

Атомная энергетика в 21 веке

Карпан Н.В.

В декабре 1942 года в Чикаго был запущен первый в мире ядерный реактор и всего через 7 лет, в конце 1949 года, Советский Союз приступил к проектированию первой атомной электростанции, давшей ток в июне 1954 года. Её мощность составляла 5 МВт, но это был не предел. В 1964 году пустили энергоблок мощностью 210 МВт (1-й блок Ново-Воронежской АЭС), в 1969 году – 365 МВт (там же, блок №2), в 1974 – 1000 МВт (1-й блок Ленинградской АЭС). В 60-е годы 20-го века по всему миру реакторы стали расти как грибы. Массовый ввод в действие гражданских АЭС пришелся на начало 70-х годов. Атомщики ликовали и рисовали обществу ошеломляющие энергетические перспективы, а правительства развитых стран их поддерживали.

Мотивы поддержки работ по созданию ядерной энергетике в СССР можно охарактеризовать как политические и пропагандистские, преимущественно обусловленные стремлением поднять престиж отечественной науки и политической системы, и продемонстрировать ее мирные устремления. При этом никакого серьезного социально-экономического обоснования для сооружения АЭС не было - потребности народного хозяйства в электричестве и топливе с избытком удовлетворялись огромными ресурсами традиционных энергоносителей. Не случайно в конце 50-х годов, на совещании в Кремле, И.В. Курчатов, отвечая на вопрос одного из секретарей ЦК КПСС о выгодности строительства АЭС, подчеркнул отсутствие всякой экономической пользы, как в текущий момент, так и в обозримой перспективе. "Лет тридцать это будет дорогостоящий эксперимент" - сказал "отец" советской ядерной науки [1]. И действительно, по мнению многих специалистов волевое «втаскивание» атомных технологий в энергетику оказало негативное воздействие на ряд её важнейших показателей, остановив кропотливо создаваемую предшествующими десятилетиями тенденцию к снижению цены электроэнергии для промышленных потребителей и затормозив рост КПД (коэффициента полезного действия при преобразовании тепла в электричество) в обычных энергетических установках. И в этом отношении СССР не был исключением, ибо те же военно-политические приоритеты в развитии ядерной энергетике, по крайней мере в 50-60-е годы, преобладали и в США. В период с 1954 по 1967 год Комиссией по атомной энергии - главным распорядителем федеральных субсидий и координатором научно-исследовательских и конструкторских работ (НИОКР) в рассматриваемой области - на гражданское применение ядерной энергии было затрачено столько же денег, сколько и на весь бомбовый Манхэттенский проект. Два миллиарда долларов (огромные по тем временам деньги) выделило государство, и еще около одного миллиарда поступило из частных источников. Это обеспечило смещение центра тяжести финансирования с тепловых электростанций (ТЭС) на АЭС и привело к оттоку специалистов из сферы теплоэнергетики в атомную индустрию. К тому же и цены на электроэнергетическое оборудование для АЭС намеренно были установлены более низкими, чем на передовое оборудование для ТЭС, что привело к замедлению прогресса в сфере теплоэнергетики и затормозило развитие угольных и других компаний. В результате в теплоэнергетической отрасли, где средний КПД долгие годы повышался, а удельные цены на электроэнергию снижались, в середине 60-х годов (т.е. за несколько лет до энергетического кризиса) произошла инверсия - цены на вырабатываемый киловатт выросли. Кроме того, за счет

строительства АЭС в бездефицитном энергетическом пространстве пришлось пойти на выведение части тепловых электростанций в резерв, за счет чего снизился коэффициент их использования и увеличились затраты на содержание всей отрасли.

"Сделанные когда-то давно обещания практически бесплатной энергии, даваемой атомными электростанциями, никогда не были реализованы"- делает вывод известный американский экономист, профессор С. Мелман [2].

