

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ

1. Safety measures to address the year 2000 issue at radioactive waste management facilities.- Ed. International Atomic Energy Agency, Vienna, March 1999, IAEA-TECDOC-1073, 21 p.

Меры безопасности, связанные с “Проблемой 2000”, на предприятиях по переработке радиоактивных отходов

Критические даты:

- 1 января 2000 - в компьютерных системах с двухцифровым обозначением года в данном случае возможно ошибочное прочтение: 1900 год вместо 2000.
- 29 февраля 2000 - некоторыми компьютерными системами 2000 год не вполне определенно воспринимается как високосный, в связи с чем возможно выпадение этой даты.
- 1 марта 2000 - день, следующий после 29 февраля, может быть воспринят как ошибочная (лишняя) дата в тех системах, которые не воспринимают 2000 год в качестве високосного.
- 31 декабря 2000 - в системах, не воспринимающих 2000 год как високосный, возможен сбой, поскольку этот день не будет воспринят как 366-й по порядку.
- 1 января 2001 - в системах, не воспринимающих 2000 год как високосный, в этот день возможен сбой, поскольку он идет непосредственно после 366-го дня.

Применительно к предприятиям по переработке радиоактивных отходов потенциальным осложнениям в связи с “Проблемой 2000” подвержены:

- Системы, включающие “открытые” радионуклиды и активные компоненты, такие как системы остекловывания высокоактивных отходов или сжигания органических радиоактивных отходов, в которых выбросы отходящих газов могут быть причиной утечки радионуклидов в окружающую среду.
- Системы с компьютеризированными процессами управления, в которых отказ управления может привести, например, к неправильной дозировке материалов, в результате чего образуется не отвечающая спецификациям смесь радионуклидов, подлежащая переработке, или к переполнению контейнера, требующему последующей дезактивации помещения или оборудования.
- Системы обработки данных, где, в частности, не обнаруженная ошибка в вычислениях может оказывать непосредственное влияние на безопасность, если операции по очистке и удалению активных отходов зависят от количественного расчета утечек.

Надзорные и регулирующие органы должны убедиться, что зарегистрированные пользователи и лицензиаты систематически выполняют необходимые действия по управлению предприятиями по переработке радиоактивных отходов, на которые может повлиять смена тысячелетия, с тем, чтобы обеспечить требования, изложенные в настоящем документе. Национальные надзорные органы совместно с пользователями и лицензиатами должны в кратчайшие сроки получить от лицензиата необходимую информацию для принятия соответствующих мер.

2. Potential vulnerabilities of nuclear fuel cycle facilities to the year 2000 (Y2K) issue and measures to address them.-

Ed. International Atomic Energy Agency, Vienna, May 1999, IAEA-TECDOC-1087, 32 p.

Потенциальная уязвимость предприятий ядерного топливного цикла в связи с “Проблемой 2000” и меры по предотвращению нежелательных последствий

На всех предприятиях топливного цикла применяется множество измерительных систем для различных материалов. При этом некоторые современные компьютеризированные системы учета и контроля ядерных материалов могут быть объединены и иметь общий ввод данных с установками взвешивания или обогащения. Такие системы подлежат особо тщательной проверке перед критическими датами. Потенциальные проблемы безопасности на предприятиях топливного цикла могут возникнуть по преимуществу в следующих системах:

- Системах, содержащих “открытые” радионуклиды и активные компоненты, в которых отказ газоочистки и вентиляционных устройств может привести к выбросу радионуклидов в окружающую среду.
- Системах с компьютеризированными процессами управления, в которых искажение управляющей функции может привести к возникновению небезопасной ситуации, например:
 - неправильному дозированию;
 - неправильному перемещению и складированию сборок с отработавшим топливом;
 - поломкам топливных сборок, которые могут привести к возникновению критической ситуации;
 - переполнению контейнеров с радиоактивными материалами.
- Системах обработки данных, в которых не обнаруженная ошибка в вычислениях может непосредственно повлиять на безопасность, если разрешительная или исполнительная функция зависит от расчета процесса радиоактивного распада, выполняемого с помощью специальных программ.

