

## **ЯДЕРНЫЙ РЕНЕССАНС: РОССИЙСКАЯ СПЕЦИФИКА И ГЛОБАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

В последние годы в мире обозначилась тенденция возрождения интереса к атомной энергетике. Сейчас кажется уже невозможным удовлетворить растущие энергетические потребности человечества без обращения к мирному атому. Но большая опора на атомную энергетику ставит ряд важных вопросов как частного, так и общего характера.

Для России *ядерный ренессанс* не менее актуален, так как увеличение доли атомной энергетики в энергобалансе страны до 30% к 2020 г. представляет собой амбициозную задачу. В то же время, сосредоточившись только на внутреннем развитии, можно остаться *на обочине глобального ренессанса*. Как найти баланс? Каковы роль и место России в *ядерном ренессансе*? Какие сложности стоят перед Россией и другими странами, сделавшими ставку на атомную энергетику, и как их преодолеть?

На эти вопросы отвечают участники дискуссии: академик РАЕН, председатель совета директоров и научно-технического совета ЗАО *Энергомонтаж Интернейшнл* В.Б. Иванов, помощник генерального директора по инновационным технологиям в атомной энергетике Физико-энергетического института им. А.И. Лейпунского В.С. Каграманян, заместитель генерального директора по развитию – директор по развитию концерна *Росэнергоатом* А.К. Полушкин, вице-президент Курчатовского института академик Н.Н. Пономарев-Степной, заместитель начальника Управления внешних связей ЗАО *Атомстройэкспорт* А.В. Убеев, начальник отдела по системному анализу атомной энергетики Физико-энергетического института им. А.И. Лейпунского А.Н. Чебесков.

**ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ:** Какой прогноз развития атомной энергетики в мире к 2020–2030 гг. Вам представляется реалистичным? Какова может быть доля атомной энергетики в мировом энергобалансе в указанные годы? Каковы условия реализации этого прогноза? Реально ли достижение 30-процентной доли атомной энергетики в энергобалансе России к 2020 г.? За счет чего будет осуществляться обеспечение планируемых блоков топливом?

**В.Б. ИВАНОВ (АКАДЕМИК РАЕН):** Прежде всего, следует обосновать основные причины, которые заставляют достаточно быстрыми темпами развивать атомную энергетику. Дело не только в исчерпании ресурсов органического топлива. Ресурсы могут оказаться достаточными на ближайшую сотню лет, учитывая нефтеносные пески, арктический шельф и Антарктиду. Есть еще одно важное обстоятельство. Присоединение к *золотому миллиарду*, имеющему, несмотря на энерго- и ресурсосбережение, достаточно высокое удельное потребление энергетических ресурсов на одного человека, еще более двух миллиардов человек из развивающихся Китая, Индии и стран Латинской Америки приведет к тому, что в единицу времени будет необходимо добывать, но, главное, **доставлять до потребителя** такое количество органических энергоресурсов (нефть, газ, уголь), с которым не справится ни какой транспорт. Если учесть политические проблемы, мешающие транспортировке (их уже можно наблюдать в Украине, Белоруссии, при строительстве газопровода по дну Балтийского моря), а также форс-мажорные обстоятельства (техногенные взрывы, землетрясения, диверсии и т.п.), то будущая энергетика должна строиться по региональному признаку, где транспортная составляющая и для подвоза топлива, и для транспортировки энергии до потребителя не играет решающей роли в обеспечении энергетической без опасности. Кроме энергетики, использующей местные энергоресурсы (как правило, возобновляемые), таким условиям отвечает только атомная энергетика, обладающая к тому же, с учетом бриднерного плутония и тория, ресурсами на несколько тысяч лет.

Однако к 2020–2030 гг. с точки зрения доли атомной энергетики в общей генерации мало что изменится, так как в эти годы будет наблюдаться массовый вывод из эксплуатации блоков, отработавших свои сроки, а промышленность практически всех стран, использующих АЭС, в указанные сроки не сможет создать оборудование и построить мощности, которые в объеме генерации в мировом масштабе **превышали бы сегодняшний уровень.**

Это же, на мой взгляд, относится и к России. Может быть, даже в большей мере, поскольку за 1990-е гг. российская инфраструктура, необходимая для строительства АЭС, была существенно разрушена, кадровое обеспечение отрасли, начиная со строителей и кончая сотрудниками из мониторирующей безопасности прикладной науки, недостаточно и по количеству и по качеству. Моя оценка доли атомной энергетики в электрогенерации к 2030 гг. около 20%, скорее всего, несколько ниже этого показателя. 30% – нереальная цифра.

Если доля отечественной атомной энергетики к 2030 г. будет около 20% и Россия не будет брать ответственность за снабжение ураном зарубежных блоков, построенных по российским проектам, то отечественных запасов (с учетом освоения Эльконского месторождения) при неперемнной закупке части сырья за рубежом (например, в Казахстане) будет достаточно для обеспечения работы введенных в соответствии с планами легководных блоков типа ВВЭР-1000.

К 2030 г. при условии соблюдения принятой на сегодня стратегии должны появиться не сколько первых коммерческих блоков АЭС с реакторами на быстрых нейтронах (БН), работающих в замкнутом топливном цикле с коэффициентом воспроизводства около 1,2–1,3. Это позволит, во-первых, использовать накопленное облученное ядерное топливо (ОЯТ) из реакторов ВВЭР-1000 (частично и из РБМК-1000) для вторичного использования после его переработки (точнее, регенерации). Во-вторых, наработка в активных зонах БН реакторов избыточного плутония – это начало использования нового ресурса, при котором будут действовать новые балансы делящихся материалов, которые, в конечном счете, определят и количество, и номенклатуру новых блоков АЭС после 2040–2050 гг.

