

щей в токе камеры. При этом реализация методики сводится лишь к предложенной здесь процедуре обработки экспериментальных данных и не требует дополнительных технических затрат, если обеспечен вывод данных реактиметра на ПЭВМ. Собственная же погрешность метода, связанная с возможным дрейфом I_{ϕ} во времени в условиях, характерных для этих измерений, пренебрежимо мала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Могильнер А.И., Фокин Г.Н., Чайка Ю.В. и др. Применение малых ЭВМ для измерения реактивности. — Атомная энергия, 1974, т. 36, вып. 5, с. 358—362.
2. Воронин А.А., Гагаринский А.Ю., Жуков О.Е. и др. О возможности измерения больших отрицательных реактивностей с помощью аналогового реактиметра. — В сб.: Эксперимент в физике реакторов. М., ЦНИИАтоминформ, 1983, с. 66—69.
3. Lehto K., Cohn C. A review of reactivity meters for operational fast breeder reactors. — Reactor Technol., 1972, v. 14, № 4, p. 345—353.
4. Бондаренко В.В., Дубовский Б.Г., Багдасаров Р.Э. и др. Измерение подкритичности энергонапряженных реакторов аналоговыми реактиметрами. — Атомная энергия, 1978, т. 45, вып. 5, с. 375—377.

Поступила в Редакцию 8.12.93

УДК 546.791.338

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ПРИРОДНОМ УРАНЕ

Никипелов Б.В. (Минатом России)

Ликвидация монополии государства и либерализация условий внешней торговли в России и СНГ увеличили предложение товаров этих стран на мировом рынке. Избыточность предложений на мировом рынке была по многим товарам и раньше, но выход на рынок товаров СНГ еще более ее увеличил.

Конкурентоспособность таких материалов, товаров, в меньшей степени машин с показателями качества, отвечающими мировым стандартам (алюминий, другие цветные и редкие металлы, в том числе уран, черные металлы, удобрения, вооружения и т.д.), и низкой себестоимостью на Западе велика. Это в некоторых случаях усугубило наблюдавшееся и прежде падение цен и приводило к противодействующим мерам зарубежных фирм, в том числе через правительства. Последние проводили протекционистские меры против новых участников рынка, а не против необоснованного снижения цен, что нелогично и непоследовательно.

Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы на примере рынка урана показать, что причина сложившегося положения — не только вина предприятий и фирм СНГ, но и следствие устранения правительств от регулирования рыночных отношений для таких стратегических товаров и что необходимы меры регулирования через ограничения производства и цен на базе многосторонних межгосударственных соглашений, общих стратегических концепций того или иного направления производства. Цель статьи — не прогноз развития уранового рынка, производства и потребностей, а вариант цели, стратегии в топливном ядерном цикле большинства ядерных стран в период 1994—2020 гг. с минимизацией добычи урана и наибольшим ресурсосбережением и, главное, реализацией запасов оружейного урана, а затем и плутония.

Производство, запасы, рынок урана и перспективы. Приведем некоторые данные о производстве, потреблении и рынке природного урана в мире. Спрос, предложения и прогноз до 2000 г. одной из ведущих фирм уранового бизнеса Западной Европы показаны на рис. 1 [1].

Состояние уранового производства, потребностей и рынка урана тщательно оценивается журналом «Nuexco review». В его последних номерах за 1993 г. опубликованы

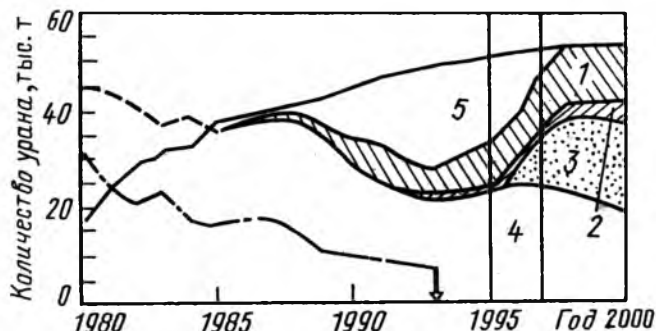


Рис. 1. Баланс спроса и предложения стран Запады: 1 — импорт СНГ, КНР; 2 — регенерат; 3 — новое производство; 4 — скачок цен; 5 — сокращение избытка складских запасов; - - - — текущее производство; — — — — потребности; — — — — оптовая цена

