

Х. З. БАРАБАНЕР, Ф. Г. КОВАРСКАЯ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОЙ МОЩНОСТИ СЛАНЦЕВЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ЭСТОНСКОЙ ССР  
ВО ВРЕМЯ ПРОВАЛОВ НАГРУЗКИ**

В последние годы за счет резкого увеличения доли АЭС структура генерирующих мощностей в объединенной электроэнергетической системе Северо-Запада СССР (ОЭЭС Северо-Запада) значительно изменилась. Последствия этого оказались весьма неблагоприятными для топливно-энергетического комплекса (ТЭК) Эстонской ССР: во-первых, снизилось число часов использования установленной мощности эстонских сланцевых электростанций, и в связи с этим ухудшились их технико-экономические показатели, во-вторых, вследствие уменьшения выработки электроэнергии на сланцевых электростанциях уменьшилось использование эстонских дорогостоящих сланцев, сократилась их добыча, ухудшились технико-экономические показатели сланцедобывающих предприятий.

Анализ показал, что в условиях Эстонской ССР одним из возможных путей исправления создавшегося положения является дополнительная выработка электроэнергии в часы провалов графиков нагрузки на сланцевых электростанциях (при безусловном соблюдении системного диспетчерского графика, то есть при участии в регулировании нагрузки ОЭЭС Северо-Запада) и использование этой электроэнергии для покрытия части потребности республики в тепле. Создание такой системы потребителей-регуляторов позволит не только ослабить перечисленные негативные моменты в развитии электроэнергетики и сланцедобычи республики\*, но и будет способствовать экономии трудовых ресурсов и дефицитных высококачественных топлив.

В Институте термofизики и электрофизики АН ЭССР (ИТЭФ АН ЭССР) разработан метод оценки технических возможностей и экономической эффективности использования свободной мощности энергосистемы во время провалов нагрузки для дополнительной выработки электроэнергии в целях электрификации тепловых процессов. Метод базируется на использовании режимно-экономических характеристик (РЭХ) энергетической системы.

Эти характеристики представляют зависимости изменения удельных приведенных затрат на производство, передачу и распределение электроэнергии  $z$  от величины дополнительно используемой во время провалов нагрузки свободной мощности энергосистемы  $P'$ . Построение характеристик базируется на исследовании влияния режимных факторов на технико-экономические показатели функционирования как отдельных звеньев, так и электроснабжающей системы в целом. В качестве таких показателей рассматриваются единовременные (основные фонды звеньев энергосистемы, фондоемкость электроснабжения) и эксплуатационные затраты (ежегодные издержки и се-

\* Даже если будут найдены другие пути выравнивания сложившегося в ТЭК Эстонской ССР положения, создание системы потребителей-регуляторов оправдано для регулирования ОЭЭС Северо-Запада.

бестоимость электроснабжения). Для оценки допустимых народнохозяйственных затрат на дополнительную выработку электроэнергии используются показатели замыкающих затрат на топливо и энергию. Для построения РЭХ удельные приведенные затраты на электроснабжение оцениваются дифференцированно по сезонам года и для характерных суток. Особенности режимов электроснабжения в первом случае характеризуются годовым числом часов использования максимума нагрузки  $h$  и коэффициентом, показывающим изменения суточных объемов производимой и передаваемой электроэнергии относительно среднегодового показателя  $k_s$ , а во втором — коэффициентами неравномерности  $a$  и заполнения  $\gamma$  суточного графика нагрузки, а также коэффициентом загрузки электроснабжающего оборудования  $k$ .

Величина свободной мощности, используемой во внепиковое время для дополнительной выработки или передачи электроэнергии  $\Delta P_r$ , определяется при помощи выражения

$$\Delta P_r^c = P_r k_r^c (1 - \alpha_r^c), \quad (1)$$

где индексы  $r$  и  $c$  соответствуют звену энергосистемы и рассматриваемым суткам года,  $P_r$  — установленная мощность оборудования соответствующего звена энергосистемы.

