

# **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ РАЙОННОЙ БОЛЬНИЦЫ**

**Ю. В. Белявский, Е. В. Белявский**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. И. Токочаков

Постоянный рост уровня потребления электрической и тепловой энергии безусловно оказывает значительное влияние на окружающую среду. Классические способы получения электрической и тепловой энергии (ГЭС, АЭС, ТЭС и др.) приводят к истощению неисчерпаемых ресурсов и проявлению глобальных экологических

проблем. В связи с этим научное сообщество все более активно пытается найти альтернативные способы получения различных видов энергии или усовершенствовать, оптимизировать уже имеющиеся технологии.

Раздельное производство электрической и тепловой энергии является наиболее распространенным способом выработки энергетических ресурсов и при относительно низкой продолжительности потребления тепла и стоимости топлива может оставаться экономичным. Однако потери при передаче энергии от источника к потребителю значительно снижают эффективность такого подхода.

Альтернативным вариантом является комбинированное использование энергии (когенерация), которое позволяет преобразовать 75–80 % источника топлива в полезную энергию, а также сократить потери в сети из-за близкого расположения с конечным пользователем [1].

Когенерационные установки имеют значительный потенциал применения в сфере ЖКХ и энергоснабжения социально-значимых объектов (больниц, школ и т. д). Создание математической модели работы когенерационной установки позволит подобрать оптимальный режим энергообеспечения выбранного объекта и снизить расходы на электроэнергию, используя выходные данные для выбора нужной установки.

Входными данными для моделирования являются:

- мощность на валу первичного двигателя;
- средний расход топлива;
- теплопроводная способность топлива;
- электрическая мощность нагрузки;
- тепловая мощность нагрузки;
- график потребления электрической и тепловой энергии для заданного объекта;
- тарифы на топливо, электроэнергию и тепловую энергию, стоимость когенерационной установки затраты на обслуживание.

Исходные данные о потреблении энергии могут быть использованы для автоматизированного подбора оптимальных режимов работы установки. На рис. 1 представлены графики потребления электрической и тепловой энергии, основанные на показателях конкретного здания.

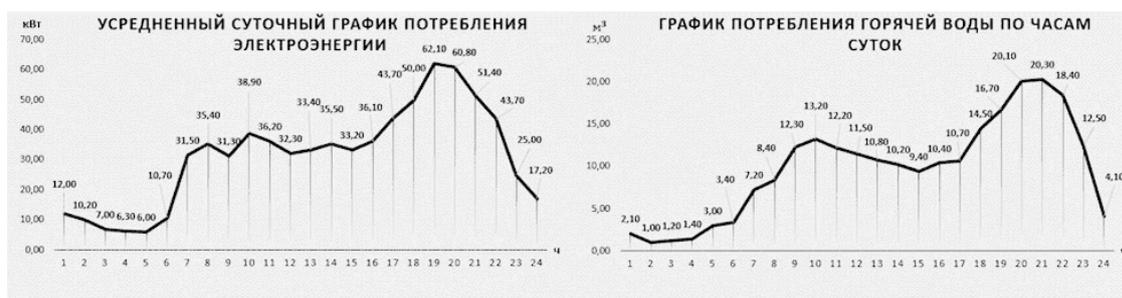


Рис. 1. Представление входных данных о суточном потреблении

Расчет электрической эффективности базируется на эффективности работы первичного двигателя установки, которая вычисляется по формуле (1):

$$\eta_m = \frac{W_s}{H_f}, \quad (1)$$

где  $W_s$  – мощность на валу первичного двигателя;  $H_f$  – мощность топлива, потребляемого системой.

Тепловая эффективность когенерационной установки вычисляется по формуле (2):

$$\eta_{th} = \frac{Q}{H_f}, \quad (2)$$

где  $Q$  – полезная тепловая мощность когенерационной системы.

Коэффициент экономии энергии топлива, который указывает на целесообразность использования когенерационной установки, приведен в формуле (3):

$$FEST = 1 - \frac{PHR + 1}{\eta \left( \frac{PHR}{\eta_w} + \frac{1}{\eta_Q} \right)}, \quad (3)$$

где  $\eta_w$  и  $\eta_Q$  – электрическая и тепловая эффективность установки;  $\eta$  – общая эффективность системы;  $PHR$  – коэффициент эффективности работы установки.

Коэффициент эффективности рассчитывается по формуле (4):

$$PHR = \frac{W_e}{Q}, \quad (4)$$

где  $W_e$  – электрическая выходная мощность когенерационной системы [2].

Выходными данными будут следующие показатели:

- коэффициент экономии энергии топлива;
- экономическая выгода от использования установки;
- режим когенерации в зависимости от уровня потребления.

Для решения задачи моделирования работы когенерационной установки предлагается модель функционирования автоматизированной системы, представленная на рис. 2.

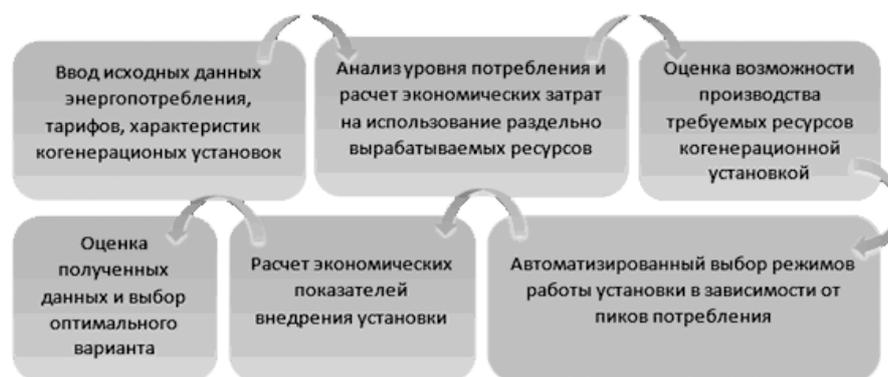


Рис. 2. Модель функционирования системы

Моделирование работы когенерационной установки является актуальным ввиду наличия экономической выгоды (дешевизна производимой энергии, отсутствие потерь электроэнергии в линиях электропередач) и возможности снижения уровня негативного воздействия на окружающую среду.

## Л и т е р а т у р а

1. Combined Heat and Power – Evaluating the benefits of greater global investment // IEA. – Париж, 2008. – Режим доступа: [www.iea.org/publications/freepublications/publication/chp\\_report.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/chp_report.pdf). – Дата доступа: 10.03.2019.
2. The European Educational Tool on Cogeneration: второе издание // EDUCOGEN. – 2001. – Режим доступа: [nacchp.gr/wp-content/uploads/2017/03/EDUCOGEN\\_Tool.pdf](http://nacchp.gr/wp-content/uploads/2017/03/EDUCOGEN_Tool.pdf). – Дата доступа: 14.03.2019.