ураном России в США. Тем не менее в 1993 г. в печати вновь появились статьи, обвиняющие Россию во всех бедах уранового рынка. Ситуация в 1993 г. и перспективы на 1994 г. скорее благополучны, — отмечает Международный урановый институт (Лондон). Предложение обеспечивает едва лишь 66% спроса. Дефицит, составляющий 22—25 тыс.т, восполняется за счет поступления урана из запасов. Хотя производство урана в СНГ падает, в запасах хранится от 50 до 400 тыс.т, что может полностью удовлетворить мировой спрос в течение 1—10 лет, отмечается в статье [2]. На московской встрече-семинаре «Ядерная безопасность в бывшем Советском Союзе» в январе 1993 г., в котором приняли участие представители Европейского энергетического фонда, Европарламента, Комиссии ЕС, Минатома России и РНЦ «Курчатовский ин-т», было заявлено, что в обмен на экспертные исследования безопасности АЭС России и оснащение их аварийными системами Европейское сообщество рассчитывает на сокращение Россией экспорта урана на европейский рынок [3].

Для объективной оценки и выводов из причин нынешнего состояния рынка урана приведем данные, выполненные нами в 1993 г. [4]. Из анализа рис. 3 следует, что после стабильного и низкого уровня до 1973 г. в 1974—1976 гг. цены начали резко повышаться и возросли примерно в 2,5 раза. Это увеличение было вызвано в свою очередь уменьшением прироста складских запасов в 1970—1974 гг. (хотя некоторые склонны объяснять его нефтяным кризисом).

С повышением цен на уран немедленно с 1974 г. начался прирост производства урана, естественно, более медленный, чем рост цен. Вследствие значительного увеличения складских запасов цены на краткосрочном рынке после небольшого периода стабильности в 1978—1979 гг. с 1980 г. начали резко падать. Последовавшее за этим резкое снижение прироста складских запасов хотя и снизило падение цен, но не прекратило. И все это происходило на мировом рынке без присутствия природного урана СНГ.

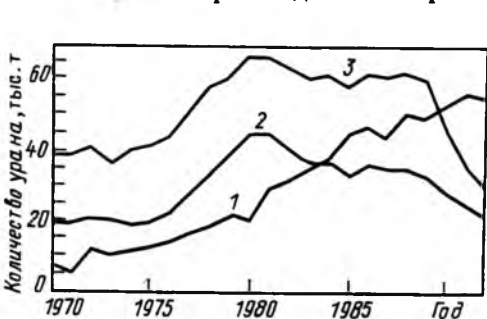


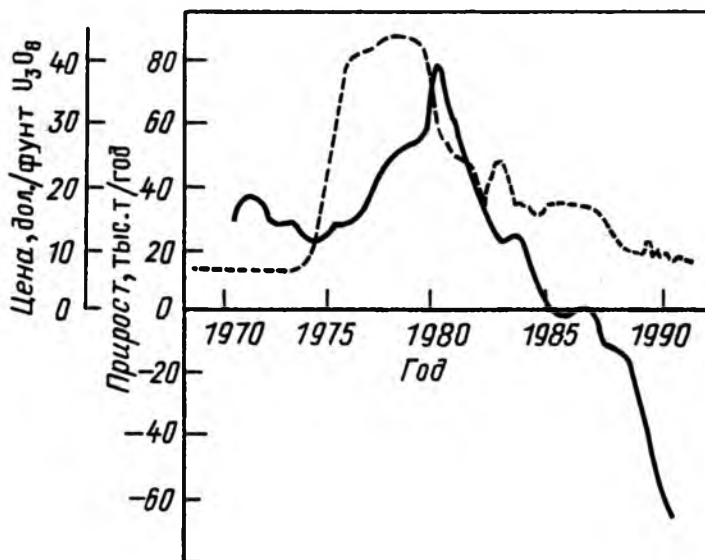
Рис. 2. Производство и потребности урана в мире: 1 — годовые потребности; 2 — годовое производство; 3 — годовая потребность

