

## СТАТЬИ

### Где искать деньги на науку?

*Б.Г. Гордон, директор НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России, доктор техн. наук*

1. И экспериментаторы, и расчетчики из организаций Минатома время от времени предъявляют претензии ко мне и моим коллегам из Госатомнадзора, что-де вы не требуете тщательных обоснований безопасности при лицензировании и поэтому атомная наука не развивается. Мол, в концерне "Росэнергоатом" собрались эксплуатационники, далекие от науки, и если условия действия лицензий не содержат требования к проведению новых научных исследований, то концерн не дает денег на НИОКР, а у Минатома их не хватает на необходимые работы.

На подобные суждения можно было бы и не обращать внимания, если бы их интуитивно не разделяли некоторые директора институтов и высокопоставленные работники Минатома. Такая логика характерна для менталитета, когда виноватых ищут на стороне, а собственные ответственность и инициатива снижены вследствие угрозы наказания. По этой логике "сильный" Госатомнадзор должен заставлять концерн финансировать научные исследования.

Цель данной статьи – разобраться, как же по закону должны устанавливаться ориентиры, приоритеты и финансироваться развитие прикладной науки в области использования атомной энергии, как в существующем законодательном поле осуществляется финансирование в настоящее время, какие проблемы приходится при этом решать.

2. На моей памяти впервые на научной конференции термин "финансирование" прозвучал в 1986 г. До этого недостатка средств на научные исследования в области использования атомной энергии не было. Доставали датчики и приборы, выбивали лимиты на сооружение стендов и поставку оборудования. После Чернобыльской аварии изменилось многое: страна, ведомства, законы, и вместе с этим кардинально улучшились как приборное оснащение экспериментов, так и инструментальные средства теоретиков и расчетчиков. Первые получили потенциальный доступ к уникальным миниатюрным малоинерционным датчикам с цифровым сигналом, а вторичную аппаратуру практически полностью заменили компьютеры, в память которых закладываются тарифовочные характеристики, нормирующие параметры и т.п. Вторые получили в свое распоряжение невиданные прежде вычислительные средства, обеспечивающие возможность решения самых сложных сопряженных и комплексных задач.

По существу, за десятилетие произошла революция в средствах обоснования проектных решений и безопасности атомных объектов. **Обеспечение** безопасности действующих российских АС оценивалось разными группами отечественных и зарубежных экспертов. В целом по основным показателям безопасности наши АС входят в первую тройку мировых лидеров. Но, как ни обидно это признавать, объем и качество обоснований безопасности российских АС существенно ниже, чем западных. Судите сами. Проектные решения нескольких модификаций PWR обосновывались мощными экспериментальными программами LOFT (США), BETHSY (Франция), SPES и LOBI (Италия), ROSA (Япония) и т.п. А в России, кроме стенда КС (РНЦ "Курчатовский институт"), программа экспериментов на ПСБ-ВВЭР (ЭНИЦ) начала реализовываться только в конце прошлого века, когда некоторые ВВЭР уже стали выводиться из эксплуатации.

Такое же положение и с программными средствами. Мощные верифицированные по упомянутым экспериментам коды США, Германии, Франции, с одной стороны, и один-два кода, которые еще не прошли даже аттестацию, - у нас. Да и могло ли быть иначе при столь мощной международной кооперации и таких финансовых вложениях.

В этих условиях понятно стремление наших ученых использовать весь комплекс экспериментальных и вычислительных средств для увеличения объема обоснований безопасности и их надежды на финансирование этих работ со стороны органа управления использованием атомной энергии (Минатом) и эксплуатирующей организации (концерн "Росэнергоатом"), а также на поддерживающее их стремление воздействие регулирующего органа (Госатомнадзор).

Рассмотрим, насколько юридически обоснованы эти надежды. В [1] установлено, что в компетенцию органов управления использованием атомной энергии входят:

- разработка и реализация мер по обеспечению безопасности в подведомственных организациях (в том числе и в концерне);
- проведение государственной научно-технической политики.

Эксплуатирующая организация несет всю полноту ответственности за безопасность и обеспечивает:

- разработку и реализацию мер по предотвращению аварий;
- финансирование НИР и ОКР по обоснованию и повышению безопасности.

Эта организация также разрабатывает и проводит мероприятия по поддержанию безопасности.

