

цессов с целью достижения надлежащих результатов может потребоваться соединение этих систем. Планируется применение усовершенствованных средств оценки данных на месте с включением программного обеспечения, которое будет помогать инспектору следить за достижением цели инспекции на установке. Наконец, распространяя опыт применения новой системы одной установкой, система удостоверения учета „почти в данный момент” СППИ может предложить новый подход по гарантиям на других сложных установках. Это создает будущую основу для удостоверения систем программного обеспечения и интерфейс для программ учета „почти в данный момент”.

На установках, на которых не требуются некоторые функции СППИ, можно исключить эти функции из системы и создать меньшие и более эффективные программы, если в этом возникнет необходимость. Очевидно, что с возрастанием рабочей нагрузки (новые функции, растущий объем данных) нужна будет модификация компьютерной системы с тем, чтобы свести к минимуму время инспектора на ожидание.

Мировое производство электроэнергии, атомная энергетика и нефтяные рынки

*Обозреватели по энергетике
сообщают, что начиная с 1973 г.
доля ядерной энергии
составляет около одной трети
в мировом приросте
производства электроэнергии*

За истекшие 15 лет в мировом производстве и потреблении энергии произошли поразительные изменения. Наиболее крупные из них — широкие колебания цен, политизация мировых цен и поставок нефти наряду с глубокими изменениями в формах производства и потребления.

В этом сообщении, основанном на исследовании, выполненном учеными-энергетиками фирмы Science Concepts, Inc. (Соединенные Штаты Америки), отмечаются изменения в мировом энергоснабжении с 1973–1974 гг., т.е. со времени первых „шоков” в связи с ценами на нефть. При этом в сообщении определяются и уроки на будущее. Исследование было сосредоточено на роли электроэнергетического сектора, поскольку увеличение потребления топлива в нем происходит без нефти. Более того, это увеличение имеет непосредственную цель вытеснить нефть.

В период до 1973 г. мировое сообщество все в большей мере полагалось на нефть как источник для производства многих видов энергии, включая электричество. К 1973 г. более одной четвертой части электроэнергии в мире производилось путем сжигания нефти. Но к 1987 г., несмотря на увеличение потребности в электричестве, его производство за счет нефти уменьшилось в мире до 10 %. Основную роль играла в это время атомная энергетика. По мнению обозревателей из Science Concepts, за период 1973–1987 гг. атомная энергетика заменила во всем мире 11,7 млрд. баррелей нефти стоимостью 323 млрд. долл. США.

Это сообщение основывается на исследовании фирмы Science Concepts, Inc., выполненном для Совета по оценке энергетического положения — неправительственной организации, находящейся в Вашингтоне, округ Колумбия. Полный текст исследования можно запросить в USCEA, 1776 Eye St. NW, Suite 400, Washington, DC 20006, USA.

Возрастающее значение электроэнергии видно из того факта, что в 1987 г. на ее производство потребовалось 28 % мировой первичной энергии по сравнению с 24 % в 1973 г.

С 1973 г. использование электроэнергии в мире возросло на 56 %, а неэлектрической энергии – на 24 %. В промышленно развитых странах потребление неэлектрической энергии уменьшилось на 9 %, а электрической – возросло на 50 %. Возросшее потребление электроэнергии привело к примечательному различию в форме использования энергии в мире. С 1979 г. Организация стран-экспортеров нефти (ОПЕК) ежедневно теряла на рынках 12 млн. баррелей нефти, несмотря на то, что мировое потребление энергии увеличивалось на эквивалент, равный 16 млн. баррелей нефти в день.* ОПЕК не только потеряла часть своей доли на существовавших рынках, но не смогла проникнуть и на новые энергетические рынки, созданные в результате экономического развития. Очевидно, что для обеспечения экономического подъема и вытеснения нефти было поднято значение других, помимо нефти ОПЕК, источников энергии.

