

ГАРМОНИЗАЦИЯ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА И СПРОСЕ НА НЕГО

ЖАН-ПОЛЬ НИКОЛЕ И ДУГЛАС АНДЕРХИЛЛ

Во многих странах уран является важным источником энергии, поскольку используется в качестве топлива для атомных электростанций, которые в совокупности обеспечивают около 17% мирового производства электричества. В связи с прогнозируемым в предстоящие десятилетия быстрым ростом спроса в мире на энергию, и особенно на электричество, наличие всех источников энергии и цены на них, включая уран, будут ключевыми компонентами в процессе планирования и принятия решений в области энергетики. Изменения политических и экономических условий в последнее десятилетие сказались на гражданском рынке урана, как и на всей энергетической отрасли в целом.

Особое влияние на рынок урана оказывали меняющиеся прогнозы относительно роста ядерной энергетики и обусловленного им спроса на ядерное топливо; возникновение более интегрированной свободной рыночной системы, включающей страны с ранее централизованно планируемой экономикой; а также появление на гражданском рынке урана, полученного в результате демонтажа ядерного оружия. Все эти факторы усилили неопределенность на коммерческом рынке урана, которая в свою очередь породила вопросы, касающиеся будущих поставок топлива для атомных электростанций.

В настоящее время появились признаки изменений этой ситуации. Мировой рынок урана движется к более сбалансированному соотношению спроса и

предложения. После спада примерно на 50% в 1988—1994 гг. мировое производство урана в 1995, 1996 и 1997 гг. возросло. По оценке, производство урана в 1997 г. было на 20% выше по сравнению с 1994 г. В то время как наличная цена урана на рынке со времени ее самого низкого уровня в середине 1994 г. испытывала колебания, цены на уран в начале 1998 г. возросли более чем на 30%.

Важные с точки зрения производства события происходят в некоторых странах, включая Австралию, Казахстан, Канаду, Монголию, Соединенные Штаты Америки и Узбекистан. Дополнительный прогресс был отмечен в 1997 г. в связи с поступлением на рынок низкообогащенного урана (НОУ), полученного посредством разбавления 500 т закупленного Соединенными Штатами в России высокообогащенного урана (ВОУ). Первые поставки в Соединенные Штаты в рамках данного соглашения были осуществлены Россией в 1996 и 1997 гг.

С 1990 г. мировые потребности в уране превышают его производство. В 1997 г. было удовлетворено только около 60% потребностей для ядерных реакторов в целом, что составило около 63,8 тыс. т урана. Такое положение с поставками топлива вызвало общее снижение мировых инвентарных количеств урана с 1990 г. примерно на 160 тыс. т (см. *графики на стр. 18*). Предполагается, что и в 1998 г. произойдет дальнейшее сокращение запасов урана более чем на 20 тыс. т. Такое быстрое сокращение

довело запасы коммерческого урана до такого уровня, который позволил некоторым аналитикам рынка сделать вывод о наличии лишь ограниченных избыточных запасов материала для продажи. Хотя инвентарные количества урана продолжали оставаться значительными, рост наличных цен на уран в 1995—1996 гг. был признаком того, что инвентарные количества во все большей степени начинают соответствовать необходимому уровню потребления.

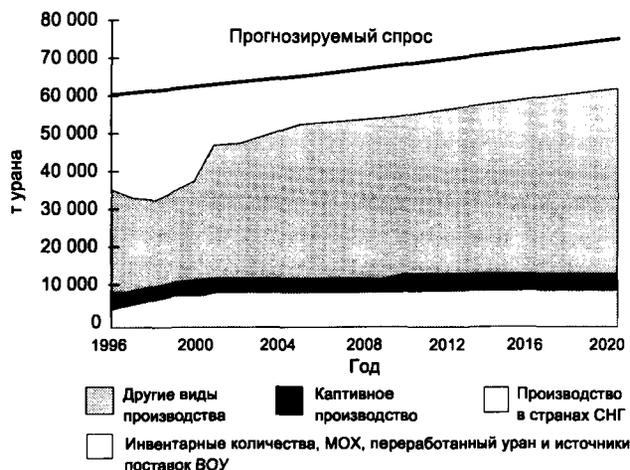
ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ И СПРОС

Анализ наличия дополнительных поставок урана для удовлетворения реакторных потребностей позволяет сделать вывод о том, что производство урана будет по-прежнему оставаться преобладающим источником ядерного топлива. Поэтому возникает вопрос о достаточности как урановых ресурсов, так и производственных мощностей для своевременного удовлетворения спроса на уран. В целях решения упомянутых вопросов МАГАТЭ пригласило специалистов для анализа имеющейся информации и подготовки прогностического доклада на период до 2000 г. В данной статье приводятся принципиальные выводы, содержащиеся в этом докладе, и описание отдельных видов деятельности МАГАТЭ, имеющих отношение к

