

ВЗАИМОСВЯЗИ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИКИ

Вартазарова Л. С., Макаров А. А.

(Москва)

Изложен методический подход к исследованию взаимосвязей энергетики и экономики на долгосрочную перспективу; охарактеризованы, в том числе количественно, отдельные виды взаимосвязей, определяющие активную роль энергии как фактора общественного развития, масштабы, динамику и структуру энергопотребления при различных вариантах энергосберегающей политики, место энергетики в воспроизводственном процессе и внешнеэкономических связях страны.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИКИ

Выполняемая в настоящее время большая общегосударственная работа по формированию новой концепции развития энергетики СССР на длительную перспективу определила необходимость углубленного исследования требований к ней в новых условиях хозяйствования.

Обычно в прогнозных разработках энергетика рассматривается как одна из отраслей экономики, призванная удовлетворить потребность общества во всех видах энергии при приемлемых затратах ресурсов на ее развитие. Для этого необходимо изучить прежде всего взаимосвязи энергетики и экономики (см., например, [1, 2]).

Целью исследования этих взаимосвязей является поиск оптимального равновесия между потреблением энергии и предложением энергетических ресурсов, с одной стороны, и между потребностями энергетики и возможностями народного хозяйства выделить ей экономические ресурсы — с другой. Условия формирования такого равновесия и, следовательно, его количественные характеристики можно достаточно точно прогнозировать только в пределах 10—15 лет. Для перспективы же, скажем, в несколько десятилетий, по нашему мнению, более продуктивен подход, базирующийся на концепции активной роли энергии как одного из важных факторов, определяющих качественные и количественные показатели развития человеческого общества. Условно можно представить процесс взаимодействия основных его факторов следующим образом: общество накапливает знания, которые материализуются в виде техники (фондов) и технологий («ноу хау»). С их помощью оно извлекает из природной среды вещество и энергию и преобразует их, создавая основу для дальнейшего движения общества и получения новых материализованных знаний.

В настоящее время такая схема взаимодействия находится в стадии моделирования и начальной экспериментальной проверки. Ввиду многоаспектности взаимного влияния названных факторов и недостаточной ретроспективной информации построение соответствующей системы математических моделей, по-видимому, займет немало времени. Но качественное содержание этой схемы уже сейчас позволяет рассматривать энергетику в прогнозах ее взаимодействия с экономикой не только как пассивного производителя продукции, удовлетворяющей специфические нужды общества, но и учитывать ее активную роль как фактора развития производства и социальной сферы. Ниже характеризуются следующие исследованные на сегодня виды взаимосвязей в развитии энергетики и экономики: по энергопотреблению и энергосбережению, влия-

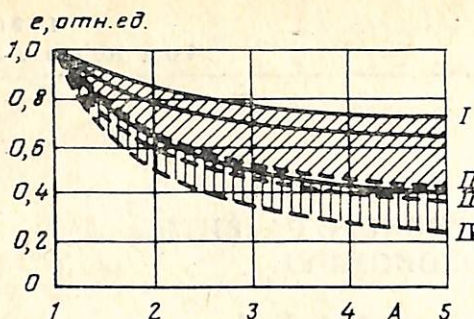


Рис. 1. Зависимость удельной энергоемкости национального дохода e от темпов роста экономики: А — индекс роста национального дохода; I — минимальная структурная перестройка при минимальном энергосбережении; II — максимальная структурная перестройка при минимальном энергосбережении; III — минимальная структурная перестройка при максимальном энергосбережении; IV — максимальная структурная перестройка при максимальном энергосбережении

нию энергетики на рост производительности общественного труда, развитие и размещение производительных сил, по экспорту — импорту энергетических ресурсов, воздействию на процесс воспроизводства.

2. ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Динамика потребления народным хозяйством топлива и энергии формируется под действием многих сложных, иногда противоречивых тенденций. Непременным условием достижения высокого уровня общественного развития является обеспечение достаточной энерго- и особенно электровооруженности труда. Рост обеспеченности жильем, повышение качества жизни, решение экологических проблем также требуют роста потребления энергоресурсов. Но одновременно НТП направлен на повышение энергетической эффективности технологических процессов, в частности коэффициентов полезного действия энергоустановок, т. е. несет в себе энергосберегающие тенденции. В результате динамика энергоемкости общественного производства зависит от комплекса обстоятельств.

