

УДК 004.942

Нечволода Л. В.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПЕРЕОСНАЩЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственное оборудование, представляющее собой главную часть основных фондов, играет важнейшую роль в обеспечении технико-экономических показателей и конкурентоспособности предприятия. В процессе производства товара происходит утрата эксплуатационных характеристик оборудования, увеличиваются его простои, в том числе и по техническим причинам. Последнее обстоятельство приводит к снижению производительности и, как следствие, ставит перед персоналом предприятия задачу частичного или полного обновления основных фондов [1].

Для результативной реализации мероприятий по смене производственного оборудования предприятие должно быть хорошо осведомлено о его фактическом состоянии. Для предприятия, ведущего систематический учет состояния оборудования, это не представляет затруднений, но если такого учета нет или он оказывается недостаточным, то фирма должна произвести специальное обследование возраста и технического состояния своего оборудования [2]. На многих крупных предприятиях нет необходимости обследовать весь парк оборудования. В таких случаях достаточно точные сведения о состоянии оборудования можно получить путем выборочной проверки репрезентативного количества станков. Для этого предприятие должно выбрать один (несколько) методов, позволяющих интегрировано оценить состояние станочного парка, произвести выборочное обследование станков и математическую обработку его результатов. Однако математическая обработка данных выборки может представлять серьезные трудности как по объему выборки (обследуется не менее 10 % всего парка производственных механизмов), так и в смысле трактовки и обоснования полученных результатов относительно замены или модернизации конкретных единиц оборудования [3].

Целью работы является исследование возможности и принципов применения методов экспертной оценки в сочетании с функционально-стоимостным анализом текущего состояния производственного оборудования и инструментальным аппаратом обработки информации.

Усовершенствовать свой станочный парк предприятие может различными путями – купить новое, взять в аренду или произвести ремонт и модернизацию действующего оборудования. Ниже рассмотрим только последний вариант, поскольку для предприятий, располагающих достаточно хорошим оборудованием, бывает целесообразно подвергать его периодически капитально-восстановительному ремонту и использовать его по возможности дольше. Только лишь при полном износе и невозможности восстановления необходимо вкладывать средства в новое оборудование. Такой подход особенно рационален в тех случаях, когда имеющиеся в продаже машины не являются в какой-либо значительной мере лучше тех, которые уже находятся в эксплуатации, так как при хорошей организации ремонтной службы значительная часть работы по восстановительному ремонту может быть произведена службой главного механика непосредственно на предприятии [4]. В отношении специального оборудования и станков, производство которых прекращено, зачастую необходимо производить дорогостоящий восстановительный ремонт. Вместе с тем не следует тратить времени и средств на восстановление устаревшего и вышедшего из употребления мелкого инструмента и оборудования. Даже в отношении тех элементов станочного парка, издержки по восстановительному ремонту которых относительно невелики, перед мероприятиями по техническому переоснащению необходимо соответствующим образом проанализировать эксплуатационные качества.

Метод функционально-стоимостного анализа как инструмент совершенствования является относительно молодым [1, 4]. Функционально-стоимостной анализ широко применяется в ряде отраслей машиностроительной промышленности при проектировании и модернизации конструкций изделий, совершенствовании технологических процессов, стандартизации и унификации изделий, организации основного и вспомогательного производства. Метод может быть использован для решения вопросов совершенствования имеющегося в наличии оборудования, уточнения отдельных функций, повышения качества процессов выработки, возможности модернизации оборудования или необходимости закупки нового.

Функционально-стоимостной анализ предполагает анализ соотношения функций (и узлов, которые их выполняют) с себестоимостью этих функций (затратами на их реализацию) [3]. В соответствии с этим выделяются следующие этапы проведения ФСА для оборудования.

Этап 1. Выделить основные составляющие части оборудования (узлы, подсистемы и т. п.).

Этап 2. Выделить основные функции оборудования.

Этап 3. Определить весомость каждой из функций на основе метода экспертных оценок.

Этап 4. Составить общую блок-схему для оборудования. При этом:

$$Sb_0 = \sum_{i=1}^N Sb_i, \quad (1)$$

где Sb_0 – общая себестоимость оборудования;

Sb_i – себестоимость i -го узла;

N – количество узлов.

Этап 5. Составить функциональную модель для оборудования.

При этом:

$$\sum_{i=1}^n V_i = 100\%, \quad (2)$$

где V_i – весомость i -й функции;

n – количество узлов и функций.

Этап 6. Разработать функционально-стоимостную диаграмму (ФСД). По данным блок-схемы и функциональной модели строится функционально-стоимостная диаграмма оборудования, где отображаются весомости функций и себестоимость каждой из функций в соответствии с блок-схемой. Кривая, соединяющая весомости, симметрично отображается на себестоимость, и находятся функции, лежащие в зоне избыточных затрат.