**А.В. УБЕЕВ (АТОМСТРОЙЭКСПОРТ):** Возможные сценарии развития атомной энергетики в среднесрочной перспективе существенно разнятся даже у такой авторитетной и осторожной в оценках организации, какой является МАГАТЭ. Согласно оптимистичному варианту, общая установленная мощность АЭС в мире может вырасти с 360 ГВт (эл.) в настоящее время до 510 ГВт к 2020 г. Иными словами, в течение примерно десяти ближайших лет надо будет строить и вводить в коммерческую эксплуатацию по 10–12 энергоблоков в год, что на данный момент вряд ли осуществимо. Наиболее реальной представляется цифра 6–7 новых энергоблоков в год, что позволит к 2020 г. выйти на 420–430 ГВт общей установленной мощности АЭС. С учетом предстоящего вывода из эксплуатации значительного числа ядерных реакторов, выработавших свой ресурс, доля атомной энергетики в мировом энергобалансе через 10–15 лет существенно не изменится и будет колебаться от нынешних 16 до 20%. Разумеется, в отдельных государствах и регионах, интенсивно развивающих мирную ядерную энергетику, баланс будет иным.

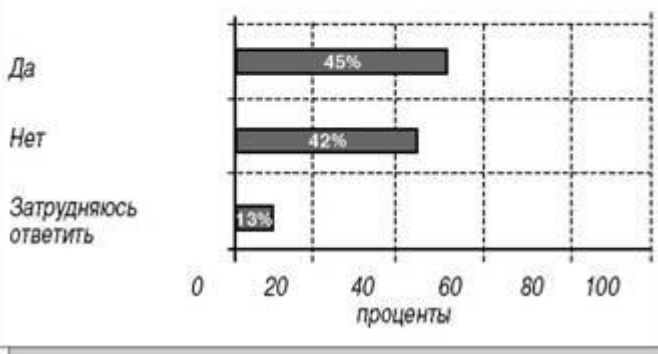
*Жонглирование* цифрами можно продолжать бесконечно, тем более что отдаленные прогнозы делать проще, чем ответить на конкретный вопрос сколько блоков будут введены в эксплуатацию, например, в следующем году? Весьма показательными для России и мировой атомной промышленности в целом станут ближайшие год–два: удастся ли

раскрыть гигантский *маховик* строительства АЭС и своевременно реализовать заявленные планы или они так и останутся на бумаге? На подготовку соответствующей инфраструктуры для нормального функционирования атомной энергетики, по данным МАГАТЭ, требуется 10–12 лет. Не откажутся ли страны, которые сейчас дружно заявляют о намерениях строить АЭС, от своих планов, столкнувшись с неизбежными организационными, финансовыми, правовыми, кадровыми и другими проблемами?

Все перечисленные трудности при сооружении атомных станций в совокупности с ограниченным потенциалом атомных энергомашиностроительных мощностей, особенно для оборудования с длительным циклом изготовления, не являются непреодолимым препятствием. Все это в мировой атомной энергетике уже было. Статистика подсказывает, что в 70-е гг. прошлого столетия были сооружены 162 энергетических реактора общей мощностью около 120 ГВт, в следующее десятилетие построены 176 реакторов общей электрической мощностью примерно 190 ГВт. А с начала 90-х гг. прошлого столетия до настоящего времени в коммерческую эксплуатацию в мире введены только 19 (!) энергоблоков (последствия аварий на Three-mile Island и в Чернобыле). Практически 20, а в США и все 30, лет бездействия! Отсюда отсутствие преемственности, как в промышленности, так и в подготовке квалифицированных кадров для атомной отрасли в целом.

### Реально ли достижение 30-процентной доли атомной энергетики в энергобалансе России к 2020 г.?

В опросе принимали участие посетители интернет-представительства ГИР-Центра. Опрос проводился с 1 марта по 1 мая 2008 г.



Еще один фактор, который может помешать реализации амбициозных планов, – это реальные длительные сроки лицензирования (2–3 года) и строительства (7–10 лет) АЭС. Подчеркиваю, реальные, а не декларируемые. Отставание сооружения европейского реактора EPR в Олкилуото (Финляндия) уже составило два года от первоначального графика. Параллельно идет процесс лицензирования. Заявленные японцами теоретические три года на сооружение энергетических реакторов пока не подкреплены практикой. О наших долгостроях еще с советских времен сказано и написано достаточно.

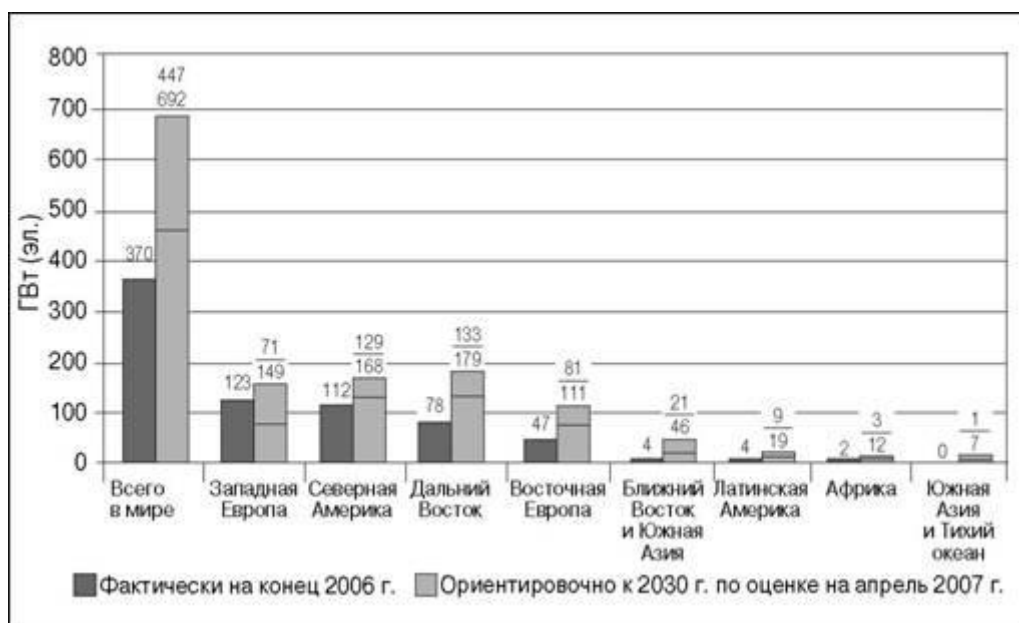
Традиционно медленными темпами решаются правовые и финансовые проблемы гармонизации отечественного и международного законодательства по таким острым вопросам, как гражданская ответственность за ядерный ущерб, интеллектуальная собственность, страхование рисков. Особенно они актуальны сейчас при создании совместных предприятий, стратегических альянсов, международных центров с другими государствами, строительстве атомных объектов за рубежом.

