

СТАТЬИ

Безопасность и развитие атомной энергетики

Б.Г. Гордон, директор НТЦ ЯРБ, профессор МИФИ

1. Длительная работа в институте научного обеспечения федерального ведомства, ответственно-го за регулирование безопасности, вырабатывает особенный взгляд на проблемы ядерной отрасли.

В соответствии с принципом разделения ответственности [1] эксплуатирующие организации отвечают за обеспечение безопасности при использовании атомной энергии, Росатом – за управление этим использованием, а Ростехнадзор – за регулирование безопасности при использовании атомной энергии. Специалисты Ростехнадзора и НТЦ ЯРБ внимательно и заинтересованно следят за всеми процессами, происходящими в атомной энергетике.

От Чернобыльской аварии пострадали не только люди и территории. Она искалечила и саму отрасль, лишив ее целого поколения и остановив ее развитие. Постепенно беря свое, ядерная отрасль понемногу поднимается с колен, развивается и расцветает, но это уже другая отрасль и другие люди. Как радиационное излучение производит необратимые изменения в материи, последствия Чернобыльской аварии воздействуют на наши умы и никогда не будут забыты. **Главное из них – приоритет безопасности над всеми остальными свойствами ядерных объектов.** И ведомство, отвечающее за регулирование безопасности, предназначено и по законам нашего государства, и по рекомендациям мирового сообщества следить за исполнением этого приоритета. У моих коллег по ведомству все происходящее в ядерной отрасли рассматривается с точки зрения влияния на ядерную и радиационную безопасность.

Примерно к 1998 г. я отношу рубеж массового осознания того, что ядерная отрасль должна продолжать развиваться и искать адекватные формы своего изменения. Атомной энергии нет альтернативы в широкомасштабном обеспечении энергетических потребностей человека и человечества. Обоснованию этого тезиса посвящено множество работ, в том числе моих статей [2]. Но в 1998 г. стало ясно, что 12 лет после Чернобыльской аварии не прошли даром: предложены конкретные технические решения, на базе которых следует выбрать модель будущего развития атомной энергетике.

2. Каждое лицо, ведомство и организация должны делать то, что обязаны по закону. Атомное законодательство России вполне соответствует международному. В [1] четко записано, что президент “определяет основные направления государственной политики в области использования атомной энергии”. Федеральное собрание принимает законы, утверждает федеральные целевые программы и “утверждает в составе федерального бюджета бюджетные ассигнования на финансирование деятельности в области использования атомной энергии”. В свою очередь, органы управления использованием атомной энергии, в частности Росатом, осуществляют “проведение государственной научно-технической, инвестиционной и структурной политики в области использования атомной энергии”.

В [1] ни разу не упоминается “развитие атомной энергетике”, только в преамбуле говорится о развитии атомной науки и техники, но по смыслу приведенных законодательных норм **наличие** этого развития должно быть зафиксировано в основах государственной политики, **формы и показатели** этого развития устанавливаются в целевых программах, а **темпы** развития зависят от возможности самофинансирования отрасли и ежегодных бюджетных ассигнований, выделяемых именно на развитие атомной энергетике. У рыночного государства есть несколько путей реализации своих интенций: изменение тарифной политики, образование специальных фондов, налоговые льготы и т.п. Но эти способы затрагивают интересы других участников рынка, других отраслей экономики. Поэтому далее рассмотрим только административную составляющую государственной политики. Исходя из нее, Росатом должен исполнять закон и проводить государственную политику.

Какие же документы имеются на сегодняшний день в данной области? На саммите тысячелетия [3] президент заявил:

“Надо надежно перекрыть пути расползания ядерного оружия. Этого можно добиться, в том числе исключив использование в мирной ядерной энергетике обогащенного урана и чистого плутония...”

Технически это вполне осуществимо. Но гораздо важнее другое – сжигание плутония и других радиоактивных элементов дает предпосылки для окончательного решения проблемы радиоактивных отходов. Открывает миру принципиально новые перспективы безопасной жизни”.

Специалисты Росатома неоднократно заявляли, что “предложенное постепенное исключение из использования в мирной ядерной энергетике обогащенного урана не означает ничего другого, кроме намерения разрабатывать новое поколение реакторов на быстрых нейтронах, которые возьмут на себя в будущем основную роль в развитии крупномасштабной ядерной энергетике. В отдаленном будущем, при исчерпании дешевого урана, эта технология позволит перевести реакторы на тепловых нейтронах на торий-урановый цикл. В то же время следует учитывать, что этот процесс потребует нескольких десятилетий, в течение которых ядерная энергетика может еще развиваться и на легководных реакторах, использующих низкообогащенный уран, в первую очередь полученный из накопленных оружейных запасов. Предложение отказаться от чистого плутония говорит о намерении разработать быстрый реактор без уранового blankets и с ядерным топливом равновесного состава без выделения чистого плутония при переработке облученного топлива”.

