

Оценки потребностей в природном уране в период до 2000 года

Л. Л. Беннетт*

Будущие потребности в природном уране зависят главным образом от роста производства ядерной энергии и типов реакторов, которые будут использоваться для выработки этой энергии. Эти вопросы были тщательным образом исследованы в рамках международной оценки ядерного топливного цикла (МОЯТЦ). Прогнозы роста мощности АЭС и оценки потребностей в природном уране, другом ядерном сырье и услугах в области топливного цикла представлены в заключительном докладе МОЯТЦ [1].

Указанные прогнозы и оценки являются объектом постоянных исследований, проводимых МАГАТЭ совместно с Агентством по ядерной энергии (АЯЭ ОЭСР). Переработанный и исправленный вариант ранее изданного доклада АЯЭ [2], посвященного этой теме, планируется опубликовать в конце 1981 или в начале 1982 года.

Прогнозы МОЯТЦ представляют собой новейшие результаты, опубликованные международной организацией, и поэтому они могут быть использованы в качестве наиболее авторитетных оценок, имеющих в настоящее время. Результаты исследований, проведенных в рамках МОЯТЦ, были проанализированы в свете последних тенденций, наблюдающихся в развитии национальных мощностей ядерной энергетики, и подборка результатов МОЯТЦ используется в настоящей статье в качестве основы для оценок спроса. Принципиальные критерии, которые применялись при подборке этих данных, — это оценки темпов развития ядерной энергетики и стратегические схемы использования различных реакторов и топливных циклов. Эти критерии рассматриваются ниже.

В заключительном докладе МОЯТЦ подчеркивалось, что в прогнозах роста энергетических источников существует высокая степень неопределенности. Кроме того, было признано, что все долгосрочные прогнозы роста (и оценки потребностей топливного цикла) подвержены частым и существенным изменениям и что фактическая величина будущей установленной мощности АЭС может не укладываться в рамки диапазона, указанного в прогнозах МОЯТЦ. Ввиду этой высокой степени неопределенности МАГАТЭ непрерывно анализирует ядерно-энергетические программы своих государств-членов.

В силу целого ряда причин в некоторых государствах — членах Агентства ядерно-энергетические программы были пересмотрены в сторону занижения планируемых цифр после опубликования прогнозов МОЯТЦ. На рисунке последние оценки роста мощ-

ности АЭС в период до 2000 года, выполненные Агентством [3], представлены в сравнении с прогнозами МОЯТЦ. Это сравнение показывает, что нижнюю границу прогнозов МОЯТЦ можно рассматривать как приблизительную "среднедиапазонную" величину, лежащую между верхней и нижней границами последних оценок Агентства. Поэтому оценки, представленные в данной статье, основаны на результатах расчетов МОЯТЦ по нижней границе прогнозов роста мощностей ядерной энергетики.

