

WOCA в 150000 т около 70000 т составляют излишек, превышающий объем резервного фонда и который может быть использован. Кроме того, запасы урана имеются и в странах, не относящихся к WOCA, хотя и в неизвестных количествах. (Однако, по имеющимся оценкам, они равноценны имеющимся запасам в WOCA.)

Вполне вероятно, что запасы урана будут увеличиваться в связи с возможным поступлением на гражданский рынок урана, используемого для военных целей. С учетом этого можно считать, что общих запасов хватит для восполнения недостаточности производства до 2005 г. по обоим сценариям.

Таким образом, при дефиците производства рынок урана восполняется излишками его запасов. А результатом этого будет насыщение уранового рынка, который останется таким до конца столетия и будет определять цены на него.

Как и для других природных ресурсов (нефть, медь), для урана существуют две цены: продажа за наличные при краткосрочных поставках и договорная цена при долгосрочных поставках. Продаваемые по этим ценам количества урана различны: наибольшая его часть продается по долгосрочным контрактам.

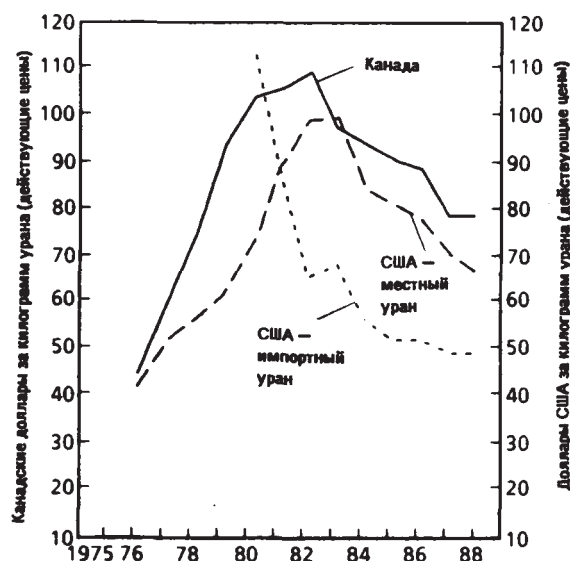
В долгосрочных ценах на уран отражается средняя экспортная цена канадских производителей за период между 1970 и 1988 гг. и средняя его цена на внутреннем рынке США (с 1976 по 1981 г. импортировались очень незначительные количества.) (См. прилагаемый график.) Обе цены выросли с 40 долл. США за килограмм в 1976 г. до пикового уровня в 100–110 долл. США за килограмм в 1981 г. Последующее их снижение не настолько серьезно, как это кажется, поскольку они компенсируются высокими ценами по контрактам, заключенным в конце 70-х годов. Тем не менее, обе цены снизились в период 1981–1988 гг. до уровней в пределах 67–80 долл. США за килограмм (70 % от наивысшей цены 1981 г.).

Продажа за наличные по цене, определенной посреднической фирмой NUEXCO и выступающей в качестве меновой стоимости, показала ту же тенденцию. (См. прилагаемый график.) Цена при продаже за наличные увеличилась с 16 долл. США за килограмм в 1972 г. до наиболее высокой в 112 долл. США за килограмм в 1978 г. Начавшееся в 1979 г. ее падение (за исключением небольшого подъема в 1983 г.) продолжалось до конца 1989 г., когда она достигла 26 долл. США за килограмм (23 % от пиковой цены 1978 г.).

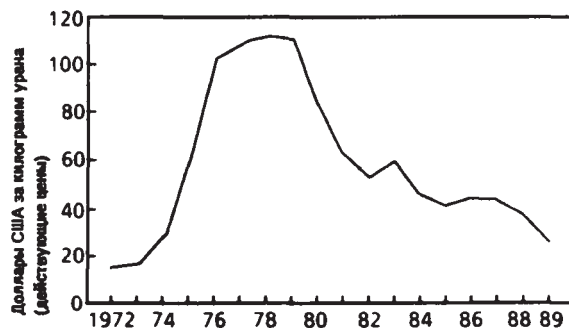
Будущий рынок урана будет зависеть главным образом от предложения. До тех пор, пока на рынок будут поступать крупные количества урана из имеющихся запасов, будет его излишек, а следовательно, будут и низкие цены, тем более, что некоторые количества урана продаются, невзирая на цену.