**А.Н. ЧЕБЕСКОВ (ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.И. ЛЕЙПУНСКОГО):** Среди многочисленных прогнозных исследований развития атомной энергетики на ближайшую перспективу наиболее реалистичными представляются оценки, выполняемые международной группой МАГАТЭ. Прогнозные оценки развития ядерных мощностей до 2030 г. Эта рабочая группа была образована около 30 лет назад и ежегодно разрабатывает прогнозы развития атомной энергетики по отдельным странам. С помощью разработанного компьютерного кода прогнозные оценки по странам формируют прогнозы по регионам мира и, наконец, последние формируют прогнозные оценки по миру в целом.

При этом прогнозные оценки даются в двух вариантах: *минимальные оценки* и *максимальные оценки*. По результатам деятельности этой международной рабочей группы МАГАТЭ ежегодно выпускает/обновляет информационные материалы по прогнозам развития атомной энергетики.

По результатам последнего совещания рабочей группы, состоявшегося в апреле 2007 г. в МАГАТЭ, на *Графике 1* представлены прогнозные оценки развития ядерных мощностей на 2030 г. по миру в целом и по отдельным регионам. Оценки выполнены для двух сценариев развития: *минимального* – верхняя величина и *максимального* – нижняя величина. Здесь же для сравнения представлены данные по ядерным мощностям на конец 2006 г.

**График 1. Прогнозные оценки развития ядерных мощностей по регионам мира на 2030 г.**



Как видно из представленных данных, во всех регионах мира ожидается рост ядерных мощностей для обоих рассматриваемых сценариев. Исключением является Западная Европа, для которой в *минимальном* сценарии предсказывается существенное сокращение ядерных мощностей к 2030 г.

В целом по миру прогнозные оценки предсказывают увеличение ядерных мощностей по сравнению с 2006 г. на 20% и почти на 90% к 2030 г. соответственно для *минимального* и *максимального* сценариев развития.

Несмотря на существенный прогнозируемый рост ядерных мощностей в период до 2030 г., доля атомной энергетики в мировом энергобалансе будет в среднем снижаться до 5,7–5,9% к 2020 г. и 4,9–6,1% к 2030 г. На конец 2005 г. доля атомной энергетики в мировом энергобалансе составляла 6,0%.

Доля атомной энергетики в мировом производстве электрической энергии также будет снижаться в рассматриваемый период времени: 14–15% к 2020 г. и 12–13% к 2030 г. по сравнению с 15,5% в 2005 г.

В феврале 2008 г. правительством России была одобрена Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики. Базовый вариант предусматривает введение в строй 137 ГВт новых мощностей до 2020 г., при этом на долю атомной энергетики приходится около 25% – ввод 37 ядерных блоков. В максимальном варианте доля атомной энергетики будет составлять около 30% за счет ввода 42 ядерных блоков.

В настоящее время идет разработка новой Стратегии развития атомной энергетики в России. В качестве целей приняты такие уровни достижения суммарной установленной мощности ядерных энергоблоков: 100 ГВт к 2030 г. и 300 ГВт к 2050 г. При достижении этих мощностей доля ядерной энергетики в производстве электричества в России превысит 30%.

По оценкам залежей природного урана в России достаточно для развития масштабной атомной энергетики на тепловых реакторах до 2030 г. Далее необходим массовый ввод реакторов на быстрых нейтронах с замыканием ядерного топливного цикла атомной энергетики.

**А.К. ПОЛУШКИН (КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ):** Мне бы хотелось рассказать об инвестиционной программе концерна *Росэнергоатом*. Оценить масштабность этой программы, рассчитанной на 2008 и на последующие годы, можно путем ее сравнения с фактическим состоянием инвестиционной деятельности концерна за последние 10 лет.

До 1998 г. в атомной энергетике России инвестиционная деятельность практически не велась. Небольшие средства выделялись на разработку новых проектов – «АЭС-91», «АЭС-92», «БН-800», «КЛТ-40С» и на содержание недостроенных объектов, законсервированных в 1991–1992 гг.

Все было против дальнейшего развития атомной энергетики: послечернобыльское настроение общественности, позиция ведущих политиков того времени, которые быстро поняли, что путь во власть лежит через два лозунга: «долой КПСС», и «долой АЭС», отсутствие денег – оплата за отпущенную электроэнергию опускалась ниже 10% от объема реализации, замирала промышленность, распались строительные управления. Казалось, что возродить нашу отрасль мы уже не сможем...

Летом 1998 г., когда была принята первая послечернобыльская государственная программа развития атомной энергетики, забрезжила надежда. Эта программа не содержала нового масштабного строительства, она не была обеспечена финансовыми ресурсами, на нее *косо смотрели* в регионах, но все же – это был прорыв. Государство определило свою позицию.

С этого момента и до середины нынешнего десятилетия (1998–2005 гг.) ситуация изменялась в лучшую сторону достаточно динамично. Были достроены и выведены на проектную мощность два блока миллионника: Ростов-1 и Калинин-3. Началась программа модернизации и продления сроков эксплуатации действующих АЭС: Нововоронежская-3 (НВАЭС), 4; Кольская-1 (КолАЭС), 2; Ленинградская-1 (ЛАЭС), 2; Курская-1,2; Билибинская-1, 2, 3, 4. Приступили к сооружению комплексов по переработке накопленных радиоактивных отходов.



Годовой объем инвестиций постепенно рос с 3 млрд руб. векселями в 1998 г. до 20–24 млрд руб. *живыми* деньгами к 2005 г.

Зарубежные стройки – Иран, Китай, Индия – в какой-то степени помогли удержать на плаву основные заводы – изготовители оборудования для АЭС.

И вот, с 2006 г. возрождение атомной энергетики и характер инвестиционной деятельности концерна начали меняться революционным образом. Под руководством новой команды управленцев во главе с С.В. Кириенко разработана и принята правительством РФ Федеральная целевая программа «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 гг. и на перспективу до 2015 г.», предусматривающая ввод, начиная с 2012 г., по два блока в год.