В период с 1973 по 1987 г. мировое потребление энергии увеличилось на 39 %. К 1987 г. мировое общество потребляло энергии в нефтяном эквиваленте на 38 млн. баррелей в день больше, чем в 1973 г. Увеличения в использовании энергии не наблюдались лишь в 1973–1974 гг. и в 1979 г. в связи с повышением цен на нефть. С 1983 г. мировое потребление энергии увеличивается на 3 % в год.** Это увеличение лишь в одном 1987 г. представляет дополнительную потребность в энергии, эквивалентной использованию 4 млн. баррелей нефти в день.

В то время, когда потребление энергии в мире росло, продажа нефти странами ОПЕК падала на 12 млн. баррелей в день, что составляло почти 40 % от наивысшего в 1979 г. уровня ее добычи этими странами. Именно потеря ими нефтяных рынков полностью изменила экономику производства энергии в мире. В 1979 г. ОПЕК контролировала мировые рынки нефти; поднимались цены на нее, вызывая увеличение цен на другие источники энергии и инфляцию во многих государствах, достигших после войны высокого уровня промышленного развития. Затем ОПЕК в значительной мере потеряла способность контролировать цены на нефть и нефтяные рынки. В течение многих лет цены на энергию – самые низкие, и в промышленно развитых странах отсутствует инфляция, вызываемая ценами на энергию. Причиной такого оборота дел яви-

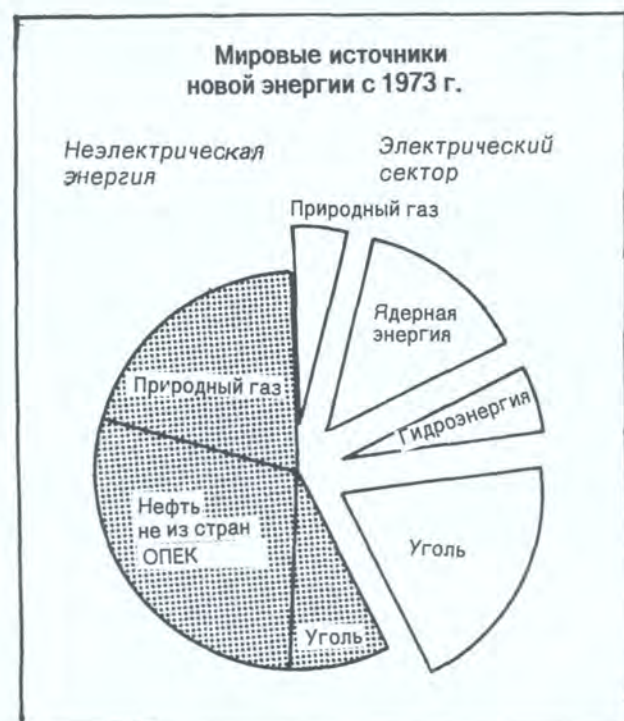
лось невиданное увеличение использования других видов топлива, которые обеспечивали удовлетворение растущих мировых потребностей в энергии и одновременно вытеснение нефти ОПЕК.

Приводимые данные показывают значение электроэнергетического сектора. Большая часть угля, значительные количества природного газа и вся атомная энергетика и гидроэнергетика используются для производства электроэнергии. Ядерная энергия и энергия воды для производства электричества оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, их ресурсы являются типично местными и обеспеченными и могут потенциально увеличиваться. Остальная часть дополнительного энергоснабжения обеспечивалась ростом добычи нефти, но не в странах ОПЕК, где ее добыча уменьшается, а в других районах (Северное море и Аляска).

С 1973 г. доля атомной энергетики в приросте мирового производства электроэнергии составила 31 %.

Электричество и развитие

При большом значении топлива, используемого в электроэнергетическом секторе, неудивительно, что мировое потребление электроэнергии увеличилось с 1973 г. более, чем на 50 %, что равноценно производительности 345 электростанций мощ-



* BP Statistical Review of World Energy (June 1988).

