

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

В.Е. ШЕСТЕРЕНЬ, к.т.н.; В.А. ШУЛЬГА, инженер (БАТУ)

Оптимальный расход энергетических ресурсов означает достижение наименьших издержек производства на энергообеспечение в целях получения наибольшего экономического эффекта как в отдельных субъектах хозяйствования, так и масштабах республики в целом. При этом следует иметь в виду, что экономия материальных ресурсов является прежде всего фактором увеличения объемов производства на основе сэкономленных ресурсов и одновременно означает экономию ранее затраченного на их производство овеществленного в них труда, т.е. повышение производительности труда в целом. Таким образом, механизм экономного расходования ресурсов с течением времени приводит к сокращению ресурсов, требуемых для получения одного и того же результата. В этом и проявляется влияние экономии материальных ресурсов на повышение эффективности производства.

Можно утверждать, что нормирование расхода энергетических ресурсов следует рассматривать как фактор, способствующий рациональному использованию энергетических ресурсов. На современном этапе развития народного хозяйства, при переходе к рыночной экономике, расход топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) характеризуется рядом особенностей.

Во-первых, по мере развития производственных объектов доля материальных затрат в себестоимости продукции все более повышается.

Во-вторых, нормы расхода топлива и энергии выступают в качестве одного из основных критериев оценки совершенства технологического процесса производства, а также являются фактором, стимулирующим внедрение новой техники.

В-третьих, поскольку нормирование ТЭР означает установление плановой меры их потребления, а эта мера является расчетной базой, то под планирование подводится научная основа, без которой невозможно обосновать нормы расхода энергии.

В-четвертых, экономия топлива и энергии, достигаемая в масштабах всего хозяйства республики, против уровня базисных норм расхода имеет значительные экономические показатели. В соответствии с поставленной задачей дальнейшее развитие нормирования расхода ТЭР должно осуществляться путем совершенствования методики расчета норм расхода топлива и энергии.

Существующие методы определения затрат энергии на те или иные процессы не позволяют определить оптимальное энергопотребление. Предлагаемая нами методика исходит из следующих условий:

1) при определении энергопотребления по различным

технологическим процессам необходимо учитывать затраты энергии, которые появляются с введением этих процессов;

2) при определении способа энергообеспечения в сравниваемых вариантах учитываются различные уровни возможностей потребителей, его техническое оснащение.

Разработанный метод исследования оптимального состава энергетических нагрузок объекта заключается в следующем.

Каждый технологический процесс  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) может быть выполнен различными способами  $j$  ( $j=1, \dots, m$ ). Затраты  $Z_{ij}$  по каждому способу зависят от технологии производства, от природных и хозяйственных условий. Возможные способы выполнения технологических процессов представим в виде матрицы:

$$\Sigma Z = \begin{matrix} & Z_{11} & \dots & Z_{1j} & \dots & Z_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & Z_{ni} & \dots & Z_{nj} & \dots & Z_{nm} \end{matrix}$$

Затраты по отдельному (условному) элементу матрицы представим в виде функции:

$$Z_{ij} = f(V_o, U_e, T, K, P_p, \text{ и т.д.}),$$

где  $V_o$  - вид оборудования;

$U_e$  - уровень электрификации;

$T$  - технология производства;

$K$  - климатические условия;

$P_p$  - предполагаемый выход продукции.

Задаваясь определенными величинами переменных  $V_o, U_e, T, K, P_p$ , определяем  $Z_{ij}$ , из  $m$  способов выполнения каждого процесса выбирается один способ, при котором величина затрат минимальна. Образуется столбец

$$\Sigma Z = \begin{matrix} Z_{1 \min} \\ \dots \\ Z_{n \min} \end{matrix}$$

Соответственно ему фиксируются производственные затраты, наиболее эффективные машины и устройства, а также примерная потребность объекта в энергии. Задаваясь различными значениями переменных, которые индивидуально определяются для каждого технологического процесса в отдельности, находим закономерности изменения искомых показателей. Трудности, связанные с большим объемом расчетов (несколько сот вариантов), оказываются несущественными в связи с использованием ЭВМ.

Капиталовложения и эксплуатационные расходы для расчета функции  $Z_{ij}$  принимаются из ценников, прейскурантов и нормативов за исключением затрат на электроэнергию.