При временном останове производства обычно не возникает драматических последствий, поэтому лицензиатам предприятий топливного цикла рекомендуется принять во внимание следующие соображения:

- Целесообразен останов предприятия (если это технически возможно) перед сменой дат. В другие критические дни могут потребоваться аналогичные действия в зависимости от общей подготовленности предприятия к “Проблеме 2000”. Во время останова функции безопасности должны оставаться под контролем.
 - Повторный запуск должен осуществляться с применением контролируемых процедур и всех необходимых проверок, отвечающих условиям безопасности.
- С особой тщательностью следует производить тестирование работающего оборудования в тех случаях, когда это может привести к отказам или стать причиной неожиданных случайных событий.

СИМПОЗИУМ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ПО ТЯЖЕЛЫМ АВАРИЯМ

***FISA-97 – EU research on severe accidents.- EC, Luxembourg, 17 to 19 November 1997.
Euratom framework programme for Community research and training activities 1994 to 1998
“Nuclear fission safety”. Mid-term review symposium on shared-cost and concerted actions in reactor safety. Ed. European Commission, Directorate-General, 1998, EUR 18258 EN, Luxembourg L-2920, 625 p.***

57 докладов. Общие вопросы; разрушение и охлаждение активной зоны внутри корпуса реактора; поведение разрушенной активной зоны и ее охлаждение вне корпуса реактора; перенос продуктов распада; состояние контеймента, термогидравлика, поведение водорода; старение строительных конструкций; средства управления аварией; новые подходы к безопасности реактора, пассивные системы безопасности, контеймент с двойными стенками, аварийный теплоотвод.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

***International Conference on the Strengthening of Nuclear Safety in Eastern Europe.-
Keynote papers: Regulatory aspects of NPP safety; Status of safety improvements; Status of safety analysis report.-
Vienna, Austria, 14-18 June 1999, ed. IAEA-CN-75, 1080 p.***

Участники: Армения, Болгария, Чехия, Венгрия, Литва, Россия, Словакия, Украина. 27 докладов. Деятельность государственных регулирующих органов по ядерной и радиационной безопасности. Текущая деятельность по повышению проектной и эксплуатационной безопасности АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК. Состояние отчетов по анализу безопасности.

СЕМИНАР ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ И ИХ УТИЛИЗАЦИИ

***Seminar on waste treatment and disposal.-
Oskarshamn, Sweden, November 9-14, 1998, 2 vols., 300 p.
Ed. Norwegian Radiation Protection Authority and Swedish Radiation Protection Institute, 1999
(оригинал на рус. и англ. яз.)***

В семинаре принимали участие 19 специалистов из России и 19 - из западноевропейских стран, преимущественно из эксплуатирующих и регулирующих организаций, а также организаций, обеспечивающих техническую поддержку. Представлено 22 доклада:

1. Амозова Л. Настоящее и перспективное обращение с радиоактивными отходами на Кольском полуострове.
2. Blitt L. Оценка воздействия на окружающую среду: классификация экосистем с точки зрения их уязвимости к радиоактивному загрязнению.
3. Борзунов А. О ходе реализации государственной политики обращения с РАО и ОЯТ в Российской Федерации.
4. Broden K. Исследования Северных стран в области ядерной безопасности при утилизации радиоактивных отходов в 1994-1997.
5. Carlsson J. Обращение с низко- и среднеактивными отходами в Швеции.
6. Chapman N. Основные положения как основа обсуждения стратегии и вопросов утилизации ВАО.
7. Печуров А., Шушарина Н. Подходы Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды к выработке экологических требований по обращению с радиоактивными отходами, образующимися при выводе из эксплуатации атомных подводных лодок.
8. Grundfelt В. Демонстрация и укрепление доверия в оценках безопасности.
9. Sneve M. Семинар Северных стран по проблемам, касающимся отходов в России.
10. Козлов Ю., Никитин В. Опыт утилизации АПЛ на предприятии “Звездочка”, г. Северодвинск; вопросы экологической безопасности и международного сотрудничества.
11. Крюков Е. Проблемы обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом в Евро-Арктическом регионе России.
12. Левин А., Тиханкин А. Некоторые вопросы правового регулирования при захоронении радиоактивных отходов.

