

# Как добиться устойчивого развития ядерной энергии

*Мировое развитие зависит от энергии, и единственного решения проблемы не существует*

Бертран Баррэ



Имеется фотография, на которую до сих пор невозможно смотреть без волнения, хотя ей уже почти 35 лет: это первая фотография Земли, которая выглядит как небольшое бело-голубое пятнышко в черном небе над безжизненной пустотой лунной поверхности на переднем плане. Эта крохотная планета, окруженная хрупким куполом своей атмосферы, и есть наш единственный дом, и пройдут миллиарды лет, прежде чем люди смогут найти другое место для проживания, если вообще это возможно. И наш дом в опасности. Давайте посмотрим на факты:

нета, окруженная хрупким куполом своей атмосферы, и есть наш единственный дом, и пройдут миллиарды лет, прежде чем люди смогут найти другое место для проживания, если вообще это возможно. И наш дом в опасности. Давайте посмотрим на факты:

❶ Сегодня более 6 млрд. человек населяют землю, и многие из них не имеют достаточного количества энергии, чтобы достойно существовать. Завтра нас будет 9 млрд.

❷ Всего за одно столетие мы выбросили в атмосферу столько двуокси углерода и других парниковых газов (ПГ), что их концентрация намного превосходит любой уровень, который когда-либо наблюдался с тех пор, как люди полмиллиона лет назад научились пользоваться огнем.

❸ Все имеющиеся модели показывают, что, если мы резко не сократим выбросы ПГ, нам грозит катастрофа с ужасными последствиями, которые человек будет не в силах преодолеть.

Говоря коротко, мы должны удвоить производство энергии и в то же время уменьшить вдвое выбросы ПГ, зная, что сегодня 80% потребляемой нами энергии обеспечивается за счет сгорания угля, газа и нефти, которые производят CO<sub>2</sub>, выпускаемый в атмосферу. Это самая трудная задача, которая стоит перед нами на ближайшие несколько десятилетий; я включаю сюда же проблему воды, поскольку производство питьевой воды также увеличит наши потребности в энергии.

## Будущая роль ядерной энергии

Эту невероятно трудную задачу будет нелегко решить. Не предвидится никакой волшебной палочки, даже ядерной. Для того чтобы добиться какого-либо успеха, мы должны на деле принять все имеющиеся в нашем распоряжении меры и изобрести что-либо еще. Нам реально понадобится действовать в трех направлениях:

❶ увеличивать энергетический КПД, для того чтобы ограничить потребление энергии в развитых странах;

❷ диверсифицировать источники энергии, с тем чтобы сократить долю энергии, вырабатываемой за счет горючих ис-

копаемых, а это означает увеличение доли ядерной энергии и возобновляемых источников энергии;

❸ улавливать и изолировать CO<sub>2</sub> там, где и когда это экономически возможно.

Не говоря более о других мерах, я хотел бы теперь сосредоточиться на ядерной проблеме. По статистике Международного энергетического агентства (МЭА) ядерная энергия составляет в настоящее время 6,8% мирового энергоснабжения<sup>1</sup>. Реально ли ожидать, что эта доля будет расти, если во многих прогнозах, включая прогноз самого МЭА, предсказывается медленное сокращение этой доли? Будущее не увековечено в мраморе, мы его делаем сами; дальнейшая роль ядерной энергии будет зависеть от результатов наших усилий сегодня по расширению или преодолению ее ограничений.

Давайте помечтаем: вполне возможно, что в течение четырех десятилетий 40% электрической энергии, выработанной во всех странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), плюс Россия, Китай, Индия и Бразилия, будет произведено ядерными реакторами. Это не так далеко от реальности, если принять во внимание, что Франции понадобилось только два десятилетия, чтобы увеличить долю ядерной энергии в производстве электричества с 8 до 80%. А если пойти дальше, давайте представим, что за тот же период и в тех же странах 15% топлива для нужд транспорта будет обеспечиваться за счет водорода, полученного с помощью ядерной энергии, и 10% отопления помещений будет приходиться на тепло, произведенное ядерными источниками. Если более 20% всей энергии будет обеспечиваться ядерной энергией, то даже ее самые непримиримые противники не смогут утверждать, что ядерная энергия не играет существенной роли в устойчивом развитии. Ниша для ядерной энергии существует, но сможем ли мы заполнить ее?