** В 1982 г. потребление электроэнергии составляло в некоммунистических районах мира (WCCA) 5625 триллионов киловатт-часов, а в 1987 г. – 6778 триллионов киловатт-часов; годовое увеличение равнялось 3,8 %.

ностью по 1000 МВт.* За то же время потребление неэлектрической энергии (или непосредственное использование энергии) возросло лишь на 24 %.

В промышленно развитых странах тенденция к электрификации проявляется сильнее. В 24 странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) непосредственное использование первичной энергии сократилось с 1973 г. на 9 %. Примечательный факт: увеличение на 50 % объема промышленного производства достигнуто при меньшем, чем 15 лет тому назад, непосредственном использовании первичной энергии. Частично это связано с применением электроэнергии в процессах, ранее использовавших топливо непосредственно, а также с тем фактом, что новые электрические процессы — значительно более эффективны, чем их предшественники на топливе.** В промышленно развитых странах очевидно увеличение использования электричества и уменьшение потребления неэлектрической энергии на свободном рынке.

Тенденция к увеличению использования электроэнергии указывает также на существенное различие между промышленно развитыми странами западного мира и странами Восточной Европы и между индустриальным Западом и развивающимися районами мира. Эта тенденция предполагает, что в странах Восточной Европы и третьего мира, находящихся в стадии развития, потребность в электроэнергии будет приобретать те же формы, что и в западном мире, меняя лишь виды энергии в зависимости от экономического роста.

Другим путем изучения этой важной тенденции является определение количества топлива или электричества на единицу экономической продукции. Очевидно, что увеличение промышленно развитыми странами энергетической эффективности достигнуто путем замены непосредственного использования первичной энергии все большим применением электричества.

Эта тенденция имеет серьезные экономические и экологические последствия:

- Повышение общей энергетической эффективности, достигаемое путем обеспечения параллельного развития электроэнергетики и экономики.

- Увеличение использования электричества и уменьшение применения топлива в условиях свободного рынка, что повышает качество воздушной среды.

- Предоставление странам возможности выбирать наиболее дешевые, надежные и экологически безопасные виды топлива на длительный период времени, поскольку для производства электричества используются разные виды топлива.

Страны, сокращающие потребление неэлектрической энергии, также достигают высокого уровня в применении электричества. Осуществляя электрификацию, они могут сокращать импорт ископаемого

топлива, содействовать экономическому развитию и уменьшать воздействие промышленности на окружающую среду. И не случайно, что именно в этих странах имеет место наибольшее развитие атомной энергетики. И не случайно уменьшение импорта нефти для производства электричества при росте атомной энергетики.

Анализ по странам

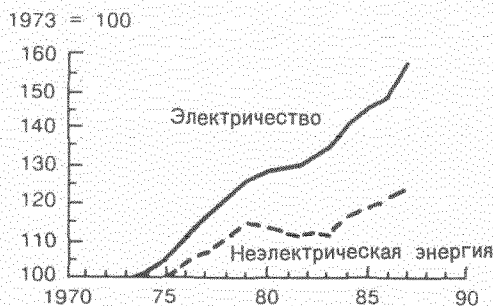
Ниже приводятся выдержки из анализов по странам фирмы Science Concepts за период с 1973 по 1987 гг.:

Бельгия: В 1987 г. атомная энергетика заменяла около 200000 баррелей нефти в день и 88 млрд. кубических футов природного газа. Использование нефти для производства электричества сведено почти к нулю.

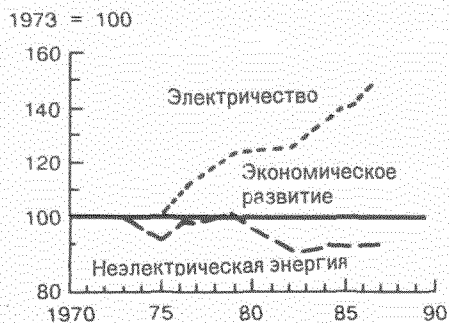
Канада: Без атомной энергетики Канаде требовалось бы 73 млн. баррелей нефти в год. Атомная энергетика заменила и газ; за период с 1973 г. сэкономлено природного газа более 800 млрд. кубических футов.