Я не считаю возможным комментировать статьи закона – это дело законодателей. Но выскажу свое понимание юридических норм. В [2] понятие "ядерная и радиационная безопасность (ЯРБ)" определяется, как "**свойство АС при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами**". Уже в самом определении ЯРБ содержится указание на критерии ее оценки: непревышение радиационным воздействием установленных в нормативных документах пре-

делов. То есть если пределы не достигаются, то ЯРБ обеспечена. При этом реальное воздействие может быть количественно любым, меньшим нормативного.

Я уже отмечал в [3], что у российских специалистов зреет понимание, что для точного обоснования своих решений следовало бы в оценках безопасности отказаться от метафор типа “повышение ЯРБ”, “уровень ЯРБ”, при применении которых интуитивно предполагается, что безопасность разных объектов можно сопоставлять, а безопасность одного и того же объекта может возрастать или уменьшаться. Как показано выше, и в [1] используется подобная неточная терминология, т. е. допускается существование **количественной меры безопасности** и численных критериев ее определения. В то время как для точного определения управляющих и регулирующих решений следует использовать только термины “обеспечение ЯРБ” и “обоснование ЯРБ”.

При этом понимается, что безопасность обеспечивается проектными решениями, качеством изготовления и сооружения, опытом эксплуатации, наличием надежных систем нормальной эксплуатации и важных для безопасности и т.п. А обосновывается безопасность демонстрацией выполнения ее требований детерминистскими и вероятностными расчетными методами, экспериментальными исследованиями, на базе которых проверяются проектные решения и верифицируются расчетные программы, статистическими и экспертными анализами нарушений эксплуатации и тому подобными научными разработками. Иными словами, безопасность обеспечивается техническими и организационными мерами, а обосновывается доказательствами их достаточности.

Разумеется, не всегда можно строго отделить обеспечение ЯРБ от ее обоснования. Но тогда не требуется наличие количественной меры безопасности. И решения в виде: “безопасность обеспечена” или “безопасность обоснована” оказываются более конкретными и четкими, соответствующими современному пониманию ЯРБ.

Становятся возможными такие заключения экспертов, как безопасность обеспечена (качественным изготовлением, опытом эксплуатации и т.п.), но плохо обоснована (отсутствие верифицированных программ, неполнота инженерных баз данных для расчетов и т.п.). Или, напротив, безопасность объекта достаточно обоснована, но плохо обеспечена в результате нарушения персоналом технологических регламентов, отсутствия испытаний систем безопасности и т.п.

Первые два уровня глубоко эшелонированной защиты реализуются при нормальной эксплуатации, и, по существу, с помощью принимаемых на них мер постоянно во время работы АС обеспечивается безопасность. На следующем уровне гарантируется безопасность уже не при нормальной эксплуатации, а при проектных авариях, при которых, если радиационное воздействие меньше допустимого, она обеспечена.

Способность первых двух уровней обеспечивать безопасность обосновывается не только научными исследованиями (экспериментами, испытаниями, расчетами и т.п.), но и во многом опытом эксплуатации (анализом нарушений, установлением их коренных причин и т.п.). НИОКР проводятся как до эксплуатации в рамках обоснования проекта, так и непрерывно во время эксплуатации (совершенствование аппаратуры для диагностики оборудования и контроля параметров, совершенствование программ для загрузки-перегрузки топлива, ВАБ действующего энергоблока и т.д.).

Эффективность третьего и четвертого уровней глубоко эшелонированной защиты (предотвращение запроектных аварий системами безопасности и управление запроектными авариями) обосновывается в основном научными методами (экспериментами, расчетами и т.п.).

При этом возникает следующее явление. Специалисты-эксплуатационники, ежедневно видя, что атомная станция работает без нарушений, а в случае отклонений системы нормальной эксплуатации выполняют свои функции, справедливо полагают, что безопасность обеспечена. И научные исследования, инициируемые ими, направляются на повышение знаний в области ядерной и нейтронной физики для исключения реактивных аварий, в области прочности и материаловедения, диагностики состояния защитных барьеров для сохранения их целостности, в области управляющих систем, психофизиологии человека для исключения влияния человеческого фактора и т.п. То есть результаты тех НИОКР, которые активно и широко организует эксплуатирующая организация, внедряются ею на действующих и сооружаемых объектах.