## Факторы, ограничивающие рост использования ядерной энергии

Экономические факторы в данном случае не являются проблемой: интернализация издержек на ископаемое топливо только для сокращения лишь на малую долю того вреда, который CO<sub>2</sub> наносит окружающей среде, сразу же повысит конкурентоспособность ядерной энергии. Тем не менее необходимо сокращать время на строительство ядерных электростанций и уровни первоначальных инвестиций.

При прогнозируемых в настоящее время темпах роста минеральных ресурсов будет более чем достаточно, но они станут лимитирующим фактором, в случае если осуществится сце-

нарий большого роста ядерной энергии, если мы не “откроем вновь” воспроизводство ядерного топлива из урана или тория либо и из того, и из другого. И поэтому не удивительно, что четыре или пять возможных концепций из шести, отобранных Международным форумом “Поколение IV” (ГИФ), основаны именно на такой переработке топлива.

В настоящее время, возможно, самым серьезным обстоятельством, лимитирующим сценарий большого роста ядерной энергии, является неприятие обществом ядерной энергии. Память о Чернобыле все еще жива, и задержки в решениях об удалении высокоактивных отходов способствуют распространению мнения о том, что эта проблема неразрешима. Однако необходимо отметить, что со времени аварии в Чернобыле уже наработано в целом 8 тыс. лет безаварийной работы реакторов и что достигнут значительный прогресс в области удаления ядерных отходов – в качестве примеров можно назвать опытную установку по удалению отходов (WIPP) в Карлсбаде (США) и подавляющее большинство голосов в парламенте Финляндии в пользу строительства хранилища ядерных отходов. Характерной особенностью некоторых реакторов “следующего поколения” уже является наличие систем по смягчению последствий серьезных аварий.

## Сотрудничество в целях преодоления ограничительных факторов

Для того чтобы сделать ядерную энергию устойчивой, нам необходимо преодолеть факторы, ограничивающие ее рост. С этой целью за последние годы было предпринято несколько международных инициатив. Позвольте мне привести их в порядке английского алфавита.

### ► ГИФ: Международный форум “Поколение IV”

По инициативе Министерства энергетики США с 1999 г. десять стран работают совместно, для того чтобы отобрать несколько типовых концепций будущих ядерных систем, определить и провести НИОКР, необходимые для того, чтобы подготовить их для возможного промышленного применения после 2030 г. Критериями отбора являются устойчивость (использование ресурсов расщепляющихся материалов, минимизация отходов, устойчивость с точки зрения нераспространения и физическая защита), безопасность и надежность (радиационная защита, контроль за реактивностью, отвод тепла, уменьшающие последствия ядерных аварий устройства) и экономические аспекты.

Были отобраны следующие шесть типовых концепций:

- ① система сверхкритического водоохлаждаемого реактора;
- ② система высокотемпературного реактора;
- ③ система ядерного реактора на быстрых нейтронах, охлаждаемого жидким натрием;
- ④ система реактора на быстрых нейтронах, охлаждаемого свинцовым сплавом;
- ⑤ система газоохлаждаемого реактора на быстрых нейтронах;
- ⑥ система реактора на расплавленных солях (эта концепция, крайне футуристическая, поддерживается не всеми).

### ► ИНПРО: Международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам

В 2000 г. МАГАТЭ инициировало Проект ИНПРО, в котором сотрудничают 15 государств – членов МАГАТЭ, с тем чтобы определить “Требования пользователей” к инновационным ядерным энергетическим системам в области экономики, устойчивости и окружающей среды, безопасности, обращения

с отходами, устойчивости с точки зрения нераспространения и в отношении некоторых проблем, охватывающих несколько областей. Кроме того, они разработали методику оценки таких систем.