К важнейшим из них относятся: тип, темпы развития и структура экономики. Для иллюстрации их роли в [3] предложено предельно укрупненное описание развития экономики с выделением трех секторов — ресурсного, обрабатывающего и сферы обслуживания. Этому соответствует распределение общего энергопотребления на три сектора: ресурсный ($\mathcal{E}_1$), перерабатывающий ($\mathcal{E}_2$) и коммунально-бытовой, включающий всю сферу обслуживания ($\mathcal{E}_3$). Выразив энергопотребление секторов через общее энергопотребление в начале периода, долю в нем каждого — b_1, b_2, b_3 , а также относительное изменение их удельной энергоемкости во времени — a_1, a_2, a_3 , получим формулу динамики энергоемкости национального дохода (НД)

$$e = e_0 \left(b_1 a_1 \frac{c^1}{c_0} + b_2 a_2 \frac{1-c}{1-c_0} + b_3 a_3 \right), \quad (1)$$

где e_0 — энергоемкость НД в начале периода; c_0, c — доля ресурсных отраслей в общем объеме произведенного НД в начале и в конце рассматриваемого периода.

Выражение (1) идентифицировано для СССР по отчетным данным за 1960—1985 гг. (по пятилетиям). Подстановка в него значений показателей, характеризующих состояние экономики и энергетики СССР в 1985 г., и предельно возможных диапазонов изменения остальных показателей позволяет получить зависимость удельной энергоемкости НД от кратности роста экономики (рис. 1). В частности, если потребуются увеличение НД в 3 раза к 2010 г., его удельная энергоемкость может снизиться под воздействием структурных факторов при минимальном энергосбережении на 25—50%, а при интенсивном — на 50—65%.

Результаты аналитических исследований хорошо подтверждаются прямыми расчетами возможного снижения энергоемкости НД (e) при изменении межотраслевой структуры экономики. Снижение удельной энергоемкости НД при осуществлении намеченных структурных перестроек экономики может составить по сравнению с 1985 г. 16—18% к

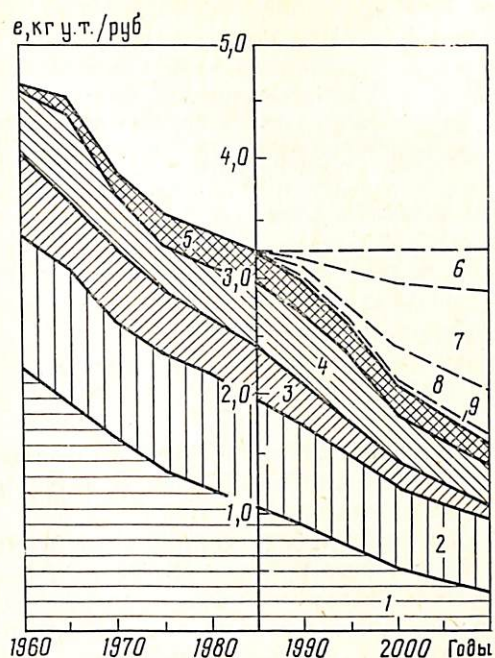


Рис. 2

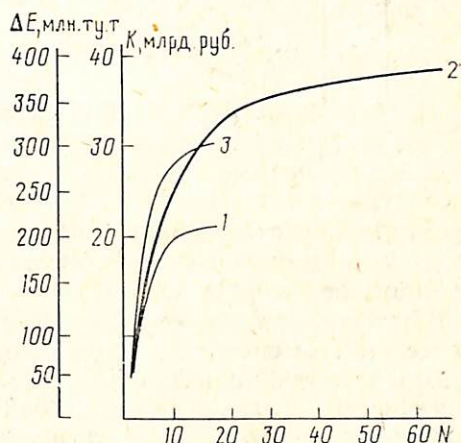


Рис. 3

Рис. 2. Удельная энергоемкость национального дохода: 1 — расход котельно-печного топлива; 2 — электроэнергии; 3 — моторного топлива; 4 — теплоты; 5 — расход сырья и материалов; 6 — снижение энергоемкости национального дохода за счет перестройки межотраслевой структуры; 7 — за счет внутриотраслевых сдвигов; 8 — за счет технологических факторов; 9 — за счет использования вторичных энергоресурсов.