Ученые же, понимая, что обеспечение безопасности сегодня не гарантирует от аварии завтра, что вероятность запроектной аварии не может быть нулевой и возрастает по мере увеличения числа реакторов и времени их эксплуатации, также справедливо настаивают на необходимости дополнительных обоснований, совершенствовании знаний и углублении исследований в экспериментальной теплофизике, и на разработке связанных и сопряженных программных средств и т.п.

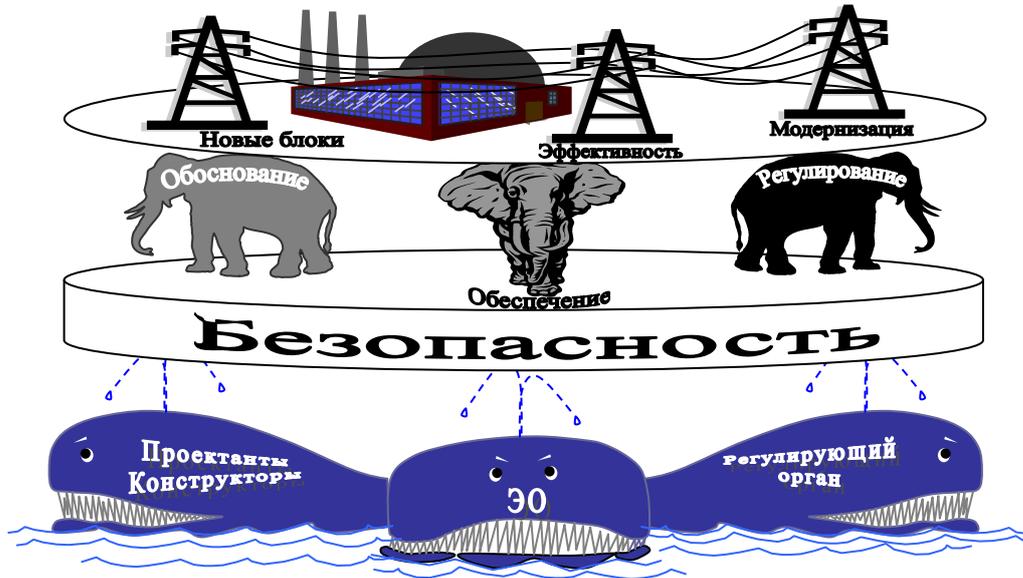
Обоснования безопасности различных уровней глубоко эшелонированной защиты по-разному используются на практике. Если сделаны ошибки в расчетах (например, технических мер первого уровня), то могут быть созданы условия для предаварийной ситуации. Авария может не произойти, так как начнут действовать технические средства второго уровня. Суть в том, что возникновение всех инициирующих аварию исходных событий предотвращается мерами именно первых двух уровней. Кстати, поэтому расчетные программы, обосновывающие безопасность, особенно прочностные коды, используют консервативные допущения.

Расчеты же последствий запроектных аварий производятся кодами наилучшей оценки для адекватного описания аварийных процессов. Но для нормально работающей станции такие расчеты обосновывают безопасность событий, которых в реальности, слава Богу, нет, что определяет отношение к исследованиям запроектных аварий, изложенное мною в [4].

Для решения этой коллизии напомним, что [1] различает пять основных “действующих лиц” в области использования атомной энергии:

- **органы управления** использованием атомной энергии;
- **органы регулирования** безопасностью;
- **эксплуатирующие организации**;
- **организации, выполняющие работы** и предоставляющие услуги для эксплуатирующих организаций, в числе которых выделяется **организация, ответственная за разработку проекта**.

В четвертую группу также входят заводы-изготовители, конструкторские, строительные, ремонтные, пусконаладочные организации и т.п. В большинстве своем они подведомственны органу управления – Минатому. Назовем их для краткости “конструкторы” и “проектанты” и рассмотрим схему взаимодействия между участниками использования атомной энергии, представленную на рисунке.



