

УДК 338.45:620.9

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА В БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Докт. техн. наук, проф. КУЛАКОВ Г. Т.,  
канд. техн. наук, доц. КУЛАКОВ А. Т., КРАВЧЕНКО В. В.

*Институт экономики Национальной академии наук Беларуси,  
Белорусский национальный технический университет*

Энергия – основа обеспечения необходимых условий жизнедеятельности и развития человечества, уровня его материального и экономического благополучия, а также взаимоотношений общества с окружающей средой. Основными факторами, определяющими объемы потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), являются темпы экономического роста, численность населения, динамика мировых цен прежде всего на нефть и природный газ, эффективность использования ТЭР, возможное глобальное изменение климата.

По расчетам экспертов, потребление первичных энергоресурсов (ПЭР) в мире в 2000–2030 гг. может вырасти по среднему варианту с 13,9 до 22,9 млрд т у. т. (в 1,64 раза). При этом в странах с переходной экономикой показатели среднегодовых темпов прироста потребления составят 1,5 %. Доминирующее положение в структуре потребления ПЭР сохранится за энергоносителями органического происхождения. Их доля в мировом энергопотреблении останется примерно на одном уровне: 85,4 % – в 2000 г. и 85 % – к 2030 г. (при соответствующем незначительном увеличении доли энергии АЭС, ГЭС и других возобновляемых источников энергии – с 14,6 до 15,0 %) [1].

По данным [2], валовое потребление ТЭР в Республике Беларусь в период 2000–2020 гг. может увеличиться по сравнению с 2000 г. в зависимости от темпов снижения энергоемкости ВВП от 1,5 до 1,9 раза. Это приведет к соответствующему возрастанию выбросов вредных веществ. Причем стоимость импортируемых в Республику Беларусь ТЭР по сравнению с 2000 г. может увеличиться в 2020 г. от 8,8 до 11,2 раза при росте импорта ТЭР в Беларуси всего в 1,5–2,0 раза. Из 39,23 млн т у. т., составляющих отечественное валовое потребление ТЭР в 2008 г., третья

часть была использована в энергосистеме, электростанции и котельные которой в основном работают на импортируемом природном газе.

Средняя цена 1 т у. т. импорта природного газа в 2003–2008 гг. увеличилась в 3,5 раза и составила 111 дол./т у. т. По экспортным прогнозам, цена 1 т у. т. природного газа в Республике Беларусь составит к 2020 г. 385 дол./т у. т. [3]. В связи с этим актуальность вопросов совершенствования показателей эффективности использования топлива в энергосистеме Республики Беларусь сомнений не вызывает.

Действующая система определения эффективности топливоиспользования на ТЭС энергосистемы, введенная четверть века назад, основана на нормировании и анализе удельных расходов топлива (УРТ) на отпуск электроэнергии и теплоты. Нормирование величины УРТ на отпуск электроэнергии и теплоты проводится с использованием нормативных энергетических характеристик (НЭХ) оборудования ТЭС, сопоставление которых с фактическими значениями УРТ служит для оценки технического уровня и качества эксплуатации станции. При этом расчет нормативных УРТ производится за различные периоды эксплуатации энергоисточников при фактически сложившемся работающем оборудовании и режимах его загрузки.

В основу расчета нормативных УРТ в действующей в настоящее время системе анализа показателей топливоиспользования положен физический метод разделения топливных затрат на ТЭЦ [4]. Вместе с тем, тенденции изменения удельных расходов электрической и тепловой энергии зачастую не совпадают, что не позволяет однозначно оценить эффективность использования топлива на ТЭЦ.

В [5] предложен коэффициент полезного топливоиспользования в целом по энергосистеме. Оценка удельного среднего расхода топлива производится на единицу суммарной произведенной тепловой и электрической энергии, приведенной к одной размерности. Однако данный коэффициент не учитывает тенденций изменения цен на импортируемые энергоресурсы.

