

Мировые запасы урана

М. В. Хансен*

С развитием физики деления ядер возникла целая новая отрасль промышленности с сопутствующими ей проблемами: спрос, ресурсы, предложение. На раннем этапе поисковые партии, испытывая на себе действие особых стимулов, открыли только в Северной Америке более 20 000 месторождений урана, и к 1959 году общее мировое производство урана на шахтах Южной Африки, Канады и США достигло 34 000 т.

Бурный рост этой промышленности привел к возникновению новых проблем. С прекращением закупок урана для военных целей не стало больше и правительственных контрактов на закупку. Для удовлетворения правительственных закупок были созданы огромные запасы урана и производственные мощности, которые потеряли рынок сбыта, в результате чего возникло перепроизводство урана, и в конце 1960-х годов его цена упала до менее 5 долл. США за фунт. Хотя прогнозы, которые были сделаны в конце 1960-х годов, укрепили уверенность в будущем ядерной энергетики, а, следовательно, и спросе на уран, цены оставались низкими до конца 1973 года — т.е. до тех пор, пока страны ОПЕК не объявили о значительном повышении цен на нефть. Приблизительно в это же время соответственно поднялись цены и на уголь.

Это немедленно привело к улучшению экономики ядерной энергетики, и в 1974 году цены на уран начали расти. Но при этом появились также и отрицательные эффекты. Стоимость производства урана так же, как и капитальные затраты, резко возросли, и капиталовложения в новые урановые предприятия стали уменьшаться, а величина капитальной составляющей увеличиваться. Однако спрос на уран продолжал расти и расширение масштабов изысканий привело к существенному увеличению запасов урана и производственных мощностей, чему также способствовало дальнейшее увеличение цен на уран, достигших в начале 1978 года уровня 115 долл. США за 1 кг (43 долл. США за фунт U_3O_8).

К середине 1979 года спрос на уран начал уменьшаться в результате деятельности групп, выступающих против использования атомной энергии, появления прогнозов снижения роста потребностей в электроэнергии, а также в результате аварии на о. Три Мили. Цены на уран при продаже с немедленной поставкой за наличный расчет и при заключении новых контрактов быстро упали до уровня, составляющего в настоящее время около 70 долл. США за 1 кг урана (27,50 долл. США за 1 фунт U_3O_8). Для того чтобы промышленность

оставалась рентабельной, себестоимость урана должна быть намного ниже этой цены, например, около 50 долл. США за 1 кг урана. Однако себестоимость стремительно растет, что приводит к резкому сокращению запасов урановой руды, особенно запасов с низкой себестоимостью в США. Это также существенно влияет на запасы бедной руды в Канаде, но при современных экономических условиях запасы богатой руды могут стать пригодными для промышленной разработки. В меньшей степени это отразилось на крупных запасах руды с относительно высоким содержанием урана в Австралии, где издержки на единицу продукции низки, и в Южной Африке, где уран добывается в качестве побочного продукта и на его производство больше влияет цена и объем добычи золота, чем цена урана. Практически во всех странах на эксплуатационные расходы шахт оказывает влияние низкий в настоящее время спрос и пониженные цены на уран. При существующем уровне цен открытие новых или повторное использование старых шахт, особенно в отдаленных районах, вероятно, является экономически нецелесообразным. В тех странах, где приходится закрывать производственные предприятия или резко сокращать объем производства, существует еще одна угроза. Если предприятие закрывается или объем производства сокращается на длительное время, то технические кадры уходят в другие области промышленности, а оборудование устаревает.

Любопытно, однако, что, несмотря на существующую рыночную ситуацию, мировое производство урана достигло новых рубежей в 1979 и 1980 годах — соответственно 38 000 и 41 000 т урана. В 1980 году в США производство урана достигло наибольшего за всю историю объема, равного 21 850 т U_3O_8 (16 800 т урана), хотя в течение года многие компании закрыли свои шахты и заводы или сократили объем производства. Закрытие шахт было частично компенсировано созданием новых производственных предприятий с непосредственной переработкой на месте, в то время как большинство обогатительных фабрик продолжало выполнять контракты, используя сырье, оставшееся после закрытия шахт. Также имело место заметное увеличение производства урана методом извлечения на месте залегания.

