

УДК 338.45:621

*Т.В. РОМАНЬКОВА, М.Н. ГРИНЕВИЧ*

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

*В статье показана актуальность энергосберегающей политики. Предложена система организационных факторов, оказывающих влияние на снижение уровня расходования топливно-энергетических ресурсов, проведено их ранжирование по степени важности применения в управлении энергоемкостью продукции машиностроения. Разработана система показателей, характеризующих использование выявленных факторов в управлении эффективным энергопотреблением.*

*Представлена методика количественной оценки влияния организационных факторов на энергоёмкость продукции. Рассмотрена область ее практического применения.*

В настоящее время большинство промышленных предприятий являются неплатежеспособными, что связано в первую очередь с высокой себестоимостью выпускаемой продукции из-за больших затрат на топливно-энергетические ресурсы. Особое влияние это оказывает на машиностроение как доминирующую и стратегическую отрасль промышленности Республики Беларусь, что делает необходимым разработку и внедрение мер, направленных на эффективное использование энергоресурсов.

Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) может быть достигнуто путем внедрения энергосберегающих технологий. Но для этого требуется привлечение в машиностроение значительных средств. Поэтому актуальными становятся меры организационно-экономического характера, дающие возможность реализовать имеющиеся резервы рационального использования энергетических ресурсов на предприятиях машиностроения с минимальными затратами.

Задачу эффективного энергопотребления на предприятиях невозможно решать без полного учета и более действенного использования внутренних организационных факторов.

Внутренние факторы определяются деятельностью управленческого персонала предприятия, в частности высшим руководством и службой главного энергетика.

Под фактором (нем. *faktor*, от лат. *factor* – делающий, производящий) понимается причина, движущая сила какого-либо процесса, определяющая его характер или отдельные его черты.

В экономической литературе факторам, влияющим на энергопотребление, уделено определенное внимание.

Авторы по-разному подходят к классификации факторов: одни проводят их классификацию и разделяют на группы, другие – перечисляют.

На основе критического изучения существующих в литературе перечня и классификаций факторов, влияющих на энергопотребление машиностроительных предприятий, автором разработана система организационных факторов (рисунок 1).

Организационные факторы направлены на совершенствование материально-технического, информационного обеспечения, организации и структуры производства с целью повышения эффективности энергопотребления [1, 2].

Таким образом, установлено, что на эффективность потребления ТЭР оказывает влияние большое число организационных факторов. С целью снижения энергоёмкости продукции машиностроения возникает необходимость выявить наиболее важные из них, т.е. те, которые на предприятии в первую очередь приведут к наибольшему экономическому эффекту в короткие сроки.