данные о производстве и потреблении урана с учетом стран восточного блока, включающего в себя Болгарию, Китай, Чехию, бывшую ГДР, Венгрию, Казахстан, Кыргызстан, Польшу, Румынию, Россию, Таджикистан, Украину и Узбекистан. При отсутствии данных использованы оценки журнала (рис. 2). В 1992 г. в США после антидемпингового расследования были введены таможенные санкции против ввоза урана из СНГ, в первую очередь из России, что фактически прекратило торговлю

Использование, хотя и в малом количестве, складских запасов началось на Западе с 1986 г., но сейчас продолжается все в большей степени. И выход на мировой рынок в 1989 г. СССР явился естественным желанием также уменьшить свои складские запасы и избыточные производственные мощности.

Выводы из анализа рис. 1—3, характеризующие спрос и предложение на мировом рынке урана, следующие:

снижение объема производства, падение цен на краткосрочном рынке объясня-



Р и с. 3. Изменение цен на уран на краткосрочном рынке (---) и прирост складских помещений (—) (без России и СНГ)

ется большим перепроизводством урана в мире, в первую очередь на Западе, а затем и в странах восточного блока;

надежды на увеличение производства природного урана от нынешнего уровня ни с 1995 г., ни с 1997 г. беспочвенны, как и надежды на рыночный скачок цен, увеличение цен на уран возможно лишь при условии международных договоренностей. Ведь надежды на новое производство и ожидаемый скачок цен исходят из ожидания резкого снижения и прекращения с 1995 г. поступления урана из складских запасов Запады. Но почему не учитывать складские запасы СНГ, а также рынок обогащенного урана из демонтируемого ядерного оружия как России, так и США?

однако главным является ответ на вопрос: почему увеличение объема добываемого урана — это благо, стратегически правильная линия. Это выгодно для фирм, добывающих уран, но выгодно ли это в целом для ядерного топливного цикла, ядерной энергетики, всего общества? Ответ на вопрос не будет отражением официальной позиции каких-либо ведомств, он будет позицией одного из экспертов, а также некоторых специалистов ядерного топливного цикла.

Если автору настоящей статьи очевидно, что нет необходимости развивать новое производство добычи урана в 1995—2000 гг., то основным является определение стратегии на период до 2015—2020 гг. При анализе желательно экологии придавать большее значение, чем экономическим и техническим вопросам, но и недооценивать последние нельзя. Преимущество атомной энергии с точки зрения экологии в том и состоит, что на единицу выделяемой энергии тратится во много раз меньше топлива (урана) и сопутствующего топливу сырья, чем при традиционном использовании угля, нефти и газа. Значит, меньше травмируются недра, меньше отвалов и пустой породы перерабатывается, меньше иловых полей, выбросов и т.д. По данным Международного уранового института в настоящее время реактор большой мощности потребляет в год 150 т природного урана, что эквивалентно 2 млн т угля или 10 млн баррелей нефти [5], т.е. по сравнению с углем в 6,5 тыс. раз меньше по массе. По некоторым расчетам повышение глубины выгорания до 60 МВт·сут/кг это соотношение увеличивается: 1 т урана эквивалентна 18 тыс. т усл. топлива.

