

Экономические показатели эксплуатации АЭС: Степень их конкурентоспособности

**Обзор МАГАТЭ и другие исследования показывают,
что АЭС занимают сильную позицию**

Леонард Л. Беннетт

При нынешнем уровне мощности имеющиеся на мировом рынке АЭС по-прежнему будут экономически конкурентоспособны по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на мазуте (ТЭСМ). Действительно, при существующем уровне международных цен на нефть АЭС имеют большие экономические преимущества.

При сравнении издержек производства электроэнергии на АЭС и тепловых электростанциях, работающих на угле (ТЭСУ), результаты зависят от целого ряда факторов, поэтому нельзя однозначно ответить на данный вопрос. Однако в большинстве случаев крупные АЭС, которые вступают в эксплуатацию в ближайшем будущем, могут производить более дешевую электроэнергию, чем ТЭСУ. Тем не менее, в отдельных специфических ситуациях, существующих в тех районах США и Канады, где тепловые электростанции расположены недалеко или в непосредственной близости от шахт, добывающих дешевый уголь, ТЭСУ могут производить электроэнергию, себестоимость которой будет конкурентоспособной или более низкой, чем себестоимость электроэнергии АЭС.

Ключевым экономическим фактором для электроэнергии, производимой на ТЭСУ, является стоимость поставляемого на электростанцию угля. Исследования МАГАТЭ показывают, что ТЭСУ имеют экономические преимущества в том случае, если электростанции могут получать уголь по цене ниже 30 долл. США за тонну. Для ядерной энергии ключевым фактором являются общие капитальные издержки, которые значительно возрастают при высоких ставках процента и длительных сроках реализации проекта. Ожидается, что в будущем в отношении ТЭСУ будут действовать строгие правила охраны окружающей среды, а это приведет к увеличению их капитальных издержек и эксплуатационных затрат и поставит АЭС в более сильную с точки зрения конкурентоспособности позицию.

Г-н Беннетт — руководитель Секции экономических исследований Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ.

Доклады, представленные на Международной конференции МАГАТЭ по опыту развития ядерной энергетики, проходившей в сентябре 1982 г., подтвердили наличие общего положительного опыта эксплуатации АЭС — в то время (к середине 1982 г.) он составил около 2600 суммарных реакторо-лет. Некоторые страны, особенно Бельгия, подчеркнули важную роль производства электроэнергии АЭС (если оно достигло в стране значительного уровня) при сохранении цен на электроэнергию на постоянном уровне или даже при их понижении.

И хотя коэффициенты использования установленной мощности АЭС, работающих в базовом режиме, несколько ниже ожидаемых значений, используемых в целях планирования, опыт эксплуатации АЭС подтвердил надежды, что в большинстве стран использование АЭС приведет к снижению издержек производства электроэнергии по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на угле или мазуте. Было документально доказано, что в странах, представивших доклады на конференции, АЭС в значительной степени является более экономичной альтернативой ТЭСМ и даже ТЭСУ (за исключением некоторых регионов, где в избытке имеется дешевый уголь).

Данный вывод подтверждается также исследованиями МАГАТЭ в области ожидаемых издержек производства электроэнергии на АЭС мощностью свыше 600 МВт (эл.). По расчетам издержки производства электроэнергии на АЭС, находящихся в этом диапазоне мощности, значительно ниже издержек ТЭСМ и конкурентоспособны по сравнению с ТЭСУ за исключением случаев, когда имеется дешевый уголь.

Экономика реакторов небольшой мощности

В настоящее время отсутствует информация, которая могла бы предоставить надежные данные о стоимости новых проектов АЭС мощностью ниже 600 МВт (эл.). Однако МАГАТЭ располагает некоторыми данными, предоставленными потенци-

альными поставщиками реакторов небольшой и средней мощности (РНСМ), которые являются скорее грубыми оценками издержек производства электроэнергии на реакторах мощностью от 200 до 400 МВт (эл.). Эти данные показывают, что АЭС указанного диапазона мощности могут быть конкурентоспособными по сравнению с ТЭСМ, которые в большинстве развивающихся стран останутся главным источником производства электроэнергии.