Вместе с этой инициативой, высказанной президентом, на упомянутом саммите был распространен документ, вытекающий из Стратегии развития атомной энергетики России, одобренной протоколом Правительства от 25 мая 2000 г. В нем отмечено:

“мировое сообщество приглашается к широкому международному сотрудничеству по совместной разработке инновационной реакторной технологии и ядерного топливного цикла естественной безопасности, основными чертами которых являются:

- *неограниченная обеспеченность топливными ресурсами* за счет эффективного использования природного урана, а в дальнейшем и тория;
- *исключение тяжелых аварий* с радиационными выбросами, требующими эвакуации населения, при любых отказах оборудования, ошибках персонала и внешних воздействиях за счет главным образом присущих ядерным реакторам и их компонентам природных качеств и закономерностей (естественная безопасность);
- экологически безопасное производство энергии и утилизация отходов за счет замыкания топливного цикла со сжиганием в реакторе долгоживущих актиноидов и продуктов деления и *радиационно эквивалентным захоронением радиоактивных отходов (РАО) без нарушения природного радиационного баланса*;
- закрытие канала распространения ядерного оружия, связанного с ядерной энергетикой, путем постепенного *исключения в ней технологий извлечения плутония из отработавшего топлива и обогащения урана* и обеспечения физической защиты ядерного топлива от краж;
- *экономическая конкурентоспособность* за счет низкой стоимости и воспроизводства топлива, высокой эффективности термодинамического цикла, решения проблем безопасности АЭС без усложнения их конструкций и предъявления экстремальных требований к оборудованию и персоналу”.

Мировое сообщество по-разному отреагировало на эти предложения. В частности, в [4] отмечено: “Будущее ядерной энергетики сильно зависит от успехов в разработке реакторов и топливных циклов нового поколения, которые обладали бы повышенной безопасностью, обеспечивали соблюдение режима нераспространения и являлись экономически конкурентоспособными”.

Как известно, МАГАТЭ в ответ на инициативу России уже в 2001 г. организовало международный проект ИНПРО, который может быть медленно, но системно выполняется рядом стран. Число их постепенно растет. По крайней мере, в 2004 г. в нем работали 14 стран-участниц и 4 страны-наблюдателя.

3. В России инициатива президента получила развитие в 2003 г., когда был подготовлен и утвержден документ [5]. В нем отмечено: “Для решения задач по повышению уровня ядерной и радиационной безопасности населения и окружающей среды необходимо ... обеспечить разработку и внедрение перспективных установок, оборудования, технологических процессов с повышенным уровнем безопасности, в том числе ядерно- и радиационно безопасных, а также взрыво- и пожаробезопасных технологий, современных технологий безопасного ведения работ в области обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, их утилизации и надежной изоляции, перспективных ядерных реакторов с повышенным уровнем ядерной и радиационной безопасности, улучшенными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками...”

Казалось бы, **исполнительная власть в лице президента четко высказалась о необходимости государственной поддержки развития атомной энергетики на основе безопасных технологий.** И следующим этапом должно было бы стать законодательное оформление этого решения. Это можно сделать разными способами. Наиболее эффективным и оперативным является внесение поправки в [1].

Я не раз высказывался против попыток изменения этого закона, полагая, что необходимо накопить опыт работы по его исполнению [2]. Но в данном случае для финансового обеспечения государственной политики можно было бы ввести в статью 20 конкретную численную норму, фиксирующую размер этого обеспечения. Примером такой нормы мог бы служить закон [6], где сказано: “Средства на финансирование научных исследований и экспериментальных разработок **гражданского назначения** выделяются из федерального бюджета в размере **не менее четырех процентов** расходной части федерального бюджета” (выделено автором).

Можно даже попытаться предложить количественную величину объема финансирования на безопасное развитие атомной энергетики, учитывая, что тем же президентом утвержден документ [7], содержащий перечень из 7 приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, в состав которых входят 52 критические технологии, в том числе “Безопасность атомной энергетики”. Очевидно, что нельзя формально разделить норму [6] на 52. Правительству вместе с Академией наук и научным сообществом следовало бы расставить приоритеты среди этих критических технологий, исходя из реального состояния дел в прикладной науке. Ведь в отличие от фундаментальной прикладная наука может быть оценена по новизне и продвинутости технологий, в которых реализованы ее результаты.