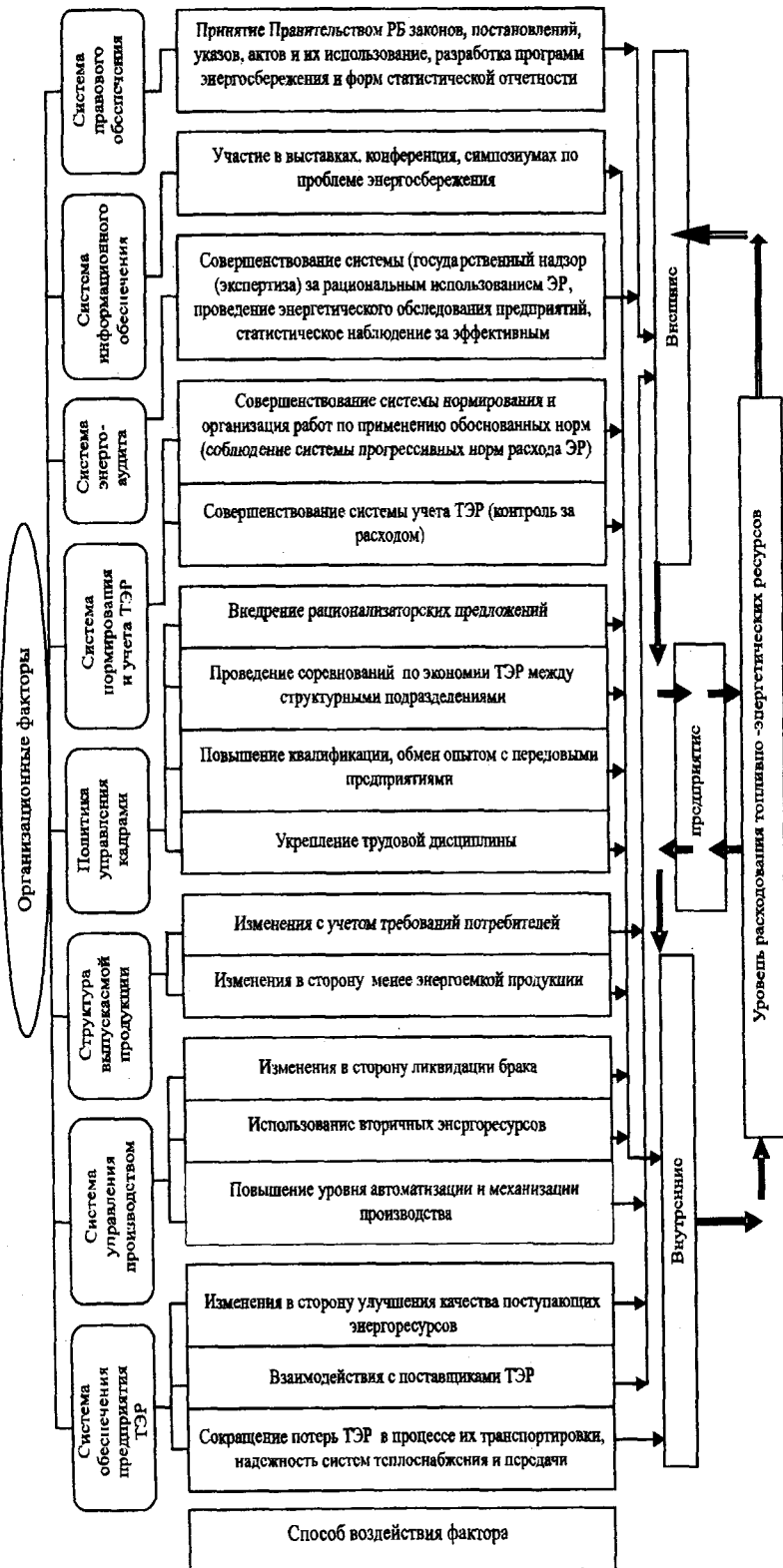


Рис. 1. Факторы и способы их воздействия на уровень потребления ТЭР

В связи с тем, что не все факторы имеют количественную характеристику, предлагается использовать метод экспертных оценок, суть которого заключается в следующем: эксперты, исходя из установленной шкалы, присваивают высший ранг фактору, который считается самым важным (оказывает наибольшее влияние на энергоёмкость продукции), другим – балл присваивается в сравнении с ранее оцененными.

Для сбора информации применялись опросные листы. В качестве экспертов были привлечены высококвалифицированные специалисты РПУП “БелАЗ” – “МоАЗ” им. С.М. Кирова и ученые Белорусско-Российского университета, имеющие большой практический опыт в исследуемой области. Степень согласованности мнений экспертов находилась с помощью расчета коэффициента конкордации ( $W$ ) [3]:

$$W = \frac{S}{\left(\frac{m^2 \times (n^3 - n)}{12}\right) - m \times \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (1)$$

где  $S$  – сумма квадратов отклонений суммы рангов от их средней величины;

$m$  – количество экспертов;

$T_j$  – показатель связанных рангов, который рассчитывается по формуле:

$$T_j = \sum_{k=1}^{H_j} (h_k^3 - h_k), \quad (2)$$

где  $H_j$  – число групп одинаковых рангов по оценкам  $i$ -го эксперта;

$h_k$  – число равных рангов в  $k$ -й группе при ранжировке  $i$ -м экспертом.

