

тив, сотрудники которого должны сами обладать качествами инновационного менеджера.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. **Инновационный** менеджмент: учеб. для вузов / С. Д. Ильенкова [и др.]; под ред. С. Д. Ильенковой. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 327 с.
2. **Статистика** науки и инноваций: краткий терминологический словарь / под ред. Л. М. Гохберга. – М.: Центр исследований и статистики науки, 1996. – 305 с.

3. **Менеджмент** организации / под ред. З. П. Румянцевой, Н. А. Соломатина. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 429 с.
4. **Бройль Луи, де**. По тропам науки / пер. с фр.; послесл. И. В. Кузнецова. – М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 408 с.
5. <http://www.studyabroad.ru/info3.php>.
6. **Долгоруков, А. М.** Стратегическое искусство: целеполагание в бизнесе, разработка стратегем, воплощение / А. М. Долгоруков. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2004. – 367 с.

Поступила 24.04.2007

УДК 338.45:620.9

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

Канд. экон. наук, доц. НАГОРНОВ В. Н., КРАВЧЕНКО В. В.

Институт экономики НАН Беларуси

Обеспечение устойчивого социально-экономического инновационного развития Республики Беларусь требует привлечения в экономику дополнительных объемов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Вместе с тем повышение эффективности использования ТЭР позволяет одновременно уменьшить валовое потребление ТЭР при росте валового внутреннего продукта (ВВП) и способствовать сокращению выбросов вредных веществ. Так как более трети валового потребления ТЭР используется для производства тепловой и электрической энергии в системе ГПО «Белэнерго»¹, актуальной становится разработка показателей эффективности работы энергосистемы, из которых в качестве основного показателя может быть выбран коэффициент топливоиспользования [1].

Республика Беларусь обладает ограниченными собственными первичными топливно-энергетическими ресурсами (в 2005 г. данная величина составляла порядка 14,4 % валового

потребления ТЭР), а остальные импортирует в основном из России, затрачивая на это свыше 18 % ВВП в год с прогнозом на увеличение в связи с удорожанием цен на топливно-энергетические ресурсы. При общем потреблении 34,65 млрд кВт·ч в 2005 г. на собственных тепловых электрических станциях ГПО «Белэнерго» было выработано 30,11 млрд кВт·ч при среднегодовом коэффициенте использования установленной мощности около 30 %.

ГПО «Белэнерго» потребляет около 14,2 млн т у. т. в год для производства тепловой и электрической энергии. Примерно столько же ТЭР потребляет и жилищно-коммунальный сектор республики. ГПО «Белэнерго» централизованно производит около 35,44 млн Гкал тепловой энергии при общем потреблении порядка 73,5 млн Гкал. При этом 50 % электроэнергии производится на конденсационных электрических станциях (КЭС), а остальная часть – на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), где электроэнергия производится по комбинированному циклу, что

¹ Наименование «ГПО» применяется по отношению к периоду деятельности с 01.01.2007. По отношению к предыдущему году употребляется наименование «концерн».

позволяет сократить затраты на производство электроэнергии. В частности, при средней себестоимости электроэнергии по ГПО «Белэнерго» 3,87 цента США/(кВт·ч) в 2005 г. себестоимость электрической энергии на КЭС примерно в 2–2,5 раза выше, чем на ТЭЦ [2].

В связи с изложенным выше исследования, касающиеся повышения эффективности использования ТЭР в Республике Беларусь, весьма актуальны.

Поскольку топливо является единственным сырьем при производстве электроэнергии и теплоты, а топливная составляющая затрат в себестоимости энергии имеет наибольший удельный вес, необходимость повышения эффективности топливоиспользования в энергетических системах (ЭС) возникла вместе с их становлением. Еще в 1932 г. в системе «Ленэнерго» начал применяться, а затем был распространен на другие системы и электростанции метод энергетического баланса [3]. Долгое время удельный расход топлива на отпуск электрической энергии и теплоты от тепловых электрических станций был плановым и являлся действенным фактором для экономического стимулирования работников энергосистем. Главным показателем, определяющим экономию топлива, являлось отклонение фактических показателей от плановых. Экономия (перерасход) топлива на отпущенную энергию рассчитывалась по следующей формуле:

- на отпущенную электрическую энергию

$$\Delta B_{\text{э}} = (b_{\text{эпл}} - b_{\text{эф}}) \text{Э}_{\text{от}}, \quad (1)$$

