

Энергетика и Безопасность

№ 20 2002

Издание IEER

Обеспечение энергетического будущего Соединенных Штатов

Аржун МАКХИДЖАНИ

В области политики энергетики и безопасности Соединенные Штаты находятся на распутье. Теракты 11 сентября 2001 г. более, чем что бы то ни было раньше, продемонстрировали уязвимость энергетической системы США. Предложенный администрацией Буша план в области энергетики (который был опубликован в мае 2001 г. и после событий 11 сентября не пересматривался и не менялся) может усугубить положение и сделать систему еще более уязвимой.

В ноябре 2001 г. IEER опубликовал предварительный отчет, в котором предлагался план более безопасного энергетического будущего США. Отчет является частью проекта IEER в области энергетики, который мы начали около двух лет назад с целью исследования возможности осуществления полного отказа от атомной энергетики и значительного (порядка 50 %) сокращения выброса углекислого газа во всем мире, а также определения сроков реализации этих мероприятий. Мы опубликовали предварительный вариант нашего отчета раньше намеченного срока, с тем чтобы принять участие в дискуссии по вопросам энергетики и безопасности, которая идет сейчас в США и за рубежом. Ниже мы приводим краткое содержание этого доклада, который назывался *Обеспечение энер-*

Photo credit: Honda. <http://www.honda2000.com/models/insight/>

Honda Insight — двухместный трехдверный автомобиль с гибридным двигателем на бензине, в котором расход топлива составляет более 60 миль на галлон (м/г). Сегодня уже есть технология производства пассажирского транспорта, в котором расход топлива достигает 100 м/г. В настоящее время средний стандартный расход топлива для автомобилей составляет 27,5 м/г, а для легких грузовиков (куда входят минифургоны и спортивно-сервисные машины) — 20,7 м/г.

гетического будущего Соединенных Штатов: уязвимые места нефтяной, ядерной и электрической систем и план действий после 11 сентября 2001 г. Список литературы приведен в докладе, который можно найти на английском в Интернете по адресу <http://www.ieer.org/reports/energy/bushtoc.html>.

Уязвимые места

Уязвимость энергетической системы США, особенно в области импорта нефти и ядерной энергии, сегодня выше, чем когда бы то ни было. В табл. 1 (с. 3) дан перечень уязвимых мест нефтяной и атомной составляющих энергетической системы, а также указана степень их потенциальной опасности.

См.: Энергетическое будущее, с. 2
Примечания, с. 11, 15, 16

Все предыдущие номера
“Энергетики и безопасности”
можно найти в Интернете
на сайте IEER
<http://www.ieer.org/ensec/russmain.html>

В БИБЛИОГРАФИИ

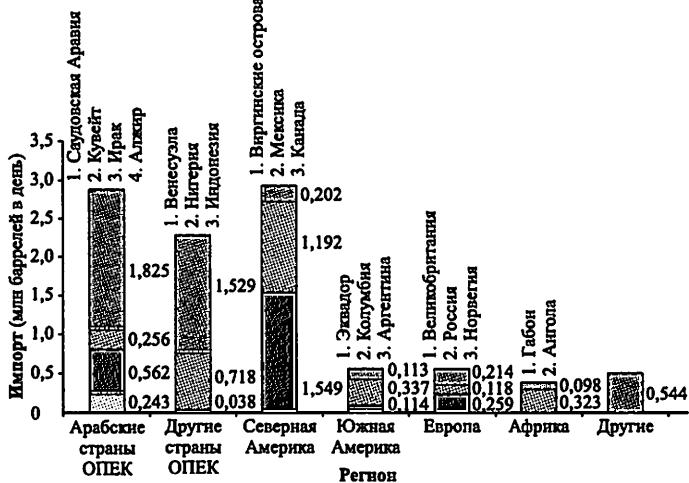
Рекомендации по политике энергетики.....	8
Экологический аудит по проверке соблюдения Закона о чистом воздухе.....	12
Атомная задача.....	16

Уязвимость в отношении нефти

Нефть заняла центральное место среди вопросов, относящихся к войне и безопасности, с тех пор, как в первой половине двадцатого века она стала основным военным топливом. Она остается одним из центральных и острых вопросов политического клубка, в котором за-вязаны Ближний Восток, Европа, Россия, США и весь мир. Многие

См.: Энергетическое будущее, с. 4

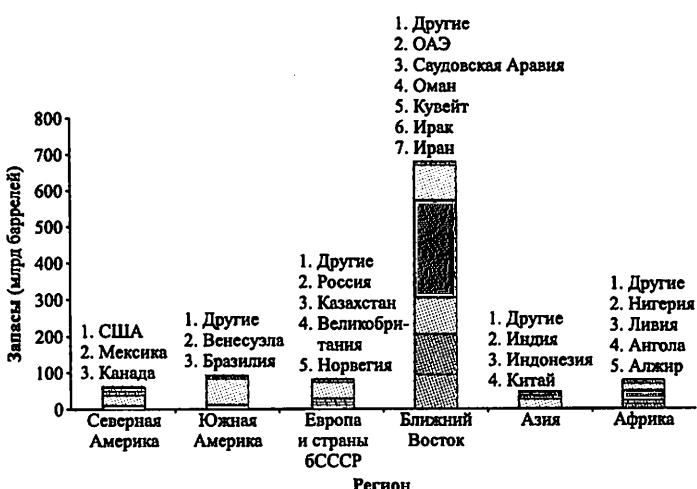
Рис. 1. Чистый импорт в США всех нефтепродуктов по районам их добычи, август 2001 г.



Примечание: Страны, входящие в соответствующий регион, перечислены сверху колонки. Вклад первой страны соответственно отражен в верхней части колонки. Страны, импорт из которых составляет менее 100 000 баррелей, в день отнесены в колонку "Другие". ОПЕК — Организация стран — экспортёров нефти. На 21 августа 2001 г. США импортировали приблизительно 10,2 млн баррелей нефти в день.

Источник: USDOE, Energy Information Administration, Petroleum Supply Monthly, October 2001, Table 49.

Рис. 2. Запасы сырой нефти по районам, на январь 1999 г.



Примечание: Страны, запасы которых указаны в колонке, перечислены над этой колонкой. Страны, запасы которых составляли менее 5 млрд баррелей, собраны под общим названием "Другие". Общие мировые запасы равны приблизительно 1 трлн баррелей.

Источник: USDOE, Energy Information Administration, Petroleum Supply Monthly, October 2001, Table 8.1.

ЭНЕРГЕТИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ

"Энергетика и безопасность" — бюллетень, посвященный вопросам ядерного нераспространения, разоружения и энергетической безопасности. Публикуется четыре раза в год Институтом исследований энергетики и окружающей среды, находящимся по адресу:

Institute for Energy and Environmental Research

6935 Laurel Avenue, Suite 204

Takoma Park, MD 20912 USA

Тел. 1-301-270-5500, факс 1-301-270-3029

Электронная почта: michele@ieer.org

Адрес в Интернете: <http://www.ieer.org>

Институт исследований энергетики и окружающей среды (IEER) обеспечивает общественность и официальные лица надежными, ясными и глубокими исследованиями по широкому кругу вопросов. Целью IEER является привнесение научного анализа в деятельность общественности для демократизации и создания более здоровой окружающей среды.

Сотрудники IEER:

Аржун Макхиджани — президент

Лиза Ледуидж — директор по внешним связям

Мишель Бод — координатор

по международным связям, научный сотрудник

Энни Макхиджани — научный сотрудник

Шираман Гопаль — научный сотрудник

Луис Чалмерс — заведующий библиотекой

Дайана Кон — бухгалтер

Бетси Турго-Шилдс — администратор

Благодарим наших спонсоров:

Выражаем благодарность нашим спонсорам, благодаря поддержке которых стало возможным осуществление нашего международного проекта:

W. Alton Jones Foundation, John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, Ford Foundation

Мы также благодарим других спонсоров IEER:

Public Welfare Foundation, John Merck Fund, KHH Foundation, Ploughshares Fund, Town Creek Foundation, Turner Foundation, New-Land Foundation, Stewart R. Mott Charitable Trust, Rockefeller Financial Services, Colombe Foundation

Мы также благодарим наших читателей, помогающих нашему Институту.
Мы высоко ценим Вашу поддержку.

Дизайн: *Cutting Edge Graphics*

Редактор английского издания: *Лиза Ледуидж*

Русское издание:

Ответственный: *Елена Коновалова*

Научный консультант: *Олег Бухарин*

Весь тираж "Энергетики и безопасности" распространяется бесплатно

Мы приветствуем перепечатку материалов из этого бюллетеня с соответствующими ссылками. Мы будем признательны за копии тех изданий, в которых воспроизводятся наши статьи.

Выпуск 20 (vol. 10, no. 2) английского издания вышел в свет в феврале 2002 г.