Для оценки значимости  $W$  рассчитывался критерий согласия Пирсона  $\chi^2$ , т.к.  $n > 7$ :

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{m \times n(n+1)}{12} - \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3)$$

$$\chi_{\text{OPT}}^2 = \frac{4760,98}{\frac{13 \times 8(8+1)}{12} - \frac{1}{8 \times 1} \times 31,1} = 64,72.$$

Коэффициент конкордации по рассматриваемым организационным факторам рассчитывался по формуле (1).

$$W_{\text{OPT}} = \frac{4760,98}{\frac{13^2 \times (8^3 - 8)}{12} - 13 \times 31,1} = 0,711.$$

Для числа степеней свободы  $\nu = 8 - 1 = 7$  и 5% уровня значимости  $\chi_{\text{табл}}^2 = 14,02$ . Так как  $14,02 < 64,72$ , то с вероятностью более 95% можно утверждать о существовании определенной согласованности в оценках экспертов.

Результаты опроса экспертов, полученные при обработке анкет с рассчитанным весовым коэффициентом представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Организационные факторы, влияющие на уровень энергопотребления в деятельности машиностроительного предприятия**

n/n	Наименование организационного фактора	Весовой коэффициент, (В <sub>к</sub> )	Место фактора
1.1	Система обеспечения предприятия ТЭР	0,118	V
1.2	Система управления производством	0,084	VI
1.3	Структура выпускаемой продукции	0,159	III
1.4	Политика управления трудовыми ресурсами	0,05	VIII
1.5	Система нормирования и учета ТЭР	0,202	I
1.6	Система энергоаудита	0,193	II
1.7	Система информационного обеспечения	0,123	IV
1.8	Система правового обеспечения	0,071	VII
ИТОГО		1,0	-

Весовой коэффициент указывает оценку относительной роли данного фактора среди организационных факторов снижения энергоемкости продукции данной группы. При этом сумма весовых коэффициентов для факторов одной группы равна 1.

Таким образом, наиболее значимым организационным фактором, по мнению экспертов, является “система нормирования и учета ТЭР”, затем “система энергоаудита” и “структура выпускаемой продукции”. Наименее значимым – “политика управления кадрами”.

Использование организационных факторов в управлении энергоемкостью продукции является на наш взгляд, одним из стратегически важных направлений управленческой деятельности предприятия в целом, от которого зависит уровень энергопотребления, и может быть оценено по следующим основным направлениям:

- 1) количественная оценка влияния организационных факторов на энергоемкость продукции машиностроения;
- 2) эффективность использования организационных факторов в управлении энергоемкостью продукции со стороны государства и руководства предприятия.

В настоящее время на уровне предприятий нет общепринятой методики количественной оценки влияния факторов на энергоемкость продукции машиностроения, что создает необходимость ее разработки. Вместе с тем имеется ряд факторов, влияние которых на исследуемый показатель не поддается непосредственному измерению (учету), что требует разработки и совершенствования систем учета.

Структурно-логическая схема влияния организационных факторов на энергоемкость продукции представлена на рисунке 2.