Объем внепиковой электроэнергии, который можно дополнительно выработать и передать в течение суток за счет использования  $\Delta P_r^c$  определяется следующим образом:

$$\Delta \mathcal{E}_r^c = 24 \Delta P_r^c (1 - \gamma_r^c) / (1 - \alpha_r^c). \quad (2)$$

Величина удельных приведенных затрат на электроснабжение в выровненном режиме  $n$  определяется как

$$z_n = \sum_{r=1}^R \frac{E_H \Delta K_{rn} + U_r (g_r^p \frac{P_r + \Delta P_{rn}}{P_r} + g_r^{\mathcal{E}} \frac{\mathcal{E} + \Delta \mathcal{E}_n}{\mathcal{E}})}{\mathcal{E} + \Delta \mathcal{E}_n} \quad (3)$$

где  $n = \overline{1, N}$  — рассматриваемые варианты использования свободной мощности энергосистемы,  $r = \overline{1, R}$  — звенья электроснабжающей системы,  $E_H$  — коэффициент эффективности капиталовложений,  $\mathcal{E}$  — годовой объем электроэнергии в начальном режиме,  $U_r$  — ежегодные издержки на электроснабжение в начальном режиме,  $\Delta P_{rn}$  — дополнительно используемая пропускная способность электроснабжающей сети,  $\Delta K_{rn}$  — необходимые капиталовложения в систему электроснабжения для использования  $\Delta P_{rn}$ ,  $\Delta \mathcal{E}_n$  — дополнительные объемы внепиковой электроэнергии, передаваемые потребителям-регуляторам,  $g_r^p$ ,  $g_r^{\mathcal{E}}$  — условно-постоянная и условно-переменная составляющие ежегодных издержек на электроснабжение в относительных единицах.

Выражения (1)–(3) являются основными при построении РЭХ отдельных звеньев системы электроснабжения в целом. Алгоритм расчета показателей РЭХ представлен на рис. 1.

В качестве потребителей-регуляторов нагрузки энергосистемы Эстонской ССР рассматриваются системы аккумуляционного электроотопления преимущественно в сельской местности. Максимальные нагрузки систем теплоснабжения во времени практически совпадают по времени с максимумом нагрузки энергосистемы. Поэтому возможности дополнительной выработки, передачи и использования внепиковой электроэнергии определяются по суткам максимального электропотребления.