В СССР, с 50-60-х годов вплоть до конца 20 века, не было продуманной стратегии развития ядерной энергетики, как перспективной подсистемы энергетического комплекса. Только этим можно объяснить следующий парадокс – сегодня, после титанических усилий и гигантских финансовых затрат, на АЭС бывшего СССР вырабатывается всего 12% от общего объема электроэнергии. Это намного меньше того, что сэкономил Запад только за счет своевременного введения программ энергосбережения в промышленности (15-20%). Этих же результатов мог достичь и Советский Союз, если бы не вгонял время и деньги в развитие дорогостоящего и проблемного сектора атомной энергетики, а системно занимался энергосбережением. К сожалению, такой исход был вполне закономерен при партийной системе управления экономикой, которую отличают непрерывно растущие масштабы производства и затрат, при низкой эффективности использования ресурсов и слабой восприимчивости к научно-техническим новшествам.

Мировой провал развития атомной энергетики

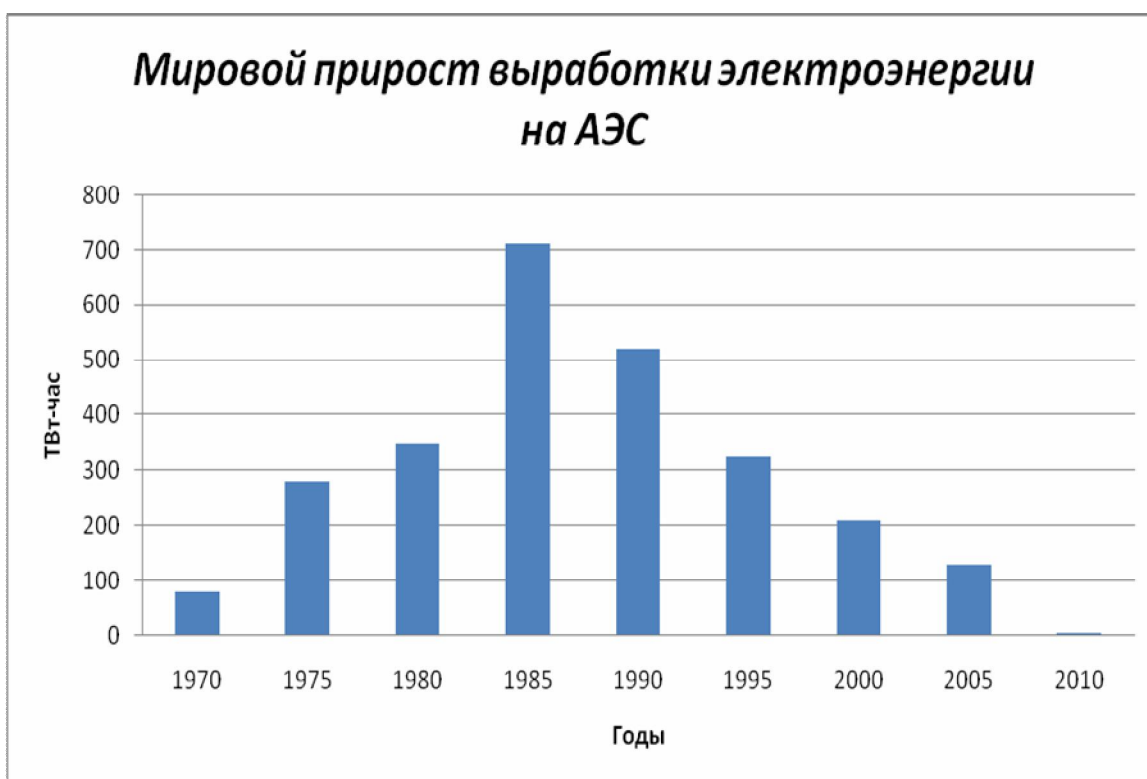
Сегодня атомную энергетику имеет 31 страна. Это всего лишь 16% из 191 государства-членов ООН. Половина ядерных стран мира расположена в Центральной и Западной Европе и производит более трети мирового объема атомной электроэнергии. Большая шестерка - США, Франция, Япония, Германия, Россия и Южная Корея - производит почти 75% атомной электроэнергии в мире.