Известные запасы урана

Начиная с 1967 года МАГАТЭ совместно с Агентством по ядерной энергии Организации по экономическому сотрудничеству и развитию участвует в исследованиях, проводимых Рабочей группой по урановым ресурсам; целью этой группы является опубликование оценок состояния мировых запасов урана примерно через каждые два года. В прошлом объединенная рабочая группа сообщала

* Директор Отдела рудных запасов министерства энергетики США; бывший сотрудник Секции ядерных материалов и топливного цикла МАГАТЭ.

Таблица 1. Изыскания, производство, ресурсы и производственные мощности

Страна	Начало изысканий	Начало производства	Суммарное производство к 1980 году	Достаточно достоверные запасы, 80 долл./кг U (тыс. т)	Достаточно достоверные запасы, 130 долл./кг U (тыс. т)	Расчетные дополнительные запасы, 80 долл./кг U (тыс. т)	Расчетные дополнительные запасы, 130 долл./кг U (тыс. т)	Максимально достижимый объем производства	Дата достижения максимального объема производства	Качественный потенциал
Австралия	1947	1954	9 600	292 +	301	127 +	53	20 000	1990	очень высокий
Австрия	—	—	0	2	2	0	0			средний
Алжир	до 1961	—	0	28	28	0	6			средний/высокий
Аргентина	1968	—	750	23	28	4	9	700	1983	высокий
Боливия	конец 1960-х	—	0	0	0	0	< 1			средний
Ботсвана	конец 1960-х	—	0	0	0	0	0			средний/высокий
Бразилия	1952	1979	100	74	74	90	90	1 000	1983	высокий/очень высокий
Габон	1948	1969	9 700	36	35	0	0	1 500	1982	высокий
Германия, Федеративная Республика	1953	1975	200	4	5	7	8	200	1984	средний/высокий
Дания (Гренландия)	1955	—	0	0	27	0	16			средний
Египет	—	—	0	0	0	0	5			—
Заир	1920-е	1940-е	25 600	2	2	2	2			высокий
Индия	1953	—	30	30	30	1	24	200	1979	высокий
Испания	1952	1958	1 200	10	10	9	9	1 300	1985	высокий
Италия	1954	1981	0	0	1	0	2	< 100	1981	средний
Канада †	1942	1938	131 500	230	259	381	770	15 500	1990	очень высокий
Корейская Республика	—	—	0	0	4	0	0			низкий
Ладагаскар	1946	1955	4 000	0	0	0	2			средний
Мексика	1957	—	< 100	6	6	2	2	90	1979	средний/высокий
Намибия	1966	1977	9 400	113	122	30	53	5 000	1985	высокий
Нигер	1954	1967	13 000	157	157	53	53	12 000	1986	высокий
Португалия	1945	1945	2 200	7	8	3	3	300	1984	средний
Соединенное Королевство*	1945	—	< 100	0	0	0	7			средний
Соединенные Штаты Америки +	1945	1942	272 300	496	673	773	1 158	44 200	1990	очень высокий
Сомали	1955	—	0	0	7	0	3			средний
Турция	1956	—	0	2	4	0	0			средний
Филиппины	1953	—	0	< 1	< 1	0	0	< 100	1981	низкий
Финляндия	1959	1958	< 100	0	3	0	< 1			средний
Франция	1945	1949	29 600	38	54	26	46	4 500	1986	средний/высокий
Центральная Африканская Республика	1947	1982	0	18	18	0	0	1 000	1982	средний
Чили	1950	—	0	0	0	5	5			низкий
Швеция	середина 1950-х	—	200	0	301	0	3	400	1983	средний/высокий
Югославия	1965	—	0	5	7	5	20	400	1990	средний
Южная Африка	середина 1950-х	1952	88 000	242	386	54	139	10 700	1986	высокий
Япония	1954	1970	< 100	8	8	0	0	< 100	1979	низкий