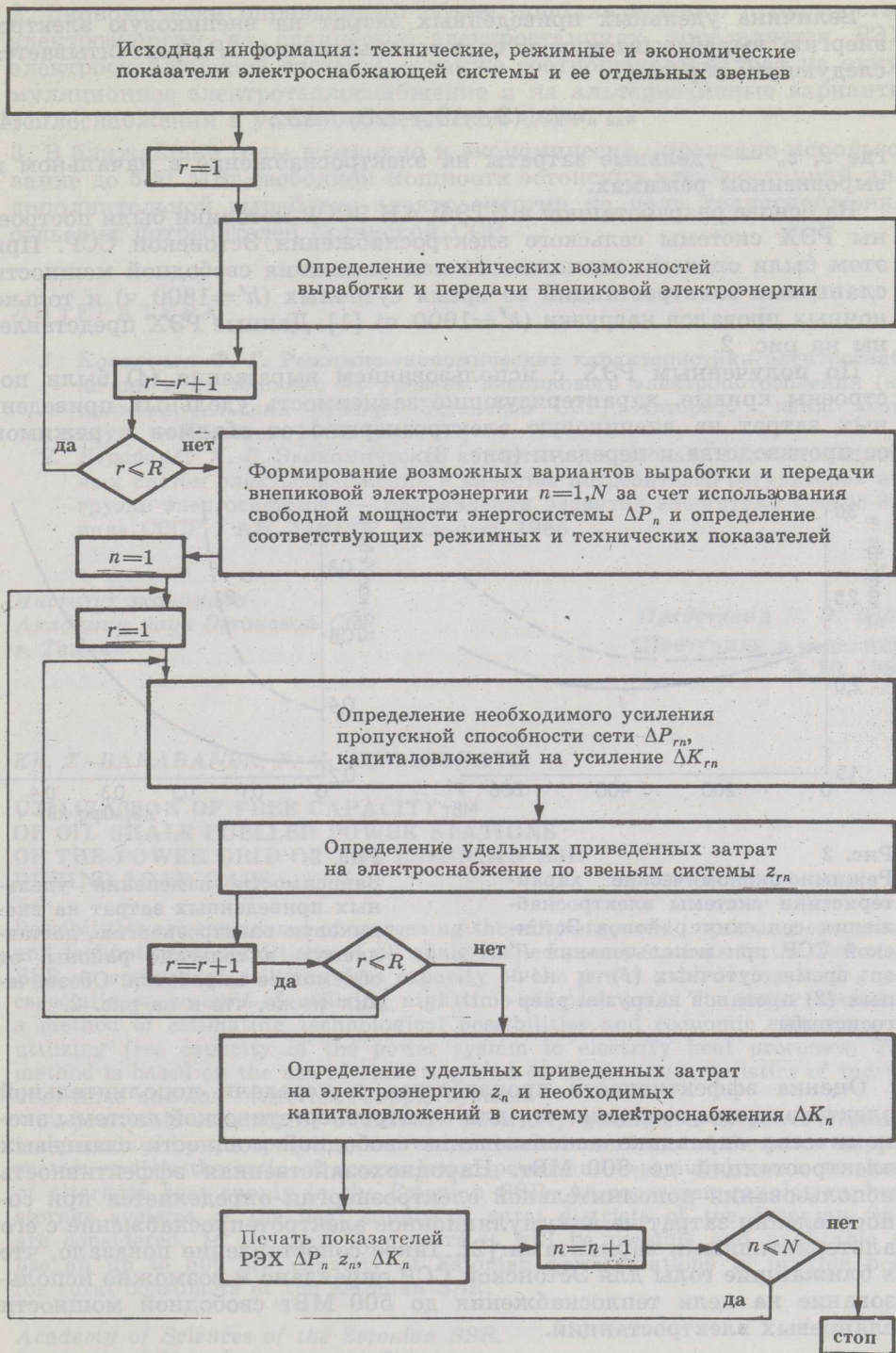


Рис. 1

Блок-схема алгоритма расчета показателей РЭХ отдельных звеньев и электроснабжающей системы в целом

Величина удельных приведенных затрат на внепиковую электроэнергию, вырабатываемую за счет использования  $\Delta P_n$ , рассчитывается следующим образом:

$$z_{вн n} = (z_n (\Theta + \Delta\Theta_n) - z\Theta) / \Delta\Theta_n, \quad (4)$$

где  $z, z_n$  — удельные затраты на электроснабжение в начальном и выровненном режимах.

На основе разработанной в ИТЭФ АН ЭССР методики были построены РЭХ системы сельского электроснабжения Эстонской ССР. При этом были оценены возможности использования свободной мощности сланцевых электростанций во время суточных ( $h' = 1800$  ч) и только ночных провалов нагрузки ( $h' = 1000$  ч) [1]. Данные РЭХ представлены на рис. 2.

По полученным РЭХ с использованием выражения (4) были построены кривые, характеризующие зависимость удельных приведенных затрат на внепиковую электроэнергию от объемов и режимов ее производства и передачи (рис. 3).