Атомная энергетика предназначена для производства энергии и должна быть безопасна и конкурентоспособна по сравнению с другими способами производства. Поэтому научные работы, обеспечивающие решение этих задач, являются прикладными. Все прикладные исследования в области использования атомной энергии можно разделить по целям приложения научных результатов: обеспечение эксплуатации, модернизация и совершенствование действующих объектов, создание новых объектов. При достижении указанных целей должна, безусловно, гарантироваться безопасность. Эксплуатирующая организация имеет главным приоритетом обеспечение безопасности и основной целью – эффективность эксплуатации. Она заинтересована в их модернизации для продления срока службы действующих энергоблоков, достройке законсервированных и только потом в разработке новых. Ведь основная задача эксплуатирующей организации – извлечение прибыли при безопасном производстве электроэнергии.

Конструкторы и проектанты получают объемы работ как раз при разработке новых блоков, хотя, разумеется, они привлекаются и к работам по модернизации, и по совершенствованию эксплуатации действующих блоков, и во всех этих случаях их главный приоритет – обоснование безопасности.

Регулирующие воздействия осуществляются путем разработки нормативных документов, выдачи лицензий, надзора за соблюдением норм, правил и условий действия лицензий. Причем нормы и правила разрабатываются на основе уже имеющегося опыта эксплуатации, достижений науки и техники. И возможности бюджетного финансирования НИОКР для научной разработки критериев и принципов безопасности в нашей стране весьма ограничены.

Условия действия лицензий, содержащие требования проведения дополнительных НИОКР, связаны с обоснованиями отступлений от норм и правил, обоснованием компенсирующих мероприятий, недостатком наших знаний, поэтому они формируются не произвольно, весьма целенаправленно, ограниченно и щепетильно. Регулирование безопасности только косвенно, опосредствованно влияет на обеспечение и обоснование безопасности.

Например, в США регулирующий орган формирует реестр нерешенных проблем безопасности, понуждает владельцев АС к их реализации и следит за выполнением этих работ. Подобная практика уже четыре года постепенно реализуется нашим институтом по поручению Госатомнадзора России. Перечни разрабатываются НТЦ ЯРБ совместно с концерном “Росэнергоатом”, который последовательно реализует эти проблемы.

Прямое непосредственное воздействие на НИР по безопасности оказывают органы управления и эксплуатирующие организации, которые и ответственны за их финансирование. Причем Минатом обеспечивает решение стратегических научных исследований, а концерн “Росэнергоатом” – по преимуществу тактические научные разработки. Но собственные финансовые возможности Минатома и концерна не безграничны, следовательно, надо искать организационные, управляющие меры по воздействию на хозяйствующие субъекты.

3. К числу указанных мер относится формирование государственной налоговой и тарифной политики. И на этом пути уже достигнуты определенные результаты, и их надо продолжать добиваться. Сделать это в современных условиях достаточно трудно. Статья 262 Налогового кодекса позволяет отнести затраты на НИОКР к расходам “после завершения этих исследований”. И я не представляю, как в обычной электроэнергетике включают затраты на НИОКР в себестоимость при расчете тарифов на электроэнергию [5]. Может быть, существуют какие-то организационные формы, но по сути упомянутой статьи научные

работы, направленные на совершенствование или создание новой продукции, должны финансироваться путем кредитного заимствования с последующей оплатой банковских процентов после получения и внедрения результатов. Так что компенсация затрат существенно затягивается во времени. А если НИОКР не дали положительного результата, то затраты на них могут включаться в состав расходов в размере до 70%, т. е. такие НИОКР будут явно убыточными.

Подобный подход очень ограничивает возможность предприятиям непосредственно финансировать НИОКР, развивающие атомную тематику. У них остается путь формирования Российского фонда технологического развития или иных отраслевых фондов по перечню, утвержденному Правительством, "в пределах 0,5 процента доходов (валовой выручки) налогоплательщика". Такой фонд по обеспечению ядерной и радиационной безопасности существует в Минатоме. В конечном счете, приоритет безопасности позволяет рассматривать многие из НИОКР как направленные на ее обеспечение или обоснование.

В соответствии с [6] на финансирование научных исследований государство обязано выделять "не менее четырех процентов расходной части федерального бюджета". Практика исполнения бюджета свидетельствует, что за семь лет, прошедших с установления этой нормы, последняя ни разу не выполнялась. Заставляя предприятия направлять на НИОКР не более 0,5 % доходов, государство, во-первых, изменяет источник финансирования (не от расходов, а от доходов), во-вторых, существенно (примерно в 8 раз), уменьшает возможности финансировать научные исследования из внебюджетных средств, но самое главное – предприятия теряют как рычаги прямого воздействия на проведение НИОКР, так и права собственности на их результаты.