13. Лопатин В., Лобанов Н., Манькин В., Карамушка В., Остробородов В. Предварительная оценка безопасности при подземной изоляции РАО на опытно-промышленном объекте на архипелаге Новая Земля.

14. Маркаров В. Аспекты государственного регулирования безопасности при обращении с радиоактивными отходами атомных судов.

15. Мельников Н. Межведомственная комиссия по геологическому обоснованию безопасной утилизации радиоактивных отходов.

16. Новиков С. Организация государственного надзора и регулирования на хранилищах низко- и среднеактивных отходов в Северо-Западном регионе России.

17. Глаголенко Ю., Дзекун Е., Дрожко Е., Медведев Г., Ровный С., Суслов А. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на производственном объединении "Маяк".

18. Сафонов И. Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами на АЭС Северо-Западного региона России.

19. Smith G. Определение "наилучших вариантов, практически применимых для окружающей среды" по окончательной утилизации радиоактивных отходов.

20. Егоров Н., Ершов В., Чернаенко Л., Яновская Н., Барсков М., Григорьев С. Технологические проблемы при извлечении отработавшего топлива из хранилищ на морских судах.

21. Величкин В. Проблемы утилизации радиоактивных отходов (РАО) в России.

22. Зенкина Л. Обеспечение радиационной безопасности и охрана природной среды при обращении с радиоактивными отходами в системе спецкомбинатов "Радон".

СОКРАЩЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА АЭС США

Martin T. Tracking staffing at US nuclear plants.-

Nuclear Engineering International, May 1999, vol. 44, № 538, p. 22-24

В США продолжается сокращение персонала АЭС с целью повышения их конкурентоспособности на рынке электроэнергии. Общая численность сотрудников АЭС США, включая сторонних подрядчиков, вплотную приближается к европейскому уровню; при этом операторы продолжают настаивать на том, что они в состоянии совершенствовать эксплуатацию станции.

По меньшей мере 17 штатов США юридически закрепили на своей территории отказ от регулирования стоимости электроэнергии. Скоро потребитель получит возможность выбирать поставщика электроэнергии, стоимость которой будет главным фактором, влияющим на процесс выбора, особенно в промышленном и коммерческом секторах.

Практически на любой АЭС 75% затрат, не относящихся к топливному циклу и эксплуатационным расходам, приходится на зарплату персонала. Являясь составляющей всех расходов на станции, она наиболее эффективно поддается контролю; снижение этих затрат требует уменьшения численности персонала.

В США численность персонала АЭС начала уменьшаться с 1993 года примерно на 3-4% в год. На различных участках станции сокращение численности зависело от характера выполняемых функций. Специализированная фирма Tim D Martin & Associates провела исследование 45 различных функций "ядерного" персонала станции. Наибольшее сокращение в 1998 году по сравнению с 1997 приходилось на эксплуатационный персонал. Затем следуют службы технической поддержки, безопасности, делопроизводство и администрация.

Для характеристики общего положения дел в кадровой политике на станциях применяются три исходных показателя:

- средний - средняя численность персонала на всех станциях в базе данных;
- наилучший эксплуатационный - основанный на высших показателях станции за последние три года (средняя стоимость операций, не связанных с топливным циклом; эксплуатационные расходы, коэффициент мощности и рейтинг станции по данным NRC);
- низший - основанный на наилучших эксплуатационных показателях станций, имеющих самую низкую численность персонала по каждой из 45 выполняемых функций.