При сравнении издержек производства электроэнергии ТЭСУ и АЭС мощностью 300 – 400 МВт (эл.), последние оказываются минимально конкурентоспособными и то лишь при высоких ценах на уголь. Однако необходимо отметить, что крупное расширение производства электроэнергии в развивающихся странах с помощью ТЭСУ потребует также и крупных капиталовложений в необходимую инфраструктуру, особенно в системы транспортировки; эти издержки не учитывались в данном анализе. Необходимо также принимать во внимание влияние крупных угольных программ на окружающую среду.

В свете этих довольно обнадеживающих предварительных результатов в отношении реакторов небольшой и средней мощности МАГАТЭ проводит в настоящее время исследования в целях более точного определения возможных издержек и экономической конкурентоспособности РНСМ, а также

Составляющие издержек производства электроэнергии

Основные составные издержек	Доля в общих издержках производства электроэнергии, %		
	Ядерная энергетика	Уголь	Нефть
Капиталовложения	55 – 80	25 – 55	10 – 25
Топливо	15 – 30	40 – 65	70 – 85
Эксплуатация/текущий ремонт (Э/ТР)	5 – 15	5 – 10	5

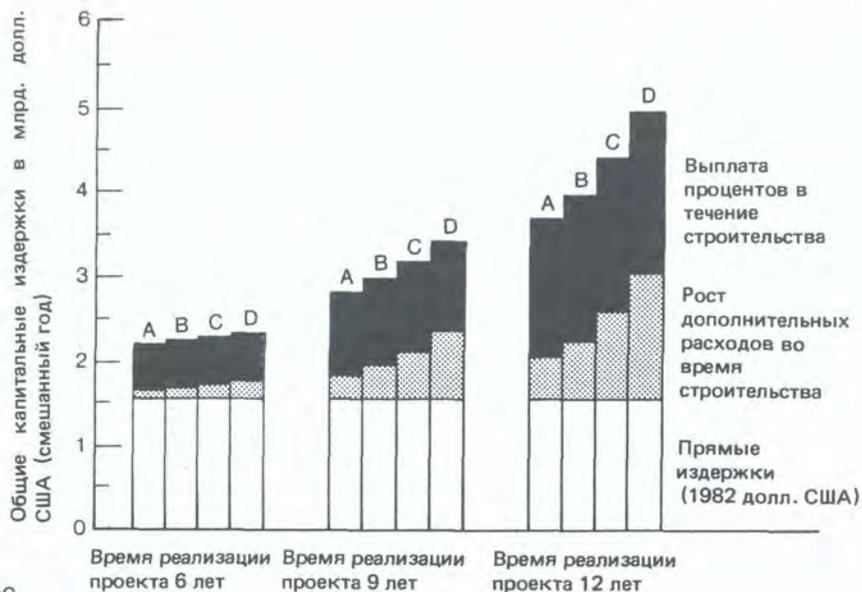
Другие факторы, влияющие на издержки:

Развитие инфраструктуры	Наиболее экономичный
Длительность строительства электростанции	срок службы электростанции
Коэффициент использования установленной мощности электростанции	Ставка процента (иностранная и внутренняя)
Чистая номинальная электротенетическая мощность станции	Темпы роста дополнительных расходов (внутри страны и за рубежом)
	Учетная ставка (национальная экономика)

для определения возможного рынка сбыта АЭС такого типа в будущем.*

* Более подробную информацию Вы можете найти в статье „Оценка перспектив реакторов небольшой мощности“, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, т. 26, № 4, декабрь 1984 г.

Влияние срока реализации проекта и роста дополнительных расходов во время строительства на общие капитальные издержки (легководный реактор мощностью 1250 мВт (эл.)



Источник: доклад „Экономика АЭС и электростанций, работающих на ископаемом топливе“, Чейм Браун (Институт электроэнергетических исследований, EPRI, США), представленный на тематическом совещании Американского ядерного общества по вопросам финансовых и экономических основ ядерной энергетики, которое проходило в г. Вашингтоне, округ Колумбия, с 8 по 11 апреля 1984 г.