Кроме случаев, указанных в сносках, данные по запасам заимствованы из сборника "Уровневые ресурсы, производство урана и спрос на него" (декабрь 1979); эти данные скорректированы по уровню производства в 1979 году и по состоянию на 1 января 1980 года.

* Суммарное производство начиная с 1845 года для изготовления красителей стекла и керамики и для добычи радия: 2000 т.

+ Источник: министерство энергетики США (данные по США заимствованы из доклада DOE/GJO-100 (80), январь 1980).

† Данные по производству урана в Канаде указаны в соответствии с оценкой спроса и предложения на 1979 год при ценах на уран: 130 и 200 долл. США за 1 кг.

только о достаточно достоверных и расчетных дополнительных запасах урана, но в более позднем докладе, опубликованном в декабре 1979 года, впервые содержатся некоторые данные о возможной величине теоретических запасов и их расположений. В настоящее время завершается работа по подготовке нового доклада, который будет опубликован в конце 1981 года.

В табл. 1 в числе прочих приводятся данные по достаточно достоверным и расчетным дополнительным запасам. На 1 января 1980 года была получена новая информация из Австралии, Канады и США. В данные по Франции, однако, включены 34 000 т урана, недавно обнаруженных в Бордо. Фактическое или прогнозируемое производство урана в 1979 году соответственно вычиталось из цифр, приведенных по состоянию на декабрь 1979 года. Данные об урановых ресурсах на 1981 год пока еще отсутствуют,

поэтому в этой статье были использованы данные по состоянию на 1 января 1980 года.

Теоретические запасы по континентам приведены в табл. 2. При первом опубликовании этих данных подчеркивалось, что эти оценки в значительной степени субъективны, что указанные оценки теоретических запасов ни в коем случае нельзя использовать при разработке ядерноэнергетических программ. Даже в том случае, если теоретические запасы существуют, нет никакой гарантии, что они будут обнаружены или что в случае обнаружения их можно будет разрабатывать. Вероятно, большая часть этих запасов может остаться необнаруженной и их разработка не будет начата в течение первой четверти XXI века. По этим причинам в докладе МАГАТЭ/АЯЭ отмечается, что эти данные следует использовать в качестве ориентировочных при определении приоритетов будущих изысканий и проведении дальнейших оценок.

Таблица 2. Теоретические запасы по континентам

Континент	Число стран	Теоретические запасы (млн. т U)
Австралия и Океания	18	2,0-3,0
Азия и Дальний Восток ¹	41	0,2-1,0
Африка	51	1,3-4,0
Западная Европа	22	0,3-1,3
Северная Америка	3	2,1-3,6
Южная и Центральная Америка	41	0,7-1,9
Всего	176	6,6-14,8 ²
Восточная Европа, СССР, Китай	9	3,3-7,3

¹ Исключая Китай и восточную часть СССР.

² Незначительная часть ресурсов, представленных в категории теоретических запасов, была, по-видимому, развезена в период с 1977 по 1979 год, однако это существенно не влияет на оценки, приведенные в таблице.