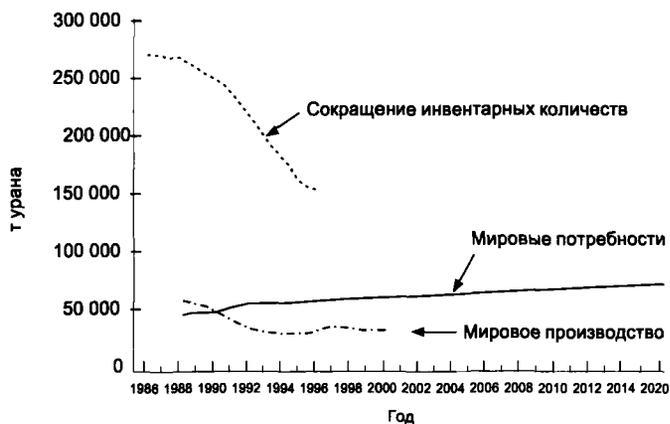
Г-н Николе и г-н Андерхилл — сотрудники Отдела ядерного топливного цикла и технологий обращения с отходами МАГАТЭ.



ПРОГНОЗ ПРОИЗВОДСТВА И ПОСТАВОК УРАНА



МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПОТРЕБНОСТИ И ИНВЕНТАРНЫЕ КОЛИЧЕСТВА УРАНА



Примечание: Приведенные данные не включают гражданские запасы в странах СНГ или высокообогащенный уран из Соединенных Штатов и СНГ.

разведке и производству урана (см. текст в рамке на стр. 20).

Прогнозирование спроса. Спрос на уран в мире в достаточной мере известен до 2005 г. После 2005 г. прогнозы в этой области отличаются постоянно возрастающей неопределенностью ввиду потенциального закрытия атомных электростанций, меняющихся графиков их строительства и отсутствия заказов на строительство новых электростанций. В данном анализе прогнозируется рост годовых потребностей в уране с 61,5 тыс. т урана в 1997 г. до 75 тыс. т в 2020 г.

Данный прогноз был разработан как примерный наиболее подходящий вариант усредненного спроса на основе анализа ряда опубликованных

прогнозов в этой области. В соответствии с этим прогнозом реакторный спрос на уран будет возрастать за период до 2020 г. примерно на 600 т в год, что эквивалентно годовому росту примерно на 1%. Совокупные потребности в уране за указанный период составят около 1,638 млн. т.

Прогнозирование предложения. Имеющиеся источники поставок урана, которые, как ожидается, должны удовлетворять реакторные потребности, включают:

■ **Инвентарные запасы электростанций и производителей урана.** Учитываются два вида инвентарных количеств: излишки инвентарных количеств в западных странах и инвентарные запасы, находящиеся в распоряжении Российской

Федерации (оценка). Большую часть инвентарных количеств урана вне России хранят электростанции в целях обеспечения надежности поставок. Кроме того, менее значительные объемы урана принадлежат производителям, торговцам ураном, а также Министерству энергетики США. Дискреционные инвентарные запасы урана электростанций (запасы, которыми они располагают сверх предписанных или предписанных лимитов), по оценке, составили в начале 1997 г. в целом около 50 тыс. т. Предполагается, что последние запасы дискреционных инвентарных количеств будут проданы в 2000 г. Инвентарные запасы природного урана и/или НОУ, находящиеся в распоряжении Российской Федерации, по оценке, составили на начало 1997 г. в целом около 30 тыс. т. По прогнозам, эти инвентарные запасы будут постепенно снижаться вплоть до 2004 г.

■ **500 т ВОУ из российского ядерного оружия.** Пожалуй, ни один другой источник энергии не окружен большей неопределенностью, чем ВОУ в Российской Федерации. Политика, экономика и технология — все будут играть роль в определении возможности получения урана из этого источника. К поставке предназначено всего 500 т ВОУ, что эквивалентно 153 тыс. т природного урана. Существуют, однако, политические и технические неопределенности в отношении возможности осуществления предлагаемых поставок. В основе данного прогноза лежит предположение о том, что появление на рынке российского НОУ, полученного из высокообогащенного урана, будет соответствовать графику его поставок в Соединенные Штаты. Наиболее вероятный график предполагает поставки 18 т, 24 т и 30 т эквивалента ВОУ (5733 т, 7644 т и 9555 т природного урана, соответственно) в 1997, 1998 и 1999 г. Затем поставки партиями, эквивалентными 30 т ВОУ, продолжатся до 2012 г. Данный прогноз исходит из предположения о продолжении дополнительных поставок НОУ, полученного путем разбавления ВОУ, из

России и Соединенных Штатов до 2020 г.