Стратегические схемы ввода реакторов

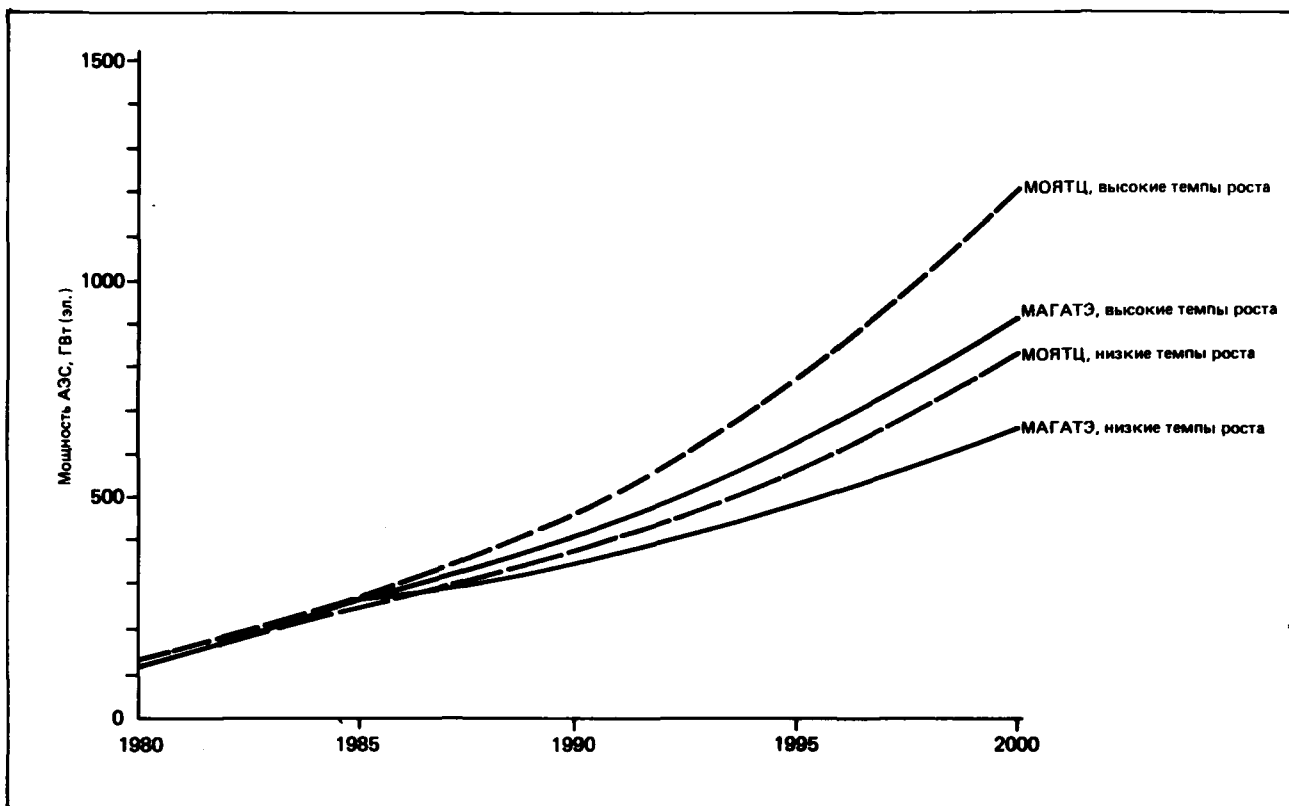
В ходе исследований в рамках МОЯТЦ были получены прогнозы (см. табл. 1) роста мощностей реакторов каждого типа, которые, как предполагается, будут введены в эксплуатацию в странах мира, кроме стран с централизованно планируемой экономикой, в период до 2000 года. Ожидается, что в течение этого периода доминирующим типом реактора будет легководный реактор (ЛВР); следующую значительную долю (до 10% от общей мощности) будут составлять тяжеловодные реакторы (ТВР); кроме того, будет построено относительно небольшое количество газоохлаждаемых реакторов (ГОР) и реакторов-размножителей на быстрых нейтронах (БР). Распределение реакторов по типам, предложенное МОЯТЦ, как предполагается, будет правильно представлять реакторные стратегии в период до 2000 года. Как указывалось выше, нижние границы роста, приведенные в табл. 1, использовались в качестве основы для оценок спроса на уран, представленных в данной статье.

Эксплуатационные характеристики реакторов могут оказывать значительное влияние на развитие спроса на уран. В исследованиях МОЯТЦ рассмат-

Таблица 1. Прогнозы МОЯТЦ в отношении роста ядерных мощностей в странах мира, кроме стран с централизованно планируемой экономикой, по типу реакторов на период до 2000 года (2 ГВт (эл.))

Тип реактора	1980	1985	1990	1995	2000
ЛВР	126-141	214-242	329-410	479-684	718-1041
ТВР	8	15- 16	26- 29	44- 56	74- 101
ГОР	10	12	14	15	20- 27
БР	0,5	2	5- 7	12- 16	22- 38
Всего	144-159	243-272	374-460	550-771	834-1207

* Руководитель Секции экономических исследований Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ.



Сравнение прогнозов МОЯТЦ с последними прогнозами МАГАТЭ: рост мощностей АЭС в странах мира, кроме стран с централизованно планируемой экономикой.