Идет разработка нового проекта – «АЭС-2006». Открывается строительство БН-800 на Белоярской АЭС, разворачивается достройка энергоблоков Ростов-2 и Калинин-4. Создаются новые инжиниринговые компании на базе существующих проектных институтов. Закладывается новое строительство на площадках НВАЭСII и ЛАЭСII. Продолжается работа по продлению сроков эксплуатации энергоблоков ЛАЭС-3, Курск-3, НВАЭС-5, КолАЭС-3 и 4, Белоярка-3. Разрабатывается и реализуется новая программа – программа повышения мощности действующих АЭС.

Объем инвестиций в 2006 г. достиг 35 млрд руб., а в 2007 г. уже более 60 млрд, причем из них 18 млрд – это деньги федерального бюджета. План на 2008 г. – 120 млрд руб., из которых более 50 млрд федерального бюджета!

Отдельно хотел бы обозначить работы по продолжению эксплуатационного ресурса энергоблоков I и II поколений. Объем инвестиций по этому разделу составит в 2008 г. 15–17 млрд руб.

За несколько лет до истечения проектного срока службы, а он для всех действующих сегодня энергоблоков составляет 30 лет, производится детальное обследование оборудования, зданий, сооружений, обеспечивающих эксплуатацию данного энергоблока. Составляется перечень оборудования и технологических систем, подлежащих полной или частичной замене или капитальному восстановительному ремонту. Кроме того, составляется перечень отступлений от действующих нормативных требований, принимается решение об устранении выявленных отступлений, а там, где это технически невозможно, – о разработке компенсирующих мероприятий. По результатам обследований и анализов разрабатывается проект продления срока эксплуатации данного энергоблока. Проект проходит ведомственную экспертизу и утверждение в Росатоме, после чего начинается его реализация.

Работы по продлению сроков эксплуатации действующих АЭС рассматриваются сегодня как наиболее приоритетные. Во-первых, затратив 300–400 млн долл., мы получаем блок-миллионник еще минимум на 15 лет. Это экономически выгодно. Во-вторых, продление эксплуатации действующих АЭС дает возможность войти в режим серийного строительства новых АЭС, не снижая общей установленной мощности атомных станций России.

Важное место в нашей программе занимает вопрос обращения с ОЯТ и радиоактивными отходами (РАО). Объем инвестиций по этому разделу составит в 2008 г. 10–13 млрд руб. На каждой действующей АЭС сооружаются комплексы по переработке и хранению жидких и твердых РАО, накопленных за весь срок эксплуатации.

Однако основная наша задача – создание новых энерго мощностей. Этот раздел программы содержит задания по достройке энергоблоков высокой степени готовности, сооружению новых АЭС по проекту «АЭС-2006» единичной мощностью 1150 МВт, консервации площадок, где пока строительство не предполагается, проектному обеспечению будущих периодов.

Объем инвестиций по этому разделу составит в 2008 г. 75–80 млрд руб. До 2008 г. планы по сооружению энерго мощностей строились на заданиях Федеральной целевой программы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса до 2015 г.». С 2008 г. мы начали ориентироваться на объем ввода энергоблоков в соответствии с Генеральной схемой размещения энерго мощностей в России до 2020 г.

В соответствии с генеральной схемой мы должны вводить до 2012 г. по одному энергоблоку в год, с 2012 по 2014 г. – по два энергоблока и, начиная с 2015 г., – минимум по три атомных энергоблока в год. Общий объем ввода мощностей с 2009 по 2020 г. должен составить минимум 32 тыс. МВт. За этот же период из эксплуатации будет выведено 3,7 тыс. МВт старых мощностей, и тогда общая установленная мощность атомных станций России к 2020 г. составит более 51 тыс. МВт. Годовая выработка электроэнергии на АЭС за этот период вырастет с сегодняшних 150 млрд кВт/ч до 380 млрд кВт/ч в год.

В первые годы расходы на реализацию столь масштабной инвестиционной программы делятся приблизительно пополам между федеральным бюджетом и собственными средствами концерна *Росэнергоатом*. В дальнейшем доля средств концерна будет увеличиваться, а после 2015 го. инвестиции из федерального бюджета и вовсе не предусматриваются.

Важно отметить, что, кроме серийного строительства энергоблоков с реакторами корпусного типа (ВВЭР) мощностью 1150 МВт (эл.), программой предусмотрен ввод в 2012 г. энергоблока №4 Белоярской АЭС мощностью 800 МВт (эл.) с реактором на быстрых нейтронах (БН-800). По мнению специалистов, за этой технологией – будущее атомной энергетики. Россия и сегодня занимает в этой области лидирующее положение, а с вводом БН-800 и отработкой замкнутого топливного цикла, когда после ре генерации отработавшее топливо вновь возвращается в реактор, Россия, безусловно, это лидерство закрепит. На основе опыта, который мы рассчитываем получить на Белоярской АЭС, можно будет всерьез говорить о планах развития атомной энергетики во второй половине XXI в.

Любопытным также является проект плавучей АЭС мощностью 70 МВт. Головной образец такой станции должен заработать в Северодвинске в 2010 г. Есть основания пред полагать, что у этого проекта большое будущее не только на российском Севере, но и за рубежом. Кроме электроэнергии, плавучая АЭС способна отпускать тепло и быть основой для создания опреснительных комплексов.

Следует отметить, что финансовое обеспечение программы развития атомной энергетики, о котором было сказано выше, не является сегодня решающим факто ром успешной ее реализации. На первое место выходит ресурсное обеспечение программы. Имеются в виду трудовые ресурсы, обеспечение материалами и оборудованием.

**ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ:** Какие основные проблемы и угрозы, связанные с планами масштабного развития атомной энергетики в мире, особенно в ряде стран, которые не имеют опыта эксплуатации ядерных установок большой мощности?

