать спрос на энергию в будущем.

Оценка конкурентоспособности источников энергии не может

производиться в глобальных масштабах, скорее наоборот — она должна осуществляться на местном или региональном уровне. Это особенно верно в отношении ядерной энергии. Для анализа наиболее вероятного пути использования такой технологии, как ядерная энергия, необходимы знания мнения местных заинтересованных лиц и возможность выслушать разные и даже противоположные мнения.

Сделанный в нашем исследовании вывод о тенденциях в развитии ядерной энергии указывает на разнообразие ситуаций в разных странах. Это разнообразие включает:

■ Страны, в которых отсутствуют четкие программы развития ядерной энергии. В этих случаях вряд ли можно говорить о возможном вкладе атома в производство электричества в будущем. Так обстоит дело в Таиланде и Индонезии.

■ Страны, в которых отмечается снижение вклада ядерной энергии, такие как Аргентина, Мексика и Южная Африка.

■ Страны, в которых вклад ядерной энергии является незначительным, но растущим, такие как Бразилия, Китай и Индия.

■ Страны, в которых вклад ядерной энергии является большим и где отмечается тенденция к поддержанию его на высоком уровне, как в Республике Корея.

Эти разные ситуации свидетельствуют о том, что ядерная энергия будет использоваться в различных масштабах в течение длительного периода времени. За последние годы причины, приводившие страны к выбору атом-

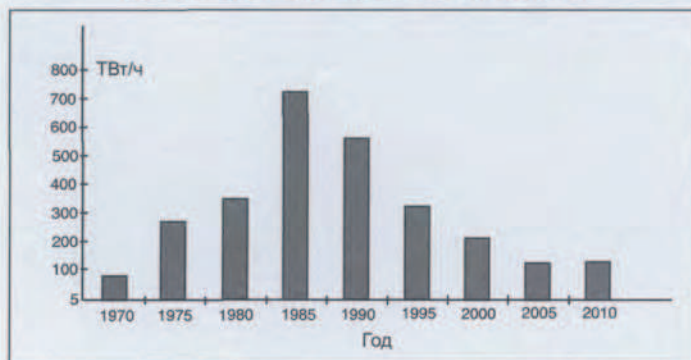
РАСЧЕТЫ СУММАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ДОЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ

Группа стран	1997 г.			2000 г.			2010 г.			2020 г.		
	Общий объем электричества, ТВт/ч	Ядерная энергия ТВт/ч	%	Общий объем электричества, ТВт/ч	Ядерная энергия ТВт/ч	%	Общий объем электричества, ТВт/ч	Ядерная энергия ТВт/ч	%	Общий объем электричества, ТВт/ч	Ядерная энергия ТВт/ч	%
Северная Америка	4 050	707,3	17,5	4 173 4 298	678 692	16 16	4 610 5 240	616 687	13 13	5 092 6 387	419 859	8,2 13
Латинская Америка	880	20,9	2,4	976 1 034	20 20	2,1 1,9	1 350 1 644	25 32	1,8 1,9	1 797 2 387	22 69	1,2 2,9
Западная Европа	2 678	838,2	31,3	2 792 2 892	836 836	30 29	3 114 3 684	837 882	27 24	3 339 4 602	639 1 013	19 22
Восточная Европа	1 725	250,8	14,5	1 725 1 777	287 298	17 17	2 051 2 274	307 372	15 16	2 626 3 208	230 482	8,8 15
Африка	384	12,6	3,3	419 425	13 13	3,0 3,0	606 676	13 13	2,2 2,0	897 1 102	13 33	1,5 3,0
Ближний Восток и Южная Азия	949	9,1	1,0	1 099 1 146	10 12	0,9 1,0	1 790 2 152	24 39	1,4 1,8	2 915 4 040	46 89	1,6 2,2
Юго-Восточная Азия и Тихий океан	494			556 572			863 977			1 341 1 669		
Дальний Восток	2 782	437,5	15,7	3 130 3 221	446 448	14 14	4 632 5 246	706 895	15 17	6 857 8 545	835 1 335	12 16
Всего в мире	13 924	2276,3	16,3	14 869 15 365	2 291 2 319	15 15	19 017 21 894	2 529 2 925	13 13	24 864 31 940	2 204 3 933	8,9 12

Примечание: В расчетах на 2000, 2010 и 2020 гг. разные ряды показывают, где это возможно, низкие и высокие оценки.

Источник: Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2020, IAEA, July 1998 edition.

ПРИРОСТ ВКЛАДА В ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА БАЗЕ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ, 1970—2010 гг.



ных электростанций, изменились кардинально. Тем не менее вряд ли можно сомневаться в том, что в обозримом будущем обществу будет использовать ядерную технологию для производства электричества.

Хотя ядерная энергия не реализовала своего потенциала, она по-прежнему в состоянии внести вклад в удовлетворение спроса на электричество в качестве устойчивого и многоцелевого источника энергии, базирующегося на науке и технике. Это — ключевой фактор, кото-

рый должен учитываться при рассмотрении вопроса о полезности использования ядерной энергии в той или иной стране.

Еще более важной является необходимость понимания того, что ядерная наука, лежащая в основе ядерной энергии, имеет много общего со всеми другими мирными применениями ядерной энергии: в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, науке и других областях. Это расширяет масштабы общего влияния ядерных технологий на общество. Исследова-

ние, проведенное в США в 1992 г., установило, что на не-энергетические мирные применения, связанные с ядерной наукой и техникой, ежегодно расходуется 357 млрд. долл., они располагают 3,7 млн. рабочих мест, из которых 1,6 млн. непосредственно связаны с ядерной сферой. Оно показало также, что промышленность США в области неэнергетического применения ядерной энергии, как представляется, в четыре с лишним раза превышает ядерную энергетическую промышленность. Схожая ситуация и почти во всех других странах, развивающих ядерную науку и технику.

Утрата надежд, ранее возлагавшихся на ядерную энергию, и прямое влияние рыночных сил на принимаемые в области энергии решения, кажется, привели к выравниванию игрового поля. Однако рыночные и другие силы способствовали также более внимательному рассмотрению ядерной технологии во всех аспектах мирного применения с учетом ее специфических преимуществ и недостатков в области производства электричества и в других сферах. □