Прогноз развития ядерной энергетики до 2010 г., выполненный МАГАТЭ [6], оценивает минимальный рост суммарной мощности АЭС по сравнению с 1990 г. в 1,4 раза, максимальный — в 1,8 раза. Если при этом не будет изменяться степень

использования топлива, то возрастет и потребность в природном уране. (По-видимому, исходя из этого и прогнозируется рост расхода урана, показанный на рис. 1.) Но многие фирмы (например, FdF, Франция) планируют внедрение топлива с большой глубиной выгорания уже с 1995 г. Расчетами отечественных специалистов показано, что при повышении глубины выгорания топлива ВВЭР-1000 с 30 до 60 МВт·сут/кг потребность в уране снижается в 1,87 раза.

В работе [7] указывается, что при повышении в будущем коэффициента конверсии до 0,7—0,8 в случае, например, тесных решеток потребление природного урана может снизиться примерно вдвое. Поэтому внедрением таких разработок можно скомпенсировать рост суммарной мощности АЭС не только к 2010 г., но и 2005—2015 гг., а может, и ранее, снизив общий расход природного урана от уровня 2000 г. на 5—30%. Поэтому для расчетов природного урана в 2000—2020 гг. можно принять уровень его годового потребления не выше 50—55 тыс.т. Для определения добычи следует оценить суммарный объем складских запасов урана в мире как материалов топливного цикла (металлического урана, U_3O_8 , гексафторида урана), т.е. собственно складских запасов, так и высокообогащенного урана, который уже появляется на складах в результате демонтажа ядерных боеприпасов США и СНГ.

Что касается собственно складских запасов Запада без материалов от демонтажа ядерного оружия, то здесь картина ясна и некоторая разница в оценке не влияет на перспективы. Так, эксперт фирмы «Nucem» на 1987 г. (начало использования запасов) оценивал складированные запасы в странах Запада примерно 135 тыс. т в пересчете на природный уран [8], исходя из чего после расходования некоторой части на начало 1992 г. они составили 104 т. Согласно данным [9] на начало 1992 г. переходящие складские запасы составляли 113 тыс.т. Суммарные запасы, оцененные по рис. 1, составляют 120—125 тыс.т, разница в производстве и потреблении по данным журнала «Nuexco» к началу 1992 г. равна 160 тыс.т, но она включает и необходимые технологические запасы. Поэтому можно считать эту величину равной 105—125 тыс.т. Сложнее с запасами СНГ. По оценке экспертов Верховного Совета в начале 1993 г. [10] они составляли 100—200 тыс.т в пересчете на природный уран.

Авторы статьи [11] утверждают, что в американском арсенале находится около 500 т высокообогащенного урана. Аналогичная величина в арсенале СНГ до сих пор не столь определена и может составить от 500 до 1100 т (т.е. суммарно от 1000 до 1600 т). В некоторых публикациях приводились следующие данные: «в СНГ около 1400 т ВОУ» [12], «500 т в соглашении МАЭ России и Департамента энергии США — это около одной трети наших запасов» [13]. В уже цитированной работе [10] указывалось, что запасы высокообогащенного урана России составляют 600 т.

Оценим общие складские запасы с другой стороны — по общей разнице между производством в мире урана и его потреблением на АЭС. Эта разница в 1970—1992 гг. по данным рис. 2 составляет около 485 тыс.т природного урана. Ретроспективная экстраполяция кривых производства и потребления на период 1945—1970 гг. дает ориентировочно 350—400 тыс.т избыточного урана, потребленного на изготовление оружия. В этом случае общие запасы составили бы к 1993 г. 835—885 тыс.т. Эту последнюю часть избытка (до 1970 г.) можно оценить и по-другому. Есть данные, что с 1938 по 1970 гг. на Западе было добыто примерно 330 тыс.т урана. Учитывая, что к 1970—1980 гг. уже был паритет по ядерному оружию между СССР и США и что годовой объем добычи в странах Восточной Европы по данным [14] в 1970 г. был равен общей добыче на Западе, можно предположить: добыча до 1970 г. в Восточной Европе составляла не менее половины. Тогда избыток добычи, использованный для складских запасов и ядерного оружия, составил бы ориентировочно 425 тыс.т. В этом случае количество эквивалента природному урану на складах и в оружии в мире к 1993 г. составило бы $485 + 425 = 910$ тыс.т. Если на складах в виде материалов хранится около 205—225 тыс.т, то в виде оружейных материалов