Одним из важнейших показателей социально-экономического развития ГПО «Белэнерго» в настоящее время является показатель по энергосбережению. Целевой показатель по энергосбережению (ЦПЭ) для государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» – это абсолютное изменение обобщенных энергозатрат в отчетном периоде к уровню базисного периода, достигаемое за счет:

- изменения удельных расходов топлива на отпуск электроэнергии;
- изменения удельных расходов топлива на отпуск теплоэнергии;
- экономии ТЭР от реализации энергосберегающих мероприятий в других видах деятельности, включая транспортировку электроэнергии и теплоэнергии.

За счет реализации Программы энергосбережения экономия топлива за 2008 г. по ГПО «Белэнерго» составила 290 тыс. т у. т. (100 % задания на 2008 г.), что соответствует 1,9 % объема годового потребления ТЭР, в том числе в: РУП «Минскэнерго» – 94 тыс. т у. т.; РУП «Витебскэнерго» – 48; РУП «Брестэнерго» – 46; РУП «Гомельэнерго» – 42; РУП «Могилевэнерго» – 34; РУП «Гродноэнерго» – 26 тыс. т у. т.

Таким образом, наибольший вклад в экономию топлива в 2008 г. внес РУП «Минскэнерго». Вместе с тем, удельные расходы условного топлива на отпуск электрической и тепловой энергии последнего в 2008 г. увеличились по сравнению с 2007 г. на 16,6 г на 1 кВт·ч при выпуске электрической энергии; на 0,15 кг на 1 Гкал – при выпуске тепловой энергии, что свидетельствует об уменьшении эффективности работы РУП «Минскэнерго» в 2008 г. (табл. 1).

Таблица 1

Удельные расходы условного топлива на отпуск электрической и тепловой энергии за 2007 и 2008 гг. [6]

РУП	2007 г.	2008 г.	Отклонение
	Отчет	Отчет	
На отпуск электрической энергии, г/(кВт·ч)			
«Брестэнерго»	326,6	331,1	4,5
«Витебскэнерго»	301,7	302,0	0,3
«Гомельэнерго»	196,2	220,8	24,6
«Гродноэнерго»	185,0	182,5	-2,5
«Минскэнерго»	233,6	250,2	16,6
«Могилевэнерго»	198,4	198,5	0,1
По ГПО «Белэнерго»	273,3	279,6	6,3
На отпуск тепловой энергии, кг/Гкал			
«Брестэнерго»	162,19	164,38	2,19
«Витебскэнерго»	165,52	165,01	-0,51
«Гомельэнерго»	171,33	171,24	-0,09
«Гродноэнерго»	169,89	169,00	-0,89
«Минскэнерго»	166,65	166,80	0,15
«Могилевэнерго»	172,31	172,20	-0,11
По ГПО «Белэнерго»	168,04	168,11	0,07

Следовательно, можно сделать вывод о том, что абсолютное значение целевого показателя по энергосбережению ГПО «Белэнерго» (экономию топлива, тыс. т у. т.) не позволяет ранжировать областные РУП по эффективности использования ТЭР.

В связи с изложенным выше целевой показатель по энергосбережению для ГПО «Белэнерго» целесообразно определять в виде относительного целевого показателя по энергосбережению (ОЦПЭ)

$$\text{ОЦПЭ} = \frac{\Delta B_3}{B} \cdot 100\% = \frac{\Delta B_3}{N_3 b_3 + Q_1 b_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $\Delta B_3$  – экономия топлива соответствующим РУП или ГПО «Белэнерго» в целом, тыс. т у. т.;  $B$  – общее годовое потребление топлива соответствующим РУП или ГПО «Белэнерго» в целом, тыс. т у. т.,

$$B = N_3 b_3 + Q_1 b_1, \quad (2)$$

где  $b_3$  – удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии, г/(кВт·ч);  $b_T$  – удельный расход условного топлива на отпуск тепловой энергии, кг/Гкал.

Использование предложенного показателя ОЦПЭ позволяет более полно оценить эффективность работы в 2008 г. каждого РУП и ГПО «Белэнерго» в целом (табл. 2).

Таблица 2

Существующий и предлагаемые целевые показатели по энергосбережению областных РУП и ГПО «Белэнерго» в 2008 г.