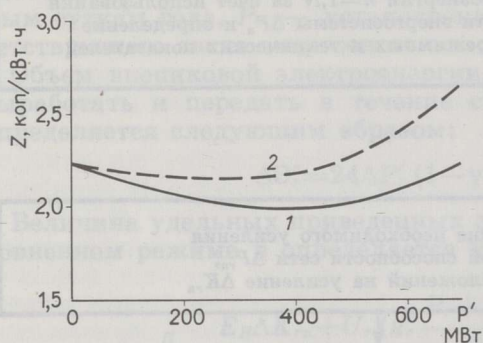


Рис. 2

Режимно-экономические характеристики системы электроснабжения сельских районов Эстонской ССР при использовании  $P'$  во время суточных (1) и ночных (2) провалов нагрузки энергосистемы

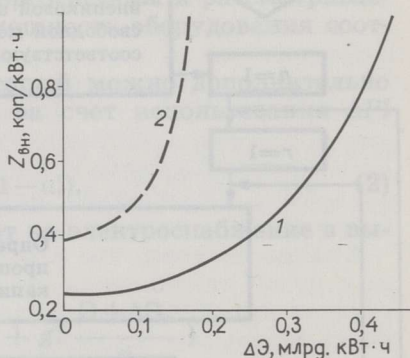


Рис. 3

Зависимости изменения удельных приведенных затрат на внепиковую электроэнергию, доставляемую в сельские районы, от объемов ее выработки. Обозначения те же, что и на рис. 2.

Оценка эффективности производства и передачи дополнительной электроэнергии показала, что для электроэнергетической системы экономически оправдано использование свободной мощности сланцевых электростанций до 800 МВт. Народнохозяйственная эффективность использования дополнительной электроэнергии определяется при сопоставлении затрат на аккумуляционное электротеплоснабжение с его альтернативными вариантами [2]. Такое сопоставление показало, что в ближайшие годы для Эстонской ССР оправдано и возможно использование на цели теплоснабжения до 500 МВт свободной мощности сланцевых электростанций.

## Выводы

1. Имеются возможности повышения эффективности и улучшения режимов работы эстонских сланцевых электростанций за счет использования внепиковой (прежде всего ночной) электроэнергии для теплоснабжения потребителей-регуляторов.

2. Экономически оправданный объем дополнительного производства электроэнергии на сланцевых электростанциях определяется РЭХ электроснабжающей системы, а также соотношением затрат на аккумуляторное электротеплоснабжение и на альтернативные варианты теплоснабжения в условиях Эстонской ССР.

3. В ближайшие годы возможно и экономически оправдано использование до 500 МВт свободной мощности эстонских электростанций для дополнительной выработки электроэнергии на цели теплоснабжения сельских потребителей Эстонской ССР.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коварская Ф. Г. Режимно-экономические характеристики электроснабжения и их влияние на уровень внепикового электропотребления (на примере сельских районов Эстонской ССР): Автореф. ... канд. экон. наук. — Тбилиси, 1983.
2. Барабанер Х. З. Экономические аспекты использования аккумуляторных систем электроснабжения в качестве потребителей-регуляторов нагрузки энергосистемы — Направления развития энергетики Северо-Запада СССР. / АН Лит.ССР. Вильнюс, 1986.

*Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР  
г. Таллин*

*Представил Л. Э. Вайк  
Поступила в редакцию  
3. 10. 1985*

*Kh. Z. BARABANER, F. G. KOVARSKAYA*

### UTILIZATION OF FREE CAPACITY OF OIL SHALE FUELLED POWER STATIONS OF THE POWER GRID OF THE ESTONIAN SSR DURING LOAD GAPS

Possibilities are considered of increasing the efficiency and improving operating and technological conditions of oil shale fuelled power stations in the Estonian SSR on account of utilizing free capacity of the power grid during load gaps, especially on account of utilizing nighttime off-peak load. The paper describes a method of estimating technological possibilities and economic efficiency of utilizing free capacity of the power system to electrify heat processes. The method is based on the use of operating and economic characteristics of individual links and the entire heat-supply system.

A profitable capacity of additional electricity generation at power stations is determined by the operating and economic characteristics of the power-supply system and by the ratio of accumulation power-and-heat supply costs to those of alternate heat supply in the Estonian SSR. As consumers-regulators, heat storage systems of the heat supply of rural districts of the Estonian SSR are considered. In the next few years it will be possible and profitable to use an up to 500 Mw capacity at Estonian power stations to provide heat for rural consumers of the Estonian SSR.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Electrophysics and Thermophysics  
Tallinn*