Конечно, научные сотрудники не обязаны знать все эти юридические и бухгалтерские особенности финансирования науки, но они должны иметь представление об их существовании. Во всяком случае, соответствующим департаментам Минатома надо шире привлекать к формированию указанного фонда другие организации различной правовой формы и ведомственного подчинения, которые формально могут и не входить в число участников, приведенных на рисунке. Среди них можно отметить такие организации, как Атомстройэкспорт, Техснабэкспорт, концерн "ТВЭЛ" и т.п. Я уже слышал возражения против этого предложения, что, мол, эти коммерческие организации продают только то, что им дают. Мне кажется, что возможности указанных организаций раскрыты не до конца. Они продают высокотехнологичную продукцию (топливо, ТВС, АЭС) и если заинтересованы в ее совершенствовании и конкурентоспособности, расширении своего рынка, то просто обязаны обосновывать безопасность этой продукции на всех этапах жизненного цикла (изготовление, транспортирование, эксплуатация и т.д.).

Во всем мире по мере развития и распространения атомной энергетики требования безопасности ужесточаются. Обоснованность безопасности становится важным аргументом в конкурентной борьбе. И если упомянутые коммерческие организации будут ждать, пока институты Минатома проведут необходимые исследования, то они проигрывают. История с тендером в Финляндии (при всех привходящих обстоятельствах) – опасный звонок.

В этих организациях работают квалифицированные, образованные и предприимчивые специалисты, подчеркивающие принадлежность к коммерческому предприятию, т. е. нацеленному на получение прибыли, которое зависит от многих факторов, в том числе и от спроса на рынке. Сегодняшние российские технологии и продукция обоснованы в прежние годы и пользуются спросом еще и потому, что в них аккумулированы научные разработки прежних лет. И если акционеры упомянутых организаций не хотят, продав весь высокотехнологичный задел, остаться голыми, необходимо часть затрат направлять на научные исследования. Причем величина этой части, ее соотношение, скажем, с фондом оплаты труда самой организации в структуре себестоимости, должны определяться не менеджерами организации, а Минатомом, представляющим в этих акционерных обществах государство. Ибо это элемент стратегической, корпоративной, акционерной и тому подобной научно-технической политики государства. Я не апеллирую к здравому смыслу или доброй воле менеджеров, а полагаю, что в существующей системе государство в лице Минатома должно установить такие "правила игры" при использовании атомной энергии, которые предусматривали бы заинтересованность менеджеров в развитии научных исследований.

Несколько иное положение с заводами-изготовителями оборудования, используемого на АЭС (реакторы, парогенераторы, контрольно-измерительная аппаратура и т.п.). Некоторые из них уже не находятся под непосредственным государственным управлением, а оборудование также наукоемко, его изготовление требует развития и совершенствования научных обоснований безопасного использования. Здесь должны включаться иные механизмы государственного рыночного регулирования (нормативно-технические документы, сертификаты, целевые налоговые льготы и т.п.) для того, чтобы научные исследования, направленные на разработку и совершенствование этой продукции, были выгодны и необходимы заводам на этом рынке и обеспечивали конкурентоспособность отечественного оборудования.

Есть еще одна группа организаций, которую можно было бы привлечь к финансированию научных исследований, – это страховые общества. Обеспечение безопасности снижает страховые риски, анализы безопасности делают обоснованными страховые суммы. И в отношениях с этими организациями также должна проводиться государственная политика, направленная на расширение научных исследований, на заинтересованность страховых компаний в научных обоснованиях безопасности.

Наивно думать, будто все эти организации не понимают важности научной поддержки. Но мне кажется, что принимающие решения менеджеры не вполне осведомлены о состоянии научных исследований. Следует шире вовлекать их в научный процесс, приглашая к участию в семинарах и конференциях, распространять литературу и т.п. Большую роль здесь сыграет инициатива и предприимчивость самих ученых, но координировать и согласовывать эти усилия должно все-таки управляющее ведомство, отвечающее за научно-техническую политику в отрасли.