Не всем понравится следующее рассуждение, но СССР, а следом за ним и Россия уже проиграли целые направления современных технологий. Мы ездим на западных автомобилях, пользуемся импортными мобильными телефонами, на наших столах стоят компьютеры, разработанные и изготовленные за рубежом. Значит, из 52 критических технологий, поддержанных государством, надо выбрать те, где у нас еще есть надежда не отстать, а может быть и вырваться вперед. И в приоритетном порядке развивать эти научные направления, выделяя на аутсайдерскую науку финансовые средства, достаточные, чтобы хотя бы воспринимать зарубежные научные результаты.

А к числу приоритетных технологий, безусловно, относится комплекс научных направлений, обеспечивающих реакторостроение, и в нем разработка реакторов на быстрых нейтронах. Можно считать это

субъективным экспертным мнением, но из упомянутых выше 4 % хотя бы 0,1 % можно и должно направить на финансирование научного направления “Безопасность и развитие атомной энергетики”. Эта проблема столь важна, что специалистами по атомному праву уже предлагается разработать закон с ориентировочным названием: “О государственной поддержке безопасного развития атомной энергетики”. И, как первый шаг в этом направлении, можно было бы разработать предлагаемую поправку, например, в такой формулировке: **“Средства на финансирование научных исследований по безопасному развитию атомной энергетики выделяются из федерального бюджета в размере не менее одной десятой процента расходной части федерального бюджета”**. И эту норму следовало бы ввести в [1].

4. Федеральный бюджет уже несколько лет финансирует Федеральную целевую программу “Энергоэффективная экономика”, где есть подпрограмма с названием: “Безопасность и развитие атомной энергетики”, на которую в бюджете 2005 г. выделено всего 392 млн. руб. Легко оценить, как бы выглядела величина финансирования этой подпрограммы, будь предложенная количественная норма реализована.

Надо сказать, что с 1996 г., когда вступил в силу [6], величина 4 % от расходной части бюджета ни разу не достигалась. В те годы бюджет был построен так, что суммарное финансирование научных исследований было фиксировано в лимитах бюджетных обязательств, выделяемых для Министерства науки и технологий. Эти лимиты составляли 1,5 – 2,2 % от расходной части, но росли из года в год.

Затем Миннауки исчезло как самостоятельное ведомство, вместе с тем изменились бюджетная классификация и структура бюджета. Сейчас можно выделить средства, идущие на науку, суммируя соответствующие статьи бюджета, распределенные по всем ведомствам. Анализ приложения 7 к Федеральному закону о бюджете 2005 года дает следующую картину (см. таблицу).

№	Наименование исследований	Ассигнования на проведение исследований, млрд. руб.
1.	Фундаментальные исследования	29,5
2.	Прикладные научные исследования в области национальной обороны	79,2
3.	Остальные прикладные научные исследования	44,8

Если исходить из цитируемой нормы [6], то финансирование научных разработок гражданского назначения составляет сумму нечетных строк таблицы – 74,3 млрд. руб. Величина расходной части бюджета 2005 г. равна 3047 млрд. руб., то есть в нынешнем году на гражданскую науку выделено примерно 2,5 %, а на развитие атомной энергетики могло бы быть выделено примерно 3 млрд. руб. Вот этого и следовало бы добиваться Росатому вместе с заинтересованными депутатами и ведомствами.

Речь не о простом увеличении финансирования имеющейся Федеральной целевой программы. **Главное в данном предложении – создать законодательную норму, фиксирующую отношение государства к развитию атомной энергетики** и финансовое обеспечение этого развития. Хочу подчеркнуть, что это предложение направлено на развитие научного направления, уже имеющего опыт эксплуатации не только прототипов, но и головных объектов. Есть ряд заманчивых революционных идей принципиально иных энергоисточников: холодный ядерный синтез, термоядерный синтез и т.п. Эти работы пока находятся на стадии лабораторных исследований. Поддержка их развития необходима, но в рамках иных критических технологий.

Разумеется, указанная сумма не решит всех проблем. Но установленная законодательством нижняя планка финансирования развития атомной энергетики позволит, наконец, Росатому сделать обоснованный выбор технических средств, на базе которых это развитие будет осуществляться в ближайшем будущем.

5. Пока же по этому вопросу существуют различные мнения, которые принимают во внимание целый ряд разнородных факторов: безопасность, конкурентоспособность, наличие топлива, обращение с РАО, ядерное нераспространение и т.д. Существуют технические предложения по разработке целого ряда инновационных реакторов, различных по мощности и целевому назначению: для крупномасштабной электроэнергетики, для атомного теплоснабжения, для региональной энергетики и т.п. За каждым из этих направлений стоят свои организации главного конструктора, научного руководителя, генерального проектантанта. Можно так распылить средства, что никаких денег не хватит. А задача целевой подпрограммы “Безопасность и развитие атомной энергетики” состоит как раз в том, чтобы выполнить необходимые НИОКР для **выбора наиболее безопасного, детерминистски безопасного реактора**, на базе которого и будет осуществлено развитие.