Адрес издательства:

Издательство СО РАН

Лицензия № 020909 от 01.09.99

630090, Новосибирск, 90, Морской пр., 2

Тираж: 2500

**ТАБЛИЦА 1: УЯЗВИМЫЕ МЕСТА НЕФТЯНОЙ
И АТОМНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Звено энергетической системы	Уязвимое место/ типы угроз	Наихудшие последствия	Комментарии
Импорт нефти	Прекращение поставок нефти из района Персидского залива в результате политических, военных или террористических акций (см. Примечание)	Зависит от долгосрочного уровня импортных поставок нефти и причин нарушения этих поставок. Возможен серьезный и длительный глобальный экономический ущерб и широкомасштабная война в районе Персидского залива	В случае широкомасштабной политической и военной нестабильности в регионе возможно применение ядерного оружия. В этом регионе сосредоточены интересы нескольких держав, имеющих ядерное оружие
Легководяные ядерные реакторы	Только массированная атака	Катастрофические выбросы радиоактивных веществ, сравнимые с чернобыльской аварией. Огромные экономические потери и экологический ущерб на долгие годы	Вторичная защитная оболочка, предназначенная для защиты от всех видов нападения, кроме самых серьезных
Бассейны хранения отработанного ядерного топлива	Для бассейнов, расположенных вне вторичной защитной оболочки, — разного вида нападения	В случае пожара возможны катастрофические выбросы радиоактивных веществ, превосходящие выбросы долгоживущих радионуклидов во время чернобыльской аварии. Огромные экономические потери и экологический ущерб на долгие годы	
Модульные реакторы с гранулированным топливом	Различного вида нападения. Реакторы предлагаются без вторичной защитной оболочки	Возгорание топлива с графитовым покрытием приведет к разбросу радиоактивных веществ по большой территории. Серьезнейшие долгосрочные экономические убытки и экологический ущерб	Реактор находится в стадии разработки. Лицензия еще не получена
Усовершенствованные реакторы с натриевым теплоносителем	Будет зависеть от конкретной конструкции защитной оболочки	Возгорание или взрыв натрия, а также аварии, сопровождающиеся выбросом теплоносителя, могут привести к катастрофическому рассеиванию радиоактивных веществ. Более высокий риск распространения ядерных материалов и потенциально более значимый выброс плутония в случае аварии или нападения	Опытный образец этого реактора был отклонен в 1994 г., но теперь в соответствии с планом Буша к нему могут вернуться
Выделение плутония, все способы	Распространение ядерных материалов	Распространение материалов, используемых в производстве ядерного оружия, а возможно, и ядерного оружия, с риском попасть в руки негосударственных группировок	Для производства ядерного оружия пригоден даже выделенный плутоний с примесями
Выделение плутония, современная технология	Разные виды нападения, в зависимости от типа установок по переработке топлива и управлению отходами	Масштабные катастрофические выбросы высокорадиоактивных отходов в атмосферу и в воду, рассеивание плутония, похищение плутония	Взрыв в 1957 г. емкости с высокоактивными отходами в Советском Союзе привел к катастрофическому выбросу радиоактивных веществ
Использование или хранение плутония	Тип угрозы зависит от местоположения	Возможно масштабное рассеивание больших количеств плутония. Возможно отвлечение плутония на производство оружия	Уязвимость возрастает, если плутоний используется в качестве топлива, и уменьшается, если он иммобилизован и хранится в подземных хранилищах

Примечание: В нашем докладе мы не занимались подробно типами угроз, связанными с безопасностью в Средней Азии, поскольку ситуация в этом регионе нестабильна, характер американо-российских отношений все время меняется, а будущая политика в отношении нефти в этом регионе неопределенна. Однако вероятность возникновения серьезных проблем существует, особенно если этот район станет центром регионального и мирового экономического соревнования.

эпизоды Второй мировой войны, в том числе нападение на Пирл-Харбор и битва за Сталинград, в существе объяснялись стремлением к контролю над нефтью¹.

Уязвимость США в отношении импорта нефти и ядерной энергетики сегодня выше, чем когда бы то ни было, несмотря на рекомендации, которые были выработаны в ходе исследований после предыдущих кризисных ситуаций в сфере безопасности и которые в основном не были приняты². Действия Соединенных Штатов после предыдущих кризисов, особенно между 1973 и 1980 гг., временно смягчили эти проблемы, но не были достаточно последовательными, чтобы обеспечить большую безопасность энергетической системы США на длительное время.

В настоящее время импорт нефти в США составляет 11 миллионов баррелей в день, причем 25 % всего импорта поступает из района Персидского залива. В целом на долю этого района, имеющего около двух третей подтвержденных мировых запасов нефти, приходится около 40 процентов мирового импорта нефти. На рис. 1 и 2 (с. 2) показаны соответственно импорт нефти США и мировые запасы нефти.

Учитывая, что импорт нефти в развивающихся странах растет, увеличение импорта нефти в США приведет к увеличению зависимости всего мира от запасов нефти в регионе Персидского залива. Устойчивый импорт нефти США свыше 10 миллионов баррелей в день повышает риск сбоев в поставке нефти, которые могут привести к серьезным военным и экономическим последствиям.

Нефть является ключевым вопросом и в проблеме глобального потепления. Около половины выбросов углекислого газа (главной причины парникового эффекта) при сжигании ископаемых топлив приходится на долю нефти. Большая часть веществ, загрязняющих воздух в городах, выбрасывается автомобильными двигателями. Значительная часть загрязнений океанов является результатом проливов нефти, как обычных, так и аварийных. Масштабные нарушения климата во всем мире тоже могут привести к серьезным последствиям в отношении безопасности, характер которых трудно предсказать.

Уязвимость, относящаяся к атомной энергетике и отработанному ядерному топливу

В ряде исследований уже обсуждалась возможность катастрофических последствий в случае аварий, войны или террористических актов, направленных на некоторые звенья инфраструктуры атомной энергетики³. На самом деле, атомные станции, как и другие ядерные предприятия, уже не в одной стране были объектами террористических актов⁴.

Наиболее уязвимыми местами в системе ядерной энергетики (с точки зрения катастрофических послед-

ствий, которые могут вызвать долгосрочный ущерб) сейчас являются ядерные реакторы и бассейны хранения отработанного ядерного топлива. Масштаб последствий в случае полной потери защитной оболочки в результате аварии или нападения вполне может сравняться с последствиями аварии 1986 г. в Чернобыле. Крупная авария или нападение на бассейны хранения отработанного топлива может привести к выбросу долгоживущих радионуклидов, превышающему выбросы из реактора. Всего одно удавшееся нападение приведет к кризису в секторе электроэнергии, поскольку за ней последует жесткое требование немедленного закрытия всех атомных станций.

Прежде чем отработанное топливо остывает, оно должно храниться в бассейнах по крайней мере три года после выгрузки из реактора. Сейчас в Соединенных Штатах в таких бассейнах содержится почти все 40 тыс. т отработанного топлива, выгруженного из ядерных реакторов США, хотя все большее количество отработанного топлива теперь хранится в контейнерах для сухого хранения на территории атомных станций. Поскольку обычно бассейны находятся вне вторичной защитной оболочки реактора, они уязвимы по отношению к разным потенциальным нападениям, в отличие от реакторов, которые уязвимы только по отношению к самым серьезным нападениям.

Хранение в сухом виде менее уязвимо, поскольку в контейнерах для сухого хранения содержится относительно холодное топливо и пробоина в защитной оболочке не приводит к расплавлению топлива. Последствия нападения все же могут быть весьма серьезными, особенно если в результате воздушной атаки возникнет пожар авиационного топлива, который будет сопровождаться рассеиванием радиоактивных веществ. Наземные контейнеры для сухого хранения тоже уязвимы, но эту проблему можно решить с помощью создания подземных хранилищ на территории станции или вблизи нее.

Уязвимость, связанная с плутонием

Практически все запасы плутония и высокообогащенного урана в США находятся на предприятиях комплекса по производству ядерного оружия или в структуре Пентагона, причем в последнем случае в виде уже готового ядерного оружия. Лишь небольшая часть плутония в США имеет гражданское происхождение, а все остальное — военное. Примерно 50 тонн плутония было заявлено как излишек военных программ⁵.

Правительство США предлагает использовать этот избыточный плутоний в качестве топлива для ядерных реакторов. В предыдущих публикациях IEER уже подробно обсуждались проблемы уязвимости плутониевого топлива (также называемого смешанно-оксидным топливом или MOX), связанные с опасностью ядерного распространения⁶. Вот основные моменты, на которые сле-

См.: Энергетическое будущее, с. 5

дует обратить внимание в свете событий 11 сентября 2001 г.:

- Транспортировка свежего плутониевого топлива увеличивает вероятность его похищения в случае террористического акта. Из керамических смешанно-оксидных топливных таблеток довольно просто выделить плутоний, пригодный по качеству для производства ядерного оружия. Этого нельзя сделать из нынешнего низкообогащенного уранового (НОУ) топлива. Для производства высокообогащенного урана (ВОУ) из НОУ потребовались бы огромные обогащающие установки.
- Хранение свежего плутониевого топлива на атомных станциях увеличит их привлекательность как потенциальных целей для нападения.
- Использование плутониевого топлива повышает серьезность последствий в случае аварии или нападения⁷.
- Нападение на бассейны хранения отработанного ядерного топлива приведет к более катастрофическим результатам, если в них будет храниться отработанное MOX-топливо.

Нынешние методы хранения плутония в высшей степени неудовлетворительны, особенно в том, что касается последствий потенциального нападения. Плутоний хранится в различных строениях в основном на поверхности земли в формах, которые могут загораться (металлы) или которые сравнительно легко распыляются в воздухе, как, например, оксид плутония. Более того, два больших предприятия по репроцессингу на площадке Саванна-Ривер-Сайт постоянно увеличивают уже имеющиеся запасы высокоактивных жидких отходов (хранящихся в больших подземных емкостях) и выделенного плутония.

Уязвимость энергетической инфраструктуры

События 11 сентября показали, что уязвимость системы производства энергии и инфраструктуры трубопроводов в случае военного нападения или террористического акта не является для США лишь теоретической. На самом деле, в прошлом уже случались террористические акты, направленные на электрическую инфраструктуру США⁸. Если не рассматривать ядерных вопросов, то самым важным уязвимым местом электрических систем представляется возможность раз渲а высоконентрализованной, все более взаимосвязанной сети, если какая-либо из ее стратегических частей выйдет из строя в результате перегрузки, аварии, погодных условий или нападения.

Тенденция к ослаблению государственного регулирования электрических систем и созданию национальной сети ведет к тому, что сеть становится более уязвимой. Хаотическая финансовая ситуация вокруг ослабления государственного регулирования производства и продажи электроэнергии в Калифорнии была бы гораз-

до сложнее, если бы этот дефицит был вызван физическим разрушением системы электроэнергии в результате нападения на одно или более ключевых звеньев национальной системы передачи электроэнергии.

Энергетический план Буша

В мае 2001 г. специальная комиссия, возглавляемая вице-президентом США Диком Чейни, опубликовала доклад, выражающий государственную политику США в области энергетики, который стал программой администрации Буша⁹. В ряде отношений, касающихся не-распространения, безопасности и экологии, этот план был неудовлетворителен еще до событий 11 сентября, сделавших очевидной значительность определенных видов риска. Однако до настоящего времени основные установки администрации не изменились.

Самое уязвимое место в плане Буша, несомненно, связано с импортом нефти и различными вопросами, касающимися предприятий по производству ядерной энергии¹⁰. Уязвимые места, связанные с ядерной энергией, во многих отношениях будут в плане Буша самыми серьезными.