Другие запасы

Помимо запасов, которые оцениваются по цене производства до 130 долл. США за 1 кг урана, существуют дополнительные запасы, обычно худшие по качеству и более дорогостоящие. Некоторые из них представляют собой дополнение к обычным месторождениям, включенным в категорию запасов по цене 130 долл. США за 1 кг урана, однако имеются и другие запасы урана, стоимость производства которого вследствие большой глубины залегания или отдаленности месторождений может быть более 130 долл. США за 1 кг урана. Также известно, что некоторые районы богаты урановой рудой с низким содержанием урана. В целом извлечение урана из таких месторождений представляется настолько сложным с технической точки зрения, что эти запасы нельзя рассматривать в качестве ресурсов, однако отдельные типы руд пригодны для извлечения из них урана с помощью более дешевых методов крупномасштабного извлечения, и некоторые из этих месторождений разрабатываются с целью добычи других минералов, и в этом случае уран можно

Таблица 3. Содержание урана в морских отложениях фосфоритов

Район	Млн. т U
Африка	8,5
США	3,0
Ближний Восток и Азия	1,6
Австралия	0,8
Латинская Америка	0,8
Тихоокеанские острова	0,015
Всего (округленно)	15,0

получать при разумных затратах в качестве сопутствующего или побочного продукта.

Хвосты. Около 47 000 т урана, содержащегося в хвостах золотых рудников в Южной Африке, включены в оценки достаточно достоверных и расчетных дополнительных запасов со стоимостью производства менее 130 долл. США за 1 кг урана. Остальные 28 000 т урана, содержащегося в хвостах, оцениваются как имеющие более высокую стоимость. В США уран извлекается из хвостов на нескольких отвальных площадках, но объемы такой добычи невелики.

Фосфориты. Почти все морские фосфориты, используемые в настоящее время для производства удобрений, содержат уран. Содержание урана в них составляет от 0,001% до 0,07%, что в среднем дает величину порядка 0,01%. Мировые запасы фосфоритов оцениваются в 75 000-130 000 млн. т, причем 80% этих запасов сосредоточено в трех странах: Марокко, США и СССР. Урановые ресурсы, содержащиеся в фосфоритах, могут составить около 10 млн. т, причем практически во всех случаях концентрация урана весьма мала. Целесообразным представляется извлечение урана лишь в качестве побочного продукта при производстве фосфорной кислоты.

В табл. 3 приводится распределение запасов урана, содержащегося в морских отложениях фосфоритов, по различным странам, районам и континентам.

В США в настоящее время работают 7 заводов по извлечению урана из фосфорной кислоты, производимой из фосфоритов во Флориде и Луизиане. Две установки по извлечению урана планируется построить во Франции, и одна эксплуатируется в западном районе Канады. Производственные мощности заводов США составляют от 75 до 500 т урана в год. Исследования по разработке методов извлечения урана из фосфорной кислоты также проводятся в Египте, Израиле, Иордании и Японии.

Выщелачивание из медных руд. Месторождения порфириновых медных руд содержат уран, который может быть извлечен в небольших количествах из растворов при выщелачивании медной руды. К концу 2000 года таким методом может быть извлечено несколько десятков тысяч тонн урана. Одна промышленная установка действует на медной шахте в Бингем-Каньон, шт. Юта, США, и вторая недавно введена в эксплуатацию в Туин-Бьютс, шт. Аризона. Рассматривается вопрос о сооружении установок в американских штатах Монтана и Невада и в Чили. В Южной Африке уран извлекается из медных и других сопутствующих минералов, добываемых на карбонатитном месторождении в Фалаборве.

Морские черные сланцы. Многие морские черные сланцы, в состав которых входит большое количество органического вещества, содержат от 0,001 до 0,008% урана. Иногда, как, например, на юге Швеции, содержание урана превышает 0,02%, и эти шведские сланцы включены в категорию достаточно достоверных запасов со стоимостью урана от 80 до 130 долл. США за 1 кг. Морские сланцы, встречающиеся на больших площадях в США, характеризуются намного более низким содержанием урана. Сланцы, залегаю-