На мой сторонний, но заинтересованный взгляд, **управление наукой состоит не только в повышении и распределении имеющихся средств, но и в поиске и реализации таких законодательных рычагов и мер, которые вовлекают всех участников использования атомной энергии в опережающее развитие НИОКР.**

Большую роль в современной России играет международное сотрудничество. Оно имеет различные формы, зависит от страны, предмета сотрудничества, его целей и т.п. Этой отдельной, интересной темы я не касаюсь в данной статье.

В заключение хотел бы обозначить одну весьма деликатную и сложную проблему. Можно слышать мнение, что ученых развелось слишком много и все финансовые проблемы решаются оптимизацией числа НИИ и их состава.

В [7] отмечено, что в более 50 НИИ и КБ, входящих в состав Минатома, работает примерно 100 тыс. человек. По-видимому, еще столько же организаций в России привлекаются к атомной тематике. Это коллективы институтов РАН, некоторых вузовских кафедр, ВНИИАМ, ЦКТИ и т.п. Ориентировочно можно считать, что атомной тематикой занимаются около 150 тыс. человек, или 0,1% всего населения России. Но умозрительно оценить оптимальность этого числа невозможно. Надо иметь информацию о динамике указанных цифр.

Во всяком случае, наука едина и взаимосвязана. Уравнения, методы, аппаратура ядерной физики используются в космических, химических, медицинских, геологических и других приложениях. Программы и методики расчета движения теплоносителя применимы для газопроводов или организации транспортных потоков в городах. При том, что атомные специалисты сами занимаются широким спектром энергетических проблем – поиском новых технологий производства энергии, разных способов ее передачи и хранения, новыми материалами и многим иным.

Разумеется, все высказанные выше соображения не затрагивают системной проблемы формирования федерального бюджета, из которого финансируются научные исследования в государственных организациях. В России, как и прежде в СССР, основные доходы поступают от эксплуатации недр. В СССР на эти средства содержались номенклатура и мощный военный комплекс, а из денег на оборону финансировались многие научные исследования в ядерно-энергетическом комплексе.

В современной России нефтедолларов может быть даже больше, но распоряжаются ими структуры, которые не заинтересованы в развитии атомной науки. Да и сами эти средства частично остаются за рубежом, частично в тени, так что федеральный бюджет получает лишь долю от них и тратит на всю российскую науку несколько процентов от этой доли, а на атомную и того меньше. Но здесь мы вступаем в область необсуждаемой ответственности высшей государственной власти.

4. Подводя итоги, можно констатировать, что в соответствии с действующим законодательством проведение государственной научно-технической политики, обеспечение ее финансированием, координацию научных исследований должны осуществлять органы управления использованием атомной энергии. Эксплуатирующие организации финансируют НИОКР по обеспечению и обоснованию безопасности. Однако эти органы и организации недостаточно привлекают других участников использования атомной энергии к работе в организации НИОКР путем совершенствования налогового, финансового, бюджетного и иного законодательства.

Вместе с тем существующие юридические и организационные формы тормозят эту деятельность и не позволяют в полной мере реализовать имеющиеся возможности финансовой поддержки, потребности в научном обеспечении и научный потенциал российских специалистов. Если такое положение продлится, то Россия может потерять свое место в области использования атомной энергии, которое она завоевала усилиями наших предшественников. Совершенствование финансовых механизмов развития отечественной науки является важной народнохозяйственной задачей, от решения которой зависит будущее нашей страны.

### Литература

1. Федеральный закон “Об использовании атомной энергии”. № 170-ФЗ, 1995 г.
2. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97.
3. Гордон Б.Г. Об использовании понятия риска в различных отраслях промышленности // Вестник Госатомнадзора России. -2003. -№1.
4. Гордон Б.Г. Стратегия России в исследованиях по безопасности отечественных реакторов //Атомная энергия. -2000. -Т. 89. -Вып. 5.
5. Платонов В.В. Возможно ли незатратное получение энергии // Препр. ИБРАЭ. -М.: 2003.
6. Федеральный закон “О науке и научно-технической политике”. №127-ФЗ, 1996 г.
7. Соколов Ю.А. Состояние и перспективы развития экспериментальной базы фундаментальных исследований // Доклад на Четвертой научно-практической конференции Минатома России “Использование достижений фундаментальных исследований в ядерных технологиях”. -М.: 2003.