**В.Б. ИВАНОВ (АКАДЕМИК РАЕН):** Как правило, и политики, и эксперты опасаются распространения делящихся материалов (обогащенного урана и выделенного из ОЯТ или мишеней плутония), что может стать посылкой к созданию ядерного оружия в странах, до того его не имевших. Существующие в настоящее время технологии топливного цикла реакторов на самом деле имеют на определенных *переделах* обогащенный уран или плутоний, выделенный при переработке ОЯТ. Это проблема нераспространения, она рассматривается серьезно на всех уровнях, есть различные предложения, как существенно снизить угрозу распространения (лизинг топлива, лизинг АЭС, работа с топливом, содержащим высокорadioактивные элементы, не позволяющим использовать делящиеся материалы без серьезной биологической защиты и т.п.).

На мой взгляд, гораздо более существенная проблема – это отсутствие четкой, понятной политики по обращению с ОЯТ. Если не будет решен вопрос с централизованным (всего несколько центров в мире) долгосрочным контролируемым хранением ОЯТ, то у стран, впервые начавших использовать атомную энергетику в ограниченном объеме, сразу возникает проблема обращения с ОЯТ. Наличие большого числа хранилищ ОЯТ, рассеянных по разным странам и территориям с разными географическими условиями без понимания, что с ним делать далее, увеличивает риск радиационных инцидентов.

**А.В. УБЕЕВ (АТОМСТРОЙЭКСПОРТ):** Затрону проблемы нераспространения, связанные с *ядерным ренессансом*. Разумеется, при повсеместном распространении ядерных материалов и технологий риск их переключения на незаявленные цели увеличивается. Прежде всего, речь идет о чувствительных технологических операциях ядерного топливного цикла (ЯТЦ): обогащение урана, хранение и переработка ОЯТ и РАО. Предлагаемые многосторонние подходы к проблемам ЯТЦ, укрепление существующих экспортно-контрольных механизмов могут снизить риски при условии, что государства добровольно откажутся от своего законного права в соответствии с ДНЯО на развитие мирных ядерных технологий. Сделать не только политически, но и коммерчески привлекательными международные инициативы – задача ближайшего будущего. Возведение технологических барьеров (ядерно-энергетические системы естественной без опасности) требует порой отказа от привлекательных, но опасных технических решений. Предлагается поставлять как отдельные, чувствительные с точки зрения распространения узлы оборудования, так и компактные ядерные *батарейки* в форме *черных ящиков*, исключая несанкционированный доступ. Собственно говоря, плавучие АЭС и модульные ядерные реакторы малой мощности и являются прообразами таких *батареек*.

Из перечисленного выше ясно, что понятие *ядерный ренессанс* настолько многопланово и мозаично, что сейчас сложно представить, сложится ли цельная картина или на холсте останутся лишь ее привлекательные фрагменты. И не дай нам Бог нового Чернобыля!

**А.Н. ЧЕБЕСКОВ (ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.И. ЛЕЙПУНСКОГО):** Прогнозируемый рост числа стран, использующих ядерную энергию, ведет к увеличению риска распространения за счет возможного желания отдельных стран приобрести или развить самим чувствительные технологии ЯТЦ. Отсюда – все увеличивающийся риск появления *пороговых* стран. Нерешенная проблема накопления плутония в отработавшем топливе, особенно в странах, имеющих небольшие программы по атомной энергетике, также увеличивает риск распространения. Увеличение числа стран, использующих атомную энергию, ведет также к увеличению риска *ядерных акций*, которые могут совершить наднациональные и/или террористические группировки, благодаря не достаточному контролю над ядерными материалами в отдельных странах.



Таким образом, проблема атомной энергетики и нераспространения ядерного оружия носит глобальный, мировой характер, затрагивает интересы всех стран без исключения. Увеличивающийся в мире интерес к использованию атомной энергии требует новых, инновационных подходов к решению этой проблемы.

**ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ:** Как Россия может помочь в решении этих проблем? Каковы конкурентные преимущества России по сравнению с другими поставщиками оборудования и услуг на мировой атомный рынок? Какова может быть доля России на атомных рынках (АЭС, топливо, услуги обогащения) на обозримую перспективу?

**В.Б. ИВАНОВ (АКАДЕМИК РАЕН):** Россия имеет соответствующее законодательство, позволяющее возвращать на свою территорию без возврата назад в страну, где ядерное топливо использовалось, РАО и делящихся материалов ОЯТ российского происхождения. Это хорошее предложение для стран, которые начнут использовать атомную энергию, но далеко не все страны желают использовать российское ядерное топливо. Нужна большая работа по разработке международного законодательства, национальных нормативных актов, чтобы решить данную проблему в мировом масштабе.

Мое мнение, что именно возможность предоставлять услуги по вывозу ОЯТ без обязательного возврата РАО – наибольшее преимущество российских поставщиков топлива (которое, естественно, следует за реактором российского проекта). После реализации пилотного проекта плавучей АЭС (КЛТ-40С) Россия может предложить лизинг АЭС, решающий и проблему ОЯТ, и проблему снятия с эксплуатации АЭС целиком (не нужно демонтажа, дезактивации, сбора и захоронения РАО). Такие возможности уже привлекают потенциальных заказчиков из Индонезии, Индии и даже Китая. В России разработаны проекты (пока только концептуальные) АЭС малой мощности (3–10 МВт), интегральной конструкции, высокой безопасности, которые легко транспортируются, имеют более чем 10 лет промежутки между перегрузками, практически не требуют постоянно го эксплуатационного персонала. Это также достаточно привлекательное предложение для многих стран.

Что касается обычного оборудования для серийных АЭС типа ВВЭР-1000, то я не вижу принципиальных преимуществ российских поставщиков и российских проектов. На этом секторе рынка жесткая конкуренция.

**А.В. УБЕЕВ (АТОМСТРОЙЭКСПОРТ):** Несколько слов об экономической составляющей атомной энергетики. Строительство АЭС – это проект стоимостью в несколько миллиардов евро и к долгим сроком возврата инвестиций. По оценкам экспертов, средняя стоимость 1 КВт установленной мощности составляет более 2000 евро и растет быстрыми темпами. Создание же инновационных реакторных и других технологий ЯТЦ (международные программы ИНПРО, GIF-IV, GNEP), еще более длительные проекты с большей степенью рисков и неопределенностью практических результатов.