РУП ГПО	ЦПЭ	ОЦПЭ	СЦПЭ
	$\Delta B_3$ , тыс. т у. т.	$\Delta B_3/B \cdot 100$ , %	$\Delta B_3 C_T / B$ , дол./т у. т.
«Брестэнерго»	46	3,11	7,36
«Витебскэнерго»	48	0,892	1,84
«Гомельэнерго»	42	2,77	6,55
«Гродноэнерго»	26	3,65	8,64
«Минскэнерго»	94	2,5	5,92
«Могилевэнерго»	34	3,08	7,28
По ГПО «Белэнерго»	290	1,95	4,62

Из табл. 2 видно, что наиболее эффективно в 2008 г. сработало РУП «Гродноэнерго» (ОЦПЭ – 3,65 %). Этот факт подтверждается также данными табл. 1: удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии этого областного РУП уменьшился на 2,5 г на 1 кВт·ч, а тепловой энергии – на 0,89 кг на 1 Гкал.

Вместе с тем, ОЦПЭ не учитывает изменение цен на импортируемые энергоресурсы. В связи с этим целесообразно использовать стоимостной целевой показатель по энергосбережению (СЦПЭ) для ГПО «Белэнерго» как соотношение стоимости обобщенных энергозатрат (импортозамещение) к общему годовому потреблению топлива

$$СЦПЭ = \frac{\Delta B_3 C_T}{B}, \quad (3)$$

где  $C_T$  – цена 1 т у. т. импортируемого энергоресурса.

Стоимостной целевой показатель по энергосбережению РУП «Гродноэнерго» в 2008 г. составил 8,64 дол./т у. т., что превышает средний по ГПО «Белэнерго» в 1,46 раза, в то время как ОЦПЭ – в 1,87 раза.

Для сравнения, экономия топлива за 2006 г. в ГПО «Белэнерго» составила 257,4 тыс. т у. т., в том числе по областным РУП экономия топлива распределилась следующим образом: «Брестэнерго» – 35,25 %; «Могилевэнерго» – 19,14; «Витебскэнерго» – 13,94; «Гомельэнерго» – 13,0; «Минскэнерго» – 9,94; «Гродноэнерго» – 8,73 % (итого – 100 %).

При среднем удельном расходе условного топлива на отпуск электрической энергии по ГПО «Белэнерго» 274,6 г/(кВт·ч) (100 %) распределение от среднего по областным РУП составило: «Гродноэнерго» – 68,1 %; «Гомельэнерго» – 71,7; «Могилевэнерго» – 73,3; «Минскэнерго» – 86,5; «Витебскэнерго» – 110,8; «Брестэнерго» – 120,2 %.

Однако при среднем удельном расходе условного топлива на отпуск тепловой энергии в 2006 г. по ГПО «Белэнерго» 168,44 кг/Гкал (100 %) распределение по областным РУП составило: «Брестэнерго» – 96,6 %; «Минскэнерго» – 98,8; «Витебскэнерго» – 99,0; «Гродноэнерго» – 101,3; «Могилевэнерго» – 102,2; «Гомельэнерго» – 102,6 %.

При этом показатели себестоимости электрической энергии за 2006 г. в процентном выражении распределились следующим образом: «Витебскэнерго» – 65,3 %; «Минскэнерго» – 97,8; «Гомельэнерго» и РУП «Гродноэнерго» по – 102,4; «Могилевэнерго» – 111,1; «Брестэнерго» – 112,6. По ГПО «Белэнерго» – 95,4 руб./(кВт·ч) (100 %).

Показатели себестоимости тепловой энергии за 2006 г. в процентном выражении распределились от среднего для ГПО «Белэнерго» 41481,9 руб./Гкал (100 %) таким образом: «Витебскэнерго» – 88,5 %; «Гродноэнерго» – 97,8; «Могилевэнерго» – 99,7; «Минскэнерго» – 102,23; «Брестэнерго» – 102,22; «Гомельэнерго» – 108,6 %.