План Буша содержит принципиальные предложения по поводу новых ядерных установок, введение которых чрезвычайно увеличит уязвимость ядерной системы в дополнение к проблемам, возникающим в связи с продлением лицензий действующих атомных станций. Этот план приведет к необходимости хранить отработанное ядерное топливо в бассейнах в течение неопределенного времени. Переход к модульным ядерным реакторам с гранулированным топливом (МРГТ), не требующим бассейнов для хранения отработанного топлива, означал бы повсеместное внедрение реакторов, которые предлагается строить без вторичных защитных оболочек, что сделает их гораздо более уязвимыми к нападению по сравнению с нынешними легководяными ядерными реакторами. Последствия нападения на усовершенствованные реакторы, подобные предлагаемым в плане Буша, могут быть еще более катастрофическими по сравнению с последствиями нападения на существующие энергетические реакторы.

Слишком большая зависимость от импорта нефти приводит к высокому риску срыва поставок. Импорт нефти США в количествах менее 5 миллионов баррелей в день значительно снизил бы вероятность катастрофического сбоя, особенно если это будет сопровождаться также и уменьшением импорта нефти в Европе. В соответствии с энергетическим планом Буша к 2040 г. США будут импортировать около 23 миллиардов баррелей нефти в день, большей частью из региона Персидского залива. На рис. 3 (с. 10) приведено сравнение производства нефти США и прогнозы импорта нефти до 2040 г. в соответствии с планом Буша и IEER.

Энергетический план Буша предполагает создание национальной электрической сети, облегчающей пере-

См.: Энергетическое будущее, с. 6

дачу энергии от крупных производителей. Утверждается, что этот план также будет способствовать повышению надежности электрической системы, поскольку позволит производителям строить станции в любом выбранном ими месте. Однако эта мера не обязательно решит проблемы надежности и может даже усугубить их.

Администрация также продолжает выполнять план по развитию гражданского плутониевого топлива как естественной части системы ядерной энергетики США. Это повысит опасность ядерного распространения и

уязвимость в случае нападения. Кроме того, этот план противоречит политике нераспространения, поддерживаемой обеими партиями уже четверть века, за которые сменилось пять президентов.

Поразительно, что серьезные события 11 сентября не привели к срочному пересмотру политики в области плутониевой энергетики, тем более, что в этой области последствия нападения будут наиболее тяжелыми, а решения, позволяющие значительно снизить ее уязвимость, можно внедрить в более короткие сроки, чем решения, направленные на проблемы нынешних ядерных реакторов.

См.: Энергетическое будущее, с. 10

**План IIEER в области энергетики:
предположения, на которых он основан**

1. Принципиальный подход к созданию распределенных сетей и увеличению коэффициента полезного действия (КПД) отопления и охлаждения будет состоять в развитии местного производства энергии на основе высокоЭкономичного сжижания природного газа и совместного производства тепла. Предполагается производство электроэнергии с КПД 60 %. Этого можно достичь уже сегодня с помощью топливных элементов (хотя пока и не в очень широком масштабе) и современных электростанций, работающих на комбинированном цикле сжижания природного газа.
2. Опорой снабжения ветровой энергии станет широкомасштабное производство ветровой энергии в штатах Среднего Запада. Предполагается, что солнечной энергии будет отводиться сравнительно скромная роль.
3. В первом десятилетии потребление угля уменьшится незначительно, к 2030 г. сократится до 45 % от уровня 2000 г., а к 2040 г. – до 10 % от нынешнего уровня. Природный газ будет основным ископаемым топливом, используемым в централизованном производстве энергии, при этом на электростанциях с комбинированным циклом КПД будет составлять 60 %. В настоящее время норма КПД для таких станций составляет 50 %, и ожидается, что в ближайшем будущем станции с КПД 50 % будут нормой. Значительное сокращение использования каменного угля обеспечит соответствующее снижение выбросов углекислого газа. Ближайшие 30 лет, в течение которых потребление угля будет значительным, будут служить переходным периодом в этой жизненно важной индустрии и обеспечат гибкость и, следовательно, дополнительную безопасность энергетической системы. Например, решение о более быстрых темпах вывода из эксплуатации атомных станций по соображениям безопасности будет легче осуществить при сохранении достаточно высокого уровня производства в угольной промышленности до момента закрытия всех атомных станций. Сохранение угольной промышленности на уровне производства 50–100 млн т в год придаст энергетической системе гибкость, например, предотвращая исключительную опору на природный газ как временное топливо на период перехода к возобновляемым источникам энергии.
4. В качестве эталонной технологии отопления и охлаждения помещений и нагревания воды предполагается использование геотермального теплового насоса совместно с высокоЭкономичным местным производством электроэнергии посредством рекуперации тепла. (Использование эталонной технологии не означает, что повсюду будет принята только она. Скорее, это только способ оценить среднюю эффективность, достигаемую от применения различных методов.) При использовании геотермального топливного насоса коэффициент выполне-
- ния равен 2,4 для отопления и 3 – для охлаждения. Геотермальные тепловые насосы уже есть на рынке, и в последние годы они использовались, в том числе и правительством, для повышения экономичности энергопотребления. Ранчо президента Буша в Кроуфорде (Техас) снабжено таким устройством.
5. К 2020 г. средний расход топлива для всех новых видов пассажирского транспорта будет составлять 100 миль на галлон, а для всего автопарка эта величина будет достигнута к 2030 г., после чего каждый год она будет увеличиваться на 2 % в течение 10 лет. Чтобы достигнуть этого, в ближайшем будущем в этом отношении потребуется государственное регулирование.
6. Экономичность воздушного транспорта (из расчета количества топлива на кресло на милю) в течение этого периода будет возрастать на 2 % в год.
7. Экономичность грузового транспорта будет возрастать на 3 % в год. Для этого, вероятно, потребуется ввести стандарты экономичности для грузовых машин.
8. К 2040 г. необходимо достичь снижения выбросов углекислого газа по крайней мере на 40 %, а лучше на 50 %, и сделать так, чтобы это сочеталось с другими задачами, связанными с безопасностью.
9. Ядерная энергетика будет полностью сокращена к 2030 г.
10. Местные солнечные станции, гидростанции и некоторые станции с комбинированным циклом широко используются для обеспечения пиковой мощности. Незакономичные газовые турбины, которые сейчас широко используются для обеспечения пиковой мощности, к 2040 г. будут закрыты.
11. По ряду причин, связанных с безопасностью и экологией, выработка гидроэлектроэнергии к 2040 г. будет сокращена примерно на 40 %.
12. По сравнению с планом Буша в отношении поставок вне сектора ОВКБ (обогрев, вентиляция, кондиционирование воздуха) можно на 40 % увеличить КПД потребления электричества. Для этого потребуется соответствующая государственная политика закупок и соответствующие постановления для регулирования нового строительства, стандартов бытовых приборов, а также широкого использования высокоЭкономичного освещения и двигателей.
13. Потребность в промышленном тепле будет, где только возможно, удовлетворяться за счет систем совместного производства энергии.
14. Только уже испробованные и испытанные технологии получат достаточно широкомасштабное распространение, что окажет значительное влияние на эффективность энергопотребления и на структуру производства энергии в течение ближайших 20–40 лет.

ТАБЛИЦА 2. СРАВНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ УЯЗВИМЫХ МЕСТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНА БУША И ПЛАНА IEER 2040 г.

Уязвимый элемент	План Буша		План IEER		Комментарии
	Количество	Степень уязвимости	Количество	Степень уязвимости	
Импорт нефти ^a	23 миллиона баррелей в день	Очень высокий риск сбоя поставок	6 миллионов баррелей в год	Низкий риск	План Буша: высокий уровень импорта из района Персидского залива
Стратегические запасы нефти	700 миллионов баррелей, или около одного месяца импортных поставок	Умеренный резервный запас в случае сбоя	700 миллионов баррелей, или почти 4 месяца импортных поставок	Существенный резервный запас в случае сбоя	При наличии дополнительных источников энергии можно организовать дополнительные поставки энергии на период от нескольких недель до нескольких месяцев
Ядерные реакторы, легководяные ядерные реакторы	Около 200 действующих реакторов	Степень уязвимости высокая. Нападение, по масштабам сходное с событиями 11 сентября, приведет к катастрофическим последствиям	Ни одного ядерного реактора	Отсутствует	Возможны выбросы радиоактивных веществ, сравнимые по масштабам с чернобыльской аварией. Возрастает риск широкомасштабного кризиса, если последствия нападения приведут к необходимости немедленно отказаться от атомной энергии
Хранящееся в бассейнах отработанное НОУ топливо ^b	Около 20 000 тонн	Разные нападения могут привести к катастрофическим последствиям	Нет	Отсутствует	В случае пожара возможны выбросы долгоживущих радионуклидов, превышающие выбросы в результате чернобыльской аварии
Хранение плутония ^b	Не возможно предсказать. Какое количество, окажется под угрозой — весьма зависит от политики	В случае похищения плутониевого топлива, аварии или нападения возможны катастрофические последствия	Все излишки плутония (50 тонн или более) иммобилизованы и хранятся под землей	В случае нападения риск катастрофических последствий, серезного локального экологического ущерба невелик	По плану Буша неясно, какие изменения произойдут в ближайшие десятилетия в политике относительно реагроцессинга, ядерных реакторов-размножителей и плутониевого топлива, поэтому количественные прогнозы носят умозрительный характер
Электростанции (неатомные)	Проектируются установки мощностью 300 мегаватт, применение которых снижает риск по сравнению с используемыми в настоящее время типовыми генераторами	Риск, того, что одно нападение приведет к крупным разрушениям, колеблется от низкого до умеренного	Меньше, чем в плане Буша, благодаря большей роли ветровой энергии и распределенного производства	Низкий риск крупного разрушения	Способность некоторых ключевых станций работать на двух видах топлива снижает уязвимость в отношении безопасности ^c
Передача электроэнергии	Зависит от конкретных характеристик системы	Риск выше, чем в настоящее время, в силу дальнейшей централизации сети и уменьшения государственного регулирования. Более высокая привлекательность в качестве мишени из-за большей централизации и большей возможности нанесения ущерба	Две пятых распространенного производства	Некоторая уязвимость по отношению к нападениям на сеть останется. Гораздо менее привлекательна в качестве мишени, чем современная система	Опасность широкомасштабного ущерба можно почти полностью устранить при помощи широкомасштабного внедрения солнечной энергетики, источников водородной энергии местного производства в системе распределенных сетей, а также управления резервными мощностями, обеспечивающими быструю реакцию на сбои

Примечания:

- Основным критерием для оценки уязвимости, связанной с нефтью, служит уровень импорта нефти. Высокая уязвимость определяется уровнем устойчивого импорта свыше 10 миллионов баррелей в день, очень высокая уязвимость — свыше 15 миллионов баррелей в день. Снижение импорта нефти в США до менее чем 5 миллионов баррелей в день существенно уменьшило бы вероятность катастрофических сбоев, особенно если бы импорт нефти снизился и в Европе.
- Суммарный объем бассейнов хранения отработанного ядерного топлива таков, что выгруженное топливо в них может в среднем находиться в течение 5 лет. Остальное топливо предполагается хранить в сухих подземных хранилищах. Эта строка таблицы относится к отработанному топливу, полученному при использовании свежего топлива из низкообогащенного урана (НОУ). Отработанное топливо обычно содержит чуть меньше одного процента плутония. Мы предполагаем, что все отработанное топливо старше 5 лет будет храниться под землей, что снижает уровень последствий нападения.