Федеративная Республика Германия: В 1987 г. атомная энергетика заменила 16 млн. тонн угля, что равнозначно 55 % общего производства электроэнергии по сравнению с 30 % приходящимися на атомные электростанции. Электроэнергия, получа-

Мировое потребление электрической и неэлектрической энергии



Потребление электрической и неэлектрической энергии промышленным миром (страны ОЭСР)



* Производство электроэнергии в странах ОЭСР достигло 2118,7 млрд. кВт·ч. Станция мощностью 1000 МВт при использовании ее на 70 % производит 6,1 млрд. кВт·ч в год. Ядерная энергия и гидроэнергия дали фактически весь прирост электроэнергии и заменили ископаемое топливо.

** Heating Homes: A comparison of the Energy Efficiency and Economic Competitiveness of Natural Gas and Electricity, Calvin C. Burwell (January 1988).

Специальные сообщения

Топливо, замененное атомной энергетикой: историческое обозрение

ВО ВСЕМ МИРЕ

	Замена, 1987 г.	Стоимость	Замена, 1973–1987 гг.	Стоимость
Нефть	5 млн. баррелей в день	32,0 млрд. долл. США	11,7 млрд. баррелей	323 млрд. долл. США
Газ	3 триллиона куб. футов	9,0 млрд. долл. США	15 триллионов куб. футов	96 млрд. долл. США
Уголь	185 млн. т	9,3 млрд. долл. США	1500 млн. т	75 млрд. долл. США

ПО РЕГИОНАМ

Северная Америка

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	1 млн. баррелей в день	4 млрд. баррелей
Газ	1280 млрд. куб. футов	3,2 триллиона куб. футов
Уголь	97 млн. т	750 млн. т

Западная Европа

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	2,2 млн. баррелей в день	4,7 млрд. баррелей
Газ	817 млрд. куб. футов	5,3 триллиона куб. футов
Уголь	26 млн. т	273 млн. т

СССР и Восточная Европа

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	400000 баррелей в день	1 млрд. баррелей
Газ	995 млрд. куб. футов	4,4 триллиона куб. футов
Уголь	18 млн. т	212 млн. т

Другие регионы

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	1,3 млн. баррелей в день	2 млрд. баррелей
Газ	11 млрд. куб. футов	2,1 триллиона куб. футов
Уголь	44 млн. т	265 млн. т

ПО ОТДЕЛЬНЫМ СТРАНАМ

Соединенные Штаты Америки

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	800000 баррелей в день	3,5 млрд. баррелей
Газ	1200 млрд. куб. футов	3,9 триллиона куб. футов
Уголь	90 млн. т	800 млн. т

Франция

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	1 млн. баррелей в день	2,2 млрд. баррелей
Газ	91 млрд. куб. футов	0,7 триллиона куб. футов
Уголь	2 млн. т	12 млн. т

Япония

Замена топлива

	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	800000 баррелей в день	2,0 млрд. баррелей