Сейчас компании заинтересованы не просто в строительстве, а в управлении атомными станциями, продаже электроэнергии. Но даже средств от продажи конечной продукции – электроэнергии – не хватит для поддержания смежных предприятий ЯТЦ, прежде всего для безопасного обращения с ОЯТ и РАО. Без организационной и финансовой поддержки государства развитие атомной энергетики, особенно на начальном этапе, вряд ли возможно. Речь идет о предоставлении государственных кредитов на строительство, налоговых льготах, повышении тарифов на энергию, вырабатываемую АЭС, правительственных гарантиях на возмещение возможного ядерного ущерба и др.

Примером эффективной господдержки может служить Франция, где первое лицо государства лично лоббирует интересы национальной атомной отрасли. Большая энергетика производит только два массовых продукта – электричество и тепло, поэтому для повышения рентабельности ядерных энергетических установок необходимо развивать их теплофикационную составляющую. Хотелось бы прокомментировать время от времени появляющиеся сообщения, что успехи российских атомщиков по получению привлекательных заказов на строительство энергетических объектов якобы связаны с низкими ценами на отечественные технологии, даже демпингом. Работать себе в ущерб никто не будет, и если раньше при выборе технологий порой довлел политический фактор, то сейчас *состязаются* исключительно технологии и экономические факторы.

Так что далеко не все представляется в мрачном свете. Коренные организационные преобразования в отрасли, привлечение значительных финансовых ресурсов, в том числе бюджетных, перспективные научные разработки (не реализованные в свое время по разным причинам) создают неплохие стартовые позиции для развития отечественного атомного комплекса. У нас есть с чем выйти на мировой атомный энергетический рынок. Это уникальный опыт промышленной эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах (БН-350, БН-600), судовых ядерно-энергетических установок и др. Важно предлагать потенциальным заказчикам комплекс услуг: от создания необходимой инфра структуры, подготовки персонала, непосредственно строительства АЭС, лизинга ядерного топлива с последующим его возвратом до вывода энергетических объектов из эксплуатации.

**В.С. КАГРАМАНЯН (ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.И. ЛЕЙПУНСКОГО):** Инициатива президента России о создании глобальной инфраструктуры ядерной энергетики именно направлена на решение обсуждаемых проблем. В рамках состоявшегося 25 января 2006 г. в Санкт-Петербурге саммита Евразийского экономического сообщества президент РФ выдвинул инициативу по широкому сотрудничеству стран в мирном использовании атомной энергии. Президент считает необходимым создание такой глобальной инфраструктуры, которая позволит обеспечить равный допуск всех заинтересованных стран к атомной энергии при надежном соблюдении требований режима нераспространения. Ключевым элементом такой инфраструктуры должно стать создание системы международных центров по представлению услуг ЯТЦ, включая обогащение урана, под контролем МАГАТЭ на основе недискриминационного доступа. «Россия уже высказывала подобную инициативу и готова создать на своей территории такой международный центр», – заявил президент РФ. Безусловно, потребуются инновационные технологии создания реакторов нового поколения и их топливных циклов. Эти вопросы можно решить только при условии широкого международного сотрудничества. На пресс-конференции 1 февраля в Кремле он отметил, что международные центры, кроме обогащения урана, возьмут на себя и обязанности по утилизации ОЯТ.

Имея значительный опыт двустороннего сотрудничества, Россия стремится к широкому выходу на мировой рынок с предоставлением услуг ЯТЦ, включая продажу и сооружение АЭС, экспорт услуг по обогащению урана и продажу готового ядерного топлива.

В настоящее время Россия строит за рубежом больше АЭС, чем любая другая страна. К настоящему времени заказчику в Китае сданы в эксплуатацию два энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 на Тяньванской АЭС, достигнута договоренность о сооружении дополнительных блоков на этой площадке. На заключительном этапе ведутся работы на АЭС «Куданкулам» в Индии по сооружению двух энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000, начаты переговоры о сооружении дополнительных блоков на этой же площадке. Завершаются работы на АЭС «Бушер» в Иране. Начинаются работы по сооружению АЭС

«Белене» в Болгарии. Россия готовится к участию в тендерах на сооружение АЭС в ряде стран, включая Белоруссию, Египет, Турцию и др.

К настоящему времени российская компания ОАО *ТВЭЛ* поставляет ядерное топливо в 14 стран для 74 ядерных блоков. В ближайшее время ОАО *ТВЭЛ* планирует выйти на мировой рынок с топливом для реакторов PWR. В планах компании занять до 30% мирового рынка к 2010 г. Надежность продукции ОАО *ТВЭЛ* хорошо зарекомендовала себя за рубежом. Достаточно отметить, что Финляндия и Чехия приняли решение сменить изготовителя топлива *Westinghouse* на ОАО *ТВЭЛ* для своих блоков «Ловииза» и «Темелин».

По технологии обогащения урана Россия имеет неоспоримый приоритет в мире. В настоящее время на российских предприятиях идет замена оборудования на центрифуги 8-го поколения, которые имеют более высокую производительность. Идет разработка машин 9–10-го поколения. Как заметил заместитель генерального директора Уральского электрохимического комбината Г.С. Соловьев на недавно прошедшем Научнотехническом совете Росатома, было проведено сравнение российских наших машин с американскими. «Американцы пошли по пути создания очень больших надкритических, 15-метровых машин. Россия пошла по пути создания небольших машин – порядка полуметра, которые скомплектованы в агрегат из 20 машин. Если взять промышленный объем, занимаемый американской центрифугой на их опытном заводе, и наши центрифуги, скомплектованные в агрегат, то оказывается, что если американская центрифуга дает 325 ЕРР в год, то наши центрифуги дают, по крайней мере, в два с половиной раза больше в том же самом объеме. По сравнению с *Urenco* разница поменьше, но тоже в пользу наших машин, которые раза в полтора эффективнее».

**ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ:** Насколько глубоко России следует кооперироваться с иностранными компаниями при выходе на мировой рынок? В чем может быть ценность такой кооперации для России?

