

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТАНОВОК ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

*С.Ж. Багитова*

---

Рассмотрены современные методы и критерии оценки эффективности проектируемых установок по производству строительных материалов.

*Ключевые слова:* величина затрат; прибыль; эффективность использования техники; эксплуатационные затраты; конструктивно-компоновочные решения.

Для оценки технического уровня и эффективности использования техники различного вида и назначения в строительном производстве используется ряд групп показателей [1].

Первая группа показателей является основной и представляет собой удельные затраты на единицу выпускаемой продукции. Вторая группа показателей представляет средние геометриче-

ские величины затрат по основным статьям расходов, также относимых к единице выпускаемой продукции. Третья группа показателей, измеряемая в натуральных единицах, характеризует степень технического совершенства отдельных видов оборудования, входящих в технологический комплекс, с учетом условий эксплуатации и характера выполняемых работ.

Причем применение показателей, построенных на денежном выражении затрат имеет ограниченное применение по ряду причин. В условиях рынка стоимость эксплуатационных затрат обычно относится к закрытой коммерческой информации и не всегда доступна; цена машины отражает в значительной мере спрос на нее. Поэтому для оценки эффективности эти величины не могут быть использованы в полной мере на этапе проектирования, а также для оценки эффективности объектов строительной техники при ее проектировании и эксплуатации [1]. Рекомендуется использовать обобщенные показатели в натуральном выражении, в частности, такие как:

Удельную энергоемкость

$$N_y = \frac{N}{I}, \quad (1)$$

отражающую затраты энергии  $N$  на единицу производительности  $I$ ;

Удельную материалоемкость

$$\delta_{\delta} = \frac{I}{I}, \quad (2)$$

выражающую материальные затраты на единицу производительности; здесь  $M$  – общая масса машины.

В рыночных условиях основой объективной оценки техники является прибыль от ее использования. Лучшие машины или комплекс машин определяются прибылью, которую они дают при эксплуатации за вычетом затрат на их поддержание в работоспособном состоянии. Эффективность использования техники может оцениваться величиной приведенных удельных затрат [1, 2]:

$$Z_y = \frac{Z_{\text{пр}}}{\Pi_{\text{э}}}, \quad (3)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  – приведенные затраты, отнесенные к часу эксплуатации техники, тг./час;  $\Pi_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность, ед.прод./час, определяемая через часовую техническую производительность –  $\Pi_{\text{э}} = K_B \cdot \Pi_T$ , где  $K_B$  – коэффициент использования по времени;  $\Pi_T$  – техническая производительность.

Величина приведенных затрат определяется по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = C + E_H \cdot K, \quad (4)$$

где  $C$  – текущие затраты на эксплуатацию;  $E_H = (0,7 \div 0,85)$  – нормативный коэффициент эффективности, определяемый по нормам рефинансирования;  $K$  – капитальные вложения на приобретение техники и ввод ее в эксплуатацию.

Для получения системы показателей приведенные затраты определяются по статьям расходов для каждой подсистемы и агрегата комплекса. Отнесенные к часу работы, эти статьи могут быть определены по стоимости основных подсистем, из которых состоит комплекс.

Текущие эксплуатационные затраты на управление, заработную плату, отчисления на амортизацию (реновацию), техническое обслуживание, ремонт и пр. считаются пропорциональными времени работы, а затраты на потребление энергии, топливо и смазку пропорциональными мощности и времени работы.

Для отдельных машин и агрегатов, входящих в состав проектируемого комплекса, используются также отдельные показатели, такие как  $t$  – время рабочего цикла;  $t_i$  – время на выполнение отдельных операций цикла;  $K_n$  – коэффициент использования: по времени, по производительности, по мощности и т.п.;  $\eta$  – коэффициенты полезного действия – КПД и др.

Анализ рассмотренной системы показателей позволил автору работы [1] сделать следующие выводы:

☞ показатель эффективности следует выбирать исходя из стоящих перед проектировщиком и создателями техники целей (экономия денежных средств; сокращение затрат – энергетических и материальных ресурсов; повышение производительности и т.д.);

☞ величина показателя эффективности зависит от технических параметров и условий эксплуатации техники;

☞ эффективность использования техники и ее выбор по показателям стоимости целесообразно осуществлять путем деления поиска на два этапа: на первом этапе производить выбор оптимальных параметров техники по натуральным показателям их эксплуатации; на втором этапе среди оптимальных в техническом отношении машин и агрегатов выбирать приемлемые по приведенным удельным показателям затрат и прибыли.