Федеративная Республика Германия

Замена топлива

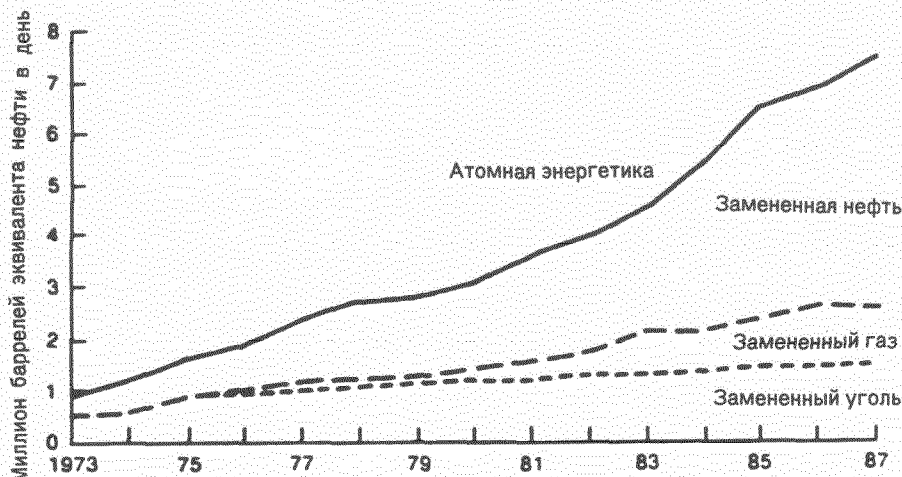
	1987 г.	1973–1987 гг.
Нефть	200000 баррелей в день	0,3 млрд. баррелей
Газ	484 млрд. куб. футов	2,6 триллиона куб. футов
Уголь	14 млн. т	160 млн. т

Замененная нефть и отмененные закупки нефти в связи с атомной энергетикой, 1973–1987 гг.

	Замененная нефть	Отмененные закупки		Замененная нефть	Отмененные закупки
Северная Америка	4,0 млрд. баррелей	114 млрд. долл. США	СССР	1,0 млрд. баррелей	36 млрд. долл. США
Западная Европа	4,7 млрд. баррелей	150 млрд. долл. США	Другие регионы	2,0 млрд. баррелей	23 млрд. долл. США
			Во всем мире	11,7 млрд. баррелей	323 млрд. долл. США

Примечание. Миллиард = 10^9 ; триллион = 10^{12} ; один куб. фут = 0,028 куб. м. Все цены в долл. США приведены к 1987 г.

Виды топлива, замененного атомной энергетикой во всем мире, 1973–1987 гг.



ежая в настоящее время за счет сжигания газа, составляет лишь 6 % по сравнению с почти 20 % в 1979 г. Использование нефти упало с 200000 баррелей в день в 1973 г. до 28000 баррелей в день в 1987 г.

БЕЛЬГИЯ: В 1987 г. атомная энергетика заменяла около 200000 баррелей нефти в день и 88 млрд. кубических футов природного газа. Использование нефти для производства электричества сведено почти к нулю.

КАНАДА: Без атомной энергетик Канаде требовалось бы 73 млн. баррелей нефти в год. Атомная энергетика заменила и газ; за период с 1973 г. сэкономлено природного газа более 800 млрд. кубических футов.

ФЕДЕРАТИВНАЯ РЕСПУБЛИКА ГЕРМАНИЯ: В 1987 г. атомная энергетика заменила 16 млн. тонн угля, что равнозначно 55 % общего производства электроэнергии по сравнению с 30 %, приходящими на атомные электростанции. Электроэнергия, получаемая в настоящее время за счет сжигания газа, составляет лишь 6 % по сравнению с почти 20 % в 1979 г. Использование нефти упало с 200000 баррелей в день в 1973 г. до 28000 баррелей в день в 1987 г.

ФИНЛЯНДИЯ: Атомная энергетика позволила увеличить использование электричества на 70 %; потребление же нефти для его производства сократилось на 60 %.

ФРАНЦИЯ: Подняв долю атомных станций до 70 % в общем производстве электроэнергии, Франция избавилась от необходимости импортировать свыше 2,2 млрд. баррелей нефти с 1973 г. Благодаря атомной энергетике Франция может заменить количество нефти, равное одной четвертой части всей заменяемой в мире нефти.

ИТАЛИЯ: Три атомные электростанции произвели в 1987 г. 4 % всей электроэнергии, избавившись от необходимости импортировать 37000 баррелей нефти в день.