- Уязвимые места в плане Буша, связанные с хранением плутония, обусловлены использованием излишков военного плутония в гражданском секторе, а также с возможным развитием использования гражданского плутония. В настоящее время мы не можем оценить, какую роль будет играть плутоний в энергетической системе в 2040 г., поскольку единственный имеющийся сейчас конкретный план по плутониевому топливу связан с избыточным военным плутонием, который, как предполагается, к тому времени уже пройдет через реактор и будет храниться в виде отработанного топлива. В плане Буша есть уязвимое место, которое трудно оценить количественно. Оно состоит в том, что, используя плутониевое топливо, Соединенные Штаты также обязаны, в соответствии со Статьей IV Договора о нераспространении ядерного оружия, предоставлять коммерческие ядерные технологии неядерным государствам, входящим в этот договор.
- В план IEER в явном виде не учтена возможность работы на двух видах топлива. Обсуждение этого вопроса можно найти в Lovins and Lovins, 1982 (см. сноску 8, с. 16).

ПЛАН ДЕЙСТВИЙ

Рекомендации из доклада *Обеспечение безопасного энергетического будущего Соединенных Штатов*

Основные рекомендации

- ▶ В области энергетики Соединенные Штаты должны принять долгосрочный план на период в 40 лет. США должны принять все меры, чтобы в течение этого срока ликвидировать наиболее уязвимые к нападению места энергетической системы и к 2040 г. снизить выбросы углекислого газа примерно наполовину.
- ▶ К 2040 г. эффективность новых видов пассажирского транспорта (в том числе и легких грузовиков) должна достичь в среднем 100 миль на галлон. Повышение экономичности должно сопровождаться также повышением безопасности и снижением выбросов, чтобы все три вопроса решались совместно и одновременно. Технологии, позволяющие увеличить пробег, уже существуют.
- ▶ Необходимо на государственном уровне принять решение о создании в ближайшие тридцать—сорок лет региональных распределенных электросетей. В региональных сетях значительная часть энергии будет поступать от производителей, рассредоточенных на сравнительно большом пространстве, а установка оборудования для производства энергии будет происходить с учетом повышения экономичности. Необходимо провести изменения в нормативной базе с тем, чтобы способствовать созданию распределенной сети, а не централизованной национальной сети, где местное и централизованное производство электроэнергии взаимосвязано. Органы управления на местах и на уровне штатов, а также их региональные и общегосударственные объединения должны обладать достаточной властью и денежными средствами, чтобы наблюдать за деятельностью распределенных сетей и осуществлять регулирование, исходя из соображений экономичности, надежности, безопасности и экологической целесообразности.
- ▶ Ядерную энергетику необходимо постепенно ликвидировать. В целом атомные станции можно вывести из эксплуатации по окончании срока действия их первоначальной лицензии. Если какие-то станции в некоторых отношениях окажутся особо уязвимыми, то, возможно, их придется закрыть раньше этого срока. Комиссия по ядерному регулированию США должна тщательно рассмотреть вопрос о реакторах и бассейнах хранения отработанного ядерного топлива, у которых могут быть определенные уязвимые места, и решить, следят ли такие реакторы закрытию до истечения срока действия их лицензий. Если мы хотим снизить уязвимость ядерной системы, особенно в связи с хранением отработанного ядерного топлива, до такой степени, чтобы вся система в целом потеряла привлекательность в качестве объекта террористической атаки, то атомные станции следует закрывать, ни в коем случае не нарушая стабильной работы электросети.
- ▶ Правительство США должно ежегодно выделять около 10 миллиардов долларов на закупку энергии от возобновляемых источников и топливных элементов, экономичных автомобилей, электроэнергии от экономичного местного производства, высокоеconomичных технологий отопления и кондиционирования воздуха и других передовых технологий, которые еще не полностью рентабельны, с тем, чтобы способствовать их выходу на рынок. На эти же цели еще 10 миллиардов долларов следует ежегодно выделять органам власти на местном уровне и на уровне штатов. Прямое финансирование, направленное на разработку возобновляемых источников энергии и повышение экономичности, следует отменить, с тем чтобы эти направления имели другой статус, благодаря предлагаемой программе закупок, которая должна прийти на сме-

ну. Она должна действовать постоянно и бесперебойно в течение по крайней мере десяти, а лучше двадцати лет. Программа закупок должна проводиться ежегодно с использованием процедуры торгов, причем поддержку следует оказывать, исходя из полученных достижений, как это делается, например, при долгосрочной аренде площадок при бурении нефтегазовых скважин. Можно сохранить налоговые льготы, уже обещанные за выработку энергии из возобновляемых источников и за использование установок, повышающих энергетический КПД.

Другие рекомендации

На федеральном уровне

1. Соединенные Штаты должны ввести прогрессивную, более строгую шкалу стандартов на выбросы углекислого газа на единицу произведенной электроэнергии.
2. Соединенные Штаты должны придерживаться киотского протокола — всемирного соглашения, в соответствии с которым промышленные страны обязались снизить выбросы парниковых газов, — и выступить с инициативой сокращения выбросов углекислого газа на 40—50 % в течение ближайших 40 лет (без международных сделок, но, возможно, с некоторыми внутренними торговыми кредитами для электрического сектора). Промежуточные этапы будут согласовываться с теми, кто ратифицировал договор. В настоящее время киотский протокол предполагает лишь незначительное сокращение мировых выбросов парниковых газов. Как правило, для большинства промышленно развитых стран эта цифра не превышает 10 %. Чтобы уменьшить риск серьезной катастрофы, в течение 10 лет необходимо будет сократить эти выбросы примерно до 50 %.
3. Природный газ должен рассматриваться как основное топливо на период перехода к возобновляемым источникам энергии.
4. Принять меры к общенациональному преобразованию общественного транспорта в элемент городских коммунальных услуг (так же, как в отношении воды, электричества или телефонов), чтобы увеличить долю федеральных средств, выделяемых на содержание общественного и мультимодального транспорта. Благодаря разнообразию транспортной системы, включающей в себя автомобили, моторный и рельсовый общественный транспорт, велосипедные дорожки и тротуары, увеличится количество способов передвижения людей по городу и, тем самым, снизится уязвимость по отношению к террористическим актам. Если общественный транспорт станет безопасным, экономичным, выгодным, регулярным и удобным, то расход энергии и время на проезд можно значительно сократить со всеми вытекающими отсюда социальными, экономическими и экологическими преимуществами. Мы рекомендуем провести тщательное исследование стоимости и возможности преобразования общественного транспорта в неотъемлемый элемент системы коммунальных услуг, цена которого останется в разумных пределах, а часть доходов будет получена за счет налогобложения бензина или личных транспортных средств. Это исследование должно тщательно сравнить уязвимости системы городского транспорта, основой которой являются автомобили, и систем, где лучше предусмотрены соотношения между автомобилями, поездами, автобусами, велосипедными дорожками и тротуарами.
5. Избыточный военный plutоний и весь гражданский выделенный plutоний необходимо иммобилизовать и хранить на территории больших атомных станций в подзем-

ПЛАН ДЕЙСТВИЙ
**Рекомендации из доклада *Обеспечение безопасного
энергетического будущего Соединенных Штатов***

- ных шахтах, что ослабит последствия крупного нападения. Чрезвычайно важно возобновить и срочно ввести в действие программу по иммобилизации (эта процедура состоит в смешивании плутония с нерадиоактивным материалом, после чего из смеси изготавливаются керамические таблетки, в высшей степени устойчивые к возгоранию и распылению в виде мельчайших частиц).
6. Необходимо прекратить выдачу лицензий новым атомным станциям. Следует отказаться от планов использования плутония в качестве топлива для ядерных реакторов.
7. Отработанное ядерное топливо из атомных станций, на долю которого приходится 95 % радиоактивности всех ядерных отходов, необходимо упаковывать в контейнеры сухого хранения в течение нескольких лет после выгрузки из реактора или сразу, как только это будет безопасно, а не ждать, пока наполняются бассейны хранения отработанного ядерного топлива. Сухое хранение должно осуществляться на территории станции или рядом с ней в подземных хранилищах, по образу хранения остеклованных высокорадиоактивных отходов на ядерном оружейном объекте Саванна-Ривер-Сайт в Южной Каролине. Когда атомные станции будут закрыты, хранение можно будет осуществлять централизованно в пределах некоторого штата или региона на территории закрытой атомной станции. Контроль за отработанным топливом следует поручить федеральному правительству. От нынешней программы захоронения ядерных отходов следует отказаться, как от весьма неудовлетворительной, и заменить ее программой, предусматривающей глубокое геологическое захоронение, более безопасное для природы и будущих поколений и менее уязвимое по отношению к намеренному или случайному вмешательству человека. (IEER провел большую работу по этому вопросу. См. Аржун Макхиджани "Рассматривая альтернативы", Энергетика и Безопасность № 9, 1999 г. и в Интернете <http://www.ieer.org/ensec/no-9/no9russ/alternat.html>.)
8. В качестве меры предосторожности Комиссия по ядерному регулированию должна обеспечить запасы таблеток калий-йода в учреждениях здравоохранения, например, в больницах, откуда они могли бы распределяться среди населения, если широкомасштабная авария или нападение на атомную станцию приведет к большим выбросам йода-131. Пока атомные станции продолжают действовать, большое значение для охраны общественного здоровья будет иметь просветительская программа, разъясняющая, когда и каким образом следует использовать эти таблетки.
9. Соединенные Штаты должны запросить Национальную академию наук создать постоянную комиссию, которая оценивала бы энергетическую систему с точки зрения поставок, экономичности, экологической безопасности и уязвимости, и каждый год сообщала бы об этих результатах правительству и общественности.
10. Необходимо поддерживать и усиливать сильные федеральные программы по освоению возобновляемых источников энергии, повышению энергетического КПД, проведению исследований и разработок по топливным элементам, а также программы, связанные с политикой в области энергетики, как это делается, например, в Национальной лаборатории по возобновляемой энергии, в Национальной лаборатории Ок-Ридж и в Лаборатории Лоренса Беркли.
11. Федеральное правительство должно продолжать пополнение запасов стратегического нефтяного резерва. Ад-