$(835-910) - (205-225) = (630-660)$ тыс.т в пересчете на природный уран. При этом нужно учесть, что в процессе производства плутония было израсходовано около 250 т ^{235}U , или на получение плутония было затрачено природного урана около 60 тыс.т (речь идет о полном выгорании ^{235}U в этом эквиваленте природного урана, а не общей сумме используемого в процессе производства плутония урана). Кроме получения плутония, значительное количество обогащенного урана в мире было израсходовано для военных транспортных средств, в первую очередь для топлива реакторов атомных подводных лодок. Приблизительно можно считать, что для этой цели использовано в мире за тридцать лет около 300 т высокообогащенного урана, что эквивалентно 60 тыс.т природного. Меньшее, но близкое количество урана было израсходовано для исследовательских реакторов. Остается значительная цифра запасов в военном секторе: в пересчете на природный уран 480—510 тыс.т. Как видим, эти цифры больше максимально оцениваемой другими авторами. Поэтому для расчетов будущего рынка возьмем среднее значение для СНГ 1000 т, США — 500 т, т.е. 1500 т, что эквивалентно 330 тыс.т природного урана. Тогда суммарные складские запасы достигнут 525—555 тыс.т и при расходе урана эквивалентно производству непосредственно из него 100 т высокообогащенного урана). (Меньшая потеря услуг обогащения происходит при разбавлении 90%-ного по ^{235}U до 4,4% не природным, а 1,5%-ным ураном по ^{235}U . При реализации такого способа производства 1500 т будут эквивалентны уже 440 тыс.т, суммарные запасы — 615—630 тыс.т, т.е. на 25 лет по 25 тыс.т в год, 30 лет — 21 тыс.т.) Не учитывая последнего как резерва при уровне потребностей 55 тыс.т в год 22 тыс.т составили бы 40% предложения на урановом рынке. Может быть, придется и увеличить срок реализации военных материалов, но не далее, чем до 2030 г.

При этом необходимо заметить, что реализации высокообогащенного урана на АЭС мира нужны и содействие и поддержка со стороны всех участников рынка. Требуется выделение значительной квоты для таких материалов на рынке до 40% его потребностей. Использование в первую очередь складских запасов и материалов от разоружения отвечает и политике ресурсосбережения, и экономическим, и экологическим требованиям. И совершенно очевидно, что такое количество природного урана (30—40% потребности рынка) не нужно добывать в период 1998—2020 гг.

Подписание контракта между фирмами России и США на реализацию урана обогащением 4,4%, полученного из 500 т высокообогащенного урана СНГ, по 10 т в течение первых пяти лет с 1994 г. и по 30 т в последующие 15 лет и возможность постепенной реализации складских запасов России и СНГ полностью ликвидируют необходимость организации нового производства в 1996—2000 гг. и будут препятствовать добыче природного урана и в последующий период.

И последний вывод из рассмотрения баланса урана. С привлечением на рынок даже в минимальном объеме производства по добыче урана в СНГ (15—20%) с планируемыми небольшими объемами регенерированного топлива (10%), с использованием складских запасов (40—50%) на долю добывающих предприятий остального мира остаются только 25—35%, или 15—20 тыс.т урана, т.е. равно текущему производству этих стран в 1993 г. или меньше. Поэтому необходимо обсуждать совместную политику сокращения новых производств как в СНГ, так и мире в 2000—2010 гг., а не развитие после 2000 г.