Исторический максимум, который составлял 294 реактора в Западной Европе и Северной Америке, был достигнут в 1989 году. Дальше пошел спад. Фактически, этот спад в ядерной промышленности остался незамеченным общественностью, хотя и начался много лет назад.

В мае 1986 года в США экспертами был подготовлен специальный доклад, в котором говорилось, что в 14 западных странах с 1971 по 1984 год имел место 151 инцидент, связанный с ядерной безопасностью. И это не смотря на огромные затраты, которые идут на повышение уровня безопасности АЭС. «За период с 1950 по 1990 год правительство и предприятия США затратили 492 миллиарда долларов на ядерную энергию, включая прямые затраты на строительство реакторов, закупку топлива для них, эксплуатацию и контроль» [3]. Но, несмотря на такие огромные вложения, ядерная энергия обеспечивает сегодня лишь 7% энергии, что используется в США. В это же время возобновляемые ресурсы (природные источники) дают Америке больше 8% от общего употребления, причем без токсичных отходов и парниковых газов. «За последние 20 лет США сэкономили с помощью методов по повышению эффективности использования больше

энергии, чем ее было выработано всеми реакторами вместе» [4]. Поэтому не удивительно, что в США все заказы на строительство реакторов, которые поступали с 1973 года, были впоследствии аннулированы, и начиная с 1978 года компании не получили ни одного заказа на строительство атомных энергоблоков [5].

В Канаде сегодня нет ни одного строящегося, или планируемого к возведению реактора. В Западной Европе строительство новых ядерных реакторов остановлено повсеместно, за исключением Франции, и теперь обсуждается лишь один вопрос - когда закрывать 30% реакторов, ресурс которых заканчивается [5]. В странах Восточной Европы и бывшего Советского Союза ядерные программы развития атомной энергетики тоже потерпели серьезные неудачи, особенно с 1986 года, после тяжелейшей Чернобыльской аварии.



Источник информации [6].

Рис. 1. **Провальные оценки МАГАТЭ**

Согласно прогнозу Международного Агентства по Атомной Энергетике (МАГАТЭ) сделанному в 1974 году, к концу века во всем мире ожидалось иметь в действии 4500 ядерных энергетических установок [7]. Но вышло иначе - по данным того же МАГАТЭ к апрелю 2009 года в мире работает всего 438 атомных реакторов, и 34 реактора находятся в стадии строительства или модернизации [8].

Итог – действительность составила 10% от прогноза. И пик ввода энергоблоков давно прошел. Подходит обратный пик – пик вывода из работы реакторов, отработавших свой ресурс, и новых, не оправдавших возложенных на них надежд. Только в одной Франции к 2010 году собираются остановить 30% атомных энергоблоков. Всеобщий рост цен на сырье и оборудование, отсутствие действенной международной практики в вопросах ликвидации накопившихся радиоактивных отходов, разработка конкурентами альтернативных, более экономичных источников энергии - все это привело к застою в заказах на создание новых атомных станций и к постепенному отказу от использования ядерных технологий в условиях мирового рынка.

Почему так блистательно провалился прогноз МАГАТЭ? К похожему финалу пришли планы ввода атомных энергоблоков и в США, и в Минэнерго СССР. Впрочем, атомщиков это не обескуражило, очередные энергетические программы разных стран по-прежнему переполнены проектами. Вопиющее несоответствие между желаемым и возможным в серьезных структурах случается не часто, поэтому стоит рассмотреть этот феномен подробнее.

В настоящее время мировая атомная энергетика еще сохраняет позиции одного из основных источников энергии. На АЭС приходится 6% мирового топливно-энергетического баланса и 17% производимой электроэнергии. Однако, уже по современным прогнозам МАГАТЭ [9], в ближайшие 20-25 лет ожидается снижение общемировой доли ядерной электроэнергии с 17% до 12% от общего объема. На этот раз, похоже, агентство ошибется не так сильно, как в 1974 году.