ЯПОНИЯ: В 1987 г. Япония использовала нефти на 23 % меньше, чем в 1973 г. Произошел существенный сдвиг в электрогенерирующих мощностях от

электростанций на нефти (73 % всего производства электроэнергии в 1973 г., 26 % — в 1987 г.) к атомной энергетике и станциям на природном газе.

НИДЕРЛАНДЫ: Атомные электростанции страны заменяли 1000 баррелей нефти в день и 38 млрд. куб. футов природного газа в год.

ИСПАНИЯ: С 1983 г. производство электроэнергии на атомных станциях утроилось, и нефть фактически полностью заменена.

ШВЕЦИЯ: 12 атомных электростанций страны, производивших около половины всей электроэнергии, сэкономили в 1987 г. примерно 300000 баррелей нефти в день, а с 1973 г. сэкономлено более 700 млн. баррелей. В 1987 г. за счет нефти произведено менее 2 % электричества (в 1973 г. — 20 %).

ШВЕЙЦАРИЯ: Атомная энергетика, дающая стране более 40 % электроэнергии, заменяет более 120000 баррелей нефти в день и дала возможность свести потребление нефти для производства электроэнергии к менее, чем 1000 баррелей в день.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ: Атомная энергетика дала более 20 % электроэнергии, выработанной в Великобритании в 1987 г., и заменяла почти 80000 баррелей нефти в день и около 70 млрд. куб. футов природного газа. Сэкономленная атомной энергетикой с 1973 г. нефть составляет около 4 % британского экспорта нефти стоимостью 500 млн. долл. США в год.

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ: США являются крупнейшим в мире производителем ядерной электроэнергии, и их доля в ее мировом производстве составила в 1987 г. 30 %. В этот год атомная энергетика США заменила 260 млн. баррелей нефти, 1200 млрд. куб. футов природного газа и 90 млн. т угля.

ДРУГИЕ СТРАНЫ (СССР и Восточная Европа): В период между 1973 и 1987 г. атомные электростанции Болгарии, Чехо-Словакии, Германской Демократической Республики, Венгрии, Югославии и СССР заменили около 1 млрд. баррелей нефти, более 4 триллионов куб. футов природного газа и 212 млн. т угля.

Анализ замены топлива атомной энергетикой

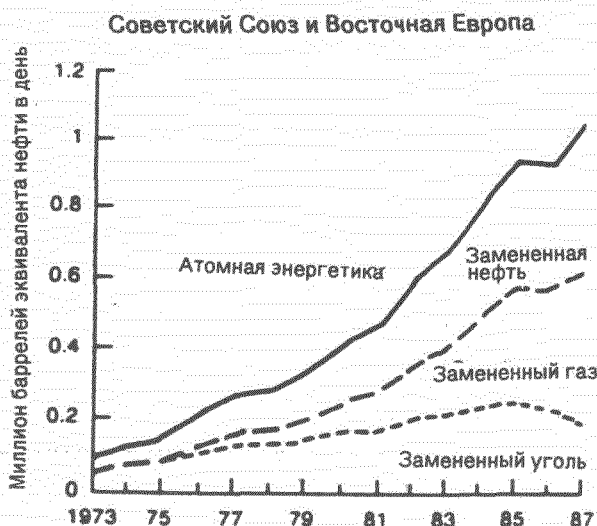
С помощью компьютерной модели аналитики из Science Concepts дали подробный по годам и странам анализ электроснабжения в мире. Результаты показали, что с 1973 г. атомная энергетика заменила в целом 11,7 млрд. баррелей нефти, свыше 15 триллионов куб. футов природного газа и больше 1,5 млрд. т угля.

Компьютерная модель дала возможность оценить по странам заменяемое топливо путем изу-

чения электрогенерирующих мощностей за каждый год с учетом прироста атомной энергетики и изменений в наличии других видов топлива. Данные по замене топлива отвечают на вопрос, какие количества его потребовались бы при отсутствии атомной энергетики.