Оптимизация по двум разным системам показателей может быть осуществлена на основании компромиссного решения, например методом приближения, к “идеальной точке”.

Кроме рассмотренных выше показателей оценки эффективности проектируемых машин и установок, в работах [3, 4] приводятся интегральные и комплексные критерии.

Так, согласно методике, изложенной в [3] определяется перечень  $i$ -х подсистем –  $n$ , которые необходимо учесть при оценке интегрального показателя эффективности –  $K_{\Sigma}$ . Таких подсистем, как отмечено в работе, может быть порядка 10 и более.

Интегральному показателю эффективности ставится в соответствие показатель потребительской стоимости – цена  $\Pi$  технического объекта, которая определяет его проектную эффективность согласно тождества:

$$K_{\Sigma} = \Pi. \quad (5)$$

Затем в каждой  $i$ -ой подсистеме определяются  $m$  основных  $j$ -х параметров или характеристик, определяющих их эффективность. Ранг этих параметров определяется аналогично рангу подсистем, на основе формулы для прогнозных оценок системы

$$K_C = K_{Ci} \cdot K_{Iij} = \frac{i}{2^{i-1}} \cdot \frac{j}{2^{j-2}}, \quad (6)$$

где  $K_{Ci} = \frac{i}{2^{i-1}}$ ,  $K_{Iij} = \frac{j}{2^{j-2}}$ .

При отделении интегрального показателя  $K_{\Sigma}$  конкурирующих вариантов технических объектов, возникает задача оценки соотношения стоимости-цены  $\Pi_i$  той или иной  $i$ -ой подсистемы в составе технического объекта, а также достижения того или иного  $j$ -го параметра подсистемы, которая решается путем вычисления соотношений:

$$\frac{\Pi}{K_{\Sigma}} = \frac{\Pi_i}{K_{\Sigma i}} = \frac{\Pi_j}{K_{\Sigma ij}}. \quad (7)$$

При этом, интегральная оценка технического объекта производится по формуле:

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{Ci} (K_{Iij} K_{ij}), \quad (8)$$

где  $K_{Ci}$  и  $K_{Iij}$  – оценки значимости  $i$ -ой подсистемы и  $j$ -го параметра, соответственно;  $K_{ij}$  – коэффициент технической значимости  $j$ -го параметра в  $i$ -ой подсистеме;  $n$  и  $m$  – количество значимых подсистем и их параметров, соответственно.

Выражение (8) позволяет по соотношению  $n$ -подсистем с их параметром  $m$ , оценивать проектируемый технический объект по сравнению с базовым, принятым за аналог.

Оценка технических объектов согласно приведенной методике выполняется в следующей последовательности:

1) проводится ранжирование перечней –  $n$  подсистем и их характеристик –  $m$ , подлежащих оценке;

2) рассчитываются коэффициенты значимости – системные коэффициенты –  $K_C$  подсистем данного уровня. При этом количественная оценка может производиться по шкале весомости (значимости) –  $K_C = f(n)$  или назначаться экспертно;

3) составляется перечень основных характеристик (главных параметров) подсистем –  $F$ , которые в дальнейшем учитываются при сравнении вариантов исполнения технического объекта. Затем определяются:

4) соотношения главных параметров новой –  $F_H$  и базовой –  $F_0$  характеристик по техническому коэффициенту значимости:

$$\hat{E}_{\dot{o}} = \frac{F_H}{F_0}; \quad (9)$$

5) значимости показателей эффективности подсистем (коэффициенты эффективности)

$$K_{IC} = K_C \cdot K_T; \quad (10)$$

6) интегральный показатель эффективности характеристик объекта, по формуле:

$$\hat{E}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \hat{E}_{i\bar{n}_i}. \quad (11)$$

По интегральному показателю эффективности –  $K_{\Sigma}$  сравниваются соотношения стоимости нового объекта –  $\Pi_H$  с базовым –  $\Pi_0$ , по приведенным выше формулам.