В 1998 году в США наилучший эксплуатационный показатель составлял 1200 человек для двублочных и 800 - для одноблочных АЭС. Хотя общая численность занятых на американских станциях выше, чем на европейских, распределение численности персонала по выполняемым функциям весьма сходно и на лучших станциях США достигает лучших европейских показателей.

Общая численность привлекаемого стороннего персонала на АЭС США составляет примерно 10%. Относительное распределение подрядчиков за последние два года претерпело небольшие изменения. Некоторый прирост занятых физической и радиационной защитой вызван увеличением рабочей нагрузки. Сокращение численности эксплуатационного персонала имеет общий характер.

Сокращение штатов на АЭС одновременно сопровождалось повышением эффективности эксплуатации. Коэффициент мощности растет, себестоимость электроэнергии продолжает снижаться, улучшились и показатели безопасности. Число существенных нежелательных событий снизилось более чем на 70%; число инцидентов с топливом - на 65%; число отказов систем безопасности - более чем на 60%; коллективная доза облучения персонала - на 35%.

На многих АЭС США меняется традиционный подход к организации рабочей смены. Так, например, группы операторов имеют сокращенную численность при сокращенной смене. Большая часть смен операторов уменьшена до пяти бригад. Примерно 50% операторов теперь работают по 8 часов в смену, а не

по 12. Около половины станций имеют одну или две группы операторов, поочередно сменяющихся с теми, кто занят радиационной защитой и химводоподготовкой.

Численность эксплуатационного персонала снижена за счет уменьшения перекрытия смен. Около половины эксплуатационников теперь работает в две смены, почти для 75% работников продолжительность смены составляет 8 часов, примерно 80% бригад заняты только в дневную смену.

Работники, не входящие в сменные бригады (инженерный состав и персонал технической поддержки), в настоящее время начинают привлекаться к выполнению альтернативных плановых заданий. Из числа специалистов с нормированным рабочим днем 55% продолжают свою обычную работу (5 дней в неделю по 8 часов), а 45% выполняют альтернативные задания по формуле "10 часов за 4 дня или 80 часов за 9 дней" с чередующимся дополнительным выходным днем в пятницу. Большинство станций в течение последних трех лет планирует такую альтернативную нагрузку по измененной формуле "8 часов за 5 дней".

Использование таких бригад и системы централизованного управления эксплуатацией и обслуживанием позволяет улучшить эксплуатационные показатели станции даже при сокращении эксплуатационного персонала. Это относится и к "ядерному" персоналу, который может быть сокращен за счет автоматизации, позволяющей выполнять работу меньшим числом людей. Сюда относятся:

- Более эффективное программное обеспечение рабочего планирования.
- Текущее планирование и обслуживание на рабочих местах.
- Компьютерное перспективное планирование эксплуатации и обслуживания.
- Обращение с электронной документацией.
- Рабочие процедуры, обеспечивающие обработку текущей информации и внесение в нее изменений в реальном масштабе времени.
- Информационные системы, связывающие компьютеры станции с сервером клиента.
- Более эффективные внутренние коммуникации (локальные сети, электронная почта, цифровая передача речевых сигналов и т.д.).

Можно ожидать, что снижение себестоимости электроэнергии и сокращение численности персонала будут продолжаться в США по мере того, как все большее число штатов станут отказываться от законодательного регулирования цен. Что касается численности персонала, то можно отметить следующие устойчивые тенденции:

- Численность "ядерного" персонала будет сокращаться в среднем на 3% в год.
- Сокращение численности персонала АЭС будет касаться прежде всего административного аппарата, служб поддержки, инженерного и вспомогательного персонала.
- Большинство станций при сокращении штатов одновременно будет сталкиваться с нехваткой квалифицированных специалистов.
- Изменения потребуют трудоустройства некоторого числа специалистов.