Предложения:

Реальные темпы роста дополнительных издержек в ходе строительства:

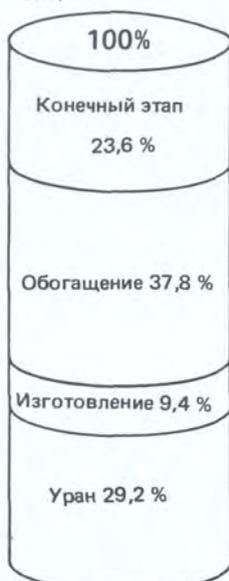
Колонки А = 0 %
Колонки В = 2 %
Колонки С = 5 %
Колонки D = 8 %

До налога
Цена денег: 5,425 % в год (реальных)
11,75 % в год (после дефляции)
Темпы инфляции: 6 % в год

Специальные сообщения

Расходы на топливо легководного реактора: распределение и чувствительность к изменению цен

Эталонный случай
(0,009 долл. США за
кВт·ч электроэнергии)



0,001 долл. США =
= 0,1 цента

Основные параметры

Коеф. использования
установленной мощности — 70 %

Цена природного
урана — 25 долл. США за фунт
желтого кека

Цена конверсии — 6 долл. США за 1 кг урана

Цена обогащения — 140 долл. США за EPP

Изготовление — 175 долл. США за 1 кг урана

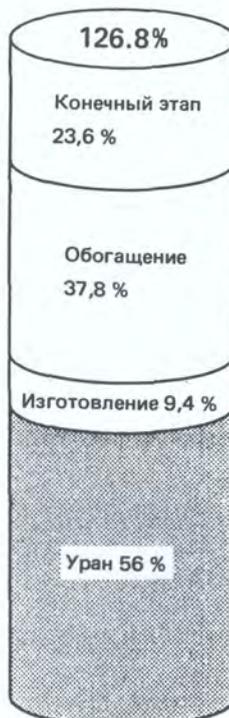
Издержки операции
конечного этапа — 800 долл. США
за 1 кг топлива

Поступления плутония — нет

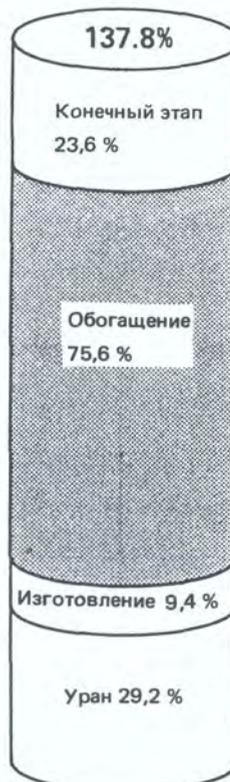
**При удвоении издержек операций ко-
нечного этапа:**



**При удвоении цен
на уран:**



**При удвоении цен
на обогащение
урана:**



Примечания:

Расходы на уран включают в себя конверсию в гексафторид урана.

Расходы на изготовление топлива включают в себя транспортировку свежего топлива.

Расходы на приобретение и обогащение урана даются в чистом виде, включая любые соответствующие поступления от переработки отработавшего топлива.

Составляющие издержек производства ядерной энергии

Как показано в таблице, основными составляющими расчета издержек производства ядерной энергии являются капитальные издержки, издержки ядерного топливного цикла, эксплуатационные затраты и затраты на техническое обслуживание. Приводятся также некоторые характерные значения процентного вклада всех этих элементов в общие издержки производства электроэнергии. Кроме того, необходимо учитывать такие дополнительные элементы, как, например, издержки развития инфраструктуры, затраты на научные исследования и опытные разработки, на передачу технологии из развитых стран, а также затраты на развитие национальной промышленности и совершенствование рабочей силы, связанные с ядерно-энергетической программой. Однако необходимо учесть, что от такой деятельности государство получает и выгоды. Электростанции характеризуются по коэффициенту использования установленной мощности, по номинальной мощности и наиболее экономичному сроку службы, а экономика страны — по национальной и иностранной ставке процента, учетной ставке и темпам роста дополнительных расходов, использованных в данном анализе.