Рис. 3. Характеристика масштабов и капиталоемкости энергосберегающих мероприятий: 1 — экономия энергии от целевых мероприятий; 2 — то же на полный объем мероприятий; 3 — потребность в целевых капитальных вложениях

2000 г. и до 30% к 2010 г. (рис. 2). Решающий вклад в этот процесс должно внести ускоренное развитие машиностроения и легкой промышленности при существенном замедлении темпов увеличения производства черных металлов и строительных материалов. Намеченное снижение материалоемкости экономики при ускорении темпов экономического роста может обеспечить 50—60% общих размеров экономии энергетических ресурсов. Вместе с тем, согласно расчетам, структурная экономия будет практически отсутствовать, если темпы прироста НД уменьшатся до 3—3,5% в год.

Намечаемые структурные перестройки потребуют существенного обогащения номенклатуры и увеличения масштабов использования прогрессивных конструктивных материалов, обладающих более высокими эксплуатационными свойствами (прочностью, легкостью, долговечностью). На этапе наращивания производства этих новых материалов в количествах, достаточных для реального замещения ими традиционных, может произойти, как свидетельствует опыт развитых капиталистических стран, временное увеличение энергоемкости материального производства. Но в конечном счете использование нового ассортимента материалов несомненно приведет к рационализации энергопотребления и снижению энергоемкости НД.

Второе направление экономии энергоресурсов — широкое применение энергосберегающего оборудования с соответствующей перестройкой технологической структуры отраслей.

На рис. 3 и 4 показаны размеры экономии энергетических ресурсов ΔE в 2000 г. в функции от числа N наиболее крупных энергосберегающих мероприятий, а также общие K и удельные k капитальные вложения на их реализацию и получаемая итоговая экономия затрат. Видно, что замыкающие этот набор мероприятия требуют настолько больших

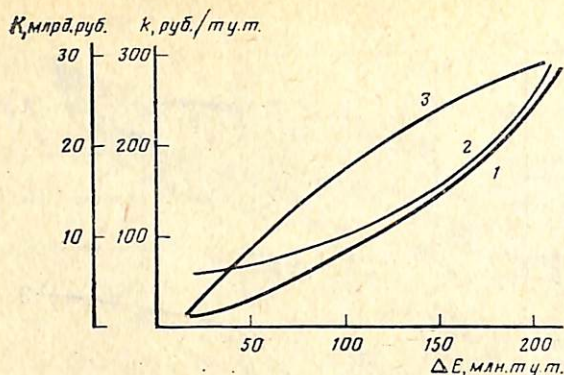


Рис. 4. Характеристика удельной капиталоемкости целевых энергосберегающих мероприятий: 1 — капитальные вложения на энергосберегающие мероприятия; 2 — удельные капитальные вложения на единицу сэкономленной энергии; 3 — экономия капитальных вложений на развитие энергетики

удельных капитальных вложений (250—300 руб./т у. т.), что становятся равноэкономичны с дополнительным производством энергоресурсов (подробнее см. [4]).

Структурная перестройка экономики и энергосбережение в принципе позволяют уменьшить энергоемкость НД по сравнению с 1985 г. в 1,4—1,45 раза к 2000 г. и почти вдвое к 2010 г. Если ориентироваться на увеличение НД почти в 2 раза к 2000 г. и на сохранение в последующий период высоких темпов экономического роста, то потребление первичных энергетических ресурсов в СССР возрастет до 2,6 млрд. т у. т. в 2000 г. И тогда в соответствии с приоритетом социальных потребностей наиболее быстро будет расти энергопотребление на транспорте и в коммунально-бытовом секторе.

Характерно, что при замедленных темпах экономического развития энергопотребление может оказаться тем же или даже несколько превысить указанные значения из-за необходимости больших вложений в энергоемкие ресурсные отрасли.