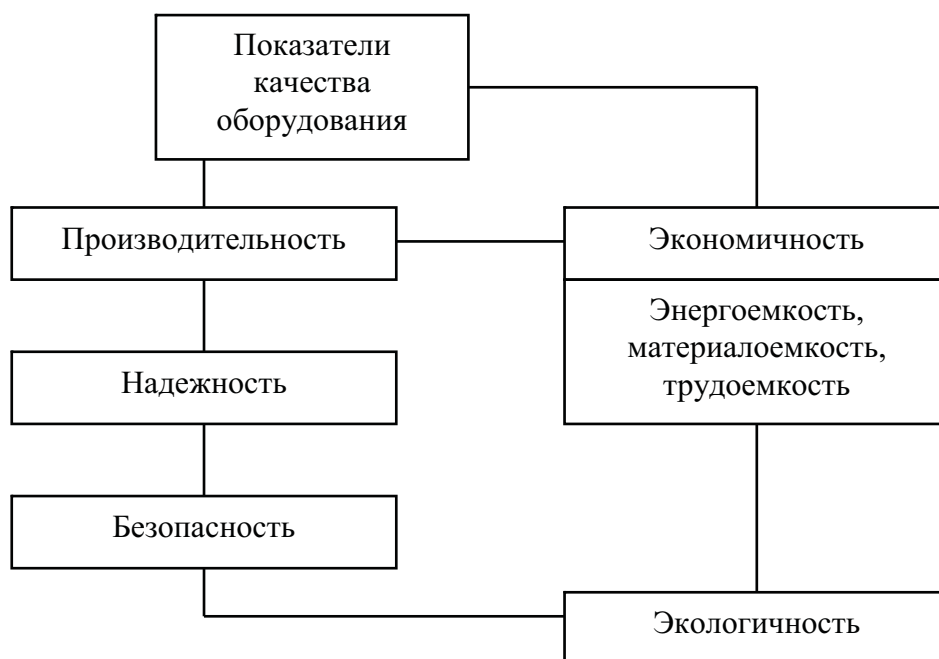
В качестве примера оценки интегрального показателя эффективности (ИПЭ) строительной техники (СТ) и транспортно-технологического оборудования, приведен расчет ИПЭ по изложенной методике ковшовых экскаваторов, один из которых принят базовым, а второй новым.

Предлагаемая в работе [3] методика позволяет на этапе проектирования выбирать вид и конструктивно-компоновочные решения с минимально возможным количеством подсистем и параметров СТ и транспортно-технического оборудования (ТТО) для определенных условий эксплуатации.

С определением комплексных критериев (показателей) эффективности объектов техники связана также работа [4], в которой рассматривались направления “совершенствования методологии оценки качества высокопроизводительного экскавационного оборудования большой

Типовые показатели качества оборудования

Показатель	Характеристика	Обозначение	Размерность	Расчетная формула
Производительность	Объем выпускаемой продукции или выполняемой работы в единицу времени	$\Pi$	ед/врем.	$\dot{I} = \frac{V}{t}$ , где $V$ – объем выпускаемой продукции или выполненных работ; $t$ – время
Энергопотребление	Расход энергии на единицу выпускаемой продукции или выполненных работ	$e$	кВт/ед.	$\dot{a} = \frac{\dot{Y}_I}{V}$ , где $\dot{Y}_I$ – общие потребление энергии
Материалоемкость обслуживания	Удельные затраты материалов и изделий на обеспечение работоспособности	$m_p$	тг./ед.	$m_p = \frac{Z_0}{V}$ , где $Z_0$ – общие затраты на материалы и изделия
Трудоемкость обслуживания	Удельные затраты труда на техническое обслуживание и ремонт	$t_0$	чел. час/ед.	$t_0 = \frac{\dot{O}_0}{V}$ , где $T_0$ – общие затраты времени на обслуживание и ремонт
Экологичность	Удельные затраты на устранение последствий вредного воздействия на окружающую среду	$\dot{Y}_E$	тг./ед.	$\dot{Y}_E = \frac{G_Y}{V}$ , где $Z_3$ – затраты на экологическую безопасность
Экономичность	Себестоимость единицы выпускаемой продукции или выполняемой работы	$C_e$	тг./ед.	$\tilde{N}_a = \frac{G_I}{V}$ , где $Z_{II}$ – сумма затрат на производство продукции или работ
Надежность	Время безотказной работы (наработка на отказ). Вероятность – $q(t)$ безотказной работы	$T_0$ ; $q(t)$	тыс. час.	$q(t) = 1 - \prod_{i=1}^n P_i = 1 - (P_1, \dots, P_n)$ $P_i = (P_1, \dots, P_n)$ – вероятность безотказной работы $n$ -подсистем.
Безопасность	Технический уровень систем, обеспечивающий безаварийную и безопасную работу	–	–	Регламентируется РД50-67-84