Процедура разработки компьютерной модели включала в себя изучение энергетической картины каждой страны по годам с учетом в каждом случае предположения, что выработанное атомными станциями электричество произведено другими

Виды топлива, замененного атомной энергетикой: региональное обозрение



По оценкам аналитиков из США, всего в 1973–1987 гг. атомные электростанции заменили различные виды топлива на сумму около 500 млрд. долл. США.

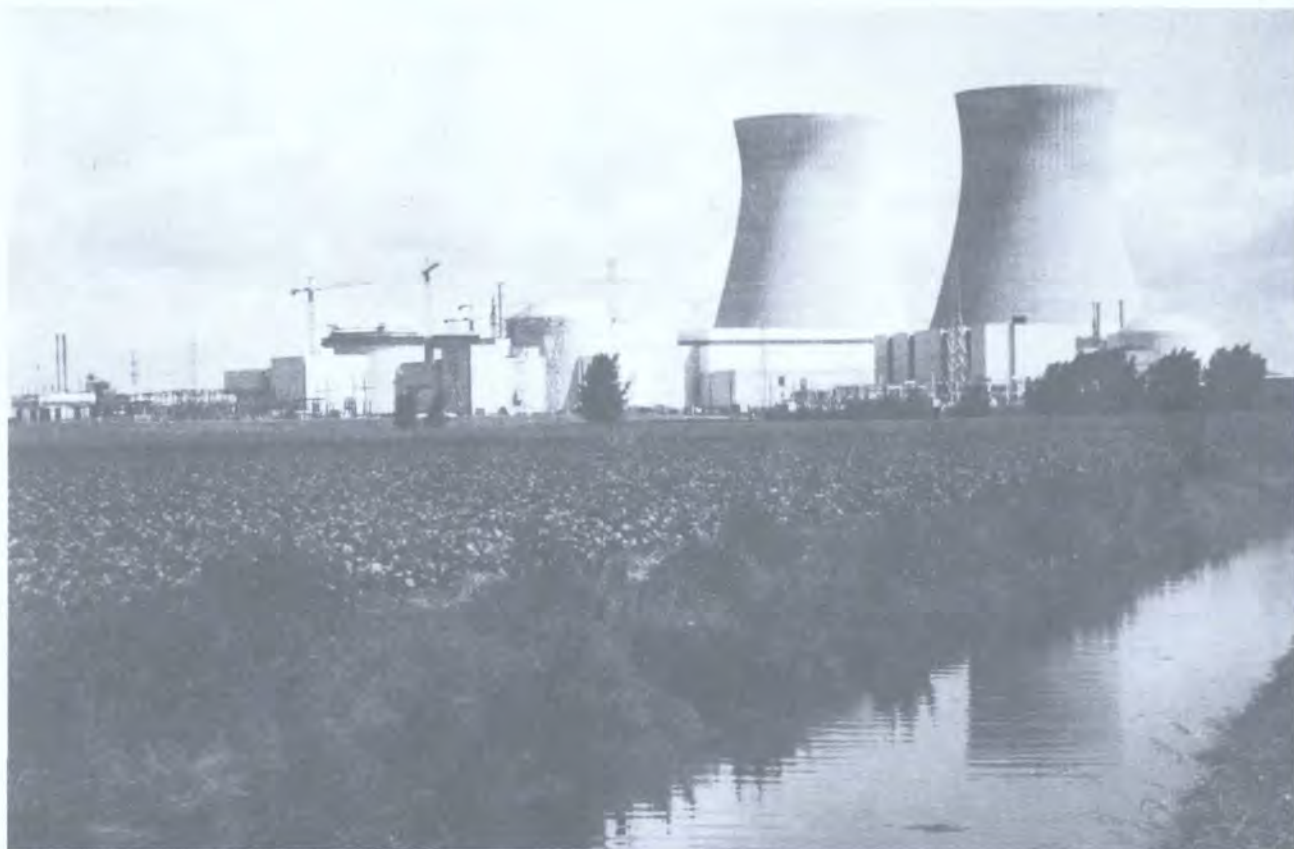
имеющимися электростанциями. При этом приоритет отдается энергии сжигаемого угля, поскольку он предпочтителен в тех странах, которые им пользуются либо из-за его низкой стоимости (Северная Америка), либо потому, что его добыча является преимущественной отраслью промышленности страны (Великобритания, Федеративная Республика Германия). Исходили также из предположения, что электрогенерирующие мощности на угле используются в максимально возможной степени, т.е. все электростанции на угле работают на пиковой мощности, в том числе и все станции, запланированные, но не построенные. Предполагался также определенный коэффициент увеличения снабжения углем для каждой страны до максимально вероятного количества на каждый год.