При том что ГИФ и ИНПРО исходят из аналогичных анализов, они ведут разную работу. Участниками ГИФ являются, как правило, поставщики, и они будут направлять НИОКР, в то время как ИНПРО в основном отражает требования будущих потенциальных пользователей. Каждая группа хорошо знает о результатах работы другой. Было бы бесполезно формулировать будущие требования или разрабатывать концепции на будущее в отсутствие главного фактора высокого качества, а именно подготовленных и компетентных людских ресурсов. Именно этому и посвящена третья инициатива.

### ► ВЯУ: Всемирный ядерный университет

В последнее десятилетие число студентов, обучающихся по связанным с ядерной техникой специальностям, во многих странах уменьшалось (хотя, похоже, в США эта тенденция в настоящее время меняется на обратную). Для того чтобы повернуть эту тенденцию вспять, имеется несколько проектов по созданию региональных сетей университетов и институтов. Например, в Европе 25 высших учебных заведений создали Европейскую сеть ядерного образования (ENEN) в рамках 6-й Рамочной программы Европейской комиссии; недавно была учреждена также новая ученая степень – “Европейская степень магистра” в ядерной технике. Южная Корея активно пропагандирует создание азиатской сети, а несколько университетов в США уже создали такую сеть совместно с основными национальными лабораториями Министерства энергетики США.

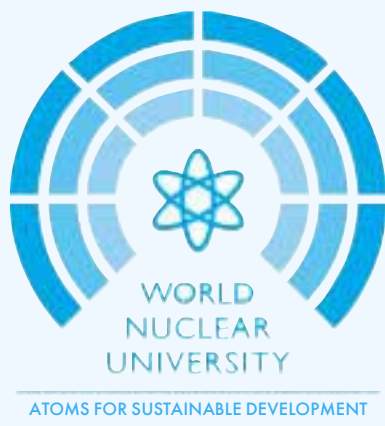
Для того чтобы распространить эту концепцию в международном масштабе, МАГАТЭ, Всемирная ядерная ассоциация (ВЯА), Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), Агентство по ядерной энергии (АЯЭ) в сентябре 2003 г. открыли Всемирный ядерный университет (ВЯУ). Целью этого университета является обеспечение научной требовательности и высокой профессиональной этики на всех этапах ядерной деятельности. В задачу ВЯУ входят координация учебных программ, гармонизация научных степеней, содействие обмену студентами и преподавателями и развитие дистанционного обучения. (См. вставку об университете на стр. 56.)

## Энергия обеспечивает развитие

Сегодня, спустя 50 лет после знаменитых слов, сказанных президентом США Эйзенхауэром на сессии Генеральной Ассамблеи ООН, ядерное сообщество работает над тем, чтобы сделать ядерную энергию устойчивой на благо человечества. Будем надеяться, что это сотрудничество окажется успешным, поскольку мы знаем, что без достаточного количества энергии нет и развития. Мы знаем, что ядерная энергия не может быть единственным решением проблемы, но мы также знаем, что без ядерной энергии найти решение вряд ли удастся.

*Бертран Баррэ избран президентом Европейского ядерного общества. Эл. почта: Bertrand.Barre@areva.com*

<sup>1</sup> Добиться такого показателя за 50 лет – немалое достижение: для того чтобы выработать то же количество электроэнергии, которое сегодня производится ядерными реакторами, пришлось бы сжечь в современных электростанциях, работающих на мазуте, количество топлива, превышающее всю нефть, добытую в Саудовской Аравии. Но десятилетия назад ожидалось, что достижения в области ядерной энергетики будут гораздо масштабнее.



## ВСЕМИРНЫЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АТОМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**В** 2003 г., полвека спустя после предложения “Атомы для мира”, была предпринята инициатива “Атомы для устойчивого развития”. Так, был создан Всемирный ядерный университет (ВЯУ), для того чтобы содействовать распространению специальных знаний и опыта в области ядерных технологий во всем мире. Как говорит ректор университета Ханс Бликс, “эта проблема – наша потребность в энергии, для того чтобы спасти планету, – и послужила той идеей, которая дала толчок к созданию нового университета...”.

Во время торжественного открытия ВЯУ в Лондоне в сентябре 2003 г. представители мировой ядерной отрасли выразили свои озабоченность и надежды на следующее 50-летие. Ниже приводятся выдержки из некоторых приветственных выступлений.

### Джон Рич

Генеральный директор, Всемирная ядерная ассоциация

“Возможно, самым большим парадоксом ядерной энергии является то, что ее достоинство, которое обеспечивает чистоту окружающей среды, напрямую приводит к ее политической слабости. Этот мощный К.П.Д., когда столь малое количество урана дает так много энергии при крайне малом количестве отходов, дает обратные результаты в сфере политики. Ядерный топливный цикл производит не менее одной шестой электричества во всем мире, но не дает ни новых рабочих мест, ни крупного роста богатства.

Если бы ядерная энергия давала политическое влияние, сопоставимое с ее истинной ценностью с точки зрения здравоохранения, окружающей среды или безопасности, то все споры о ядерной энергии давно бы закончились.

Мы все собрались здесь сегодня потому, что наша отрасль не столько производит товар, сколько обеспечивает развитие самых передовых технологий”.

### Ханс Бликс

Ректор, Всемирный ядерный университет

“Наш Всемирный ядерный университет, название которого звучит несколько помпезно, надо расценивать как наше стремление привлечь людей, а отнюдь не как попытку исключить кого-либо. Идея заключается не в том, чтобы заменить уже сложившиеся способы обмена или создать некую надзирающую структуру, которая вмешивалась бы в работу свободных, зрелых учреждений. Нашей целью, масштабы которой целиком определяются устремлениями участников, является создать своего рода клиринговый дом, инструмент для расширения и обогащения сотрудничества между существующими учреждениями”.

### Мохамед эль-Баради

Генеральный директор, Международное агентство по атомной энергии

“МАГАТЭ со своими 135 государствами-членами надеются, что это учебное заведение станет подлинно Всемирным ядерным университетом. Почти 2 млрд. человек, т. е. около трети населения нашей планеты, остаются без доступа к современным источникам энергии; эта нехватка может быть восполнена, по крайней мере частично, с помощью ядерной энергии. Но любое значимое увеличение использования ядерной энергии в будущем станет возможным, только если ядерная отрасль успешно разработает инновационные реактор и технологию топливного цикла, а также операционные и регулирующие методы, которые позволят успешно решить проблемы, связанные с конкурентоспособностью издержек, безопасностью и сохранностью, устойчивостью с точки зрения нераспространения и удалением отходов”.

### Джеймс Лавлок

Автор теории Гая и видный деятель в области охраны окружающей среды

“...У нас практически нет других альтернатив, кроме как резко сократить долю энергии, которую мы получаем от небезопасной практики сжигания углеводородного топлива. Было бы замечательно, если бы можно было поддерживать цивилизацию только с помощью возобновляемых источников энергии, но было бы глупой фантазией полагать, что мы сможем достичь этого достаточно быстро, чтобы успеть избежать катастрофы, связанной с парниковым эффектом. Единственно разумный и практически осуществимый вариант – это использовать ядерную энергию, чтобы дополнить скудные возможности возобновляемых источников в обозримом будущем. В настоящее время ядерное электричество – достаточно испытанный и технически развитый источник, безопасный и экономичный; при наличии воли мы можем оперативно задействовать его. Тем не менее дезинформация об опасностях ядерного электричества упорно сохраняется и способствует сохранению невежества, что искусственно повышает стоимость ядерной энергии и удаления отходов”.

Для получения полного текста и других материалов посетите сайт [www.world-nuclear-university.org](http://www.world-nuclear-university.org)