Невыполнение задачи по снижению себестоимости электроэнергии может привести к тяжелым последствиям, в том числе к закрытию или к продаже целых предприятий. В последние два года положение дел было близко к этому. Станции Zion, Maine Yankee и Connecticut Yankee надолго закрывались из-за чрезмерной стоимости электроэнергии, а Pilgrim и Three Mile Island-1 недавно были проданы. Влияние риска и результатов неконтролируемого изменения цен на кадровую политику вполне реально. Ядерные предприятия будут продолжать искать пути сокращения персонала одновременно с совершенствованием эксплуатации.

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ АЭС США

***Macdougall R. US nuclear power - can competition give it renewed life?
Nuclear Engineering International, June 1999, vol. 44, № 539, p. 34-37***

Продолжают высказываться серьезные опасения за будущее американской атомной энергетики. Например, авторитетное ежегодное издание US Energy Information Administration's Annual Energy Outlook 1999 прогнозирует к 2020 году вывод из эксплуатации более половины существующих мощностей АЭС. При этом ранний вывод из эксплуатации 27 блоков понизит долю ядерной электроэнергетики в общей выработке электроэнергии в стране с 18 до 7%.

Более того, заказы на новые реакторы в обозримом будущем будут оставаться в США на нулевой отметке. В соответствии с выпущенным в конце 1997 года отчетом организации President's Committee of Advisors on Science and Technology новые АЭС не будут строиться в США в течение 10 или даже 20 лет.

Снижение потребности в новых заказах приводит к сокращению выпуска инженеров-атомщиков и сказывается на числе университетских реакторов, которые используются для их подготовки. Число университетских исследовательских реакторов за последние 18 лет сократилось с 70 до 30. США продолжают терять в среднем по два реактора в год.

Но в настоящее время есть надежды на оживление экономики, в том числе и атомной энергетики. Среди положительных тенденций важнейшая - осознание большинством руководителей отрасли, что хорошо работающие ядерные блоки с небольшой остаточной дебиторской задолженностью или не имеющие ее вовсе - это наиболее ценная и доходная часть имущества на рынке основных фондов электроэнергетики США. Дополнительно к этому администрация Клинтона, не замеченная в особых ядерных симпатиях, в настоящее время осознала, что страна не сможет добиться существенного уменьшения выбросов окислов углерода в окружающую среду без атомной энергетики.

Конкуренция коренным образом меняет экономические показатели инвестиций в энергетические предприятия. В предвидении того, что цены и норма прибыли больше не будут регулироваться, руководство

компаний теперь может рассчитывать, что если поддерживать собственные затраты на эксплуатацию и обслуживание на достаточно низком уровне и эксплуатировать свои станции достаточно долго, то можно в широких пределах обеспечивать эксплуатацию станции с хорошими экономическими показателями, не достижимыми при монополии на регулирование цен.

По данным NEI (Институт ядерной энергетики), в 1996 году средняя по стране стоимость электроэнергии, вырабатываемой на АЭС, составляла 1,91 центов/кВт·ч по сравнению с лучшим показателем 1,83 центов/кВт·ч, достигнутым на современных угольных ТЭС, работающих в базовом режиме. Это делает АЭС конкурентоспособными в условиях, когда границы стоимости электроэнергии определяются работающими на газе станциями, у которых этот показатель гораздо выше. Таким образом, при нынешнем переходе к реальной конкуренции предприятия больше не будут отвечать на неблагоприятные для них решения регулирующих органов по возмещению капитальных затрат путем останова тех АЭС, которые этим затронуты.

По мнению президента NEI, даже при наихудшем сценарии развития ядерные блоки, принадлежащие компаниям, обанкротившимся из-за невосполняемых капитальных затрат, смогут продолжать эксплуатироваться, оставаясь конкурентоспособными в упомянутых границах стоимости электроэнергии. Такие блоки могут быть приобретены по низкой цене энергетическими компаниями, имеющими большой опыт работы.