* *Uranium Supply and Demand in the Western World* („Спрос и предложение урана в западном мире“), Доклад 5 фирмы Nukem (1984 г.) и *Contracted Natural Uranium Supply and Demand of the Western World* („Спрос и предложение природного урана по контрактам“), доклады 12 (1986 г.), 9 (1988 г.) и 12 (1989 г.) фирмы Nukem.

Развитие долгосрочных цен на уран



Развитие цены NUEXCO при продаже за наличные



Это в свою очередь отразится на добывающей промышленности, поскольку при таком положении рынка производители, поставляющие дорогостоящий уран, не смогут работать с прибылью для себя. Такая ситуация может сохраниться до конца столетия, если неожиданно не произойдет скачок в развитии ядерной энергетики.

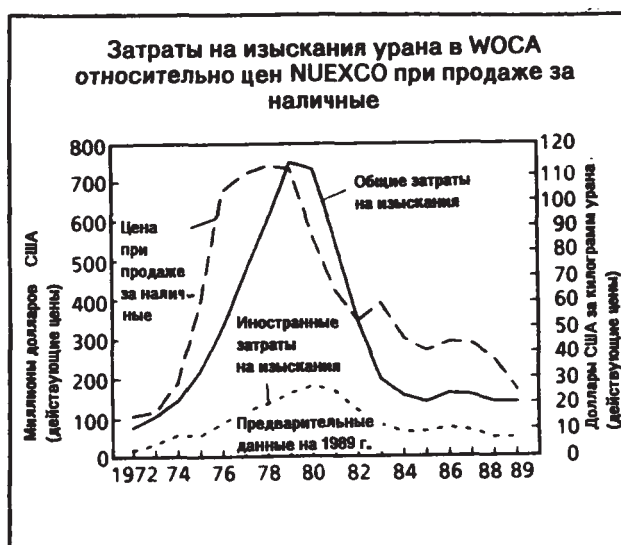
Несмотря на все сложности прогнозируемого рынка, потребители не проявляют особой озабоченности относительно будущих поставок. На это указывают проведенные анализы по стратегиям заключения контрактов между 1984 и 1998 гг. по девятилетним периодам (1984–1993 гг., 1987–1996 гг., 1988–1997 гг. и 1989–1998 гг.).

В первый и последний годы каждого из этих четырех периодов поставки урана по контрактам сокращаются, если выражать их в процентах

спроса на него. В первые годы они снизились со 107 % потребностей в 1984 г. до 80 % в 1989 г. В последние годы указанных периодов поставки уменьшались быстрее: с 51 % спроса в 1993 г. до 32 % в 1998 г.

Тенденции в изысканиях урана и разработке его ресурсов

Расходы на изыскания выступают в значительной мере как функция понимания ресурсной адекватности уранового рынка для удовлетворения будущих потребностей. Такое понимание отражается в ценах на уран, одной из которых является хорошо обоснованная цена при продаже за наличные. (См. прилагаемый график.)



Общие расходы на изыскания в WOCA основываются на расходах по отдельным странам; иностранные же расходы включают в себя те средства, которые предоставляются некоторыми странами-потребителями на поиски урановых ресурсов в других странах.

Общие затраты на изыскания в денежном выражении увеличились с 80 млн. долл. США в 1972 г. до 750 млн. долл. в 1979 г. Затем они сократились до 140 млн. долл. в 1985 г., т.е. на 20 % по отношению к максимальным, после чего колебались в узком диапазоне 140–160 млн. долл. в год.

Географическое распределение этих затрат выглядит следующим образом: в 1979 г. 40 стран израсходовали на изыскания урана в среднем по 19 млн. долл. США каждая, а 14 стран — по 5 млн. долл. или несколько больше. Однако в 1989 г. только 17 стран затратили на это в среднем по 7,5 млн. долл. каждая, и лишь четыре страны — по 5 млн. долл. или больше.

Процесс сокращения расходов на изыскания урана особенно затронул развивающиеся страны. Если в 1979 г. такие расходы были произведены 23 развивающимися странами, то в 1989 г. — лишь девять.