министрация Буша проводит эту важную политику. Если ввести строгие стандарты пробега, она будет гораздо больше способствовать повышению безопасности.

12. В качестве поддержки долгосрочной устойчивой энергетической системы необходимо начать программу исследований, разработки и демонстраций, которая связывала бы водородное топливо с возобновляемыми источниками энергии и с рядом конечных применений, в том числе с промышленным сырьем и авиатранспортом. Одной из ближайших задач в этом направлении могла бы стать следующая: на промышленных предприятиях и транспорте в наиболее загрязненных районах использовать не бензин, а водород, получая его с помощью энергии ветра.

На местном уровне и на уровне штатов

Помимо выработки собственной политики закупок для своих учреждений (например, школ, колледжей, государственных зданий и машин), соответствующей изложенным выше принципам, власти на местном уровне и на уровне штатов должны:

1. На уровне штата обеспечить или продолжить регулирование деятельности электрических систем для достижения общих целей по повышению надежности систем, увеличению объема резервных запасов и мощности системы передачи и распределения.
2. Приняв меры по обеспечению общественного контроля и прозрачности, создать энергетические компании на муниципальном уровне, а также на уровне штатов, с целью содействия повышению эффективности, развития безопасных распределенных сетей и обеспечения достаточного уровня производительности систем передачи и распределения энергии, с тем чтобы можно было выдерживать нападения на важнейшие элементы электрической инфраструктуры без широкомасштабных длительных сбоев.
3. Ввести регулирование на уровне региональных советов по надежности (соответствующих региональным сетям) для обеспечения общего подхода к решению вопросов надежного и безопасного производства и передачи энергии в масштабе всей системы, включая достаточные резервные запасы и передающие мощности. Органы управления на местном уровне и на уровне штатов, а также их национальные и региональные объединения должны обладать достаточной властью для проведения наблюдений и контроля.
4. Ввести правила, обязывающие строительные компании рассмотреть возможность местного производства энергии с применением самых лучших технологий экономичного отопления и охлаждения, и предоставить обоснование, почему этими технологиями нельзя воспользоваться.
5. Ввести требования контроля над расходованием энергии как часть процедуры перепродажи жилых и коммерческих зданий вместе с информацией о наилучшей практике во время перепродажи и о последствиях для новых владельцев зданий.
6. Ввести строгие стандарты экономичности в отношении оборудования, зданий и транспортных средств, если этого не сделает федеральное правительство.
7. Создать специальные комиссии для анализа преимуществ, вытекающих из рассмотрения общественного транспорта как элемента городских коммунальных услуг, — в отношении безопасности, экологичности и экономичности, при особом внимании к общественной безопасности и наилучшей практике в школах.

Полный текст доклада Обеспечение безопасного энергетического будущего Соединенных Штатов можно найти на английском в Интернете по адресу <http://www.ieer.org/reports/energy/bushtoc.html>.

План IEER в области энергетики

План IEER разработан специально для решения конкретных проблем, связанных с уязвимыми местами в системе безопасности, которые оказались гораздо более серьезными, чем это считалось до 11 сентября. Эти уязвимые места не новы; они уже и раньше обсуждались в официальных и неправительственных исследованиях. Но после 11 сентября возможность серьезных нападений и ужасных человеческих и экономических последствий стала трагически очевидной.

В плане IEER используются те же экономические и демографические параметры, что и в плане Буша. Отличие заключается только в том, как предоставляются энергети-

ческие услуги в экономике. Например, план IEER предполагает такой же километраж пробега, степень освещения, обогрева или охлаждения, но структура энергетической системы, обеспечивающей эти услуги, будет иной. С помощью этого подхода можно непосредственно сравнивать уязвимые места обоих планов при одинаковых экономических результатах. В этом подходе есть некоторые недостатки, которые в докладе мы не пытались устранять. Так, в нем не предусмотрены экономические инициативы, ведущие к изменению систем потребления энергии, таких как, например, транспортная система, где огромные затраты времени, энергии, денег, земли и экологических ресурсов связаны с автомобильным транспортом. В докладе также не обсуждаются изменения в образе жизни или желательности введения в социальную и экономическую системы на глобальном уровне понятия "достаточности" на некотором уровне потребления.

Во вставке на с. 6 приведены технические и политические предположения, на которых основан план IEER. Они дают представление о структуре плана, а также обеспечивают основу для сравнения его с планом Буша.

Результаты

Мы проанализировали план IEER и план Буша на предмет слабых мест энергетической системы, о которых говорилось выше. В табл. 2 (с. 7) дается сравнение прогнозируемых уязвимых мест каждого плана в срезе на 2040 г.¹¹ На рис. 4—7 (с. 10, 11) показаны прогнозируемые отличия между двумя планами в потреблении энергии по таким параметрам, как источник энергии, выбросы углекислого газа и энергетическая продуктивность.

В целом план администрации Буша в области энергетики будет способствовать повышению уязвимости энергетической системы. А именно:

- возрастет привлекательность и число целей нападения для террористов, особенно в ядерной, нефтяной и электрической системах;
- возрастет импорт нефти, как по абсолютной величине, так и в пропорции поставок нефти (даже если, благодаря открытию для бурения экологически уязвимых районов, например Национального Арктического заповедника дикой природы, возрастет производство нефти внутри страны); и
- возрастет риск ядерного распространения.

Мы никогда не сможем исключить все уязвимые места и опасности, связанные с террористическими актами, войнами, серьезными авариями и ошибками. Но мы можем снизить привлекательность основных элементов энергетической системы как целей нападения и ослабить последствия возможного нападения. Например:

См.: Энергетическое будущее, с. 11

Рис. 3. Прогнозы по добывче и импорту нефти в США, 2000—2040 гг.

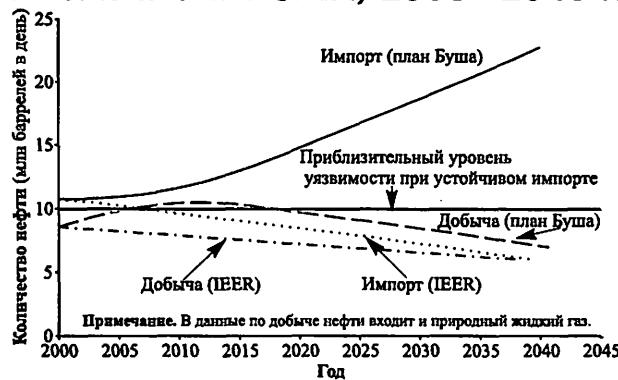


Рис. 4. Прогноз потребления энергии в США (с разбивкой по источникам), 2000—2040 гг., по плану Буша

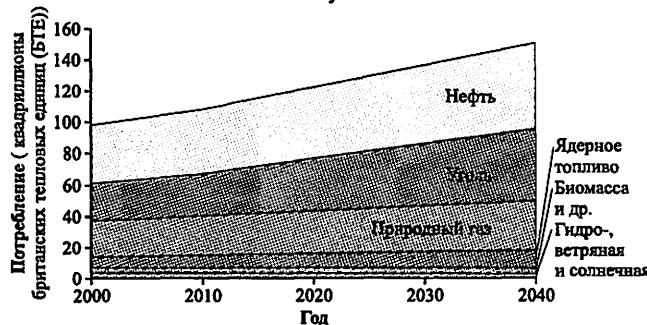
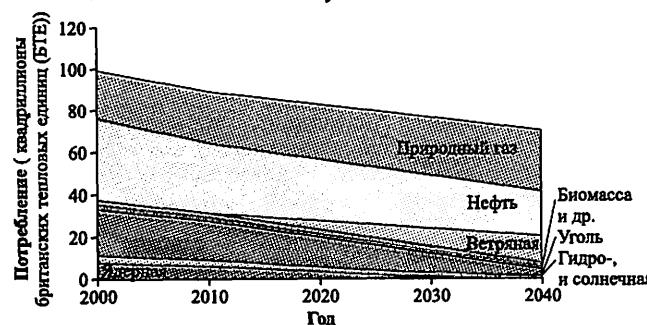


Рис. 5. Прогноз потребления энергии в США (с разбивкой по источникам), 2000—2040 гг., по плану IEER



- ▶ Если будут введены жесткие стандарты экономичности наземного транспорта, то в течение ближайших 40 лет можно сократить потребление нефти примерно на 40%¹². Современные технические возможности в отношении экономичности транспорта намного опережают нынешние средние показатели для пассажирских автомобилей, которые составляют 27,5 миль на галлон для автомобилей и 20,7 миль на галлон для легких грузовиков, минифургонов и спортивно-сервисных машин. У Toyota Prius, уже выпущенного на рынок четырехместного автомобиля с гибридным двигателем на бензине, этот показатель составляет почти 50 миль на галлон. В опытном образце автомобиля General Motor's на топливных элементах он достигает 100 миль на галлон бензинового эквивалента, при этом автомобиль развивает скорость от нуля до 60 км/ч примерно за 9 секунд. Этот образец может быть запущен в серийное производство к 2010 г.
- ▶ Уже существуют технологии, позволяющие снизить одновременно и выбросы углекислого газа, и уязвимость по отношению к нападению. Некоторые из них, такие как ветровая энергетика и совместное производство энергии, уже рентабельны. Другие станут рентабельными при соответствующей государственной политике закупок. Продвижение по пути снижения выбросов углекислого газа можно сделать совместным с полным выводом из эксплуатации атомных станций¹³.
- ▶ На основе ряда технических достижений можно осуществить коренную перестройку энергетического сектора. Благодаря достижениям в деле повышения экономичности производства электроэнергии из природного газа стало возможным повысить экономичность, снизить выбросы углекислого газа и в то же время сохранить прежний уровень производства электроэнергии. Усовершенствования в технологии добычи ветровой энергии сделали ее рентабельной на обширных пространствах Соединенных Штатов, общий ветровой потенциал которых намного превосходит нынешнее производство электроэнергии в США¹⁴.