В прогнозах Мирового энергетического совета (МИРЭС) доля атомной энергетики к 2050 году в мировом энергобалансе не превышает 10% .

Международное энергетическое агентство (IEA/OECD, 1998) прогнозирует к 2020 году снижение доли атомной энергетики, в производстве электричества, тоже до 10% (при сохранении общей установленной мощности атомных энергоблоков на сегодняшнем уровне).

Министерство энергетики США (EIA/DOE, 1999) в качестве наиболее вероятного сценария рассматривает снижение к 2020 году установленной мощности атомных энергоблоков - на 10% в мире и на 25% в развитых странах.

Уже с 1988 года вклад атомной энергетики в систему всемирной энергосети опустился значительно ниже того уровня, который предсказывали ее апологеты. Прогноз МАГАТЭ (1974 г.) о величине ожидаемой к 2000 году выработке на АЭС 4450000 МВт оказался завышенным в 12 раз. Эта тенденция не случайна, она обусловлена недоверчивым отношением населения многих государств к атомной энергетике, неблагоприятной для нее конъюнктурой и настроениями в самом ядерном сообществе после неудавшейся попытки решить все «атомные» проблемы с наскока. А проблем накопилось много, и неприятности они сулят нешуточные. Однако хорошо уже то, что некоторые ученые и политики (пока немногие) признали наличие серьезных проблем в атомной отрасли и выделили самые важные из них:

- существующие АЭС потенциально опасны - ни один из современных энергоблоков не гарантирован от аварии типа Чернобыльской;
- использование энергии атома привело к радиационному и экологическому загрязнению огромных объемов воды, почвы, воздуха и материалов, используемых в атомной энергетике;
- взрывы ядерных устройств, аварии и обычная работа АЭС повысили радиационный фон планеты и, как следствие, оказывают влияние на здоровье людей.

Тем не менее, атомщики продолжают прогнозировать позитивное будущее своей отрасли. «Совпадение растущего энергопотребления, беспокойство об изменении климата и зависимости от зарубежных поставок ископаемого топлива приводит к укреплению атомной энергетике. Как повышение цен на газ, так и ограничения на использование угля, связанные с выбросами парниковых газов, привели к тому, что атомную энергетiku снова включили в повестку дня, для запланированного нового производства электроэнергии как в Европе, так и в Северной Америке», - говорит Мировая атомная ассоциация [10]. Однако в недавнем отчете, подготовленном Интеракадемическим советом (InterAcademy Council), объединяющим национальные академии наук, был сделан вывод, что «... не возникает никакого определенного вывода относительно будущей роли атомной энергетике, за исключением того, что глобальное возрождение коммерческой атомной энергетике вряд ли войдет в жизнь в течение следующих нескольких десятилетий без существенной поддержки от правительств» [11]. Это означает, что без мощного административного ресурса атомная энергетика не выдержит конкуренции с традиционными способами получения электроэнергии.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) в течение последних лет уже несколько раз пересматривало свои прогнозы и ожидает, что к 2030 году мощность всех АЭС может достигнуть от 447 ГВт (минимальная оценка), до 679 ГВт (максимальная оценка) [12]. МАГАТЭ прогнозирует мировой прирост мощности АЭС от 20% до 83% относительно сегодняшней установленной мощности, которая составляет 371 ГВт. На самом деле, даже минимальный показатель прироста мощности представляет собой значительную проблему, если учитывать почтенный возраст сегодня работающих АЭС, которые скоро выработают свой ресурс и будут остановлены. Для сохранения сегодняшнего количества энергоблоков, между 2007 и 2030 годами необходимо заменить новыми 339 реакторов, отработавших свой проектный ресурс (30 лет). МАГАТЭ, в своем «минимальном» сценарии, рассмотрело закрытие 145 энергоблоков и строительство 178 новых энергоблоков до 2030 года [13]. Чтобы выдержать эти цифры, надо продлить срок службы 193 энергоблоков до 40 и более лет. Принимая во внимание, что средний возраст остановленных в настоящее время реакторов составляет 22 года, ожидание 40-летнего срока службы может показаться слишком оптимистическим. Но он вполне возможен на большинстве реакторов, учитывая прогресс, который был достигнут в работах по продлению их рабочего ресурса.