На сегодняшний день не существует количественных методик сопоставления безопасности разных типов реакторов. Детерминистский анализ безопасности проводится для конкретной реакторной установки, чтобы определить условия, при которых возможно исключение запроектной ядерной аварии с помощью свойств внутренней самозащитности и принципов устройства реактора. При этом оценивается наличие отрицательных обратных связей при всех отклонениях от эксплуатационных режимов, исключение аварий с разуплотнением всего контура теплоносителя (низкое давление, затверждение расплава и т.п.); исключение токсичности теплоносителя при протечках; возможность уплотнения контура для высокотекучих сред и т.п. Но детерминистский анализ не дает количественного масштаба для измерения ядерной безопасности, по которому можно было бы сделать выбор более безопасного реактора из разных вариантов его конструкции. Он свидетельствует, что заранее установленный, конечный перечень исходных событий не приводит к сверхнормативному повреждению топлива, к ядерной аварии.

Вероятностный анализ безопасности в настоящее время используется для оценки сбалансированности проекта, установления вклада этих исходных событий в вероятность ядерной аварии и принятия на этой основе технических решений для конкретного реактора. Количественные величины, получаемые в вероятностных анализах, не должны вводить в заблуждение и использоваться как масштаб измерения безопасности. Может быть, только впоследствии вероятностные анализы будут развиты для этой цели. Еще предстоит разработать комплект нормативных документов, устанавливающих на базе имеющегося опыта эксплуатации и научных результатов единые общие для всех реакторов правила сбора информации, разработки перечня исходных событий, расчета вероятностей, оценки погрешностей и т.п. В этом направлении уже идет работа, но надо подчеркнуть ее важность для развивающихся технологий.

Для инновационных реакторов, для которых еще только проектируется оборудование, должны быть установлены национальные стандарты надежности. Эти не обязательные, а рекомендательные документы должны быть выполнимы отечественной промышленностью, и это важнейшее из условий реализации проектов будущих реакторов. Наметившееся в последние годы использование зарубежного оборудования для модернизации российских АС неядельновидно и опасно для национальной экономики. Это другая комплексная задача государства – сделать атомную энергетику локомотивом отечественной промышленности. А она может и должна им стать.

Разумеется, сегодняшние проекты базируются на технико-экономических расчетах для обеспечения конкурентоспособности с другими энергоисточниками: угольными и газовыми ТЭС, ГЭС и т.п. Экономические расчеты привязываются к сегодняшним ценам на топливо, металл, рабочую силу. При этом нельзя предвидеть скачкообразные, революционные события, которые оказывают сильнейшие воздействия на экономику (научные открытия, природные катаклизмы, социальные взрывы). Все экономические показатели переменны во времени и зависят от инноваций производства, удачи в поисках полезных ископаемых, успехов транспортных технологий и еще целого ряда факторов, совокупность которых невозможно предвидеть, оценить и спрогнозировать. Любые экономические расчеты – это фотографии младенца, по которым пытаются представить лицо старца. Завтра изменятся цены и все стоимостные расчеты разрушатся.

Поэтому экономические расчеты не могут служить основой для выбора реакторов, при сопоставлении различных технологий, реализуемых в будущем. Они нужны для понимания сегодняшнего положения дел, для отработки методики экономических сравнений. Решения же должны приниматься только на основании оценок безопасности. Это обусловлено спецификой ядерной отрасли.

Развитие атомной энергетики в будущем включает в себя также увеличение занятого в отрасли персонала, расширение номенклатуры оборудования, развитие строительно-монтажных и проектно-конструкторских организаций, вовлечение в научные исследования новых контингентов ученых и т.п. Все работы должны выполняться с высоким качеством, люди должны иметь необходимую культуру безопасности и достойные условия работы, чтобы предотвратить отток из страны творцов и носителей инновационных технологий. То есть обеспечение развития атомной отрасли превращается в крупную государственную, народнохозяйственную проблему, решение которой надо начинать уже сейчас.

Литература

1. Федеральный закон “Об использовании атомной энергии”. № 170-ФЗ от 21 ноября 1995 г.
2. Гордон Б.Г. О тьме истин // Учебное пособие по курсу “Повышение квалификации при подготовке к аттестации руководителей федеральных государственных унитарных предприятий”. М.: НТЦ ЯРБ, 2003.
3. Выступление Президента Российской Федерации В.В. Путина в ООН 6 сентября 2000 г.
4. Обращение генерального директора МАГАТЭ к 44-й сессии генеральной Конференции МАГАТЭ. 18 сентября 2000 г.
5. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ 4 декабря 2003 г. Пр-2196.
6. Федеральный закон “О науке и государственной политике”. № 127-ФЗ от 23 августа 1996 г.
7. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ 30 марта 2002 г. Пр-576.