При определении оптимального потребления энергии в данной модели, прямые расчеты норм потребления не обеспечивают нужной точности ввиду методического несовершенства неформализованных расчетов и отсутствия необходимой информации. Поэтому нами предлагается метод на основе математической модели, который математическими методами описывает логические и количественные зависимости между элементами системы. Задача моделирования состоит в том, чтобы построить аналогичную оригиналу модель системы в виде математических соотношений или математической зависимости функции состояния (зависимых переменных) от параметров состояния (независимых переменных), т.е. уравнение состояния системы. Решение данной задачи по существу связано со значительными трудностями ввиду большой сложности связей между элементами экономических систем. Поэтому целесообразно искать формальное решение, удовлетворяющее требованиям логической обоснованности норм потребления энергетических ресурсов.

Предлагается сложная система производственного потребления энергии, состоящая из  $n$  элементарных систем, в каждой из которых потребление энергии  $W_i$  зависит только от одной переменной  $x_i$ . Незвестную зависимость этих переменных представим как функциональную в виде степенного ряда, учитывая отдельным членом  $\delta W_i$ , что в действительности эта связь будет не функциональной, а стохастической, неполной, соотносительной:

$$W_i = A_i + B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i' + \dots + \delta W_i,$$

где  $W_i$  - энергопотребление, кВт\*ч;

$A$  - свободный член уравнения;

$B, C$  - члены уравнения, принимаются как нормативные;  $x_i, x_i'$  - переменные;  $\delta W_i$  - отдельный член уравнения, определяется статистическими методами.

Общее энергопотребление всей системы  $W$  в силу аддитивности будет равно:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = A + \sum_{i=1}^n (B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i' + \dots) + \delta \cdot W.$$

Тогда удельный расход энергии на единицу объема производства продукции равен:

$$y = a + \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n (B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i' + \dots) + \delta,$$

где  $y = W/V$  - удельный расход энергии на единицу объема;

$V$  - объем производства.

Если пренебречь членами второго и более высоких порядков, то получим простое уравнение состояния системы, удобное для практического использования:

$$y = a + \sum_{i=1}^n \frac{B_i \cdot x_i}{V} + \delta.$$

Для построения модели на базе данного уравнения можно использовать известные методы (аналитический, статистический). Нормативный метод позволяет построить модели управления с обоснованными логическими и количественными взаимосвязями между элементами системы.

При использовании данной модели все производственное потребление энергии представляется из  $n$  структурных групп, которые формируются технологическими признаками. В качестве независимых переменных принимаются объемы производства продукции, внутренняя температура в помещении, коэффициент загрузки и т.д. Все коэффициенты уравнения состояния разрабатываются как нормативные. Основу расчетов составляют индивидуальные нормы расхода энергии по структурным группам потребления  $B_i$  по которым определяется технологическая норма. Свободный член уравнения имеет смысл для модели расчета норм расхода электрической и тепловой энергии. В этом случае целесообразно в составе групповой нормы выделять как нормативные нетехнологические расходы  $A$ , которые включают общепроизводственные расходы и потери энергии в сетях и преобразователях. Значение случайной компоненты  $\delta$  определяется известными методами статистики.

В плане практической проверки предложенного подхода к определению оптимального расхода энергетических ресурсов проводится разработка энергетического баланса совхоза "Рассвет" Минского района. Выполнены расчеты удельных норм электропотребления молочно-товарной фермы д. Гатово по существующей методике и предложенной. По существующей методике расход электроэнергии составляет - 123639,82 кВт\*ч, а по предложенной - 83175,02 кВт\*ч. Полученные результаты сопоставим с фактически зафиксированным расходом электроэнергии - 76656,69 кВт\*ч. В результате выявлено, что предложенный нами подход определения расхода ТЭР обладает наибольшей достоверностью по сравнению с существующим.

Таким образом, предложенные нами комбинированные схемы определения энергопотребления, позволяют наиболее точно определить оптимальный расход энергии на производство продукции с учетом применяемой технологии и оптимальным подбором оборудования, что позволяет не только уменьшить удельное энергопотребление, но и существенно снизить себестоимость продукции.

## Литература

1. Сальников А.Х., Шевченко А.А. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов. М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Некрасов А.С., Барилова И.Н. Оптимизация развития топливно-энергетического комплекса. М.: Энергоиздат, 1981.
3. Кренинина Ю.С., Штейнгауз В.Е. Моделирование развития энергетики. М.: ЭНИН 1985.