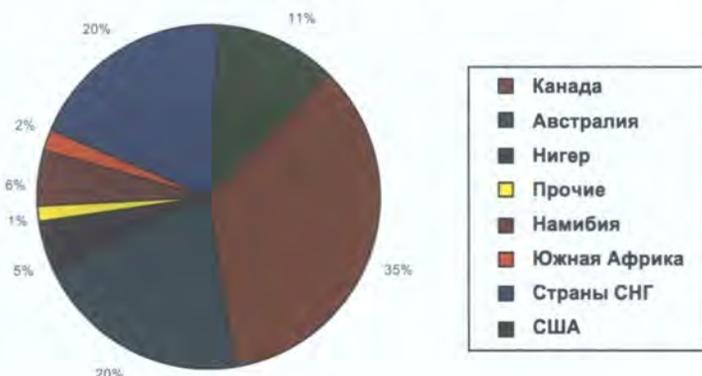
■ **Смешанное урано-плутониевое оксидное топливо (МОХ) и переработанный уран.** Исходя из предположения о том, что страны будут по-прежнему осуществлять избранную ими политику в отношении переработки отработавшего ядерного топлива и не сделают выбора в пользу прямого удаления, будущий рынок для данного варианта будет ограниченным. Переработанный уран и плутоний для топлива МОХ являются важными компонентами поставок лишь в небольшом числе стран. Доля МОХ и переработанного урана, по имеющимся расчетам, не превысит 6% общих годовых потребностей до 2020 г. Потребности, не обеспеченные этими источниками, должны быть покрыты за счет производства природного урана из приведенных ниже источников.

■ **Добытый и обработанный природный уран из Содружества Независимых Государств (СНГ).** По оценке, производство урана в 1997 г. составило 6285 т, его поставки в СНГ возрастут до 9785 т в 2001 г. и останутся на данном уровне до 2020 г. Это составляет 15% мировых потребностей. Существуют, однако, неопределенности в отношении способности стран СНГ произвести такие объемы урана.

■ **Каптивное производство.** В данном случае речь идет о национальных программах, в которых производство нацелено на выполнение внутренних ядерно-энергетических программ. График каптивного производства сбалансирован с потребностями реакторных установок в Аргентине, Бразилии, Индии, Пакистане, Румынии и Испании. В эту категорию включены также производственные отрасли Франции (с планируемой эксплуатацией их мощностей до 1999 г.), Чешской Республики (до 2003 г.), Венгрии (с прекращением производства в 1997 г.) и Португалии (до 2020 г.). Каптивное производство покрывает лишь 5% потребностей, что равняется 3200 т урана в год.

■ **“Весь остальной” добытый и обработанный природный уран.** Данная категория представляет

**СОВОКУПНОЕ МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО УРАНА
1997—2020 гг. (всего 1,245 млн. т)**



производство урана в странах Северной Америки, Африки, Австралии и Европы. Оно удовлетворяет 57% потребностей и возрастет с 28 тыс. т урана в 1997 г. до 38,5 тыс. т к 2001 г., после чего предполагается постепенный рост до 47,7 тыс. т урана в 2020 г. Производство на предприятиях с точно установленными запасами урана в состоянии удовлетворить потребности в нем до 2012 г. За пределами этого периода для удовлетворения спроса на уран потребуются привлечение менее изученных запасов. Как ожидается, главным производителем урана в рассматриваемый период будет Канада. По прогнозам, производство в Канаде достигнет пика в 20,4 тыс. т урана в 2002 г. и затем снизится до примерно 38% общих поставок в данной категории к 2020 г. Это явится следствием истощения запасов и наращивания более экономичных производственных мощностей в других районах мира. В 1997 г. предполагался рост производства в этой категории в Австралии и Соединенных Штатах примерно с 21 до 29% и с 10 до 16%, соответственно, всего природного урана. Совокупная добыча в Нигере и Намибии должна удовлетворить предположительно от 5 до 10% спроса до 2020 г. (см. диаграмму).

В соответствии с данными, содержащимися в издании “Уран: запасы, производство и спрос” за 1997 г. (“Красная книга”, совместно издаваемая МАГАТЭ и Агентством по

ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития), мировые производственные мощности по состоянию на 1 января 1997 г. составляют 43 тыс. т урана в год. Сюда входит годовое производство 8050, 2600 и 32 350 т урана, соответственно, в категориях СНГ, каптивное и “весь остальной”.

В 1996 г. производство урана составило 36 195 т при коэффициенте использования мировых производственных мощностей, равном 84%. (Коэффициент использования мощностей определяется посредством деления полученной продукции на наличные производственные мощности.) Из этого общего объема 6275, 2440 и 27 450 т урана было получено, соответственно, по категориям СНГ, каптивное производство и “весь остальной”. С точки зрения использования производственных мощностей это составило 78%, 93 и 85%, соответственно, для этих трех категорий.