Рис. 2. Реакторы по возрасту, включая находящиеся в стадии модернизации
Источник информации [8].

Для того чтобы понять истинное состояние мировой ядерной промышленности, нужно оценить количество энергоблоков, которые необходимо будет заменить в течение ближайших десяти лет лишь для сохранения текущего количества работающих блоков. Даже если взять средний срок службы реактора в 40 лет (на 10 лет больше проектного), то нужно будет построить 127 новых энергоблоков вместо перешагнувших 40 летний рубеж. Это означает, что от начала этого года в мире каждый месяц должен запускаться новый энергоблок, предпосылок к чему объективно не существует. Авторы отчета [5] убеждены, что «количество АЭС, работающих сегодня в мире, снизится в течение следующих двух десятилетий. Причем довольно резкое уменьшение ожидается после 2020 года. Многие аналитики считают, что основные исторические проблемы атомной энергетики не были преодолены, и они будут продолжать составлять существенную преграду в конкуренции на мировом рынке».

Блеф, а не реальность «ренессанса»

На сегодня ни один из сценариев развития атомной энергетики не подкреплён возможностями материально-финансового обеспечения этой задачи в условиях мирового кризиса. В системе образования, связанной с атомной энергетикой, в планах увеличения армии строителей и эксплуатационников АЭС, в производственной мощности предприятий атомной инфраструктуры, выпускающих оборудование для атомных станций и в соответствующем изменении общественного мнения тоже нет ресурсов для «ренессанса» атомной энергетики.

Ввиду продолжавшегося много лет периода отсутствия заказов на оборудование для АЭС количество поставляющих его фирм в мире значительно сократилось. В Европе основным игроком этого рынка является французский концерн Areva, в США - компания General Electric, в Канаде — значительно меньшая по размерам компания AECL. В

Японии выпуском ядерных реакторов занимаются многопрофильные концерны Toshiba, Hitachi и Mitsubishi. В России - «Росэнергоатом».

Другие игроки, такие как компании AEG и ABB, или прекратили производство, или же были поглощены конкурентами. Пионера атомной промышленности США Westinghouse купил концерн Toshiba. General Electric вступила в альянс с Hitachi. В Китае, Индии и Корее строительством АЭС занимаются национальные компании.

Денег на строительство новых атомных энергоблоков катастрофически не хватает. Французский концерн Areva из-за задержек в возведении реактора на территории Финляндии уже неоднократно был вынужден создавать резервные фонды. В 2007 году операционные убытки подразделения концерна, отвечающего за это направление деятельности, составили 178 млн при обороте 2,7 млрд евро. Проект по строительству реакторов принес Siemens весной 2008 года убытки в размере 600 млн евро. «Строительство за пять лет в Финляндии было очень амбициозным планом», — отметил представитель немецкого концерна. Этот проект, стоимость которого оценивалась в 3 млрд евро, потребовал обеспечения очень высокого уровня безопасности и огромного количества документации [14].

Выводы – производственных мощностей для масштабного прироста новых энергоблоков нет. Персонала в нужном количестве (и достойного качества) нет - как у проектировщиков, так и у машиностроителей и у атомщиков-эксплуатационщиков. И самое главное – нет денег. Стоимость одного блока поднимется в этом году минимум до 4 млрд евро. И где взять почти 100 миллиардов евро Украине, запланировавшей строительство 22 новых энергоблоков?