Негативные последствия снижения цены на уран и отсутствия регулирования рынка. В использовании урана мы еще далеки от возможной полноты ресурсосбережения. Совершенно очевидно, что в основном это объясняется военной предисторией урановой промышленности, когда был самым важным временной фактор, а не экологический и даже экономический. Ныне же все более очевидны и необходимость ресурсосбережения и возможные пути его осуществления, но этому противодействуют сложившиеся ранее по тем или иным причинам экономические факторы, и в первую

очередь цена на природный уран. Как ни парадоксально, но именно низкая цена на рынке не только не стимулирует, но и сдерживает, мешает многому в повышении степени использования урана.

Уже говорилось о необходимости повышения выгорания топлива в реакторах АЭС. В этом случае снижение цены на уран является антистимулом этого направления, но оно относительно мало, потому что при повышении выгорания топлива на АЭС снижается весь комплекс затрат предыдущего топливного цикла, не только природный уран, но и услуги по обогащению изотопов урана, изготовлению твэлов и их сборок и т.д. Но уже напрямую свою отрицательную роль играет низкая цена урана для производств, где он извлекается попутно, в качестве побочного продукта, как, например, в США в процессе производства фосфорной кислоты на двух заводах фирмы «Ай-Эм-Си Фертилайзер» [14, 15].

Комплексная переработка сырья с извлечением максимума, а лучше всех составных его компонентов — процессы будущего. И если цена готового продукта одного из его составляющих снижается настолько, что невыгодно становится его добывать, это уже не экологично.

Известно, что степень использования урана на стадии обогащения его ^{235}U малая. На большинстве обогатительных производств, определяющих рынок услуг по обогащению: УСЕК (США), заводе Евродиф (Франция), где действует устаревшая диффузионная технология, из природного урана с содержанием ^{235}U 0,711% извлекается лишь 60—75% (при отвалах 0,3—60% и крайне редко 0,25—75%). Даже на значительно более экономичном производстве фирмы «Urenko» содержание его в отвалах также близко к 0,25—0,3.

Однако с повышением цены на уран стало выгодно извлекать нужный для тепловых реакторов ^{235}U значительно более полно. На заводах России, где центробежное обогативание обеспечивает низкую себестоимость, уже сейчас есть возможность для экономии природного урана по цене менее 70 дол./кг извлекать ^{235}U до остаточного содержания в отвалах 0,06—0,1%, т.е. довести степень использования урана до 88—92%. Это снизило бы потребность в природном уране по крайней мере на 40—45%, при 0,06% в отвалах — и на 50%.

Высвобождающаяся избыточная мощность изотопно-разделительного производства в России увеличивает экономичность и вероятность более глубокого извлечения ^{235}U . Если задействовать все мощности российских заводов, дополнительно извлеченный уран на мировом рынке был бы эквивалентен 6—9 тыс.т природного урана в год, но цена этого технического урана была бы не менее 60 дол./кг.

Еще в большей мере это будет выгодно при создании в США лазерного изотопного разделительного производства, где процесс будет еще более экономичным. Кроме того, это реальный путь создания новых рабочих мест в США для компенсации потери таковых при сокращении добычи природного урана.

Может быть, выгоднее построить для переработки отвалов совместное производство: российско-американский завод с передовыми в мире российскими центрифугами и трудоустроить на нем рабочих, добывающих нерентабельный уран в США?

Как видим, таким путем можно снизить добычу урана, по крайней мере, на 40% независимо от объема рынка потребностей в обогащенном уране для АЭС и считать реальным этот путь начиная уже с 1995 г. с использованием российских мощностей при условии заключения выгодных долгосрочных контрактов, с 2000—2005 гг. — с применением американского лазерного производства.

Нужно помнить также, что с начала добычи урана в значительном количестве (с 1938 до 1993 г.) в мире было добыто около 1700—1800 тыс.т природного урана (из них более 1 млн т на Западе), большая часть его сейчас хранится в виде отвалов с содержанием ^{235}U 0,3%. Эти отвалы следует постепенно возвращать в переработку

для доизвлечения ^{235}U , это будет эквивалентно вовлечению в производство 500—600 тыс. т природного урана. Только за счет этого источника можно было бы в течение более 10 лет снабжать топливом все АЭС мира.