**В.Б. ИВАНОВ (АКАДЕМИК РАЕН):** Мое мнение, что возможности России по кооперации с иностранными компаниями должны использоваться в максимальной мере. Слишком сложны технологии, применяемые в реакторостроении, топливном цикле, утилизации РАО, обращении с ОЯТ, чтобы замыкаться только на отечественных технологиях. Глубокая кооперация в развитии мировой атомной энергетики – это и расширение географии рынка, это и получение опыта, и повышение эффективности всей деятельности в этом секторе энергетики. Например, в России до сих пор не реализовано даже в опытно-промышленном масштабе захоронение высокорadioактивных отходов, в то время как в ряде стран уже эксплуатируются подобные объекты. Можно привести много других примеров.

Понятно, что понятие кооперации в настоящее время имеет в виду, что будут эффективно использоваться экономические, рыночные механизмы.

**А.В. УБЕЕВ (АТОМСТРОЙЭКСПОРТ):** Международная кооперация в отрасли неизбежна, если мы хотим и дальше иметь конкурентоспособную продукцию. Нам есть что взять у партнеров в части автоматизированных систем управления технологическими процессами и приборостроения, отдельных видов габаритного оборудования. Так, при сооружении АЭС в Китае *Атомстройэкспорт* тесно сотрудничал с французской компанией *Areva* и немецким концерном *Siemens*. Кооперация будет продолжена и при строительстве АЭС в Болгарии. Сегодня в мире по сути 4–5 крупных транснациональных холдингов, которые *делят* между собой мировой рынок ядерных технологий. К тому же,

сейчас настолько велик спрос (пока большей частью, правда, декларируемый) на сооружение атомных объектов, что всем крупным игрокам хватит места на формирующемся рынке. Причем альянсы могут создаваться под конкретные проекты, что отнюдь не означает, что в последующих тендерах компании не будут конкурировать друг с другом.

**В.С. КАГРАМАНЯН (ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.И. ЛЕЙПУНСКОГО):** Несомненно, России следует кооперироваться с иностранными компаниями для более эффективного продвижения своей продукции на мировой рынок. Это касается в первую очередь тех областей, в которых Россия еще не достигла необходимого потенциала после развала Советского Союза. Кооперация с иностранными компаниями поможет России выйти на необходимый уровень промышленного производства оборудования и систем для атомной энергетики.

Что касается собственных ядерных технологий, по которым Россия имеет несомненный приоритет в мире, – технология обогащения урана и технология быстрых натриевых реакторов, необходимо и дальше уделять им всестороннее внимание для непрерывного развития.

\* \* \*

**Н.Н. ПОНОМАРЕВ-СТЕПНОЙ (АКАДЕМИК, КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ).** *Индекс Безопасности* поставил перед участниками круглого стола ряд важных вопросов о *ренессансе мирного атома* и связанных с этим проблемах.

Анализ проблем энергетики на ближайшую и отдаленную перспективу позволяет уверенно констатировать, что состояние мирового энергетического рынка характеризуется постоянно возрастающим напряжением.

Развивающиеся страны наращивают промышленность и, соответственно, растет потребность в энергии. Статистическая обработка потребления энергии на душу населения показывает сокращение разрыва между развивающимися и развитыми странами и в ближайшие десятилетия потребуются увеличить глобальное производство энергии в два – три раза. Процесс необратим и его решение требует вскрытия и освоения новых энергетических ресурсов. Если общество не хочет потерять мир, необходимо включить все возможные источники энергии в обеспечение этого неудовлетворенного спроса.

В этих условиях обеспечение энергетической безопасности становится первостепенной задачей в мире. Одним из путей решения этой задачи становится развитие крупно масштабной атомной энергетики. Год от года с заявлениями о намерении развивать атомную энергетику выступают все новые страны, в большинстве своем это развивающиеся страны, в том числе и те, энергетическое благополучие которых, казалось бы, не подвергается сомнению. Итак, *ренессанс мирного атома* это не прихоть транснациональных кампаний, желающих обогатиться, это веление времени снизить напряженность на рынке энергоресурсов и, тем самым, решать проблему энергетической без опасности.

Для смягчения энергетической напряженности необходимы кардинальные изменения в объемах использования ядерных мощностей и, таким образом, должны произойти существенные изменения роли и места атомной энергетики в энергетическом балансе многих стран мира.

Так по нашим оценкам:

- К середине XXI в. общий мировой объем действующих ядерных мощностей должен увеличиться более чем в пять раз;
- Значительно расширится круг стран и регионов, использующих ядерные энергетические мощности и, что существенно, в этот круг войдет большое число стран, не имеющих опыта в использовании ядерных технологий, и, вследствие этого, не имеющих специально установленных правил по обеспечению ядерной безопасности и навыков обеспечения гарантий нераспространения ядерного оружия;
- Развитие атомной энергетики будет базироваться на предшествующем опыте. Однако, новые вызовы (масштаб применения, расширение круга стран – пользователей и расширение сфер применения ядерной энергии) требуют инновационных решений. В структуре атомной энергетики произойдут изменения: будут использоваться быстрые реакторы-бридеры, обеспечивающие атомную энергетику топливом за счет его расширенного воспроизводства, ЯТЦ будет включать переработку ОЯТ и рецикл топливных материалов, то есть будет осуществляться замкнутый топливный цикл. Ядерные реакторы будут использоваться не только для получения электричества на АЭС, но и найдут применение в энергообеспечении технологических процессов промышленности и, в том числе, в производстве водорода. Наряду с реакторами большой мощности, подключаемыми к единым электрическим сетям, развитие получают региональные атомные станции малой и средней мощности, снабжающие теплом и электричеством локального потребителя.

Новые подходы к нераспространению – условия ренессанса атомной энергетики.

Воспринимая как жизненную необходимость активное развитие атомной энергетики, общество должно требовать неукоснительного выполнения таких требований, как обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности гарантий нераспространения ядерного оружия. Это веление времени, диктуемое возрастающей напряженностью на мировых топливных рынках и необходимостью обеспечить энергетическую безопасность нашей страны и всего мира.

В связи с ожидаемым *ренессансом* атомной энергетики актуальным становится развитие нового подхода к решению проблемы нераспространения.