При столь низких эксплуатационных затратах продление срока жизни таких реакторов выглядит весьма привлекательно. Чем дольше полностью оплаченная станция сможет продолжать работу при низких ценах на свободном рынке, позволяющем поддерживать эти границы даже при столь низких ценах, тем более выгодными становятся инвестиции в продление срока жизни АЭС. Применительно к трехблочной АЭС Osonee общей мощностью 2500 MW удельные расходы по получению от NRC лицензии на продление эксплуатации составят 4-6 \$/kW. Для всех других энергоблоков этот показатель будет лежать в пределах 10÷50 \$/kW, причем в него могут входить лишь дополнительные эксплуатационные расходы, но не затраты на капитальное строительство. Капитальные же затраты на замену этих блоков новыми неядерными блоками для покрытия базовой нагрузки составят 405 \$/kW, и даже для самых дешевых из возможных альтернативных технологий выработки электроэнергии они будут не ниже 325 \$/kW.

При ограниченной модернизации угольных блоков мощностью 200 MW и более, включающей ремонт и частичную замену оборудования для продления эксплуатации еще на 20 лет, удельные расходы составят 100÷250 \$/kW.

Долго работающие электростанции помогают решать социальные и кадровые проблемы. Так, студенты, избравшие своей специальностью ядерную энергетику, хотели бы обеспечить себя работой на возможно более длительное время. Но если они знают, что срок действия лицензии на эксплуатацию энергоблока истекает через 10-15 лет, то это делает их будущее неопределенным. А если срок жизни станции продлевается по крайней мере на 30 лет, то это уже больше всей продолжительности карьеры инженера.

Растущее стремление к объединению АЭС в несколько эксплуатационных консорциумов обещает дальнейшее снижение стоимости вырабатываемой электроэнергии, делая продление срока действия лицензий еще более привлекательным. Кроме того, объединение позволяет увеличить инвестиции в совершенствование эксплуатации и в проведение мероприятий по продлению срока жизни существующих американских реакторов. Последние потребуют непрерывных инвестиций для того, чтобы стать конкурентоспособными. Работы по продлению срока жизни реакторов в сочетании с их модернизацией, в частности, с повышением глубины выгорания топлива, повлекут за собой выполнение проектных и расчетных работ, что, в свою очередь, будет способствовать применению инженерного труда и повышению занятости.

Американские поставщики оборудования в настоящее время имеют текущие или предполагаемые новые заказы в Азии, что обеспечит их работой на несколько лет. Фирма ABB-Combustion Engineering ввела в эксплуатацию три блока и ведет работы еще на пяти в Южной Корее. BNFL-Westinghouse совместно с Mitsubishi Heavy Industries в ближайшее время ожидают формального подтверждения заказа на проектирование двух блоков для Японии. General Electric совместно с Hitachi и Toshiba недавно поставили два блока с усовершенствованными кипящими реакторами (ABWR) для Японии. General Electric проектирует и строит еще два таких блока на Тайване.

Китай недавно объявил об отсрочке размещения ранее запланированных заказов для своей ядерной программы ввиду неблагоприятных экономических условий, однако скорее всего он будет размещать новые заказы ради своих растущих потребностей. К 2020 году запланировано доведение мощностей на АЭС до 18,7 ГВт(е), а следовательно, даже при значительном сокращении своей ядерной программы Китай останется покупателем оборудования США и других поставщиков.