где $b_{\text{эпл}}$, $b_{\text{эф}}$ – плановый и фактический удельные расходы топлива на отпущенную электрическую энергию; $\text{Э}_{\text{от}}$ – фактический отпуск электроэнергии;

- на отпущенную теплоту

$$\Delta B_{\text{т}} = (b_{\text{тпл}} - b_{\text{тф}}) Q_{\text{от}}, \quad (2)$$

где $b_{\text{тпл}}$, $b_{\text{тф}}$ – плановый и фактический удельные расходы топлива на отпущенную теплоту; $Q_{\text{от}}$ – фактическое количество теплоты, отпущенной от ТЭС.

Несмотря на то, что данная система просуществовала долгие годы, она имела значитель-

ные недостатки. В частности, расчет плановых показателей был достаточно трудоемким и не всегда объективным. Исходя из минимизации удельного расхода топлива, персонал ТЭС был недостаточно заинтересован в выполнении диспетчерского графика нагрузки, что приводило к образованию искусственного дефицита мощности генерирующих источников. В результате в объединенной энергосистеме СССР наблюдалось стойкое снижение частоты. Приведенные недостатки заставили в дальнейшем отказаться от действующей системы показателей топливоиспользования. Из плановых они стали расчетными, а в качестве главного стимулирующего показателя стала использоваться рабочая мощность.

Нормирование удельных расходов топлива в настоящее время базируется на нормативных энергетических характеристиках оборудования ТЭС. Оценка эффективности топливоиспользования производится путем сопоставления нормативных расходов топлива с фактическими. Используемая оценка эффективности имеет такие недостатки, как сложность учета в нормативных характеристиках всех реальных факторов, влияющих на расход топлива, т. е. действующая методика не позволяет в ряде случаев адекватно оценить эффективность топливоиспользования. Кроме того, за счет системной экономии топлива, например снижения выработки электроэнергии на КЭС и соответствующего увеличения производства электрической энергии на ТЭЦ по теплофикационному циклу, может происходить скрытый перерасход топлива в цикле ТЭС. Удельные расходы топлива на ТЭЦ, рассчитанные по физическому методу, не учитывают энергоценность отпускаемой потребителям теплоты. Действующая методика расчета удельных расходов топлива на ТЭЦ не дает правильной оценки эффективности развития теплофикации на базе парогазовых технологий, так как не учитывает увеличение удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении. Этот недостаток распространяется и на когенерационные установки, работающие с применением двигателей внутреннего сгорания.

Иногда в качестве критерия эффективности топливоиспользования предлагается так назы-

ваемый «коэффициент использования теплоты топлива» [4]

$$K_{\text{исп}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{от}} + Q_{\text{от}}}{BQ_{\text{н}}^{\text{p}}}, \quad (3)$$

где B – расход топлива; $Q_{\text{н}}^{\text{p}}$ – теплотворная способность топлива.

Использование данного критерия не правомочно хотя бы потому, что при увеличении отпуски теплоты или снижении производства электроэнергии он будет увеличиваться.

Расчет коэффициента полезного использования топлива (КПИ) по методике, изложенной в Республиканской программе по энергосбережению на период до 2000 г. [5], осуществляется следующим образом:

1) определяем коэффициент полезного использования топлива при производстве и передаче электроэнергии

$$KPI_{\text{ЭЭ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{от}} \cdot 0,123 \cdot 100 \%}{B_{\text{ЭЭ}}} = \frac{B'_{\text{ЭЭ}}}{B_{\text{ЭЭ}}} \cdot 100 \%; \quad (4)$$

2) рассчитываем коэффициент полезного использования топлива при производстве и транспорте теплоты

$$KPI_{\text{ТЭ}} = \frac{Q_{\text{от}} \cdot 0,143 \cdot 100 \%}{B_{\text{ТЭ}}} = \frac{B'_{\text{ТЭ}}}{B_{\text{ТЭ}}} \cdot 100 \%; \quad (5)$$

3) находим суммарный коэффициент полезного использования топлива на производство и транспорт электрической и тепловой энергии

$$KPI = \frac{B'_{\text{ЭЭ}} + B'_{\text{ТЭ}}}{B_{\text{ЭЭ}} + B_{\text{ТЭ}}} \cdot 100 \%. \quad (6)$$

К недостаткам данной методики можно отнести то, что она базируется не на удельных, а на общих расходах топлива. При этом в стороне остается ценная информация о КПД и удельных расходах производства электрической энергии и теплоты.