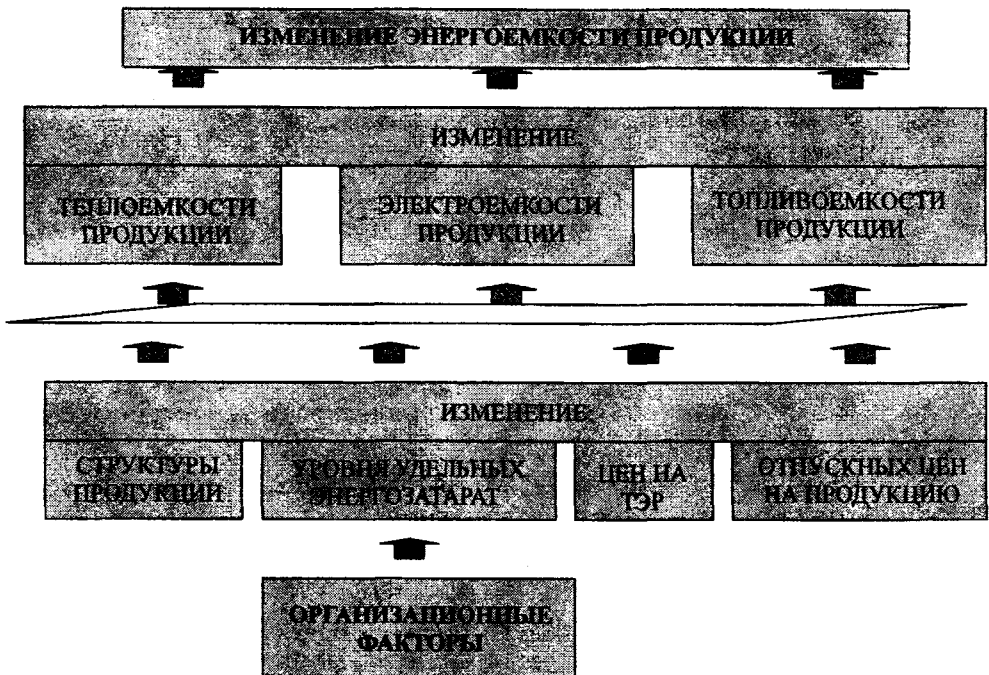


Рис. 2. Структурно-логическая схема влияния организационных факторов на энергоёмкость продукции

Из рисунка видно, что организационные факторы оказывают влияние на энергоёмкость продукции не прямо, а косвенно (через систему показателей). В первую очередь они воздействуют на изменение удельной энергоёмкости (уровня удельных топливно-энергетических затрат), затем на изменение тепло-, топливо- и электроёмкости продукции и наконец на изменение энергоёмкости продукции. Воздействие происходит именно так, потому что энергоёмкость комплексный показатель, характеризующий совокупное потребление всех топливно-энергетических ресурсов (топлива, тепловой и электрической энергии), которое выражается следующими показателями: топливоёмкость, теплоёмкость и электроёмкость продукции [4].

Таким образом, расчет количественного влияния организационных факторов на энергоёмкость продукции мы предлагаем выполнять по следующей методике:

1 этап. Сбор информации об использовании факторов в управлении энергоёмкостью за период и результат, повлекший за собой экономию или перерасход ТЭР:

- данные первичного учета (акты о внедрении энергосберегающих мероприятий с приложениями);
- накопительные ведомости;
- извещения об изменении нормативов затрат от внедрения мероприятий и др.

А также изменение тепло-, топливо- и электроемкости под влиянием удельной энергоемкости.

2 этап. Расчет размера влияния организационных факторов по методу пропорционального деления на изменение:

1) теплоемкости:

$$\Delta E_{те_{ОРГ.Ф}} = \frac{\Delta E_{те_{УЕ}}}{\sum_{i=1}^n \Delta УЕ_i} \cdot \Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}, \quad (4)$$

где  $\Delta E_{те_{УЕ}}$  – изменение теплоемкости продукции за счет удельной теплоемкости;

$\Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}$  – изменение удельной теплоемкости за счет  $i$ -го организационного фактора;

$\Delta УЕ_i$  – общее изменение удельной теплоемкости за счет всех применяемых организационных факторов;

$n$  – число организационных факторов, применяемых на предприятии за анализируемый период времени.