Таблица 5. Достижимые объемы производства урана (в тоннах)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Австралия	600	600	2 300	3 800	5 000	6 500	12 000	13 600*	15 200*	16 800*	18 400*	20 000
Аргентина	135	200	280	380	680	680	680	680	680	680	680	680
Бразилия ¹	103	510	510	810	970	970	970	970	970	970*	970*	970*
Габон	1 000	1 000	1 000	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Германии, Федеративная Республика	100	100	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
Индия ²	200	200	200	200*	200*	200*	200*	200*	200*	200*	200*	200*
Испания	339	678	678	678	678	678	1 272	1 272	1 272	1 272	1 272	1 272
Италия	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Канада	6 900	7 200	9 000	9 900	11 000	13 500	14 400	14 500	14 500	14 700	15 400	15 500
Мексика ²	90	170	550	550*	550*	550*	550*	550*	550*	550*	550*	550*
Намибия	3 700	4 100	4 400	4 550	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Нигер	3 350	4 300	4 500	4 500	5 800	8 000	10 500	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Португалия	85	95	100	100	100	270	270	270	270	270	270	270
США	19 000	20 900	24 300	27 100	30 900	33 600	34 100	35 000	38 400	40 800	42 600	44 200
Филиппины ²	38	38	76	76	76	38	0	0	0	0	0	0
Франция	2 950	3 450	3 650	3 870	4 020	4 020	4 020	4 520	4 520	4 520	4 520	4 520
Центральная Африканская Республика	0	0	0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Швеция	0	0	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400
Югославия	0	0	120	120	120	180	180	180*	245*	310*	375*	440
Южная Африка	5 240	6 500	7 300	8 600	9 900	10 400	10 600	10 700	10 700	10 600	10 600	10 400
Япония	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Всего (округленно)	43 900	50 100	59 300	68 000	78 200	87 800	98 000	102 700	107 800	111 900	116 100	119 300

¹ Запланированный объем производства.

² Источник: доклад "Урановые ресурсы, производство урана и спрос на него" (декабрь 1977).

* Оценка Рабочей группы АЯЭ/МАГАТЭ по урановым ресурсам.

что спрос на их продукцию будет сохраняться. Для производства урана требуются огромные капиталовложения, и добывающие предприятия будут вынуждены заключать контракты на продажу, обеспечивающие получение достаточной прибыли с тем, чтобы оправдать затраты на разработку рудного тела.

В дополнение к физическим и экономическим ограничениям, указанным выше, прямо или косвенно препятствовать разработке ресурсов, или ограничивать доступность продукции, может политика, проводимая правительствами как производителей, так и покупателей: политика в области экспорта и импорта; национальная энергетическая политика; лицензирование в области охраны окружающей среды и требования к безопасности. Например, принятые в Канаде основные принципы сохранения достаточных запасов урана для внутреннего потребления могут накладывать ограничения на продажу урановой продукции на экспорт. Политика в области импорта и другие внутренние политические мотивы в государствах-потребителях в прошлом ограничивали доступ к рынкам. Во многих странах

решение важных социальных проблем и вопросов, связанных с охраной окружающей среды, привело к задержкам в разработках ресурсов или уменьшению спроса, определяющего уровень развития этих разработок. Кроме того, меры, направленные на обеспечение режима нераспространения, являются важным элементом всех аспектов торговли ядерными материалами. Политическая обстановка может претерпевать резкие и быстрые изменения, которые способны оказывать значительное влияние на доступность продукции.

Все эти факторы имеют непосредственное отношение к оценкам производства урана и мирового спроса на него. Однако при сравнении прогнозируемых уровней спроса и предложения возможные политические проблемы не рассматриваются, и развитие мощностей по производству урана определяется главным образом на основе известных ресурсов, имеющих низкую стоимость.

Оценки прогнозируемых достижимых объемов производства урана по странам мира представлены

Таблица 4. Запасы лигнитов с низким содержанием урана в западных штатах США

Район	Лигниты, т	Содержание урана %	тU
Южная Дакота	43 000 000	0,007	2 900
Южная Дакота	45 000 000	0,004	1 900
Северная Дакота	25 000 000	0,011	2 700
Монтана	15 000 000	0,004	750
Вайоминг	640 000 000	0,0025	16 000
Всего			24 250

щие в районе Чаттануги, представляют большой интерес, и в отдаленной перспективе их можно рассматривать как потенциальный, однако весьма дорогостоящий источник урана.