С 2001 г. в белорусской энергосистеме эффективность топливоиспользования оценивается по «Методике определения плановых норм расхода топливно-энергетических ресурсов в сопоставимых условиях в Белорусском государственном энергетическом концерне» [6], а с 2003 г. – по «Методике расчета целевого показателя по энергосбережению в сопостави-

мых условиях в Белорусском государственном энергетическом концерне» [7]. Данные методики похожи и отличаются лишь скорректированной формулой расчета целевого показателя по энергосбережению, поэтому далее приводится анализ последней методики.

Целевой показатель по энергосбережению в данной методике определяется по выражению

$$\Delta B = \Delta B_{\text{Э}} + \Delta B_{\text{ТЭ}} + \Delta B_{\text{А}} + \Delta B_{\text{Q}} + \Delta B_{\text{х.н.+пр.н.+др.}}, \quad (7)$$

где $\Delta B_{\text{Э}}$, $\Delta B_{\text{ТЭ}}$ – экономия топлива от мероприятий по снижению удельных расходов на отпуск электроэнергии и теплоты; $\Delta B_{\text{А}}$, ΔB_{Q} – экономия топлива за счет изменения относительных потерь энергии при ее транспорте в электрических и тепловых сетях; $\Delta B_{\text{х.н.+пр.н.+др.}}$ – экономия ТЭР за счет снижения расхода энергии на производственных и хозяйственные нужды, другие энергосберегающие мероприятия.

Экономия топлива от мероприятий по снижению удельных расходов топлива определяется в [7] как:

- для электроэнергии

$$\Delta B_{\text{Э}} = (b_{\text{Э}}^{\text{сop}} - b_{\text{Э}}) \mathcal{E}_{\text{от}}, \quad (8)$$

где $b_{\text{Э}}$ – фактический удельный расход топлива на отпуск электроэнергии за отчетный период; $b_{\text{Э}}^{\text{сop}}$ – удельный расход топлива в сопоставимых условиях; $\mathcal{E}_{\text{от}}$ – отпуск электроэнергии с шин за отчетный период;

- для теплоты

$$\Delta B_{\text{ТЭ}} = (b_{\text{ТЭ}}^{\text{сop}} - b_{\text{ТЭ}}) Q_{\text{от}}, \quad (9)$$

где $b_{\text{ТЭ}}$ – фактический удельный расход топлива на отпуск тепла за отчетный период; $b_{\text{ТЭ}}^{\text{сop}}$ – удельный расход топлива в сопоставимых условиях; $Q_{\text{от}}$ – отпуск тепловой энергии за отчетный период.

По своей сути предлагаемая методика является попыткой возврата к рассмотренным удельным расходам топлива. Ее достоинство заключается в возможности приведения энергетического оборудования энергосистемы в сопоставимые условия работы, что значительно повышает объективность расчетов и, следовательно, оценку эффективности топливоисполь-

зования. Вместе с тем нет конкретного определения «сопоставимых условий», что позволяет приводить в сопоставимые условия по разным критериям. Кроме того, приведение к сравнимым условиям достаточно трудоемко и сама по себе методика приведения имеет ограниченную нормативную и правовую базу.

Далее в развитие существующих методик в перечне общих показателей эффективности работы Комитета по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь (постановление Комитета по энергоэффективности от 12.05.2005 № 1) наряду с целевым показателем по энергосбережению приводится дополнительный показатель – снижение энергоемкости внутреннего валового продукта. Применительно к ГПО «Белэнерго» целевым показателем по энергосбережению является годовая экономия топлива. Тенденции изменения этого показателя (планируемые и фактические) приведены на рис. 1.

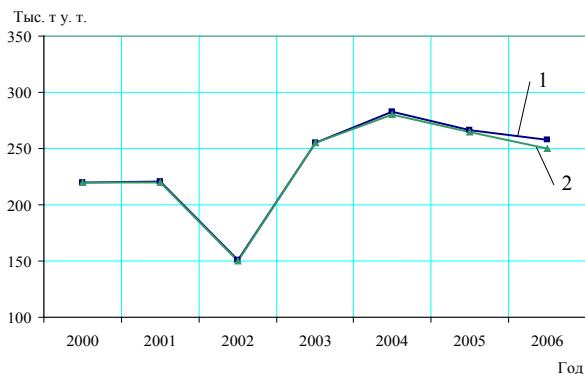


Рис. 1. Тенденции изменения целевого показателя по энергосбережению ГПО «Белэнерго» в 2000–2006 гг.: 1 – факт; 2 – план

Как следует из рис. 1, запланированные и фактические значения целевого показателя по энергосбережению ГПО «Белэнерго» за период 2000–2006 гг. практически совпадают.