2) электроемкости:

$$\Delta E_{эл_{ОРГ.Ф}} = \frac{\Delta E_{эл_{УЕ}}}{\sum_{i=1}^n \Delta УЕ_i} \cdot \Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}, \quad (5)$$

где  $\Delta E_{эл_{УЕ}}$  – изменение электроемкости продукции за счет удельной электроемкости;

$\Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}$  – изменение удельной электроемкости за счет  $i$ -го организационного фактора;

$\Delta УЕ_i$  – общее изменение удельной электроемкости за счет всех применяемых организационных факторов;

3) топливеемкости:

$$\Delta E_{т_{ОРГ.Ф}} = \frac{\Delta E_{т_{УЕ}}}{\sum_{i=1}^n \Delta УЕ_i} \cdot \Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}, \quad (6)$$

где  $\Delta E_{т_{УЕ}}$  – изменение топливеемкости продукции за счет удельной топливеемкости.

$\Delta УЕ_i_{ОРГ.Ф.}$  – изменение удельной топливеемкости за счет  $i$ -го организационного фактора;

$\Delta УЕ_i$  – общее изменение удельной топливеемкости за счет всех применяемых организационных факторов.

3 этап. Оценка влияния организационных факторов на энергоемкость продукции методом прямого счета:

$$\Delta E_{эi_{ОРГ.Ф}} = \Delta E_{теi_{ОРГ.Ф}} + \Delta E_{эли_{ОРГ.Ф}} + \Delta E_{ти_{ОРГ.Ф}}, \quad (7)$$

где  $\Delta E_{i_{\text{ОРГ.Ф}}}$  – изменение энергоёмкости продукции за счет организационных факторов.

4 этап. Расчет удельного веса  $i$ -го фактора ( $У_{\text{ДВ}i}$ ), влияющего на энергоёмкость продукции:

$$У_{\text{ДВ}i} = \frac{P_{\text{В}i}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{В}i}} \times 100\%, \quad (8)$$

где  $P_{\text{В}i}$  – результат влияния  $i$ -го фактора на энергоёмкость продукции;

$n$  – количество факторов, оказывающих влияние на энергоёмкость продукции.

Цель предлагаемой методики заключается в определении размера влияния каждого организационного фактора на энергоёмкость продукции.

Она обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить:

- направленность на изучение влияния организационных факторов на энергоёмкость продукции;
- универсальность, т.е. возможность применения методики не только отдельными промышленными предприятиями, но и предприятиями отрасли, региона;
- простоту в использовании, т.е. возможность самостоятельного использования предприятиями;
- активизацию работы по изысканию резервов и обоснованию организационных факторов (мероприятий) по снижению энергоёмкости продукции.

Внешние факторы не зависят от деятельности предприятия, поэтому предполагать снижение энергоёмкости продукции по причине их изменения субъект хозяйствования может только с позиций прогноза, на основе данных об изменении внешней среды. Использование же внутренних организационных факторов в управлении энергоёмкостью продукции зависит от деятельности предприятия, т.е. руководство самостоятельно принимает решение о целесообразности применения тех или иных внутренних факторов в определенный период времени и тем самым планирует снижение уровня энергопотребления.

По окончании отчетного периода субъект хозяйствования на наш взгляд может оценить эффективность использования внешних и внутренних факторов при решении данной проблемы.

Поэтому одним из важнейших аспектов применения факторов в управлении энергоёмкостью продукции становится разработка системы показателей (табл. 2), характеризующих эффективность их использования в управлении со стороны государства и руководства предприятия. Она может быть использована государственными органами для разработки мероприятий (программ) по энергосбережению.



**Система показателей, характеризующих эффективность использования организационных факторов  
в управлении энергоемкостью продукции машиностроения**