Капитальные издержки АЭС

В силу своего большого вклада в общие издержки производства ядерной энергии капитальные издержки АЭС заслуживают особого внимания.

В течение последних лет одним из основных факторов, влияющих на издержки производства ядерной энергии, является резкое увеличение в большинстве стран капитальных издержек строительства электростанций.

Крупный вклад в увеличение капитальных издержек (в постоянных деньгах) в некоторых странах внесли изменения в регламентирующих требованиях и последовавшие в результате этого изменения в конструкциях электростанций, а также увеличение масштаба поставок и модификаций в ходе реализации проекта. В дополнение к прямым издержкам все эти факторы удлиняют время реализации проекта, что, в свою очередь, приводит к значительно более высоким платежам процентов во время строительства, особенно при высоких ставках процента, подобных тем, что существовали в конце 70-х и начале 80-х годов.

На рисунке показано значение времени реализации проекта и темпов роста дополнительных расходов как ведущих факторов, влияющих на капитальные издержки. Прямые издержки (иногда их называют издержками „за одну ночь“) электростанций составляют примерно 1,5 млрд. долл. США. Если взять умеренные реальные темпы роста дополнительных расходов равными 5% в год и 6-летний период реализации проекта, то общие капитальные

издержки, включая проценты и дополнительные расходы во время строительства, составят примерно 2,2 млрд. долл. США. Это означает, что затраты на выплату процентов и рост дополнительных расходов увеличивают прямые издержки на 50%, если время реализации проекта равно 6 годам. Однако при тех же самых темпах роста дополнительных расходов выплаты процентов и дополнительные расходы увеличивают прямые издержки более чем на 200%, если срок реализации проекта составляет 12 лет.

Затраты на ядерное топливо

Как уже отмечалось, затраты на топливо составляют только 15–30% от общих издержек производства ядерной энергии примерно всего на 4–8%. Для сравнения, 100%-ное увеличение цен на ископаемое топливо привело бы к повышению издержек производства на 40–65% для ТЭСУ и примерно на 70–85% для ТЭСМ.

На графике показаны главные составляющие издержек топливного цикла для легководного реактора, использующего в качестве топлива обогащенный уран. Интересно изучить чувствительность издержек ядерного топливного цикла и общих издержек производства ядерной энергии к возможным будущим изменениям в этих основных составляющих. Результаты такого анализа приведены ниже.

Изменения цен на уран

Если в качестве эталона взять случай, когда стоимость одного фунта желтого кека (U_3O_8) составляет 25 долл. США, то можно увидеть, что при удвоении цены на уран (т.е. 100%-ное увеличение), общие издержки ядерного топливного цикла возрастут на 27%. Однако, учитывая, что издержки топливного цикла составляют всего лишь около 15–30% от общих издержек производства электроэнергии, предполагаемое 100%-ное увеличение цены на уран привело бы к повышению издержек производства ядерной энергии примерно всего топливо привело бы к повышению издержек производства на 40–65% для ТЭСУ и примерно на 70–85% для ТЭСМ.

Таким образом, ясно видно, что после завершения строительства АЭС будущие издержки производства ядерной электроэнергии менее чувствительны к изменениям цен на топливо по сравнению с электростанциями, работающими на ископаемом топливе.

Влияние изменения цен на обогащение урана

Для эталонного случая, когда стоимость одной единицы разделительных работ (ЕРР) составляет 140 долл. США, результаты аналогичны тем, что

обсуждались в разделе повышения цен на уран. 100 %-ное увеличение цен на обогащение урана привело бы к повышению издержек топливного цикла примерно на 38 %, а в результате этого общие издержки производства электроэнергии возросли бы всего лишь на 6–11 %.

Изменения в затратах на операции конечного этапа топливного цикла

Третьей крупной составляющей ядерного топливного цикла легководного реактора являются затраты на обращение с отработавшим топливом, что включает в себя переработку отработавшего топлива и удаление отходов, т.е. операции так называемого „конечного этапа“ топливного цикла. Как показано на рисунке, для эталонного случая, когда стоимость одного килограмма топлива составляет 800 долл. США, 100 %-ное увеличение затрат на

операции конечного этапа повысило бы издержки топливного цикла примерно на 24 %, что привело бы к увеличению общих издержек производства электроэнергии примерно на 4–7 %.