С нашей точки зрения, может оказаться целесообразным комплексный подход с подробным анализом всех составляющих энергоемкости ВВП, т. е. учет как вклада отрасли в формирование самого ВВП, так и рационального использования топливно-энергетических ресурсов, необходимых для создания ВВП.

Предварительным этапом исследования может быть более полный учет влияния удельных расходов топлива на эффективность топ-

ливоиспользования при производстве электрической энергии и теплоты.

Наличие на ТЭЦ и в белорусской энергосистеме в целом двух удельных расходов топлива: по электрической энергии $b_э$ и тепловой энергии $b_{тэ}$ значительно усложняет анализ эффективности топливоиспользования и не позволяет дать однозначную оценку, потому что один из показателей может уменьшаться при одновременном росте другого (рис. 2). В то же время если это разделение действительно нужно делать, то по какому принципу.

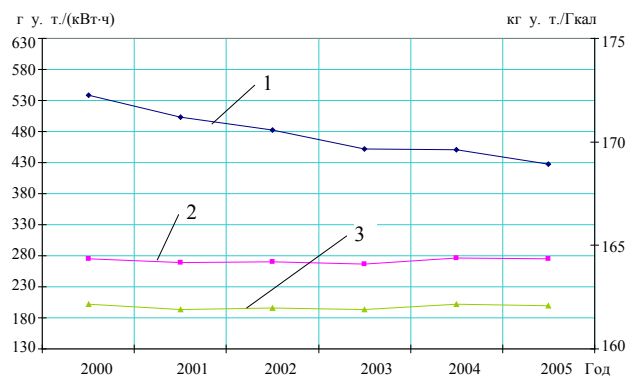


Рис. 2. Динамика расходов условного топлива на выработку электрической энергии, теплоты и среднего удельного расхода условного топлива в системе ГПО «Белэнерго» [8]: 1 – удельный расход условного топлива на отпуск теплоты; 2 – то же на выработку электроэнергии; 3 – средний удельный расход условного топлива

Предположим, что энергия топлива, теплоты и электрическая энергия представлены в одной размерности, тогда по известному выражению можно записать

$$B = b_э \mathcal{E}_{от} + b_{тэ} Q_{от}, \quad (10)$$

удельный средний расход условного топлива будет равен

$$\bar{b} = \frac{B}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}} = \frac{b_э \mathcal{E}_{от} + b_{тэ} Q_{от}}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}}. \quad (11)$$

Снижение среднего удельного расхода топлива \bar{b} будет показывать рост эффективности топливоиспользования в энергосистеме.

Предлагаемый показатель эффективности топливоиспользования в целом по энергосистеме должен учитывать потери энергии при ее транспортировке

$$\bar{b}_H = \frac{b_3 \mathcal{E}_{от} (1 - \Delta \mathcal{E}_{пс})^{-1} + b_{т3} Q_{от} (1 - \Delta Q_{пс})^{-1}}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}}, \quad (12)$$

где $\Delta \mathcal{E}_{пс}$, $\Delta Q_{пс}$ – относительные потери электрической энергии и теплоты при транспортировке.

Приведенное выше выражение для \bar{b} можно использовать и для расчета значений коэффициента полезного топливоиспользования (КПТИ):

$$\bar{\eta} = \frac{0,123}{\bar{b}}, \quad (13)$$

где

$$\bar{b} = \frac{\eta_{\mathcal{E}}^{-1} \mathcal{E}_{от} + \eta_{т3}^{-1} Q_{от}}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}}. \quad (14)$$

Принимая во внимание тот факт, что при отсутствии энергосберегающих мероприятий расход условного топлива увеличивается, формулу (10) можно записать в виде

$$B = b_3 \mathcal{E}_{от} + b_{т3} Q_{от} + \Delta B, \quad (15)$$

где ΔB – целевой показатель по энергосбережению ГПО «Белэнерго».