ривались два варианта изменений эксплуатационных характеристик реакторов в период до 2000 года:

- верхняя граница спроса на уран. Все реакторы, построенные в период до 2000 года, как предполагается, будут использовать современную (неусовершенствованную) технологию;
- нижняя граница спроса на уран. В 1990 году будет внедрен ЛВР с усовершенствованной технологией, который будет обеспечивать снижение спроса на природный уран, равное примерно 15%, при этом в период с 1990 по 2000 год ЛВР, построенные до 1990 года, будут модернизироваться в соответствии с этой усовершенствованной технологией.

Стратегические схемы использования различных топливных циклов

В исследованиях МОЯТЦ анализируются стратегические схемы развития различных топливных циклов в период до 2000 года, включая как стратегию без переработки топлива (однократное использование топлива), так и стратегию с переработкой и повторным использованием топлива, в соответствии с которой повторное использование плутония в ЛВР будет начато в 1990 году. Однако предполагается, что в период до 2000 года переработка отработавшего топлива будет производиться в весьма ограниченных масштабах, и извлеченный уран не обязательно будет сразу же возвращаться на установки по обогащению урана; нет уверенности также и в том, что плутоний будет повторно использоваться в ЛВР или

Таблица 2. Оценки годовых и суммарных потребностей в природном уране для эталонного случая (стратегия низких темпов роста, однократное использование, МОЯТЦ)

	1980	1985	1990	1995	2000
Годовые потребности (тыс. т урана/год)	29	44	65	89-97	120-136
Суммарные потребности начиная с 1978 г. (млн. т урана)	0,10	0,29	0,57	0,95-0,98	1,50-1,59

Таблица 3. Зависимость оценок годовых потребностей в уране от темпов развития ядерной энергетики (тыс. т урана/год)

	1980	1985	1990	1995	2000
Эталонный случай: низкие темпы развития ядерной энергетики, МОЯТЦ	29	44	65	89-97	120-136
Альтернативный случай: высокие темпы развития ядерной энергетики, МОЯТЦ	33	54	88	127-138	175-200

"храниться" для будущего применения в БР. Поэтому потенциальное уменьшение потребностей в природном уране, которое может быть достигнуто благодаря переработке и повторному использованию урана и плутония, не было учтено в оценках спроса на природный уран, представленных в данной статье. Это предположение соответствует стратегическим схемам "ЛВР с однократным использованием топлива", которые исследовались в рамках МОЯТЦ.

Спрос на природный уран

В табл. 2 представлены оценки годовых и суммарных потребностей в природном уране стран мира, кроме стран с централизованно планируемой экономикой, выполненные в рамках МОЯТЦ с использованием приведенных выше критериев для стратегий 11а и 11b низких темпов роста (см. [1], с. 62-63, где приведено определение). Таблица показывает, что годовые потребности в уране могут достичь 120-136 тыс. т урана в год к 2000 году, в то время как суммарное потребление в 2000 году достигнет величины 1,50-1,59 млн. т урана. Потребности в уране всех реакторов, которые будут введены в

эксплуатацию, согласно прогнозам МОЯТЦ, в странах мира, кроме стран с централизованно планируемой экономикой, в период до 2000 года с учетом их обеспечения ураном до конца срока службы АЭС оцениваются на уровне 2,9-3,4 млн. т урана при условии низких темпов развития ядерной энергетики.

Несмотря на то, что современные оценки МАГАТЭ в отношении темпов развития ядерной энергетики в период до 2000 года обнаруживают тенденцию к согласию с прогнозами МОЯТЦ по нижней границе роста, прогноз по верхней границе игнорировать нельзя. В табл. 3 представлены оценки годового спроса на природный уран в случае высоких темпов (стратегии 11а и 11b МОЯТЦ, см. [1]) в сравнении с эталонным случаем спроса (низкие темпы роста).

Список литературы

- [1] *Наличие топлива и тяжелой воды*. Доклад Рабочей группы 1 МОЯТЦ, МАГАТЭ, Вена (1980).
- [2] *Nuclear fuel cycle requirements and supply considerations through the long term Report by an expert group of the OECD Nuclear Energy Agency, Paris, (1978).*
- [3] Ежегодный доклад МАГАТЭ за 1980 год (готовится к публикации).