Другие соображения, связанные с издержками производства электроэнергии

На основе исследований, обзор которых приводится в данной статье, МАГАТЭ делает вывод, что ядерная энергетика является экономически конкурентоспособной альтернативой будущего производства энергии и электричества. Однако экономические преимущества ядерной энергии сильно зависят от специфических обстоятельств каждого конкретного случая; обобщенные цифры малопримлемы.

Потребности в больших капиталовложениях и высокие начальные расходы на строительство

Ограничения, действующие при экономических сравнениях

Не существует абсолютно точных оценок издержек производства электричества с помощью ядерной энергии или других способов; и вряд ли можно добиться чего-нибудь, стараясь полностью стандартизировать базисные значения, используемые, например, для сравнения издержек производства электроэнергии на АЭС и электростанциях, работающих на ископаемом топливе.

Даже на национальном уровне сравнения различных видов топлива (ядерного и ископаемого) имеют лишь ограниченное „общее“ значение из-за большого числа предположений и режимов эксплуатации, которые стоят за каждым примером.

Тем не менее, результаты таких исследований могут внести вклад в улучшение понимания международной экономической жизнеспособности ядерной энергетики.

По этой причине в статье дается обзор опубликованных экономических показателей и оценок будущего издержек производства ядерной энергии по сравнению с электростанциями, работающими на ископаемом топливе.

Однако еще раз подчеркивается, что представленные данные об издержках производства электроэнергии *нельзя использовать* как справочные данные в целях планирования, т.к. они применимы только для составления общей картины экономической конкурентоспособности ядерной энергии.

В точном анализе экономики производства ядерной энергии этот источник энергии должен рассматриваться в рамках сценария общего энергетического и экономического развития страны с учетом факторов, присущих местным условиям. Примерами таких местных условий являются наличие, объем и издержки использования традиционных местных энергетических ресурсов, физическая инфраструктура (наличие бухт, дорог, промышленности), институциональные инфраструктуры, наличие рабочей силы на всех уровнях и наличные финансовые ресурсы ядерно-энергетической программы.

Таким образом, можно сделать правильную оценку экономического влияния ядерно-энергетической программы на рынок энергопоставок, а также на национальную промышленную инфраструктуру и инфраструктуру рабочей силы.

Как правило, трудно провести такую глобальную оценку, поэтому обычно используется более скромный подход, заключающийся в экономическом анализе расширения

системы производства электроэнергии*. Такой подход может предоставить достаточно четкие показатели экономики ядерной энергетики на уровне „предварительного анализа экономической целесообразности“, хотя для принятия окончательного решения об экономических выгодах ядерной энергетики в данной стране потребуются провести ряд дополнительных исследований.

Еще более простой подход, который использовался в этой статье, заключается в проведении прямого экономического сравнения между АЭС и их конкурентами (в основном это электростанции, работающие на ископаемом топливе), используемыми для производства электроэнергии в базовом режиме. Данный подход может предоставить грубые оценки экономической конкурентоспособности ядерной энергии. Совершенно очевидно, что при таком анализе не принимается во внимание тот факт, что различные электростанции имеют различные эксплуатационные характеристики, он также не включает в себя экономическое влияние, оказываемое в результате взаимодействия отдельных электростанций с остальной системой производства электроэнергии и связанных с ней систем передачи электроэнергии. Однако такие сравнения могут предоставить общую картину конкурентоспособности электроэнергии, полученной с помощью АЭС, по сравнению с ее альтернативами, хотя получаемый результат и не такой убедительный, как у других вышеупомянутых подходов.

* МАГАТЭ осуществляет в настоящее время координируемую программу исследований, основное внимание в которой уделяется исследованиям, изучающим широкое экономическое влияние внедрения ядерной энергетики в национальные энергетические системы. Поощряются экономические исследования, которые рассматривают влияние ядерно-энергетических программ на общее экономическое развитие развивающихся стран. В частности будет проведена оценка потребностей в капиталовложениях и финансировании для реализации ядерных программ, общих потребностей в промышленных капиталовложениях, качества и количества необходимой рабочей силы, платежного баланса, стимуляции других экономических секторов, влияния опасностей и выгод ядерной энергетики с точки зрения окружающей среды по сравнению с альтернативными источниками энергии.