Угли и лигниты. Большинство углей содержит менее 0,001% урана, однако отдельные низкосортные и нечистые угли могут содержать до 1% урана. Некоторые лигниты, залегающие в районах Северной и Южной Дакоты и в штате Монтана, содержат около 0,4% урана и в течение непродолжительного времени разрабатывались с целью добычи урана.

Хотя условия нынешнего рынка не стимулируют разработку лигнитов в США, общее количество содержащегося в них урана довольно значительно (см. табл. 4).

При сжигании урансодержащих лигнитов большая часть урана остается в золе, и, следовательно, представляется возможным получение урана в виде побочного продукта добычи лигнитов, используемых в качестве топлива; однако большинство лигнитов имеют низкую теплотворную способность и не пригодны для использования в качестве топлива.

Согласно оценкам, в восточной части долины реки Эбро в Испании суммарные запасы урана составляют около 111 000 т, однако технико-экономические исследования показали, что стоимость добычи урана будет значительно выше 130 долл. США за 1 кг. Месторождения урансодержащих углей на севере Трансваали в Южной Африке также рассматриваются в качестве потенциально пригодных к разработке.

Монацит. В монаците, который добывается для получения тория и редкоземельных элементов, уран содержится в незначительных количествах. В Индии урановые ресурсы этого источника оцениваются на уровне 7700 т по категории достаточно достоверных запасов и на уровне 5000 т по категории расчетных дополнительных запасов со стоимостью свыше 130 долл. США за 1 кг урана. Менее важные месторождения монацитов имеются в Бразилии, Египте, Корейской Республике, на Шри-Ланке и в США.

Магматические породы. Хотя многие магматические породы содержат уран в количествах, соответствующих содержанию в корке ($2-4 \text{ млн.}^{-1}$), в некоторых формациях его содержание значительно выше, и эти формации рассматривают в качестве возможных

источников урана. Некоторые интрузивные тела, карбонатиты и щелочные интрузивы имеют такую высокую степень содержания урана, что становится возможной добыча при стоимости менее 130 долл. США за 1 кг урана: например, карбонатиты в Южной Африке и интрузивы в Гренландии, при разработке которых стоимость извлеченного урана может составить 80-130 долл. США за 1 кг.

Однако наибольшее количество урана содержится в обширных зонах залегания гранита с низким содержанием урана, как, например, в конвейском граните в США. Огромный объем горных работ, необходимых для извлечения существенных количеств урана из этого источника, можно сравнить с наиболее крупномасштабной из известных сегодня открытых разработок полезных ископаемых, и, несомненно, осуществление этих работ может оказать настолько сильное воздействие на окружающую среду, что реализация крупномасштабной добычи урана из таких источников представляется сомнительной.

Морская вода. Запасы урана в водах Мирового океана оцениваются на уровне 4000 млн. т. Последние расчеты показывают, что стоимость извлечения урана из морской воды может составить от 5000 до 7000 долл. США за 1 кг. Этот метод добычи требует переработки огромных количеств воды (354 000 т воды для получения 1 кг урана); поэтому его реализация может быть связана с необходимостью решения большого числа технических проблем.

Другие ресурсы. Некоторые источники урана не исследовались в полной мере из-за наличия очевидных препятствий, которые затрудняют реализацию его извлечения. К таким источникам относится органический ил в Черном море, в котором может содержаться значительное количество урана, однако для его извлечения потребовалась бы добыча и переработка огромных количеств осадочного материала. Возникающие при этом технические проблемы и проблемы, связанные с охраной окружающей среды, не представляется возможным решить в обозримом будущем.