Предполагаемое производство урана в 2005 г. составит около 52,5 тыс. т, что на 44% превышает уровень 1996 г. Для производства такого объема урана потребуются увеличение мощностей на 22—26% по сравнению с существующими, составляющими 43 тыс. т. В соответствии с данным прогнозом остается всего лишь семь лет для планирования, лицензирования, строительства и введения в эксплуатацию предприятий по производству урана. К 2020 г. потребуются дополнительные мощности для

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННАЯ ПОДДЕРЖКА

Разведкой и/или производством урановых ресурсов заняты 34 государства — члена МАГАТЭ. Из этих государств-членов 22 являются развивающимися или новыми независимыми странами, получающими конкретную поддержку от МАГАТЭ. Основными видами деятельности Агентства в этой области являются:

Подготовка доклада о глобальном состоянии запасов, производства урана и спроса на него, известного также как "Красная книга" и издаваемого раз в два года. Данный доклад подготавливается совместно с Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития. Издание 1997 г., включающее информацию из 59 стран, является самым полным. Оно впервые включает информацию из всех стран, занимающихся производством урана, в том числе и официальные данные из Российской Федерации и Узбекистана. Доклад полезен для лиц, занимающихся планированием и разработкой политики в области как поставок урана, так и спроса на него.

База данных мирового атласа. Эта мировая карта месторождений урана и сопровождающее ее руководство представляют собой первое всемирное собрание сведений обо всех урановых месторождениях, включающее техническое описание их геологии, объем запасов, качество руды, тип добычи и состояние. Она обеспечивает национальное стратегическое планирование, включая принятие решений о коммерческой разработке местных ресурсов урана.

Передача опыта. В течение последних 15 лет снижение цен на уран и растущая обеспокоенность по поводу безопасности и экологических

проблем, связанных с операциями по добыче урана, привели к разработке более сложных регулирующих правил и к прекращению нерентабельных операций. В то же время в области изыскательских и добывающих технологий отмечается существенный прогресс, сопровождающийся появлением более приемлемых с точки зрения охраны окружающей среды и экономически более эффективных методов. Агентство активно занимается передачей соответствующих технологий и технического опыта. Все больший интерес во многих странах вызывает метод добычи урана посредством выщелачивания *in-situ* из насыщенных водой проницаемых месторождений песчаника. Выщелачивающие растворы нагнетаются через скважины, из которых содержащий уран раствор потом выкачивается для дальнейшей обработки. Данный метод, не требующий разрушения породы и транспортировки на дробилку, имеет определенные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды, экономической рентабельности и безопасности при условии тщательного планирования, правильной эксплуатации и умелого выбора месторождений. Этот метод применяется или планируется к применению в Австралии, Казахстане, Китае, Монголии, Пакистане, Российской Федерации, Соединенных Штатах, Узбекистане и Чешской Республике. На метод выщелачивания *in-situ* в 1996 г. пришлось около 13% общей мировой добычи урана. В рамках своей деятельности в этой области Агентство осуществляет несколько проектов технического сотрудничества и недавно организовало для развивающихся стран техническое совещание по данному вопросу.

производства 61,5 тыс. т урана ежегодно, а также для замещения производственных мощностей, закрывающихся по мере истощения ресурсов.

ГАРМОНИЗАЦИЯ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С учетом предполагаемого умеренного ежегодного прироста в 1% мировые потребности в уране возрастут предположительно с 61,5 тыс. т в 1997 г. до 75 тыс. т в 2020 г. Совокупный спрос за указанный период составит 1,638 млн. т урана.

В 1996 г. производство урана покрыло около 60% мировых потребностей, а большая часть остального топлива была обеспечена за счет инвентарных количеств ядерного материала.

Данный источник, поставивший с 1992 г. в среднем около 23 тыс. т урана в год, иссякает. По мере истощения избыточных инвентарных количеств ядерного материала в целях удовлетворения потребностей в уране должны возрасти поставки из других источников. Какими источниками поставок мы располагаем для удовлетворения потребностей в уране до 2020 г.?

Главным источником поставок урана, достаточных для удовлетворения 76—78% совокупных потребностей до 2020 г., по-прежнему останется его добыча. Альтернативными источниками поставок для обеспечения необходимого баланса являются (в порядке их важности) НОУ, полученный

посредством разбавления высвободившегося в процессе демонтажа ядерного оружия высокообогащенного урана (от 11 до 13%), переработка отработавшего ядерного топлива (6%) и избыточные инвентарные количества ядерных материалов (5%). Потенциальный вклад из стратегических запасов правительств США и России в настоящее время неизвестен.

Чтобы удовлетворить эти будущие потребности в уране, необходимо будет, соответственно прогнозам, увеличить и его поставки из всех источников, иначе уже в начале следующего столетия может образоваться дефицит поставок урана одной или несколькими категориями производителей. □