АЭС могут стать тяжелым бременем для развивающейся страны, которая для реализации ядерно-энергетической программы вынуждена прибегать к относительно большим займам.

Кроме того, предварительным условием внедрения ядерной энергетики является наличие адекватно развитой местной инфраструктуры. Создание инфраструктуры, к которой можно подключить ядерную энергетику, может стать длительным и дорогостоящим процессом, однако он *необходим*. Ядерная энергетика отличается в этом отношении от других альтернативных электростанций, которые предъявляют значительно менее строгие требования к инфраструктуре; кроме того, эти требования более похожи на те, что встречались ранее.

С другой стороны, развитие угольной промышленности или ее крупное расширение, как это на практике поняли многие страны, является сложным делом, зависящим от тщательного планирования производства и транспортных средств, что необходимо для обеспечения регулярных поставок угля потребляющим отраслям промышленности. Если ранее уголь не использовался для производства электроэнергии, то на начальном этапе потребуются значительные капиталовложения для транспортировки угля на электростанции, его хранения,

а также для обращения и удаления отходов. Иностранные вкладчики не проявляют большого интереса к углю, поэтому крупные капиталовложения, необходимые для открытия новых шахт и расширения старых, должны поступать из местных источников, в основном, как показывает практика, из правительственных источников. По сравнению с нефтью транспортировка угля обходится дорого, с ним трудно обращаться, он оставляет много грязи, что серьезно уменьшает его сравнительные преимущества с точки зрения издержек.

Для импортируемого угля особенно важное значение имеет элемент транспортировки. Если океанская транспортировка на основе „тонна-километр“ стоит недорого, то расходы, связанные с наземной транспортировкой, значительно выше, что практически ограничивает использование угля прибрежными или расположенными внутри страны районами, которые имеют особенно хорошее железнодорожное сообщение. Ни одна из этих проблем в отдельности и сама по себе не является непреодолимой. Однако вместе они составляют внушительный перечень ограничений, для преодоления которых потребуются твердые обязательства производящих, транспортирующих и потребляющих предприятий и организаций.

Международный опыт в области издержек производства электроэнергии

В дополнение к исследованиям МАГАТЭ проводилось много национальных и международных исследований в области издержек производства ядерной энергии. В данной статье рассматриваются основные моменты некоторых таких исследований, а также опубликованные данные о фактическом опыте в области издержек производства ядерной энергии.

АЯЭ и юнипидэ

В декабре 1983 г. Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ) опубликовало результаты исследования „Издержки производства электроэнергии на АЭС и электростанциях, работающих на угле“, в котором принимали участие несколько западно-европейских стран, Канада, Япония и США. Данное исследование проводилось гораздо шире, но на основе предыдущего исследования, в котором участвовало меньшее количество стран и которое проводилось Международным союзом производителей электроэнергии (ЮНИПИДЭ).

В исследовании АЯЭ делается вывод, что в Европе и Японии АЭС по сравнению с ТЭСУ, которые вступят в эксплуатацию в 1990 г., будут иметь преимущества с точки зрения издержек производства в диапазоне от 30 до 70 %. С другой стороны, в США и Канаде конкурентоспособность АЭС сильно зависит от рассматриваемого района. АЭС будут иметь экономические преимущества в центральных и атлантических районах Канады; они могут сохранить небольшие преимущества в северо-восточных и юго-восточных районах Соединенных Штатов. Однако, исходя из

базисных предположений, новые ТЭСУ, близко расположенные от основных североамериканских угольных месторождений, вероятно, будут производить более дешевую электроэнергию, даже после оборудования электростанции системами десульфурации дымового газа.