3. ЭНЕРГЕТИКА И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Активная роль энергии как фактора общественного развития определяется прежде всего ее непосредственным влиянием на рост производительности труда в сфере материального производства и на улучшение качества жизни населения.

Решение задачи интенсификации энергосбережения в некоторой степени сдерживается необходимостью одновременного увеличения энерговооруженности труда. Это противоречие разрешается в рассматриваемой перспективе благодаря тому, что повышение производительности труда обусловлено его вооруженностью не всеми, а только высшими формами энергии, такими как электричество, лазеры, высокотемпературные и плазменные процессы. В то же время основным объектом энергосбережения являются технологии, использующие тепловую энергию среднего и низкого потенциала. Так, в течение 60 лет каждый процент увеличения производительности труда в СССР сопровождается повышением расхода электроэнергии на силовые процессы на 0,95—1,02% [5, с. 121].

Более тщательный анализ влияния энерговооруженности труда на рост его производительности выполнен в [6] с помощью моделей типа производственных функций (ПФ). Были использованы модифицированная функция Кобба — Дугласа, неоклассическая ПФ с постоянной эластичностью замещения факторов и ПФ в темпах вида

$$\tilde{\varepsilon} = \frac{\delta_y}{\alpha \delta_k + (1 - \alpha) \delta_e}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \quad (2)$$

где $\tilde{\varepsilon}$ — приростная эффективность производства; δ_y , δ_k , δ_e — среднегодовые темпы прироста производительности, фондо- и энерговооруженности труда.

Исследование роли энергии как фактора производства показало, что с 1966 по 1985 гг. прирост вооруженности труда электрической и механической энергией обеспечивал в СССР 40—50% прироста производительности труда [6]. Аналогичный расчет на перспективу до 2000 г. выявил снижение вклада энергии до 30—35% в связи с намечаемым увеличением фондоотдачи и повышением роли факторов организации производства.

В настоящее время система моделей ПФ расширена за счет включения в качестве фактора производства материаловооруженности труда и модифицирована применительно к основным народнохозяйственным комплексам и отраслям промышленности.

Связь между электровооруженностью и производительностью труда оказывает решающее влияние на динамику электроемкости НД. При удвоении к 2000 г. НД производительность труда намечено поднять в 2,3—2,5 раза. Расчеты с использованием системы ПФ и по статистически наблюдаемой связи между производительностью и электровооруженностью труда свидетельствуют, что электроемкость НД с 1985 по 2000 гг. может стабилизироваться или снизиться в пределах до 10% только при условии резкой интенсификации электросбережения. Если это будет реализовано, то в последующий период можно ожидать умеренного снижения электроемкости НД. Тогда производство электроэнергии составит 2,5—2,6 трлн. кВт·ч в 2000 г. и 3,4—3,5 — в 2010 г.

Роль энергетического фактора проявляется и в его воздействии на размещение производства. Огромная территория СССР в сочетании с размещением 90% ресурсов органического топлива в восточных районах при сосредоточении 80% энергопотребления в европейских привели к 3—4-кратному различию удельных затрат на топливо по всей стране, что определило целесообразность размещения энергоемких отраслей в местах производства энергоресурсов. Это обеспечивало, начиная с 1960 г., систематическое снижение доли европейской части страны в общем потреблении энергоресурсов на 0,3—0,5% и электроэнергии — на 1—1,2% за пятилетие. Продолжение таких тенденций в перспективе в совокупности с намечаемым развитием ядерной энергетики и стабилизацией экспорта энергоресурсов позволит прекратить к 2000 г. рост использования органического топлива в этих районах и ограничит привлечение сюда энергетических ресурсов из восточной части страны на уровне около 1,5 млрд. т у. т.

Приобретает особую значимость еще один аспект влияния энергетики на развитие и размещение производительных сил. Известно, что региональные энергетические комплексы, крупные объекты энергетики играют обычно роль «полюсов», вокруг которых формируются межотраслевые комплексы, создается развитая производственная и социальная инфраструктура. В результате во вновь осваиваемых районах на каждый рубль капитальных вложений в энергетику приходится 10—15 руб. инвестиций в другие отрасли и 7—10 руб. в социальную инфраструктуру.