Непрерывные изыскания проводились в пяти странах: Австралии, Канаде, Франции, Индии и США. (См. прилагаемую таблицу.) Это показывает значе-

ние этих стран в будущих поставках урана. В 1979 г. общая сумма затраченных ими средств составила более 80 % всех расходов стран WOCA на изыскания урана. Предполагается, что в 1989 г. их доля достигнет более 90 %.

Общие и иностранные затраты на изыскания урана, 1979 и 1989 гг.

	1979 г.	1989 г. (предполо- житель- ные)	Измене- ние (в процен- тах)
Общие расходы			
Австралия	33,0	10,0 (оценоч- ные)	-69,7
Канада	111,6	47,1	-57,8
Франция	61,2	40,7	-33,5
Индия	7,7	16,5	+114,3
США	394,8	16,8	-95,7
Иностранные затраты			
Франция	52,3	10,9	-79,1
Федеративная Республика			
Германия	30,0	13,2	-56,0
Япония	24,5	18,1	-26,1

Примечание. Затраты выражены в миллионах долларов США по действующим ценам.

Иностранные расходы по изысканиям урана в WOCA проходят тот же путь, что и общие расходы, и контраст не очень очевиден. В 1972 г. иностранное участие выражалось скромными суммами примерно в 20 млн. долл. США, но в 1980 г. оно достигло максимального значения в 180 млн. долл. Затем оно снизилось до 60 млн. долл. и колебалось в диапазоне 50–75 млн. долл.

Как уже упоминалось, иностранные средства на изыскания урана предоставлялись горнодобывающими компаниями стран, осуществляющих программы по ядерной энергетике (Франция, Федеративная Республика Германия и Япония). (См. прилагаемую таблицу.) Три страны (Бельгия, Испания и США) прекратили реализацию своих иностранных проектов по изысканиям урана примерно между 1979 и 1989 гг.

При оценке общих и иностранных затрат на изыскания в 1979 и 1989 гг. становится очевидным возрастающее значение стран-потребителей урана: в 1979 г. французские, западногерманские и японские компании вложили в изыскания урана почти 25 % средств, затраченных на это в WOCA. В 1989 г. их доля возросла до 64 %. Очевидным становится также и то, что иностранное участие концентрируется в основном на поисках урана в Австралии, Канаде и США.

Осуществление изыскательских проектов в большом числе стран Африки и Южной Америки при национальном и международном финансировании влечет за собой существенное изменение в тенден-

ции оценки урановых ресурсов по сравнению с 1979 г. Большинство этих проектов связано с недостаточным знанием региональной геологии, в котором лишь гипотетически можно было предположить наличие урановых месторождений. Найдено много таких месторождений, но при настоящих рыночных условиях они не представляют экономической ценности.

В связи с падением цены на уран в начале 80-х годов изыскания стали более концентрированными. Это относится к странам, в которых сочетаются стабильный социально-экономический климат и наличие ценных урановых месторождений, приносящих доход в существующих рыночных условиях. Примерами служат район реки Ист Эллигейтор в Австралии, бассейн реки Атабаска, Саскачеван (Канада) и рудник „Стрип“, Аризона, США.

Наблюдающиеся в течение пяти последних лет тенденции показывают, что изыскательская деятельность (включая оценку ресурсов) будет продолжаться при наличии здорового уранового рынка:

- как часть региональных полимерных оценок ресурсов, включающих интегрированные исследования атмосферы, как это делается или планируется сделать в Египте, Индонезии и Малайзии
- как часть сбалансированных программ ядерного топливного цикла и энергетических программ, как это имеет место в Аргентине, Бразилии, Индии, Франции, Федеративной Республике Германии, Пакистане и других странах; или

- если месторождения с высоким содержанием урана или его низкой стоимостью (когда речь идет об экспорте только урана) могут конкурировать с уже утвердившимися производителями.

Как видно, изыскательская деятельность следует в фарватере уранового рынка, адекватно отражающего связанный с работой реакторов спрос. Учитывая преобладающие в настоящее время условия, можно предположить, что затраты на изыскания урана останутся на низком уровне. И это несмотря на длительный период времени (12–15 лет) между изысканиями и добычей.

Однако с уменьшением запасов урана до желаемых уровней и соответствующим сокращением предложения цены на него возрастут настолько, что урановая промышленность сможет рассчитывать на прибыли с инвестиций. А вместе с этим предполагается подъем изыскательских работ и деятельности по оценкам ресурсов.