Наконец, целесообразно использование невыгоревшего урана при регенерации уже отработавшего топлива, осуществление замкнутого топливного цикла. По некоторым данным вторичное использование материалов (урана и плутония) экономично при ценах на природный уран выше 9,5 дол./фунт U_3O_8 . Если бы цены на природный уран были бы выше, большее число стран осуществляло бы такую переработку и она могла бы обеспечить за счет регенерации около 20—25% рынка потребностей в уране, соответственно снизив и потребности в добыче.

Нужно помнить и о резерве в виде оружейного плутония, использование которого в топливном цикле в большей мере вероятно, но после 2005—2010 гг. Как видим из приведенных данных, и после 2010 г. не появляется необходимости в повышении добычи природного урана. Но совершенно очевидно, что большая степень использования урана, меньшая его добыча будут приводить к снижению отходов на всех стадиях топливного цикла, что позволит свести к минимуму вредное экологическое воздействие и потребует увеличения затрат на научные исследования. И на этом основании нужно поощрять и инициировать повышение цен на природный уран от уровня спотового рынка до уровня долгосрочных контрактов.

Необходимость международного государственного регулирования производства и рынка в ядерном топливном цикле. В отличие от некоторых даже официальных точек зрения автору настоящей статьи представляются обоснованными экономические основы, претензии к низким ценам в антидемпинговом процессе в США против СНГ, поставляющих природный уран. Но нелогично подписание договора (соглашения), ограничившего объем экспорта урана, а фактически его прекратившего. И совсем нелогичными являются обе цели этого мероприятия: защита производителей урана в США и закрытие рынка одной страны от других, выборочно взятых стран-поставщиков. Эти меры не достигли своей цели: не активизировали рынок (в середине 1993 г. уровень активности на краткосрочном рынке был значительно ниже того, который был отмечен в середине 1992 г. [16]), не повысили цены на спотовом рынке [17]. В то время как на американском рынке цена немного повысилась, за его пределами она упала. Пострадали не те, кто вызвал снижение цен реализацией складских запасов, а фирмы США и СНГ, до 1991 г. запасов не реализовавшие. Наконец, если свободный, не регулируемый государством краткосрочный рынок на такой стратегический товар, как уран, привел к недопустимому обвалу цены, что вредит не только интересам отдельных компаний, но и стратегическим перспективам развития производства, нужны не отдельные меры по защите одной страны, а многосторонние или межгосударственные соглашения, общегосударственные формы регулирования этого рынка. Можно надеяться, что будет заключен договор между Россией и Евратомом, как в свое время между Евратомом и США, Канадой и Австралией, со справедливыми квотами для поставок урана на европейский рынок, в том числе и с учетом складских запасов как военных, так и гражданских. Аналогичное антидемпинговое соглашение требуется и с США. Однако эти соглашения должны наметить оперативные и справедливые пути повышения цен на природный уран, в первую очередь ради улучшения экологии, во вторую — для стимулов ресурсосбережения. Нужно, чтобы в ценах нашло отражение и увеличение объема работ по реабилитации территорий рудников, в том числе и не только на поверхности земли, но и во всем ареале рудника. Нужно, чтобы не только на АЭС, но и на производителей урана, на цены этого урана падала часть затрат по переработке и локализации радиоактивных отходов.

Наконец, есть не только необходимость, но и обоснованность повышения цен. При общем снижении объема урана на единицу вырабатываемой электроэнергии должна непропорционально повышаться цена на уран (часть дохода должна быть оставлена

потребителю в качестве стимула). Пределы минимального уровня цены должны быть определены. По антидемпинговым соглашениям снятие части ограничений в торговле ураном между СНГ и США предполагается после повышения цены до 13 дол./фунт U_3O_8 (24 дол./кг U), а снятие всех ограничений — после 21 дол./фунт (т.е. 40 дол./кг U). Хотя неизвестно, исходя из чего устанавливались эти цены, но они как нижний уровень совпадают с таким уровнем для реализации целей, описанных в настоящей статье.