Выводы и рекомендации

Удивительно, что в свете событий 11 сентября администрация Буша не пересмотрела свой план, предложенный за четыре месяца до этой даты. Масштаб этих событий и масштаб экономических последствий настоятельно требуют от Соединенных Штатов принятия срочных и жестких мер

Рис. 6. Прогноз роста суммарных ежегодных выбросов углерода, 2000–2040 гг.

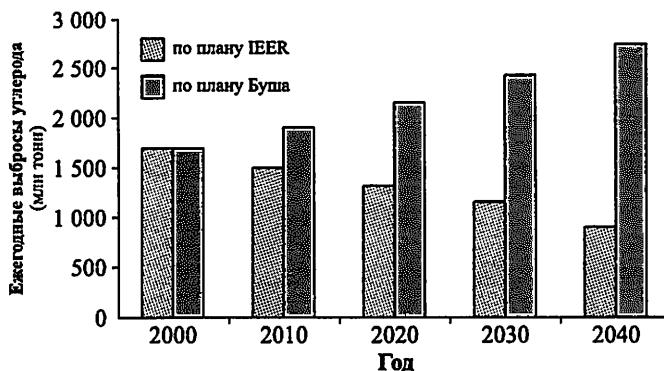
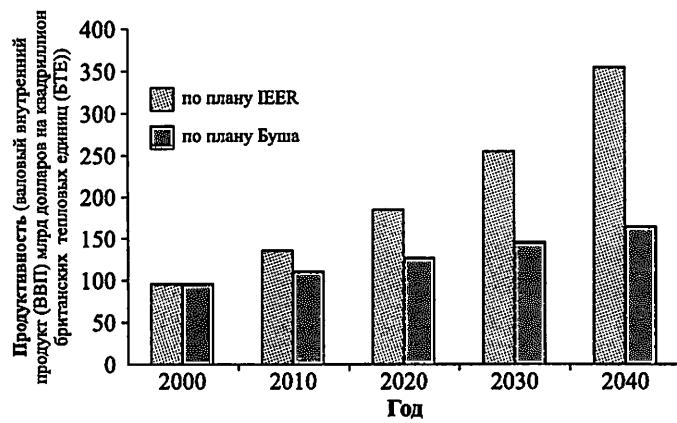


Рис. 7. Прогноз энергетической продуктивности, 2000–2040 гг.



по снижению уязвимости энергетической системы, особенно в том, что касается импорта нефти, атомных станций и связанной с ними инфраструктуры и электросети. Рекомендации IEER по достижению этих мер подробно представлены на с. 8–9.

1. Исторические сведения по вопросам нефти можно найти в Daniel Yergin, *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power* (New York: Simon and Schuster, 1991). Анализ ситуации в Средней Азии можно найти в книге Michael Klare, *Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict* (New York: Metropolitan Books, 2001).
2. Одним из них был официальный обзор, сделанный в 1952 г. Комиссией Палей, назначенной президентом Труменом. Эта комиссия пришла к выводу, что к 1970-м годам может обнаружиться недостаток нефти. Правительство США не уделяло внимания этой проблеме, пока предсказываемый кризис драматическим образом не проявился в эмбарго арабской нефти в 1973 г. и в резком скачке цен на нефть во время и после арабо-израильской войны 1973 г.
3. В докладе Федерального агентства по чрезвычайным ситуациям *Energy, vulnerability and war* (1980 г.) было выявлено множество уязвимых мест энергетической системы, относящихся к безопасности. С импортом нефти и атомными станциями связывалась возможность самых серьезных негативных последствий в случае войны, атаки или аварии. Выводы этого доклада удивительно походили на выводы Комиссии Палей (см. сноску 2). Оба доклада сходятся в том, что атомная энергетика не будет особенно полезной при решении вопросов, связанных с безопасностью в отношении нефти, и что соображения безопасности требуют развития и внедрения возобновляемых источников энергии. Несмотря на это, атом-

См.: Энергетическое будущее, с. 15

В Лос-Аламосе проводится экологический аудит по проверке соблюдения Закона о чистом воздухе *Первая независимая экологическая экспертиза на ядерном военном объекте США*

Аржун МАКХИДЖАНИ и Джони АРЕНДС¹

В некотором отношении, с экологической точки зрения 1997 г. стал исторической вехой в американской системе производства ядерного оружия. В этом году начал проводиться первый независимый экологический аудит по ядерным военным объектам, проходящий под общественным надзором и по распоряжению суда. Объектом ревизии стала Национальная лаборатория в Лос-Аламосе (LANL) в Нью-Мексико — лаборатория, занимающаяся разработкой ядерного оружия и имеющая самое лучшее в мире финансирование. Она принадлежит Министерству энергетики США и управляет Калифорнийским университетом. Было проведено два экологических аудита по проверке соответствия работы LANL Закону о чистом воздухе. Еще одна аудиторская проверка будет проведена в 2002 г., и возможно (хотя это еще не решено) четвертый аудит состоится в 2004 г. Далее в статье кратко излагается, что привело к проведению этих аудитов и что выявлено к настоящему времени. Отчеты об экологических аудитах можно найти на английском в Интернете по адресу <http://www.racteam.com/Experience/Projects/LANLAudit.htm>. Комментарии IEER в отношении этих отчетов, которые явились частью процесса, проходящего под судебным надзором, можно найти на английском в Интернете по адресу <http://www.ieer.org/reports/lanl/audit1.html>.

Национальная лаборатория в Лос-Аламосе (LANL) представляет собой сложное производство, в основном, но не полностью специализирующееся на разработке ядерного оружия и проведении связанных с ним научных и технических экспериментов, теоретических работ и компьютерного моделирования. Здесь хранятся и обрабатываются плутоний, уран (с обогащением разного уровня) и тритий (последний используется как в оборонных целях, так и для исследований в области энергии ядерного синтеза). Здесь же хранится значительное количество радиоактивных отходов. Мощно-

сти LANL по производству ядерного оружия невелики и используются в основном для изготовления опытных образцов; здесь также имеются связанные с производством установки для химической и физической обработки. Именно в этой лаборатории было произведено первое в мире ядерное оружие, которое было испытано в Нью-Мексико и применено в 1945 г. в Хиросиме и Нагасаки. Она также была выбрана как временная площадка для производства плутониевых пивотов. Кроме этого здесь проводится активная программа подкрайних испытаний.

В экспериментах LANL используются многие радионуклиды, что приводит к выбросам в воду и атмосферу различных загрязняющих веществ. В 1991 г., когда еще не успели высохнуть чернила после подписания распоряжений о введении в действие Закона о чистом воздухе², принятого в 1990 г., как Управление по охране окружающей среды (EPA) обнаружило, что LANL нарушает его положения. LANL не проводила расчета доз так, как это предписывалось законом³. В соответствии с требуемым методом расчета необходимо было рассчитать дозу облучения гипотетического человека, проживающего на границе территории объекта, превышающую предельно допустимый максимум в 10 миллиэр в год⁴. Использование в расчетах гипотетического человека — это распространенный прием в нормативной практике по радиационной безопасности. Если место и обстоятельства, при которых человек подвергается максимальному радиационному воздействию, определены с требуемой точностью, то такая нормативная процедура гарантирует, что любой человек не из числа персонала будет также защищен и не подвергнется воздействию излучения, превышающего допустимый уровень⁵.

См.: Экологический аудит, с. 13
Примечания, с. 15

Опечатка

В ЭБ № 18, 2001 г. в статье "Модельный реактор с гранулированным топливом" на стр. 15 во втором абзаце сверху предложение "Хотя МРГТ снизит объем отходов на единицу выработки электроэнергии, тем не менее будет нарабатываться огромное количество радиоактивных отходов, создавая знакомые проблемы: что делать с долгоживущими радиоактивными отходами". Следует читать: "Хотя в МРГТ объем радиоактивности, присуществующий в реакторе в любой момент времени, на единицу производимой мощности будет меньше, чем в ЛВР, объем отработанного топлива будет значительно больше, создавая знакомые проблемы: что делать с долгоживущими радиоактивными отходами".

Проводимые LANL замеры выбросов радионуклидов в атмосферу и оценка воздействия незамеряемых источников загрязнения также оставляют желать лучшего. Заключенное несколько позже соглашение между Управлением по охране окружающей среды и Национальной лабораторией в Лос-Аламосе, названное Соглашением о соблюдении федеральными объектами правовых норм, решило проблему для бюрократов с обеих сторон. Однако по мнению группы, представляющей интересы общественности, — “Обеспокоенные граждане за ядерную безопасность” (CCNS), — Управление по охране окружающей среды просто позволило LANL по-прежнему нарушать Закон о чистом воздухе в части проведения замеров и оценки радиационного воздействия, которому подвергается население.