Способность производить все основные компоненты ядерных реакторов больше не является монополией США, но состояние мировой торговли на пороге XXI столетия этого и не требует для успешной работы американской промышленности. Промышленность фактически стала всемирной: в настоящее время предприятия Испании и Японии способны производить корпуса реакторов, парогенераторы и другие основные компоненты, отвечающие высоким стандартам качества. Американцы включаются в мировую экономику с помощью своей чрезвычайно эффективной системы передачи технологий. Именно строгие требования к нормам и процедурам лицензирования позволяют интегрировать новые системы в действующие АЭС, и они же дают возможность американским поставщикам оборудования успешно продолжать работу.

Жесткие экономические условия, в которых находятся хорошо работающие АЭС, видимо, смогут побудить энергетические компании к принятию решения о заказе новых реакторов. Но очень трудно предвидеть, когда это может произойти. На это влияют и цены на природный газ, и налоги на уголь, и усилия, связанные с международными обязательствами по уменьшению парникового эффекта, а также успешное развитие переработки и хранения радиоактивных отходов. Одно можно с уверенностью прогнозировать:

энергетические компании безусловно сохраняют постоянное стремление извлекать из своих предприятий большую выгоду при низких ценах на электроэнергию. Это реальное условие их выживания.

Путь к повышению конкурентоспособности новых американских реакторов - снижение капитальных затрат. Даже только что сертифицированный стандартный усовершенствованный легководный реактор (ALWR) должен быть перепроектирован, чтобы соответствовать перспективным требованиям регулирующих органов и промышленным стандартам. По мнению директора правительственных программ для фирмы ABB-Combustion Engineering, чтобы конкурировать с новыми станциями на ископаемом топливе, строительство атомных станций должно быть по крайней мере на треть дешевле.

В NEI обсуждаются меры, которые необходимо предпринять, чтобы новые заказы на реакторы могли поступить в середине следующего десятилетия. Особое внимание следует сосредоточить на вопросе - какие препятствия необходимо устранить, чтобы построить новые АЭС в США. Разработку этих вопросов планировалось завершить летом 1999 года.

Ключ к снижению капитальных затрат - это ключ ко всему будущему ядерной отрасли. Проблема не в разработке новых стандартов безопасности, а в их более эффективном применении, позволяющем снизить капитальные затраты. С подобными проблемами 20 лет назад сталкивалась автомобильная промышленность США. Широкое применение компьютерной и сенсорной технологии, микроминиатюризации позволяет существенно снизить капитальные затраты. Такой подход, уменьшая затраты на элементном уровне, дает возможность снизить их и на уровне проектирования систем, упрощая проект реактора без принесения в жертву безопасности или надежности.

Успех также зависит от осознания общественностью, что страна не сможет далее обходиться без крупнейшего источника энергии, не сопровождающегося парниковым эффектом. Рост конкурентоспособности ядерной энергетики и ее развитие в будущем оставляют надежду на лучшие времена.

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО УРАНА

Kidd S. World uranium production in 1998.- Nuclear Europe Worldscan, 1999, № 7-8, p. 78-79

По данным Уранового института в Лондоне, мировое производство урана и его распределение по странам за последние три года составляло (в метрических тоннах):

Страна	1996	1997	1998
Аргентина	28	35	35
Австралия	4974	5520	4885
Бельгия	28	27	27
Канада	11788	12029	10924
Китай*	500	500	500
Чехия	598	590	590
Франция	940	748	508
Габон	560	472	731
Германия	40	40	40
Венгрия	200	200	0
Индия*	200	200	200
Казахстан	1320	1000	1250
Намибия	2452	2905	2762
Нигер	3160	3497	3731
Пакистан*	23	23	23
Португалия	15	17	17
Румыния*	100	100	100

Страна	1996	1997	1998
Россия*	2000	2000	2000
ЮАР	1436	1100	962
Испания	255	255	255
Украина*	500	500	500
США	2420	2170	1872
Узбекистан	1459	1764	2000
Всего	34996	35692	33912

Данные по странам, отмеченным звездочкой, представляют собой оценку Уранового института. Ежегодная мировая потребность в уране составляет 62 000 т.

Раздел подготовил В.Цукерник