Взаимосвязь основных показателей качества оборудования и машин

единичной мощности на этапе эксплуатации”, таких как:

↳ обоснование близкой к оптимальной совокупности основных показателей, определяющих качество оборудования и установление связи между ними;

↳ переход на уровне отдельной машины, агрегата, установки от использования существующей методологии оценки качества регламентированной, например ГОСТ 26980-95, РД50-67-84 и др. по ограниченной совокупности единичных технико-технологических показателей на этапе разработки, к методологии комплексной оценки по обобщенным технико-экономическим показателям на начальном этапе эксплуатации;

↳ перенесение используемых технических параметров для оценки качества объектов техники в целом на уровне подсистем, предварительно определяя обобщенные и групповые из них на основе построения схемы функциональных и логистических зависимостей – связей между параметрами;

↳ более широкого применения регистрационных и экспертных методов получения исходных для обобщенных технико-экономических показателей эффективности. В качестве исходных данных для получения обобщенных технико-экономических показателей эффективности оборудования могут быть свойства, общие

для большинства объектов техники приведенные в таблице и на рисунке, отражающие причинно-следственные связи между отдельными свойствами.

Опираясь на эти данные, обобщенный показатель качества машины, агрегата, установки или комплекса можно определить по формуле:

$$\hat{E}_{\Sigma} = \frac{Q}{C_{\Sigma}}, \quad (12)$$

где  $Q$  – массовая или объемная производительность объекта техники в определенных климатических и технологических условиях эксплуатации.

$$Z_{\Sigma} = Z_{II} + Z_M + Z_{\text{Э}}, \quad (13)$$

где  $Z_{II}$  – затраты на приобретение оборудования (рыночная цена);  $Z_M$  – затраты на ввод в эксплуатацию (монтаж, наладка);  $Z_{\text{Э}}$  – затраты на эксплуатацию (обслуживание и ремонт).

Следует отметить, что наряду с показателем определяемом по формуле (12) используется показатель эффективности в виде удельных затрат на единицу производительности согласно отношению:

$$Z_v = Z_{\Sigma} / Q. \quad (14)$$

Критерием уровня качества (выше, ниже) может служить отношение

$$q = K / K_{\sigma} \quad (15)$$

где  $K_0$  – обобщенный показатель базового аналога объекта техники, эксплуатируемого в сходных климатических и технологических условиях. При этом, если  $q > 1$  – уровень качества выше; если  $q < 1$ , то этот уровень ниже базового.

Краткий обзор современных методов и критериев оценки эффективности проектируемых установок по производству строительных материалов, изделий и работ позволит решать задачи выбора для них отдельных видов оборудования, наилучшим образом удовлетворяющих целевой эффективности.

### *Литература*

1. *Баловнев В.И.* Система показателей эффективности дорожно-строительной техники // *Строительные и дорожные машины.* – 2000. – №11. – С. 17–20.
2. *Ильин А.С.* Автоматизированные технологические комплексы (линии) – основа современного высокоэффективного и энергосберегающего производства строительных материалов и изделий // *Строительные материалы, оборудования и технологии XXI века.* – 2004. – №4. – С. 57–59.
3. *Кравченко И.Н. и др.* Методика оценки выбора строительной техники на предпроизводственной стадии // *Строительные и дорожные машины.* – 2005. – №7. – С. 32–35.
4. *Савченко А.Я.* Совершенствование методологии оценки качества высокопроизводительного экскавационного оборудования большой единичной мощности на этапе эксплуатации // *Горные машины и автоматика.* – 2001. – №1. – С. 4–6.