После расчетов по углю при его максимальных возможностях переходили к расчетам по природному газу. С помощью аналогичных процедур проводился расчет его использования также до максимально возможного уровня. Применение природного газа для производства электричества уменьшилось во всех рассматриваемых странах, за исключением Японии. Было отмечено, что без атомных электростанций такого уменьшения не наблюдалось бы. С помощью модели определялись уровни пикового использования природного газа

для производства электроэнергии, необходимой для непрерывного ее генерирования. Разница между количеством использованного природного газа на „непрерывном пиковом уровне” в течение каждого года за период с 1973 по 1987 г. и фактически использованным его количеством считается экономией, полученной с помощью атомной энергетики за данный год.

Наконец, модель дает картину использования нефти как последнего средства для производства электроэнергии. Такой подход применяется большинством стран. Считается, что нефть следует импортировать для этой цели только в том случае, если ее требуется больше, чем может быть добыто в стране.

Результатом является погодное компилирование данных по тем видам топлива, которые заменяются атомной энергетикой. Поскольку оно является оценкой того, что произойдет без атомной энергетики, то его и следует считать оценкой, а не точной цифрой. Но, так как такая оценка основывается на существующей или планируемой мощности, а также на истории использования топлива в каждой конкретной стране, аналитики из Science Concepts считают, что она является точной оценкой замены топлива.



АЭС Дозель в Бельгии, где более 60 % электроэнергии производится на атомных электростанциях.

Специальные сообщения

Топливо, замененное атомной энергетикой в 1987 г.

	Ядерная электро- энергия (млрд. кВт·ч)	Замененная нефть (млн. баррелей)	Замененный уголь (млн. т.)	Замененный природ- ный газ (млрд куб. футов)	Непроданная нефть ОПЕК (млрд. долл. США 1987 г.)
Соединенные Штаты Америки	455,0	294	90	1200	5,2
Франция	251,3	387	2	91	6,8
Япония	188,5	291	0	0	5,1
Федеративная Республика Германия	123,2	69	14	484	1,2
Канада	72,9	73	7	80	0,0
Швеция	69,4	102	0	0	1,8
Великобритания	48,9	50	6	73	0,9
Бельгия	39,6	49	0	99	0,0
Испания	39,5	57	0	39	1,0
Швейцария	21,7	46	0	0	0,8
Финляндия	18,5	12	4	0	0,2
Нидерланды	3,4	0	0	31	0,0
Италия	0,1	13	0	0	0,2
ВСЕГО	1332,0	1443	163	2097	23,2
Восточная Европа	244,1	160	18	995	0,0
Другие	84,7	187	44	11	7,5
ВСЕГО В МИРЕ	1660,8	1790	185	3103	30,7

Примечание. Под „Восточной Европой” аналитики Science Concepts имеют в виду СССР, Чехо-Словакию, Болгарию, Германскую Демократическую Республику, Венгрию и Югославию. В „Другие” включены Аргентина, Бразилия, Индия, Пакистан, Корейская Республика, Южная Африка и Тайвань, Китай. Данные о ядерной электроэнергии взяты из справочника *World Industry Handbook 1989*. Миллиард = 10^9 ; один куб. фут = 0,028 куб.м.