Известно, что применение смешанного уран-плутониевого топлива (замкнутый цикл) экономично по сравнению с урановым (открытый цикл) по данным различных авторов для разных регионов при цене природного урана от 9,5 дол./фунт U_3O_8 (18 дол./кг U) до 40–60 дол./кг U_3O_8 (20–30 дол./фунт U).

Известно также, что при лазерном методе разделения изотопов урана в США прогнозируется цена килограмма работы разделения на уровне до 40 дол. и 1 кг технического урана будет стоить 60–70 дол., т.е. будет конкурентоспособным при более высокой цене природного урана. Это и есть нижние уровни цены.

Важно, что должна быть оставлена и ценовая стимуляция повышения качества добывающих и производящих производств (но не увеличения объема производства). Нельзя не сказать о приоритетности при определении квот. Первое — приоритет самообеспечения, т.е. поставок сырья от предприятий-поставщиков той же страны, где находится и потребитель, хотя бы на 20–25% суммы потребностей. Второе — приоритет реализации материалов от ядерных боеприпасов, так как нужно при наличии контроля и охраны этих запасов стремиться к максимально надежному методу недопущения их военного использования, переработки отработавшего топлива АЭС. Третье — реализация излишних складских запасов и переработка отвалов. Четвертое — приоритет самых богатых по объему и качеству месторождений как источников наиболее экономичной добычи и наименьшего экологического вреда при их разработке.

При этом для стимулирования экономичности добычи и производства урана, может быть, до 20% объема его в контрактах не ограничивать по цене, отдав ее на свободу рынка, как, собственно, имеет место и сейчас на краткосрочном урановом рынке. Но при наличии квот в отличие от сегодняшнего положения в определенной степени будут защищены отечественные производители, а также нужные экологические направления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовой отчет фирмы «Урангезельшафт» за 1993 г.
2. Российский уран дестабилизирует рынок. Газ. «Трибюн» (Франция). 24 сент. 1993 г.
3. Корецкий А. Программы содействия возобновлены, но проблемы еще есть. Газ. «Коммерсант-Daily», 2 февр. 1994 г.
4. Никипелов Б.В. Ядерный топливный цикл в России. Техническая политика. Состояние и перспективы. Докл. на конф. RECOND-94, Лондон.
5. Nuclear Power, Energy and the Environment. Uranium Institute, June 1993.
6. Энергетика: цифры и факты. Бюл. центра общественной информации по атомной энергии. М., ЦНИИАтоминформ, 1993.
7. Адамов Е.О., Ганев И.Х., Орлов В.В. Достижение радиоактивной эквивалентности при обращении с радиоактивными отходами. — Атомная энергия, 1992, т. 73, вып. 1.
8. Ларф Г. Состояние уранового рынка в западных странах. — Nukem Market Rep., 1987, № 4, р. 3–6.
9. Райцин Л. Американская уранодобывающая промышленность удовлетворена заключением указанных соглашений. Еженедельная обзорная информация. М., ЦНИИАтоминформ, 1992, № 48.
10. Йорыш А., Рогожин Ю. — Финансовые известия, 1993, № 11, с. 14–20.
11. Беркхоут Ф., Дьяков А., Фейвесон Х. и др. Утилизация выделенного плутония. — Наука и всеобщая безопасность, 1993, т. 3, № 3.
12. Московские новости, 1993, № 11.
13. Environmental Sciences. The World After L10: Merging the environmental positions of nongovernmental organizations, 1993, p. 73–75.
14. Nuexco Review, 1993, № 302, p. 35.
15. Nuexco Review. Годовой за 1992 г., с. 16.
16. Nuexco Review, 1993, p. 299.
17. Финансовые известия, 1993, № 56.