Тогда формула (11) для среднего удельного расхода условного топлива примет вид

$$\bar{b} = \frac{B}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}} = \frac{b_3 \mathcal{E}_{от} + b_{т3} Q_{от} + \Delta B}{\mathcal{E}_{от} + Q_{от}}. \quad (16)$$

В этом случае на величину ΔB также можно скорректировать формулы (12) и (14), а коэффициент полезного топливоиспользования (13) без учета годовой фактической экономии топлива ГПО «Белэнерго» уменьшится, так как знаменатель дроби увеличится.

Рис. 3 отражает динамику изменения предлагаемого коэффициента полезного топливоиспользования и среднего удельного расхода условного топлива как с учетом, так и без учета целевого показателя по энергосбережению (фактической годовой экономии условного топлива в ГПО «Белэнерго»).

Преимущество предложенного коэффициента полезного топливоиспользования состоит в том, что он позволяет связать эффективность производства электрической и тепловой энергии с целевым показателем по энергосбережению ГПО «Белэнерго» и наглядно отражает эффективность энергосберегающих мероприятий.



Рис. 3. Динамика изменения обобщенного КПТИ и среднего удельного расхода условного топлива в системе ГПО «Белэнерго»: 1 – КПТИ; 2 – то же без учета фактической экономии топлива ГПО «Белэнерго»; 3 – средний удельный расход условного топлива; 4 – то же без учета фактической экономии топлива ГПО «Белэнерго»

ВЫВОДЫ

1. Предложенный коэффициент полезного топливоиспользования позволяет связать эффективность производства электрической и тепловой энергии с целевым показателем по энергосбережению ГПО «Белэнерго».

2. Расчеты показали, что благодаря энергосберегающим мероприятиям ГПО «Белэнерго» коэффициент полезного топливоиспользования за период 2000–2005 гг. повышается в среднем на 1 % в год.

3. Предлагаемый коэффициент дает возможность повысить качество информации об эффективности полезного топливоиспользования как при генерации, так и при передаче энергии, что особо актуально при переходе энергосистемы на работу в рыночных условиях, когда генерирующие компании становятся самостоятельными единицами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нагорнов, В. Н.** Коэффициент топливоиспользования как показатель эффективности работы энергосистемы / В. Н. Нагорнов, В. В. Кравченко // Белорусская модель социально-экономического устойчивого инновационного развития: формирование и пути реализации:

сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Минск 19–22 апр. 2006 г. – Минск, 2006. – С. 551–553.

2. **Кулаков, Г. Т.** Цены на энергоносители и их влияние на конкурентоспособность продукции / Г. Т. Кулаков // Двусторонние экономические отношения Беларусь – Германия, Беларусь – Россия и энергетическая безопасность Беларуси: материалы цикла семинаров «Макроэкономические проблемы развития Беларуси» / Фонд им. Ф. Эберта; науч. ред. П. Г. Никитенко. – Минск, 2004.

3. **Горшков, А. С.** Техничко-экономические показатели тепловых электрических станций / А. С. Горшков. – 2-е изд. – М.: Энергия, 1974. – 364 с.

4. **Качан, А. Д.** Справочное пособие по технико-экономическим основам ТЭС / А. Д. Качан, Б. В. Яковлев. – Минск: Вышэйш. шк., 1982. – 318 с.

5. **Республиканская программа по энергосбережению на период до 2000 года**, одобренная постановлением Кабинета Министров Республики Беларусь от 13 июня 1996 г. № 391.

6. **Методика** определения плановых норм расхода топливно-энергетических ресурсов в сопоставимых условиях в Белорусском государственном энергетическом концерне. – Минск, 2001.

7. **Методика** расчета целевого показателя по энергосбережению в сопоставимых условиях в Белорусском государственном энергетическом концерне. – Минск, 2003.

8. **Топливо** [Электронный ресурс] / ГПО «Белэнерго» – Минск, 2007. – Режим доступа: <http://www.energo.by/proiz/p34.htm>.

Поступила 23.03.2007

УДК 338

СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕСТВА

Канд. экон. наук ПОДДЕРЕГИНА Л. И.

Белорусский национальный технический университет

На современном этапе развития общественного производства по поводу определения сущности и структуры экономической системы существуют различные точки зрения. В [1, 2] утверждается, что экономическая система –

«относительно самостоятельное человеческое общество, ведущее совместную жизнь в исторически определенных материальных условиях и в органическом единстве с ним».

По утверждению ученых-экономистов [3, 4],