Совершенно независимо от реального уровня радиационных выбросов технические требования проведения замеров и моделирования являются для общества основой гарантии того, что федеральные объекты соблюдают правовые нормы. В 1994 г. CCNS обратилась в суд с заявлением, что Национальная лаборатория в Лос-Аламосе продолжает нарушать Закон о чистом воздухе и что необходимо положить конец этим нарушениям⁶. В правовом отношении важно само по себе уже то, что обращение CCNS в суд было принято к рассмотрению, несмотря на Соглашение о соблюдении федеральными объектами правовых норм, заключенное между Министерством энергетики и Управлением по охране окружающей среды. Во время судебного процесса IEER выступал в качестве технического консультанта.

Старшим судьей Эдвином Мечемом в порядке упрощенного судопроизводства было вынесено решение о том, что LANL нарушил Закон о чистом воздухе, как и утверждалось в иске CCNS. Решение основывалось главным образом на официальных документах самой LANL. Судья распорядился, чтобы Национальная лаборатория в Лос-Аламосе провела переговоры с CCNS и попыталась урегулировать судебный спор. Если бы спор не удалось разрешить, LANL грозили бы значительные штрафы и даже временное закрытие объекта до обеспечения полного соблюдения норм. Национальная лаборатория в Лос-Аламосе предпочла урегулировать претензию. Следует заметить, что руководство LANL сознательно шло на продолжение работ, несмотря на то, что оно было осведомлено о том, что деятельность Лаборатории ведется в нарушение федерального экологического законодательства.

Судебное решение в соответствии с заключением сторонами мирового соглашения было зарегистрировано федеральным судом в марте 1997 г. Это — комплексное соглашение, однако его основное условие связано с проведением независимых экологических аудитов. CCNS и LANL согласились, что Корпорация по

оценке рисков, возглавляемая Джоном Тиллом, создаст группу по независимому технико-экологическому аудиту, которая проведет до четырех экологических аудитов. CCNS может сохранить своего собственного консультанта для контроля за экологическим аудитом — то есть чтобы проверять, что экологический аудит проводится тщательно и компетентно. CCNS обратился к IEER с просьбой предоставить научные кадры для осуществления этого мониторинга⁷.

Оплачивать проведение экологического аудита и мониторинга должно было федеральное правительство, но контроль за использованием выделенных средств осуществляло не Министерство энергетики. Работа Корпорации по оценке рисков оплачивалась непосредственно Министерством юстиции. Министерство юстиции также перечисляло деньги CCNS, которая затем оплачивала услуги IEER и покрывала свои собственные расходы на мониторинг экологического аудита. Чтобы еще более повысить историческое значение проведения экологического аудита, доктор Тилл решил обеспечить полную открытость всего процесса экологической проверки, включая выезды на объект, для представителей органов управления штата и местных индейских племен, а также широкой общественности. LANL и сотрудники Министерства энергетики предприняли значительные усилия, чтобы обеспечить доступ к оборудованию и объектам мониторинга всем, кто участвовал в посещении объектов⁸.

LANL должна была предоставить все необходимые учетные записи и прочую документацию, а также сотрудников и оборудование по контролю за состоянием атмосферного воздуха работникам, проводящим экологический аудит и мониторинг. В процессе проведения экологических аудитов были подняты следующие вопросы:

- ▶ Соответствует ли качество систем экологического мониторинга и контроля трубных выбросов необходимому уровню мониторинга выбросов и оценки доз?
- ▶ Насколько достоверным было ведение учетных записей по источникам выбросов, не подвергающимся мониторингу, и были ли выбраны надлежащие процедуры оценки выбросов из сотен таких источников?
- ▶ Были ли выбраны надлежащие компьютерные модели, используемые LANL для оценки доз излучения, учитывая сложный почвенный рельеф территории (наличие каньонов и холмов-останцев), а также структуру выбросов?
- ▶ Соответствуют ли действительности принятые предположения о выбросе радиоактивных веществ в окружающую среду при реальной работе различных объектов?
- ▶ Были ли процедуры отбора проб и анализа как в LANL, так и в лабораториях, куда отсылались пробы трубных выбросов, надлежащими и адекватными?

См.: Экологический аудит, с. 14

- Были ли процедуры контроля качества и гарантии безопасности надлежащими и адекватными, и насколько точно они соблюдались?
- Был ли верен выбор местонахождения гипотетического человека, подвергающегося максимальному воздействию радиации, и могли этот выбор при некоторых обстоятельствах привести к недооценке полученных доз радиации?

Основным источником выбросов (более 90 %) в LANL в 90-е годы был ускоритель протонов, известный как Центр по изучению нейтронов в Лос-Аламосе (LANSC). После того, как Управление по охране окружающей среды привлекло в 1991 г. LANL к судебной ответственности за выбросы с этого объекта, были приняты меры по сокращению этих выбросов. Тем не менее, по заключению первого экологического аудита по проверке соблюдения лабораторией LANL правовых норм на 1996 г., Национальная лаборатория в Лос-Аламосе допускала нарушения Закона о чистом воздухе и, кроме того, в программе по соблюдению правовых норм, принятой LANL, имелись научные ошибки. Основные заключения, сделанные в этом отношении, таковы:

1. “Отсутствие документации по инвентаризации радионуклидов. Из существующей документации нельзя было выяснить, каков был учет радиоактивных материалов на 1996 г. Отсутствие данных по инвентаризации в определенных зданиях было основным недостатком, который помешал группе по проведению экологического аудита проверить источники выбросов, которые могли существовать ранее, и таким образом провести количественную проверку на соблюдение правовых норм”.
2. “Отсутствие независимой проверки расчетов”.
3. “Некоторые предположения и экологические методики по отбору проб недостаточно хорошо описаны или документированы”.
4. “Пробы на потери. В нормативном руководстве по отбору проб загрязняющих веществ требуется проводить обязательную оценку потерь аэрозольных частиц в системе переноса образцов. Однако LANL не анализировала такие потери в зонде и линиях переноса в трех системах отбора проб и не применяет зонды в защитных чехлах”.

Заключение о несоблюдении правовых норм было опубликовано в мае 1998 г. по завершении первой половины экологического аудита, чтобы дать LANL возможность исправить выявленные к этому времени нарушения.

Оказалось, что средств, выделенных на проведение экологического аудита, недостаточно, и экологический аудит был признан неполным. IEER опубликовал свою оценку проведенной работы по экологическому аудиту и согласился с заключением о несоблю-

дении правовых норм. Однако IEER выразил несогласие с “обсужденным решением” группы экологического аудита о том, что предельно допустимая доза в 10 миллибэр не была превышена. По заключению IEER, такое решение группы экологического аудита было необоснованным, поскольку осталось множество нерешенных вопросов относительно замеров и используемых моделей, а также не было проведено анализа неопределенности. IEER не утверждал, что имело место превышение предельно допустимой дозы в 10 миллибэр, а просто указал, что анализ, проведенный группой экологического аудита, не позволяет сделать вывод о соответствии нормам по предельно допустимым дозам. LANL оспорила заключение экологического аудита о несоответствии нормам, однако начала реализовывать многие рекомендации группы.

Основными пунктами, по которым IEER ранее выражал озабоченность в связи с подходом LANL к соблюдению правовых норм, а также в отношении соглашения между Управлением по охране окружающей среды и LANL в плане того, как LANL должна продемонстрировать соответствие этим нормам, были следующие:

- При проведении дозиметрических расчетов LANL использовала одобренную Управлением по охране окружающей среды “модель плоской земли”, в то время как рельеф местности в Лос-Аламосе абсолютно иной. Модель называется CAP-88. Пока не доказано, что модель плоской земли универсально консервативна (то есть дает завышенную оценку доз при преобладании любых условий), такую модель нельзя считать научно приемлемой.
- Модель CAP-88 дает оценку среднегодовых доз и предполагает однородные выбросы в течение года. Однако некоторые виды выбросов неоднородны, так что человек может подвергнуться воздействию более высоких доз, чем можно ожидать по среднегодовой модели.
- IEER поднял также вопрос о том, не может ли прохожий, который на техническом жаргоне называется “случайный реципиент”, такой, как человек, занимающийся утренней пробежкой недалеко от объекта, с которого происходит выброс радионуклидов, при определенных обстоятельствах подвергнуться воздействию более высокой дозы радиации, чем максимальная доза, рассчитанная для гипотетического человека, которого определило предприятие. Этот вопрос может также потребовать более четкого определения гипотетического человека, подвергнутого воздействию максимальной дозы излучения.

Второй экологический аудит был проведен в 2000 г. по данным 1999 г. LANSC, основной источник радиации, в 1999 г. не работал. В результате оценка максимальной дозы составила 0,32 миллибэр. При расчете этой цифры имелась некоторая неопределенность, и до сих пор нет количественной оценки некоторых па-

См.: Экологический аудит, с. 15

раметров. Однако на то время существовало общее соглашение о том, что в 1999 г. LANL соблюдал нормы в соответствии с Законом о чистом воздухе. В том заключении, которое было сделано о соответствии нормам, не было ничего неожиданного, и к тому же оно не имело столь большого значения, как если бы LANSCE работал на полную мощность. Надо отметить, что LANL предприняла некоторые шаги для сокращения выбросов с объекта LANSCE.

Группа экологического аудита провела также проверку возможных результатов в случае, если бы использовалась модель, которая бы отражала реальный рельеф местности в Лос-Аламосе. На основании предположительно ограниченного моделирования был сделан вывод о том, что модель плоской земли дает консервативные результаты в большинстве случаев, но не во всех. Согласно заключению IEER, поскольку при использовании сложной модели рельефа местности при некоторых обстоятельствах выдавались более высокие дозы, чем при модели плоской земли, то для обоснования постоянного использования модели плоской земли требовалось более подробное и тщательное исследование.

В целом, благодаря проведению экологического аудита и мониторинга, появились надежные научные знания, вызывающие доверие у общества, в отношении одного экологического аспекта работы ядерно-военного комплекса. Конечно, на это накладывались ограничения, которые все участники понимали с самого начала. Этот процесс никоим образом не должен был быть использован в целях борьбы за ядерное разоружение, затрагивать договорные обязательства США или способствовать достижению заявленных целей некоторых сторон, включая IEER. С другой стороны, этот процесс позволил нам поднять некоторые жизненно важные вопросы экологии в официальном контексте. В частности, организации CCNS и IEER подняли вопрос о приемлемости использования модели плоской земли, в случаях, когда рельеф местности схож с Лос-Аламосом, как на государственных, так и на частных объектах. Мы также подняли вопрос о "случайном реципиенте". На

настоящий момент Управление по охране окружающей среды согласилось рассмотреть вопрос оценки адекватности модели плоской земли.