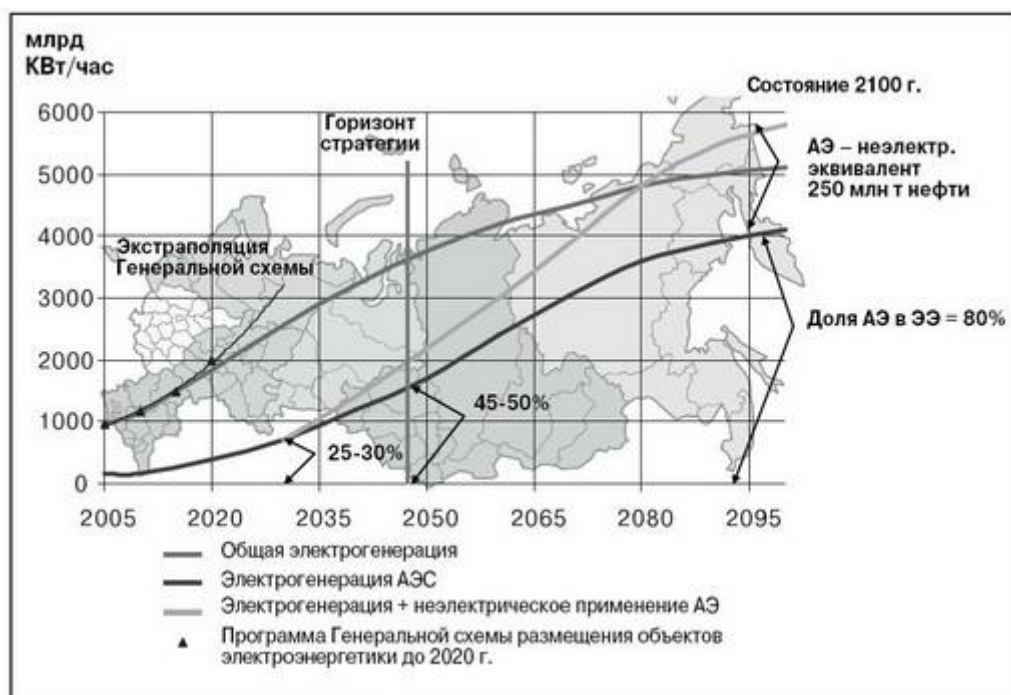
Такие изменения в развивающейся атомной энергетике, естественно, могут привести к большей доступности ядерных материалов и повышению риска распространения ядерных технологий и материалов и, в конечном счете, ядерного оружия. Понятно, что необходимо разработать новые подходы и внедрить дополнительные меры, обеспечивающие, по крайней мере, сохранение риска на его нынешнем уровне. Очевидно, что эти меры необходимо разрабатывать и применять во всех сферах, обеспечивающих режим нераспространения: **политической, институциональной, технической**. Это предмет специального обсуждения на страницах *Индекса Безопасности*.

**Зачем же России участвовать в этом *ренессансе* при ее, казалось бы, необъятных ресурсах органического топлива?**



Ускорившийся рост экономики России в последние годы выявил серьезные проблемы в области энергетики. Большая часть электроэнергии России вырабатывается за счет сжигания природного газа (более 75% в топливном балансе ТЭС). Учитывая экспортную значимость природного газа, одной из основных целевых задач при развитии электроэнергетики России на ближайшие десятилетия ставится задача диверсификации первичных источников энергии за счет большего использования угля, интенсивного развития атомной энергетики и роста гидроэнергетики. Особенность топливно-энергетического комплекса России, обусловленная тем, что основная доля традиционных энергетических ресурсов расположена за Уралом, а большая часть потребителей сконцентрирована в Европейской части страны, значительно осложняет масштабное наращивание генерации на угольных ТЭС и ГЭС из-за необходимости транспорта значительных объемов угля или электроэнергии на большие расстояния. С этих позиций потребность в масштабном развитии атомной генерации, которая может наращиваться в Европейской части страны, постоянно возрастает. С учетом требований, намечаемых в обновляемой в настоящее время Стратегия развития энергетики России до 2030 г. на *Графике 2* показаны наши оценки развития электроэнергетики России и соответствующие доли атомной энергетики на более длительном интервале до 2100 года. Такая длительность прогноза обусловлена значительной капиталоемкостью ядерных технологий и значительным временем жизни ядерных установок.

*График 2. Развитие электроэнергетики (ЭЭ) России до 2100 г. и роль атомной энергетики (АЭ)*



Источник: Курчатowski институт

Даже крупномасштабное внедрение атомной энергетики в сферу электрической генерации, не решает проблему растущего спроса на моторное топливо, промышленное и

бытовое тепло. Неминуемо внедрение атомных мощностей в производство водорода, в энергоемкие отрасли промышленности и в коммунальный сектор. Масштабы этого сектора атомной энергетики в перспективе сопоставимы по объему с атомной электроэнергетикой.

Структура развивающейся атомной энергетики предусматривает следующие направления:

- Нарращивание атомных мощностей на основе усовершенствования освоенных технологий ВВЭР.
- Ввод в систему атомной энергетики быстрых реакторов с расширенным воспроизводством топлива и замкнутого топливного цикла.
- Внедрение атомных мощностей в производство водорода, в энергоемкие отрасли промышленности и в коммунальный сектор.

Успешное решение конкретных задач в рамках выбранных приоритетных направлений развития атомной энергетики России должно обеспечить надежные конкурентные позиции отечественных технологий на мировом рынке. В качестве ориентира принимается освоение 20% мирового ядерного рынка.

Итак, участники круглого стола с разных позиций изложили свое мнение по поставленным перед ними вопросам. Как и ожидалось, прозвучавшие ответы не всегда совпадают. Учитывая, что круглый стол проводился заочно, мы не имели возможности непосредственного общения для уточнения позиций и нахождения лучшего взаимопонимания. Но мне представляется, что совпадающим для всех участников круглого стола является желание найти решения оптимального развития атомной энергетики в новых условиях обостряющегося в мире энергетического дефицита. Будем надеяться, что прозвучавшая в выступлениях тревога о нереальности намеченных масштабов и темпов развития атомной энергетики будет опровергнута решительными действиями мирового сообщества по активному наращиванию атомной энергетики в связи с еще большей тревогой перед нарастающей опасностью энергетического кризиса.