За рубежом предпринимаются активные усилия по возрождению "ядерной" науки и развитию системы "ядерного" образования. С этой целью в сентябре 2003 г. был основан Всемирный ядерный университет (WNU); в том же 2003 г. была создана Сеть Европейского Ядерного образования (ENEN), включающая 21 университет и 6 научных центров из 17 стран Европы; в феврале 2004 г. в Малайзии учреждена Азиатская Сеть Ядерного Образования (ANENT); в Великобритании создается Глобальный исследовательский альянс "Всемирная сеть университетов"(WUN); в Канаде 6 университетов и ряд организаций объединились в "Университетскую Сеть Совершенствования Ядерной Технологии"(UNENE); в США действует организация руководителей ядерных департаментов 41 университета (NEDHO); частная компания BNFL Ltd. вложила около 500 млн.дол. в строительство современного научно-исследовательского ядерного центра и ежегодно выделяет десятки миллионов долларов на поддержку научно-исследовательских работ (НИР) в университетах Великобритании. Но этого недостаточно, что признают и эксперты, и сами атомщики [5].

Регион строительства новых АЭС ограничен, в основном, Азией. Из 34 энергоблоков, указанных МАГАТЭ как «строящиеся», двадцать девять расположено в Азии или Восточной Европе. Двенадцать из этих энергоблоков пребывают в стадии строительства уже 20 лет и более [5]. Рекорд долгостроя был поставлен на американской АЭС «Воттс Бар-2» («Watts Bar-2»), строительство энергоблока на которой началось в 1972 году. Проект российского брідерного реактора БН-800 был начат в 1985 году. И вот такие

реально «замороженные» энергоблоки недавно были включены в текущую официальную статистику как «строящиеся», создавая видимость «ренессанса» [5].

К 2009 году прирост мировой суммарной мощности атомных энергоблоков стал практически нулевым. Такая же печальная картина наблюдается и с числом работающих блоков.

Риторика, а не реальность

Большая часть оптимизма, выявленного ядерным лобби, ограничивается риторикой. Газета «Нью-Йорк Таймс» иронично подытожила проблему под заголовком «Надежды построить первую новую атомную электростанцию страны за последние десятилетия» следующим образом: «Компании, включая двух крупнейших владельцев АЭС в США и двух производителей реакторов, не указали, что они будут строить и где. В действительности же, они вообще не приняли обязательства по строительству. Но они согласились потратить десятки миллионов долларов на получение разрешения на строительство, и они ожидают десятков миллионов от федерального правительства, которое пригласило такие предложения на рассмотрение. Средства пошли бы на завершение проектных работ в пользу реакторов нового поколения, и на разработку основательной оценки стоимости таких АЭС» [15]. Три года спустя ядерная промышленность, кажется, считает стимулы, созданные Законом США «Об энергетике» от 2005 года, недостаточными. Энергетическая компания «NRG Energy», которая впервые за три десятилетия подала заявку на получение лицензии на строительство АЭС в США, признала, что она просит у правительства Японии финансовую помощь для строительства двух ядерных энергоблоков в Техасе. Генеральный директор «NRG Energy» Дэвид Крэйн заявил: «Мы считаем, что, работая с японскими партнерами, мы будем иметь возможность получить финансовую поддержку от Японии, которая, мы считаем, будет существенным вкладом в уставный капитал проекта и немного разгрузит источники оказания федеральной поддержки в правительстве США» [16].

Общая стратегия ядерной промышленности достаточно понятна. Реально ядерные энергетические предприятия стремятся сегодня максимально продлить срок службы АЭС и делают все возможное для того, чтобы поддерживать миф о «ренессансе» атомной энергетики. Но даже среди атомщиков есть трезвые прагматики. В июне 2005 года отраслевой журнал «Nuclear Engineering International» опубликовал анализ издания Докладов по состоянию мировой атомной энергетики с 2004 года под своим заголовком: «В поисках выхода - в резком противоречии с многочисленными сообщениями о потенциальном возрождении атомной энергетики, атомная эра скорее в сумерках, чем в расцвете».