Первое место в абсолютной экономии топлива в энергосистеме в 2006 г. принадлежало РУП «Брестэнерго» (90734,5 т у. т. при плане 74181 т у. т.), второе – РУП «Могилевэнерго» (49258,4 т у. т. при плане 33532 т у. т.). Задание же по экономии топливно-энергетических ресурсов на 2006 г. было превышено РУП «Брестэнерго» на 22,3 %, а РУП «Могилевэнерго» – на 46,9 %. В результате этого относительный целевой показатель по энергосбережению РУП «Могилевэнерго» в 2006 г. составил 3,87 %, а РУП «Брестэнерго» – 3,17 % при среднем по ГПО «Белэнерго» – 1,76 %. Таким образом, фактически первое место по эффективности использования топлива в 2006 г. по ГПО «Белэнерго» принадлежало РУП «Могилевэнерго».

Для оценки эколого-экономической эффективности использования топливно-энергетических и водных ресурсов ГПО «Белэнерго» предлагается использовать следующий стоимостной показатель, позволяющий не только определить уровень эффективности производства тепловой и электрической энергии, но и стать своеобразным механизмом, стимулирующим экономию топлива, уменьшение выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу, водный бассейн, увеличение объемов использования местных видов топлива (МВТ) и затрат на охрану окружающей среды:

$$СПЭ = \frac{N_э \cdot Ц_э + Q_{теп} \cdot Ц_{теп} - Y_{экол} \left( 1 - \frac{\Delta B_э}{B} \right) \frac{CO_2^H}{CO_2^B}}{B_{имп}^{ск} \cdot Ц_{имп} + B_{МВТ}^{ск} \cdot Ц_{МВТ} + N_э^{имп} \cdot C_{имп}^{кВт\cdotч} - TЗ_{пр}^{охр}}, \quad (4)$$

где  $N_э$  – потребление электроэнергии, млрд кВт·ч;  $Ц_э$  – средний тариф за потребленную электрическую энергию, дол./(кВт·ч);  $Q_{теп}$  – отпущенная тепловая энергия, млн Гкал;  $Ц_{теп}$  – средний тариф на отпуск тепловой энергии, дол.;  $CO_2^H$ ,  $CO_2^B$  – выбросы парниковых газов соответственно отчетного и базового года, т/год;  $B_{имп}^{ск}$  – годовое скорректированное потребление импортируемого топлива, тыс. т у. т.;  $Ц_{имп}$  – стоимость 1 т у. т., дол.;  $B_{МВТ}^{ск}$  – годовое скорректированное потребление местных видов топлива, тыс. т у. т.;  $Ц_{МВТ}$  – стоимость 1 т у. т. МВТ, дол.;  $N_э^{имп}$  – чистый импорт

электрической энергии, млрд кВт·ч;  $C_{\text{имп}}^{\text{кВт·ч}}$  – стоимость 1 кВт·ч импортируемой электрической энергии, дол.;  $\text{TЗ}_{\text{пр}}^{\text{оxp}}$  – текущие затраты на охрану окружающей среды, дол.,

$$B_{\text{имп}}^{\text{ск}} = (N_{\text{э1}}^{\text{имп}} b_{\text{э}} + Q_{\text{т1}}^{\text{имп}} b_{\text{т}}) \left( 1 - \frac{\Delta B_{\text{э}}^{\text{имп}}}{B} \right), \quad (5)$$

$N_{\text{э1}}^{\text{имп}}$  – часть потребляемой электрической энергии, полученной на импортируемом топливе, млрд кВт·ч;  $Q_{\text{т1}}^{\text{имп}}$  – часть отпущенной тепловой энергии, полученной на импортируемом топливе, млн. Гкал;  $\Delta B_{\text{э}}^{\text{имп}}$  – годовая экономия импортируемого топлива, тыс. т у. т.;

$$B_{\text{мвт}}^{\text{ск}} = (N_{\text{э2}}^{\text{имп}} b_{\text{э}}^* + Q_{\text{т2}}^{\text{имп}} b_{\text{т}}^*) \left( 1 - \frac{\Delta B_{\text{э}}^{\text{мвт}}}{B} \right), \quad (6)$$