Формировать такие межотраслевые комплексы необходимо на принципе «наработки» не только на удовлетворение общесоюзных потребностей в энергетических ресурсах, сырье и материалах, но и на повышение качества жизни в данном регионе. Поэтому одним из рациональных путей создания крупных агломераций могло бы быть развитие на базе региональных энергетических комплексов производств, нацеленных на выпуск конечных продуктов, например изделий из пластмасс, в которых нуждается данный регион.

4. ЭНЕРГЕТИКА И ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

Наша экспортная политика предусматривает и в дальнейшем активное участие СССР в мировой торговле энергоресурсами. В условиях достаточно напряженного перспективного энергетического баланса страны объемы и структура их экспортных поставок не должны опре-

целяться только динамикой мировых цен и бюджетной эффективности вывоза топлива. Необходима также взвешенная оценка реального вклада закупаемых по импорту товаров в «расшировку узких мест» в экономике страны, обновление производственного потенциала и ускорение НТП.

При сохранении существующих уровней мировых цен на топливо или их росте со среднегодовым темпом до 1—1,5% абсолютные объемы экспорта энергоресурсов в Западную Европу целесообразно уменьшить на 15—20%, поскольку эти цены примерно соответствуют внутренним затратам на экспортируемые энергоресурсы и выгода от торговли будет обеспечена, только если эффективность приобретаемых товаров окажется выше их отечественных образцов. При более быстром росте цен советский экспорт энергоресурсов имеет смысл сохранить на современном уровне или даже несколько

увеличить. Но в любом случае предстоят в нем существенные структурные сдвиги, по-видимому, с заменой нефти природным газом.

Изменения в нашем законодательстве о внешней торговле и курс на привлечение иностранного капитала в целях создания совместных предприятий открывают новые возможности для участия советской энергетики в международном разделении труда. Изучаются проекты организации указанных предприятий по освоению нефтегазоконденсатных месторождений Прикаспийской низменности и переработке их продукции, сооружению нескольких крупнейших газохимических комплексов по переработке этана и жидких углеводородов, извлекаемых из природного газа, освоению газовых месторождений на

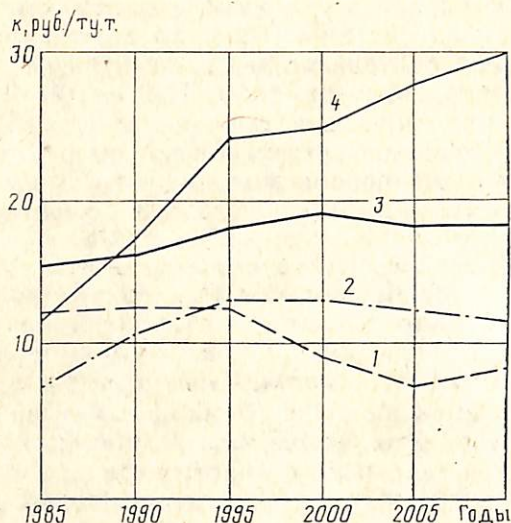


Рис. 5. Удельные капитальные вложения в ТЭК на производство энергоресурсов: 1 — газовая промышленность; 2 — угольная промышленность; 3 — ТЭК в целом; 4 — нефтяная промышленность

морском шельфе и производству сжиженного метана для экспорта в США и др. Возможно совместное осуществление таких крупных проектов, как получение бытового твердого, жидкого, моторного топлива и химического сырья из канско-ачинского угля, производство энергосберегающего оборудования и установок по использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии с долевым распределением сэкономленного топлива и т. д.

5. ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ ЭНЕРГЕТИКИ

Энергетика является важным участником процесса расширенного воспроизводства и как потребитель значительной части капитальных вложений, материальных и трудовых ресурсов, и как производитель.