Производственные мощности

На основании оценок мировых запасов урана, содержащихся в различных источниках, очень трудно судить о темпах развития производства урана для удовлетворения потребностей. Одним из ограничивающих факторов может быть физическая природа рудного тела. Урановые ресурсы находятся в месторождениях различных типов, каждое из которых имеет свои характеристики; годовой уровень добычи урана будет зависеть от физических и экономических ограничений, присущих каждому рудному месторождению. Намного легче и выгоднее будет разрабатывать открытым путем приповерхностные месторождения с высоким содержанием урана, чем подземные месторождения, располагающиеся на большой глубине.

Источник не может разрабатываться, если у добывающих предприятий нет уверенности в том,

в табл.5. Следует особо остановиться на условиях, необходимых для достижения к 1990 году производства урана в объеме 110 000 т. Очевидно, что развитие ядерной энергетики должно стать более предсказуемым для того, чтобы обеспечивать стимулирование и наличие времени, требующегося для освоения производства, при вводе необходимых мощностей по добыче и переработке сырья. Свидетельства продолжающегося роста ядерной индустрии стимулировали бы изыскательные работы, проведение которых необходимо для увеличения ресурсов в целях поддержания объемов производства на соответствующем уровне, а также укрепления уверенности, необходимой для обеспечения финансирования отрасли.

Будущие перспективы

Увеличение* известных запасов урана со времени первого сообщения о них в 1965 году отражает рост потребностей в уране для АЭС. Несмотря на то, что рост цен на уран отчасти влияет на его наличие, некоторая уверенность в будущем спросе в конечном счете стимулирует усилия по разведке новых месторождений. В настоящее время спрос на уран невысок и также невелики цены на уран — они приблизительно составляют 27,50 долл. США за фунт U_3O_8 (70 долл. США за 1 кг). Себестоимость сейчас приблизительно соответствует цене при продаже за наличные; однако значительная часть продукции поставляется в соответствии с соответствующими контрактами по цене, которая существенно выше цены при продаже за наличные, поэтому добывающие предприятия имеют возможность поддерживать

уровень производства. Новые контракты, заключенные с учетом нынешнего уровня цен, по-видимому, могут оказаться экономически невыгодными, если для их выполнения не будут использоваться месторождения с высоким содержанием урана.

Весьма вероятно, что лишь 20% или меньшая доля запасов урана со стоимостью производства 30 долл. США за 1 фунт U_3O_8 (80 долл. США за 1 кг), о которых сообщается в данной статье, может разрабатываться с получением экономической выгоды при существующих рыночных ценах, и эта величина может составить даже 10%. Если производители урана будут вынуждены выполнять контракты при себестоимости продукции, которая будет заставлять их разрабатывать месторождения с высоким содержанием урана, будет потеряна еще более значительная часть известных запасов, так как их разработка станет экономически нецелесообразной при любых разумных рыночных ценах.

Было бы нереалистично заканчивать данную статью в подобном пессимистическом тоне. Даже в том случае, если заказов на строительство АЭС не будет совсем, производство урана будет увеличиваться, так как это необходимо для удовлетворения потребностей в уране строящихся АЭС и для перегрузки топлива на эксплуатируемых АЭС. Хотя у экспертов и заинтересованных лиц нет единого мнения относительно того, когда произойдет резкое изменение в спросе на уран, они единодушны в том, что подготовка к такому повороту событий должна осуществляться сейчас и что существующие рыночные цены не обеспечивают соответствующей заинтересованности производителей в этой подготовке.

* Когда в конце этого года будет опубликован совместный доклад МАГАТЭ/АЯЭ по урановым ресурсам, в нем, по-видимому, будут приведены данные, свидетельствующие об увеличении мировых запасов урана по сравнению с данными, использованными в настоящей статье и в докладе, опубликованном в декабре 1979 года, так как за период после написания статьи появятся новые данные.