$N_{\text{э2}}^{\text{имп}}$  – часть потребляемой электрической энергии, полученной на МВТ, млрд кВт·ч;  $Q_{\text{т2}}^{\text{имп}}$  – часть отпущенной тепловой энергии, полученной на МВТ, млн Гкал;  $b_{\text{э}}^*$  – удельный расход условного местного вида топлива на отпуск электрической энергии, г/(кВт·ч);  $b_{\text{т}}^*$  – то же тепловой энергии, кг/Гкал;  $\Delta B_{\text{э}}^{\text{мвт}}$  – годовая экономия, тыс. т у. т.;

$$Y_{\text{экол}} = \gamma \text{Пл}, \quad (7)$$

$Y_{\text{экол}}$  – ущерб окружающей среде от выбросов загрязняющих веществ;  $\gamma$  – коэффициент перевода экологических платежей в реальный ущерб; Пл – платежи за использование природных ресурсов, дол.

## ВЫВОДЫ

1. Существующий целевой показатель по энергосбережению для ГПО «Белэнерго» не позволяет ранжировать областные РУП по эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, а также не учитывает изменение цен на импорт энергоресурсов.

2. Предложенный относительный целевой показатель по энергосбережению как процентное отношение экономии топлива к общему годовому потреблению топлива позволяет ранжировать областные РУП ГПО «Белэнерго» по эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

3. Предложенный стоимостной целевой показатель по энергосбережению для ГПО «Белэнерго» как отношение стоимости сэкономленного топлива к общему годовому потреблению топлива позволяет ранжировать областные РУП по эффективности использования топливно-энергетических ресурсов с учетом изменения цен на импортируемые энергоресурсы.

4. Для оценки эколого-экономической эффективности использования топливно-энергетических и водных ресурсов ГПО «Белэнерго» предложено использовать стоимостной показатель эффективности (СПЭ) как отношение стоимости отпущенной электрической и тепловой энергии, уменьшенной на величину ущерба окружающей среде от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброса сточных вод с учетом относительных величин годовой экономии топлива и выбросов парниковых газов к стоимости годовых используемых импортируемых ТЭР, местных видов топлива, чистого импорта электрической энергии, уменьшенной на величину текущих затрат на охрану окружающей среды. Предложенный СПЭ позволяет не только оценить уровень эколого-экономической эффективности производства тепловой и электрической энергии, но и выполнять функции, стимулирующие экономию топлива, сокращение выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу, а также увеличение объемов использования местных видов топлива и инвестиций в охрану окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б а й к о в, Н. Перспективы развития мировой энергетики до 2030 г. / Н. Байков, Г. Безмельницкая, Р. Гринкевич // Мировая экономика и международные отношения. – 2007. – № 5. – С. 19–30.
2. Н и к и т е н к о, П. Г. Энергоэффективность как ключевой момент энергетической безопасности Республики Беларусь / П. Г. Никитенко, Г. Т. Кулаков, В. М. Цилибина // Вестник фонда фундаментальных исследований. – 2008. – № 4. – С. 20–28.
3. М о л о ч к о, А. Ф. Цены на энергоносители: сценарии роста / А. Ф. Молочко // Энергетика и ТЭК. – 2008. – № 5. – С. 20–24.
4. П о л о ж е н и я о разработке, согласовании и утверждении топливно-технических документов по топливопользованию: РД РБ 34.09.154–98. – Минск: Концерн «Белэнерго», 1998.
5. Н а г о р н о в, В. Н. Анализ показателей эффективности топливоиспользования в энергосистемах / В. Н. Нагорнов, В. В. Кравченко // Вестник БНТУ. – 2007. – № 4. – С. 67–72.
6. Т о п л и в о // ГПО «Белэнерго» [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.energo.by/proiz/p34.htm> – Дата доступа: 07.12.2009.

Представлена сектором  
минерально-сырьевых ресурсов  
Института экономики НАН Беларуси

Поступила 29.12.2009