Наименование фактора	Наименование показателя	Формула расчета	Расшифровка показателя
Система обеспечения предприятия ТЭР	коэффициент выполнения плана по поставке энергоресурсов	$K_{\text{вп}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{ф}i}}{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{пл}i}}$	$\Pi_{\text{ф}i}$ – фактический объем поставки $i$ -го ТЭР, р.; $\Pi_{\text{пл}i}$ – план поставки $i$ -го ТЭР, р.
Система управления производством	коэффициент совершенствования системы управления производством	$K_{\text{с}} = \frac{\Delta \Pi_{\text{ТЭР}}}{\Delta \Pi}$	$\Delta \Pi_{\text{ТЭР}}$ – темп прироста потребления ТЭР; $\Delta \Pi$ – темп прироста выпуска товарной продукции.
Структура выпускаемой продукции	энергоемкость продукции	$E_i = \frac{\Pi_{\text{ТЭР}}}{\text{РП}}$	$\Pi_{\text{ТЭР}}$ – потребление ТЭР, р; РП – реализованная продукция, р.
Политика управления кадрами	энерговооруженность труда	$\mathcal{E}_{\text{тр}} = \frac{\Pi_{\text{ТЭР}}}{\text{Ч}_{\text{шп}}}$	$\text{Ч}_{\text{шп}}$ – среднесписочная численность промышленно-производственного персонала, чел.
Система нормирования и учета ТЭР	коэффициент совершенствования нормирования и учета ТЭР	$K = \frac{N_{\text{р}}}{\Phi_{\text{р}}}$	$N_{\text{р}}$ – норма расхода ТЭР, р.; $\Phi_{\text{р}}$ – фактический расход ТЭР, р.
Система энергоаудита	коэффициент совершенствования энергоаудита	$K_{\text{Эн}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ТЭР}}}{\Pi_{\text{ТЭР}} + \mathcal{Z}_{\text{Эн}}}$	$\mathcal{E}_{\text{ТЭР}}$ – экономия ТЭР за счет проведения энергоаудита, р.; $\mathcal{Z}_{\text{Эн}}$ – затраты на проведение энергоаудита, р.
Система информационного обеспечения	коэффициент эффективности участия в выставках, конференциях	$K_{\text{уч}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ТЭР}}}{\mathcal{Z}_{\text{уч}} + \mathcal{Z}_{\text{вн}}}$	$\mathcal{E}_{\text{ТЭР}}$ – экономия ТЭР за счет применения мероприятий представленных на выставках, конференциях; $\mathcal{Z}_{\text{уч}}$ , $\mathcal{Z}_{\text{вн}}$ – затраты на участие в выставках и внедрение мероприятий, представленных на выставках.
Система правового обеспечения	коэффициент эффективности выполнения нормативно-правовых актов	$K_{\text{з}} = 1 - \frac{P_{\text{ш}}}{\Phi_{\text{р}}}$	$P_{\text{ш}}$ – размер штрафа за невыполнение (ненадлежащее выполнение) законов по рациональному использованию ТЭР.

Таким образом, предложенные организационные аспекты (система факторов, показателей и методика количественной оценки влияния факторов на энергоёмкость) снижения энергоёмкости продукции позволят предприятиям:

- 1) выявлять причины возникновения высокого уровня энергопотребления;
- 2) анализировать возможности управления уровнем потребления ТЭР;
- 3) формировать информационную базу для принятия управленческих решений с учетом возможного проявления факторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Александров, А.В.** Организационно-экономическое обеспечение ресурсосбережения в промышленности / А.В. Александров, Т.В. Романькова // Сб. науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т. – Минск, 2005. – Актуальные проблемы развития промышленных предприятий в условиях глобализации: теория и практика. – С. 271-274.
2. **Романькова, Т.В.** Факторы снижения энергоёмкости машиностроительной продукции / Т.В. Романькова // Инженер-механик. – 2004. – № 2(23). – С. 14-16.
3. **Похабов, В.И.** Экономико-математические методы и модели (Практикум): учеб. пособие / В.И. Похабов, Д.Г. Антипенко, М.Н. Гриневич. – Минск, БНТУ, 2003. – 130 с.
4. **Савицкая, Г.В.** Анализ хозяйственной деятельности предприятия: 4-е изд., перераб. и доп. / Г.В. Савицкая. – Минск: ООО “Новое знание”, 1999. – 688 с.