Настоящая ситуация заставляет предполагать, что деятельность стран WОСA по увеличению ресурсов урана останется на низком уровне. Такое положение сохранится до тех пор, пока не будут использованы имеющиеся излишки урана, и цены на него не поднимутся до уровня, достаточного для покрытия всех затрат на производство и получения дохода с инвестиций, а это в свою очередь явится стимулом для дальнейших изысканий и добычи.

Урановая шахта Ясимьенто Котакх в Боливии (Предоставлено: СОВОЕН).



Экономика хранения отработавшего топлива

Описание разработанной МАГАТЭ методологии анализа издержек

Хосе Л. Рохас де Диего

Существуют три различные стратегии конечного этапа ядерного топливного цикла: прямоточный цикл, включая окончательное захоронение отработавшего топлива; открытый топливный цикл, в котором это топливо хранится в промежуточных хранилищах с возможностью его извлечения или окончательного захоронения в будущем; замкнутый топливный цикл, в котором отработавшее топливо перерабатывается, а извлеченные из него уран и плутоний повторно используются в цикле.

Концепция хранения отработавшего топлива включает в себя как методы промежуточного хранения, так и методы окончательного захоронения, хотя последние еще и не были продемонстрированы на практике. В странах, выбравших эту стратегию, в течение последующих 30–50 лет нужно будет построить установки для окончательного захоронения отработавшего топлива. Поэтому промежуточное хранение отработавшего топлива, позволяющее извлекать топливо в будущем, является очень важной стратегией, которую нужно принимать во внимание во многих процессах разработки политики.

Основная цель данной статьи заключается в кратком обсуждении экономики различных вариантов хранения отработавшего топлива с использованием разработанной МАГАТЭ методологии расчета различных расходов на хранение и их адекватного анализа.* В частности, в ней рассматривается влияние таких факторов, как количество, период и методы хранения, финансирование, а также весь процесс, начиная с планирования и строительства до снятия с эксплуатации установки для хранения отработавшего топлива.

Г-н Рохас де Диего является сотрудником Отдела ядерного топливного цикла и обращения с отходами МАГАТЭ.

*МАГАТЭ готовится опубликовать технический отчет „Методология анализа экономики хранения отработавшего топлива“, в котором содержится более подробная информация, чем в кратком анализе, представленном в данной статье.

Соображения о калькуляции издержек

Общие издержки, связанные с хранением, должны основываться на подробной технической оценке вида топлива, подлежащего хранению, и выбранном варианте его хранения, принимая во внимание все возможные технические характеристики.

Для точной калькуляции издержек, прежде всего, необходимо понять, что некоторые основные параметры имеют значение для всех возможных вариантов, оказывая сильное влияние на конструкцию установки для хранения отработавшего топлива. К их числу относится количество подлежащего хранению топлива (мощность хранилища); запланированный график эксплуатации; период хранения; график извлечения топлива и характеристики отработавшего топлива.

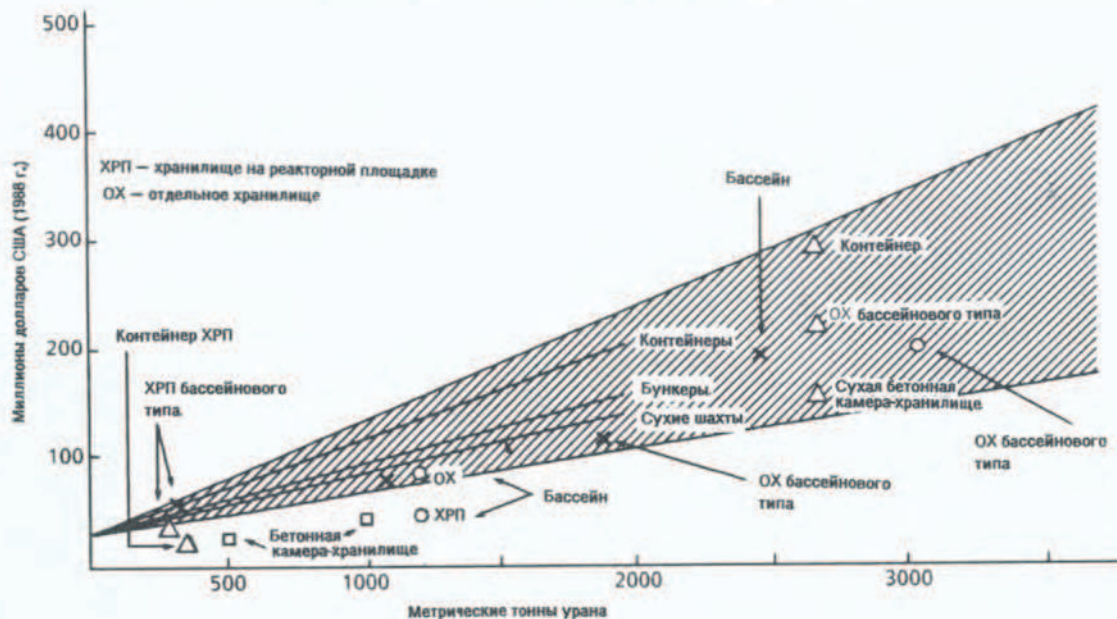
Различные издержки, связанные с установкой для хранения отработавшего топлива, можно классифицировать по категориям издержек и составляющим издержек. Категории издержек включают в себя затраты на первоначальную разработку, капиталовложения, эксплуатацию, текущие разработки, транспортировку и снятие с эксплуатации.