Бывший член Комиссии по регулированию ядерной энергетики США Питер Бредфорд, который принимал участие в лицензировании около 25 ядерных реакторов, выносит жесткое суждение о перспективах атомной энергетики: «Те, кто говорит вам вещи вроде «Она могла бы спасти Землю» [17], или «Экологически чистая, зеленая атомная энергия может остановить глобальное потепление» [18], или «Атомная энергетика просто может быть источником энергии, которое может спасти нашу планету от катастрофического изменения климата» [19], приглашают вас к опасной стране «чудес», в которой атомная энергетика будет получать слишком много дотаций и не будет проходить достаточное количество проверок, в то время как другие, более многообещающие и более быстрые

ответы на изменения климата, отбрасываются и парниковые газы, увеличение которых они могли бы предотвратить, продолжают загрязнять атмосферу в опасных объемах» [20].

Старейший обозреватель энергетического сектора Уолт Петтерсон, член Программы по энергетике, экологии и развития в Королевском институте международных отношений Великобритании (Чатем-Хаус) обнаружил некий образец стремительно растущей «ядерной амнезии»: «Те, кто страдает от ядерной амнезии, забыли, почему атомная энергетика исчезла с энергетической сцены в первую очередь. Они забыли, как много раз она не выполняла обязательств по поставке электроэнергии, как часто она разочаровывала наивернейших защитников, как экстравагантно она тратила несравнимую, щедрую помощь от налогоплательщиков в целом мире, оставляя их с бременем (радиоактивные отходы), которое может длиться тысячелетия» [21].

Литература

1. Сивинцев Ю.В. «И.В. Курчатов и ядерная энергетика». М., Атомиздат, 1989, стр. 25.
2. Мелман С. «Прибыли без производства» М., Прогресс, 1989, стр. 285-288.
3. Fiscal Fission: The Economic Failure of Nuclear Power, Komanoff Energy Associates for Greenpeace, 1992 г.
4. Rocky Mountain Institute, Drawer 248, Old Snowmass, CO, 81654, USA.
5. Отчет о состоянии мировой ядерной промышленности за 2007 год. Майкл Шнайдер, Париж, Энтони Фрогатт, Лондон. Независимые консультанты.
6. А.Ф.Нечаев, Санкт-Петербургский государственный технологический институт Ядерная энергетика: томительное ожидание ренессанса с «широко закрытыми» глазами. Доклад на VIII Международной конференции «Безопасность ядерных технологий: экономика безопасности и обращение с источниками ионизирующих излучений». 06.10.2005 г.
7. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла. Bellona Foundation 2002.
8. Сайт МАГАТЭ. <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.charts.htm>
9. Федеральный справочник. «Топливо-энергетический комплекс. 1999-2000».
10. The Nuclear Renaissance <http://www.world-nuclear.org/info/inf104.html>
11. Интеракадемический совет, «Освещая путь», октябрь 2007.
12. МАГАТЭ, Пресс-релиз, 23 октября 2007 года, <http://www.iaea.org/NewsCenter/PressReleases/2007/prn200719.html>
13. Алан Мак-Дональд, Г.Г. Рогнер, «Атомная энергетика: гарантирование энергобезопасности и энергоснабжения», доклад представлен на ежегодном симпозиуме WNA 5 сентября 2007 года.

14. Атомная энергетика на пороге нового бума. 20 августа 2008. По материалам РБК daily. <http://www.energospace.ru/2008/08/20/atomnaja-jenergetika-na-poroge-novogo-buma.html>
15. «Нью-Йорк Таймс», 31 марта 2004 года.
16. Ройтерс, 26 сентября 2007.
17. «Нешнл Джеографик» («National Geographic»), апрель 2006.
18. «Wired Magazine», февраль 2005.
19. Патрик Мур, «Вашингтон Пост», 16 апреля 2006.
20. Питер А. Брэдфорд, «Атомная энергетика и изменение климата». Дебаты экспертной группы Общества экологических журналистов, Бьорлингтон, Вермонт, 27 октября 2006 года.
21. «The World Today», «Ядерная амнезия», апрель 2006.