Проведение третьего экологического аудита планируется начать в июне 2002 г. Будет произведена проверка работы LANL за 2001 г. с точки зрения соответствия правовым нормам. Кроме этого, одна из задач аудита будет заключаться в разработке рабочей модели независимых экологических аудитов и их мониторинга, которая могла бы использоваться представителями общественности для проверки государственных и частных объектов, функционирование которых регулируется Законом о чистом воздухе.



1. Джони Арендс — директор программы по отходам в организации “Обеспокоенные граждане за ядерную безопасность” (CCNS).
2. Нормативы, которые связаны с выбросом радионуклидов в воздух, находятся в *Code of Federal Regulations*, 40 CFR 61 Subpart H.
3. LANL использовала фактор “экранирования здания”, который не был утвержден. Управление по охране окружающей среды (EPA) не разрешило его использовать после того, как Джон Страут из CCNS официально подверг сомнению его использование и запростили разъяснения у EPA.
4. Закон о чистом воздухе ограничивает не все дозы излучения, передающиеся воздушным путем, а только те, которые вызываются воздействием радионуклидов. А именно, нейтронное излучение не попадает под этот закон, поскольку, технически говоря, нейтроны не являются радионуклидами, так как их нет в Периодической таблице элементов.
5. См. Раздел 2 в *Setting Cleanup Standards to Protect Future Generations*, by Arjun Makhijani and Sriram Gopal, IEER, December 2001, на английском в Интернете <http://www.ieer.org/reports/rocky/2critp.html>. Доза, меньшая, чем нормативная предельно допустимая доза, не означает нулевой риск возникновения рака. Она означает, что риск будет ниже, чем указан в нормативных документах. Считается, что у взрослого человека риск возникновения рака со смертельным исходом в результате воздействия излучения пропорционален полученной дозе. Официально фактор риска равен приблизительно 4 из 10 миллионов случаев с риском рака со смертельным исходом на миллибэр излучения.
6. Джей Коглан, Эрон Балкани и Эрол Оппенгеймер играли ведущую роль в разработке стратегии и ведении судебного процесса. Джон Страут был инициатором судебного дела.
7. Бернд Фрэнк (как консультант IEER) и Аржун Макхиджани работали в составе группы по мониторингу процесса аудита.
8. Конечно, доступ к указанным местам был разрешен только тем лицам, которые прошли соответствующую проверку на допуск к секретным материалам.

ная энергетика продолжала активно развиваться и до сих пор еще щедро субсидируется правительством в соответствии с законом Прайса — Андерсона. Интерес к возобновляемым источникам энергии в основном угас.

4. 12 ноября 1972 г. трое заговорщиков, не умевших управлять самолетом и желавших денег, угнали коммерческий реактивный самолет и угрожали врезаться в площадку Ок-Ридж — часть комплекса по производству ядерного оружия. Угонщикам пообещали денег и заманили их на Кубу, где они были арестованы, осуждены и через некоторое время выданы Соединенным Штатам. Такие факты, как падение одного из самолетов 11 сентября 2001 г. в Пенсильвании недалеко от атомной станции Три-Майл-Айленд, а также показания пленного талиба, захваченного в Афганистане, из которых следует, что в качестве потенциальных целей ему было

известно и об атомных станциях, должны повысить нашу обеспокоенность уязвимостью ядерной системы.

5. В категорию излишков могут быть переведены дополнительные количества плутония, если будет осуществлен договор между США и Россией, который был подписан в мае 2002 г. на саммите президентов Буша и Путина о сокращении стратегических ядерных arsenalов до 2 200 боеголовок.

6. См. книгу Аржуна Макхиджани и Энни Макхиджани, *Ядерные материалы сквозь тусклое стекло: Технические и политические аспекты утилизации плутония и высокообогащенного урана*, IEER Press (1995 г.), а также различные статьи на сайте IEER: <http://www.ieer.org/ensec/russmain.html>.

7. Анализ последствий аварии в результате оплавления активной зоны в легководяном реакторе, работающем на плутониевом топливе, см. Edwin S. Lyman, “Public health risks of substituting mixed-oxide

См.: Энергетическое будущее, с. 16

АТОМНАЯ ЗАДАЧА

Для решения некоторых приводимых ниже задач вам понадобится использовать экспоненту. Чтобы вычислить величину роста, нужно взять темп роста и возвести его в степень, равную числу лет, которые указаны в задаче. Если роста не происходит, то темп роста равен 1. Если есть изменения, то темп роста равен $1 + \text{скорость изменения}$. Таким образом, скажем, у вас есть 1 000 единиц продукции и темп роста данной продукции за последние 10 лет составит 5 % в год. Через 10 лет число единиц данной продукции будет составлять $1\ 000 \times (1,05)^{10} = 1\ 628$ (округленно). Точно так же, если число единиц продукции за последние 10 лет будет снижаться со скоростью 5 % в год, то через 10 лет число единиц продукции будет составлять $1\ 000 \times (0,95)^{10} = 599$ (округленно). Дополнительную помощь по решению задач с экспонентами можно получить на английском в Интернете на нашем сайте <http://www.ieer.org/classroom/scinote.html>.

Ответы опубликованы в следующем издании.

1. Предположим, что в 2000 г. США потребляли 20 миллионов ($2,0 \times 10^7$) баррелей нефти в день. Также предположим, что, как ожидается, этот объем потребления будет увеличиваться на 2 % в год, по крайней мере, в течение 30 лет. Каково будет ежедневное потребление нефти в США в:
 - a. 2010 г.?
 - b. 2020 г.?
 - c. 2030 г.?
2. Один из способов измерения энергетической производительности в США заключается в определении величины валового внутреннего продукта (ВВП) (измеряемого в долларах), произведенного на величину потребленной энергии (измеряемой в британских тепловых единицах или БТЕ). Чем выше это отно-

шение, тем выше производительность экономики относительно потребляемой энергии, поскольку на единицу энергии создается больше благ, чем потребляется.

- a. Если в 2000 г. США потребляли 99 квадриллиона БТЕ энергии и ВВП тогда составлял 10 триллионов (10 000 миллиардов) долларов, какова была энергетическая производительность США в тот год в миллиардах долларов ВВП на квадриллион БТЕ?
- b. Какова будет энергетическая производительность США в миллиардах долларов ВВП на квадриллион БТЕ в 2030 г., если начиная с 2000 г. потребление энергии возрастало на 2 % в год, а ВВП — на 1,5 % в год?
- v. Какова будет энергетическая производительность США в 2030 г., если начиная с 2000 г. потребление энергии увеличивалось на 1 % в год, а ВВП возрастал на 1,5 % в год?
3. В 1999 г. общее потребление энергии в мире было приблизительно 380 квадриллионов БТЕ. Общее потребление энергии в США составляло приблизительно 97 квадриллионов БТЕ. Какой процент от общего мирового потребления энергии составляло потребление энергии в США в 1999 г.?
4. Из какой страны Соединенные Штаты НЕ импортируют нефть?
 - a) Саудовская Аравия;
 - b) Канада;
 - v) Мексика;
 - g) Ирак;
 - d) Иран.
5. Верно или нет: свыше 60 % подтвержденных мировых запасов нефти находится на Ближнем Востоке.
6. Дополнительный вопрос (в этом номере на него нет ответа): Назовите 11 стран, которые не являются странами-членами ОПЕК (Организация стран — экспортёров нефти).

Энергетическое будущее с. 15

- for uranium fuel in pressurized water reactors”, *Science & Global Security*, vol. 9, no. 1, 2001, p. 33—79. То же самое применимо к ситуации, когда оплавление активной зоны было бы результатом теракта.
8. Несколько примеров можно найти в книге Amory and L. Hunter Lovins *Brittle power: energy strategy for national security* (1982), p. 128. В Интернете по адресу <http://www.rmi.org/sitespages/art7095.php> (на 20 ноября 2001 г.).
 9. Энергетический план Буша 2001 г. В то время, когда он был выпущен как рекомендация президенту Бушу, он назывался “план Чейни”. Позже администрация Буша приняла этот отчет в качестве основы своей энергетической политики. Статья с критикой этого плана IEER была опубликована в *Энергетика и Безопасность* № 18, 2001 г., а также в Интернете <http://www.ieer.org/ensec/no-18/no18russ/cheney.html>.
 10. Обнародованная в мае 2001 г. государственная политика в области энергетики не делает подробных прогнозов в отношении, например, уровня импорта нефти или типов электростанций. В ней содержатся некоторые прогнозы на 2020 г. IEER сделал конкретные оценки вплоть до 2040 г., приняв за основу прогнозы, содержащиеся в плане Буша, а также официальные данные, которые можно найти в Интернете на сай-

те Информационной службы по вопросам энергии (Energy Information Administration).

11. Промежуток примерно в 40 лет мы выбрали потому, что этого времени будет достаточно для устранения или значительного уменьшения некоторых уязвимых мест. Поскольку администрация Буша не сделала прогнозов относительно своего энергетического плана на период в 40 лет, то мы сделали это сами. Предположения, из которых мы исходили, представлены в полном докладе. В плане IEER значения за первые 10 лет не были детально проработаны и должны рассматриваться как умозрительные; они будут существенно зависеть от того, как в действительности будет осуществляться предлагаемая долгосрочная политика и как именно она будет проходить в первые 10 лет.
12. На практике производители машин до сих пор сопротивлялись введению строгих стандартов, если они не навязывались государством.
13. Что касается достоинств атомных и газовых станций с комбинированным циклом в отношении снижения выброса парникового газа, то их сравнение приведено IEER в *Энергетика и Безопасность* № 5, 1998 г. и в Интернете <http://www.ieer.org/ensec/no-5/no5russ/sustain.html>.
14. См. статью “Широкомасштабное развитие ветровой энергии в Соединенных Штатах”, *Энергетика и Безопасность* № 18, 2001 г. или в Интернете <http://www.ieer.org/ensec/no-18/no18russ/windpot.html>.