Каждая категория имеет различные составляющие, которые необходимо четко определить, чтобы провести правильную калькуляцию издержек.

В капиталовложениях, например, наиболее важными составляющими являются расходы на приобретение земли, подготовку площадки, проектно-конструкторские работы, строительство, технологическое оборудование, контрольно-измерительные приборы и снятие с эксплуатации.

К числу составляющих эксплуатационных затрат, которые нужно учитывать, относятся трудовые ресурсы, материалы и товары, услуги, энергия, техническое обслуживание, кондиционирование и захоронение отходов, налоги и страхование, а также гарантия качества.

Затраты на капиталовложения в хранилище отработавшего топлива в зависимости от его мощности



Одной из наиболее важных составляющих затрат на первоначальную разработку являются издержки, связанные с лицензированием и регулированием, которые могут влиять на эксплуатационные затраты, если в соответствии с решением регулирующих органов в последующем потребуется производить ежегодные выплаты.

Анализ издержек

После того как были определены и рассчитаны составляющие и категории издержек, необходимых для правильного экономического выбора, их нужно суммировать в удобной для пользователя форме с помощью экономического анализа. Временной ряд всех будущих затрат может быть эквивалентен характерной стоимости, известной как «чистая дисконтированная стоимость» (ЧДС), когда наиболее экономичным из всех существующих вариантов является вариант с наименьшей ЧДС.

ЧДС рассчитывается путем дисконтирования всех издержек к одной общей дате и применения адекватной ставки дисконта в отношении ряда годовых затрат (годовые движения денежной наличности).

Корреляция различных категорий издержек

При проведении анализа экономики хранения отработавшего топлива очень трудно делать выводы или коррелировать очень различные случаи, опи-

санные в исследованиях (МАГАТЭ проанализировало свыше 300 работ), а также существующие неопределенности. В приводимом в данной статье кратком анализе наиболее важные категории издержек сравниваются с наиболее существенной переменной величиной хранения отработавшего топлива — мощностью хранилища.

Затраты на капиталовложения. Общие затраты на различные капиталовложения дисконтировались к стоимостным значениям одного общего года (1988 г.), используя, по возможности одни и те же ставки дисконта, после чего они были нанесены на график в зависимости от мощности хранилища. Несмотря на большие неопределенности и расхождения в рассматриваемых случаях, все дисконтированные затраты на капиталовложения находятся в одной характерной области. (См. приведенный график.)

Эту область ограничивают две прямые линии. Верхняя граница соответствует металлическим контейнерам, а нижняя — бассейнам выдержки на реакторной площадке (РП) и сухим хранилищам. Несмотря на то, что обе линии не имеют никакого конкретного экономического значения, они могут ассоциироваться с максимально-минимальными затратами на капиталовложения в хранилище определенной мощности.

Эксплуатационные расходы. Как правило, с ними сталкиваются после завершения строительства и пуска в эксплуатацию установки. Платежи, осуществляемые до начала хранения топлива, в основном связаны с транспортировкой топлива с атомной электростанции в хранилище. Платежи, выплачиваемые во время хранения топлива, связаны