В 60-е и до середины 70-х годов доля топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в общем объеме капитальных вложений в народное хозяйство СССР была в основном стабильна и составляла около 14%. С конца 70-х годов она быстро увеличивалась и в настоящее время достигла почти 20%. Это обусловлено многими факторами, главный из которых — истощение традиционных топливных баз и необходимость освоения новых в удаленных районах страны со сложными природными условиями. Согласно [7], капитальные вложения на единицу дополнительно вводимой мощности возрастут в перспективе по сравнению с се-

рединной 70-х годов в добыче нефти в 2,5, добыче и транспортировке газа — в 2 и угля — в 1,5 раза.

Если не противостоять этой тенденции, то при ожидаемом росте производства энергоресурсов в 1,4—1,45 раза доля ТЭК в общих капитальных вложениях достигнет к 2000 г. 24—25%, что, как показано в [2, 7], грозит прямым сдерживанием со стороны энергетики темпов экономического развития. Чтобы это предотвратить, разработана новая структурная политика в энергетике, принимаются меры к ускорению НТП во всех звеньях ТЭК. Эта новая политика предусматривает не только интенсификацию вдвое процессов энергосбережения при коренном совершенствовании структуры энергопотребления, но и перестройку структуры производства первичных энергетических ресурсов. Производственная структура изменится в результате уменьшения в энергетическом балансе доли наиболее быстро дорожающего ресурса — нефти — с компенсацией ее до 2000 г. ускоренным ростом добычи природного газа, причем таким, чтобы доля углеводородного топлива в целом в этот период оставалась неизменной. Одновременно будет заметно увеличиваться доля ядерной энергии — сначала за счет дальнейшего уменьшения потребления угля, а после 2000 г. — путем замены ею углеводородного топлива.

По нашим расчетам это позволит на 25—30% сократить объем капитальных вложений в развитие ТЭК. Сверх того, ускорение НТП в добыче (производстве), транспортировке и преобразовании энергетических ресурсов будет содействовать уменьшению капитальных вложений еще на 10—15%.

Эти направления активной структурной и технической политики в развитии энергетики могут, как следует из расчетов, остановить с конца XX в. рост средневзвешенной удельной капиталоемкости единицы производимых энергоресурсов (k) и абсолютного объема капитальных вложений в ТЭК (рис. 5). В итоге его доля в общих инвестициях возрастет в ближайшие годы до 20—21%, а затем будет снижаться на 1—2% за пятилетие.

Аналогичный анализ потребностей энергетики СССР в трудовых ресурсах позволяет ориентироваться на их стабилизацию в период до 2000 г. и последующее абсолютное сокращение. Доля ТЭК в общей численности занятых в материальном производстве сохранится при этом на уровне 6—7%.

Изучение взаимосвязей энергетики и экономики дает возможность с большой вероятностью ожидать, что благодаря усилению активной роли энергии и прекращению роста капиталоемкости этой отрасли наблюдавшийся с начала 70-х годов процесс снижения ее абсолютной эффективности (измеряемой в соответствии с [8]) уже в последнем десятилетии XX в. приостановится, а затем, вероятно, начнется рост этого важнейшего народнохозяйственного показателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Melentiev L. A., Makarov A. A., Beschinski A. A. a. o. Economic Growth and Energy Development. 13 Congress of the W. E. C., 1986.
2. Кононов Ю. Д. Энергетика и экономика. М.: Наука, 1981.
3. Макаров А. А. Крайние стратегии долгосрочного развития энергетики // Экономика и мат. методы. 1987. Т. XXIII. Вып. 1.
4. Вигдорчик А. Г., Ахмедов Э. А., Джемилева Р. Б., Чулков А. З., Чупятов В. П. Энергосбережение: методология определения и перспективы // Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. 1988. № 4.
5. Макаров А. А., Вигдорчик А. Г. Топливно-энергетический комплекс. М.: Наука, 1979.
6. Вартазарова Л. С., Иванюков Ю. П., Мелентьев Л. А. Некоторые проблемы оценки народнохозяйственной эффективности энергетики с использованием производственных функций // Электрон. моделирование. 1986. Т. 8. № 4.
7. Энергетический комплекс СССР. М.: Экономика, 1983.
8. Вартазарова Л. С. Об эффективности развития энергетики СССР // Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. 1984. № 3.

Поступила в редакцию
29 XI 1988