Сравнения издержек (среди других факторов) очень чувствительны к коэффициентам использования установленной мощности, капитальным издержкам, факторам, зависящим от площадки, и т.д. Однако в исследовании АЯЭ сделан вывод, что АЭС по-прежнему могли бы иметь экономические преимущества в Западной Европе, Японии и Центральной Канаде даже при 50 %-ном увеличении капитальных издержек производства ядерной энергии, или при двух-, трехкратном увеличении издержек ядерного топливного цикла, или если коэффициент использования установленной мощности АЭС равен или ниже 50 %.

Сравнительные издержки в некоторых странах

В данном обзоре также кратко излагаются результаты сравнения издержек производства ядерной энергии и других альтернатив, полученные после исследований, проводившихся в Канаде, Соединенных Штатах, Франции и Японии.

В марте 1982 г. в Канаде фирма „Онтарио Хайдро“ опубликовала отчет, в котором сравнивались две конкретные электростанции: АЭС Брюс А, имеющая четыре энергоблока мощностью по 740 МВт (эл.), полная коммерческая эксплуатация которой началась в 1979 г., и ТЭСУ „Нанти коук“, имеющая восемь энергоблоков по 490 МВт (эл.), полная эксплуатация которой началась в 1978 г.

Цифры приводятся в тысячных долях канадского долл. 1981 г. за киловатт-час электроэнергии при работе станций в базовом режиме.

АЭС		ТЭСУ	
Капит. издержки 63 %	→ 10,8	22,0 ←	Топливо 82 %
Топливо 17 %	→ 2,9	3,4 ←	Капит. издержки 13 %
Э/ТР 20 %	→ 3,4	1,3 ←	Э/ТР 5 %
17,1		26,7	

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии в 0,001 канадского доллара

Основываясь на сравнительных оценках издержек производства электроэнергии, проведенных КАЭ Франции и опубликованных в журнале „Энерпресс“ в декабре 1984 г., можно сказать, что во Франции АЭС имеют значительное преимущество перед ТЭСУ и ТЭСМ. Опубликованные данные относятся к средним стандартным электростанциям, работающим на полную мощность. Все значения выражены во французских сантимах 1984 г. за киловатт-час электроэнергии, однако касаются они электростанции, которая будет подключена к энергосистеме в 1992 г.

АЭС		ТЭСУ		ТЭСМ	
12,1	Капит. издержки 53 %	20,9	Топливо 64 %	63,0	Топливо 86 %
6,4	Топливо 28 %	8,2	Капит. издержки 25 %	6,9	Капит. издержки 10 %
4,3	Э/ТР 19 %	3,5	Э/ТР 11 %	3,0	Э/ТР 4 %
22,8		32,6		72,9	

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии в сантимах

В Японии некоторые недавно опубликованные данные показывают, что издержки производства ядерной энергии ниже издержек любых других рассматриваемых альтернатив. Капитальные издержки выражены в долл. США на киловатт-час электроэнергии, а издержки производства электроэнергии — в центах США за киловатт-час.

В Соединенных Штатах в исследовании, проведенном Окриджской национальной лабораторией, сделан вывод, что в большинстве районов издержки производства электроэнергии на АЭС и ТЭСУ, эксплуатация которых начнется в 1995 г., очень близки по своему значению*. Ядерная энергия имеет экономические преимущества с точки зрения издержек производства в южно-атлантическом районе, куда уголь нужно везти издалека, а ТЭСУ — в центральных и северо-центральных районах, где имеются крупные запасы дешевого промышленного угля. В некоторых районах небольшие изменения в основных экономических параметрах могут привести к тому, что экономические преимущества сможет получить любая из альтернатив.

	Капитальные издержки*	Издержки производства электроэнергии**	Доля топлива***
Ядерная энергетика	1080	4,8	25 %
Тепловые станции:			
на мазуте	520	8,0	80 %
на жидком природном газе	680	7,6	70 %
на угле	800	6,0	50 %
Гидростанции	2400	8,0	0

Источник: журнал *Nuclear Engineering International*, August 1984.
 * Долл. США за 1 кВт·ч электроэнергии.
 ** Центов США за 1 кВт·ч электроэнергии.
 *** В процентах к издержкам производства электроэнергии.



* Смотри отчет «Regional Projections of Nuclear and Fossil Electric Power Generation Costs», ORNL/TM-8958 (December 1983).