Изучим используемые на современных машиностроительных предприятиях экспертно-аналитические мероприятия по техническому переоснащению (на примере ПАО «Энергомашспецсталь», г. Краматорск) с предварительным изучением паспортов оборудования и режимов его работы. Данный метод является достаточно экономичным в качестве базовой основы проведения ФСА технико-экономических показателей оборудования, расчета и сравнения экономической эффективности различных вариантов. Для иллюстрации использования метода анализа проведем исследование расточного станка Skoda W200G для следующих состояний: исходное состояние, модернизация, покупка нового станка.

Для проведения первого и второго этапа ФСА выполним системный анализ процессов обработки материалов и данных при реализации функций расточного станка с использованием диаграммной методики SADT [5–7], используя при этом ее типовые элементы таким образом, как показано на рис. 1.

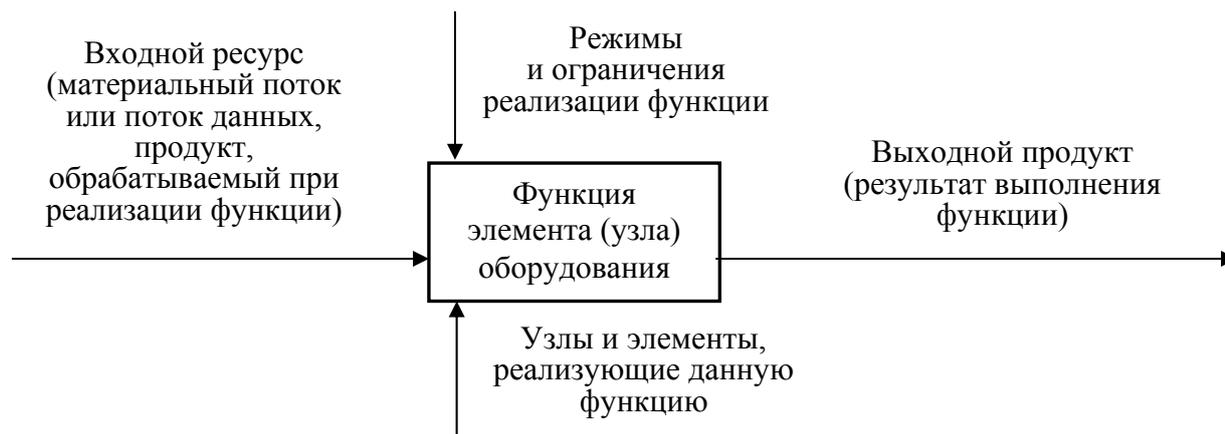


Рис. 1. Пример использования типовых элементов диаграммной методики SADT для проведения системного анализа активностей, реализуемых анализируемым оборудованием

Результаты декомпозиции активностей, реализуемых расточным станком Skoda W200G, приводятся в виде SADT-диаграммы. На ее основе далее разрабатывается структурная и функционально-структурная модель объекта ФСА. Далее составляется таблица технических параметров станка (пример – табл. 1), оказывающих наибольшее (по мнению экспертов) влияние на производительность и стоимость.

Таблица 1

Основные составляющие параметров расточного станка Skoda W200G

Наименование параметра	Важность параметра, %	Количество критериев оценки
Передвижение	5	5
Шпиндельная бабка	50	6
Перемещения в координатах	10	3
Отмеривание	10	2
Точность	25	2

Оценим важность (вес) параметров. Для этого получим среднюю экспертную оценку A_i (вес) каждого параметра (для оценки привлекаются три эксперта – ведущие инженеры-технологи). Среднее значение важности (вес) оценок по каждому параметру определяется по формуле:

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad i = \overline{1,5}, \tag{3}$$

где n – количество экспертов;

m – количество параметров;

a_{ij} – оценка j -м экспертом параметра i .

Экспертные оценки, как правило, получают в виде баллов, что не является методом, достаточно точным и учитывающим когнитивно-психологические особенности экспертов.

Для оценки значимости i -й функции в методе ФСА предполагается использовать один из ведущих критериев качества функции, которой он подчинен. Относительные производственные затраты Z_i на осуществление i -й функции также выражаются в баллах следующим образом:

$$Z_i = C_i \cdot 100 / C_{\text{общ}}, \quad (4)$$

где C_i – затраты на осуществление i -й функции в денежных единицах;

$C_{\text{общ}}$ – общая стоимость изготовления всего объекта в денежных единицах.

Далее балльные оценки A_i и Z_i сопоставляются с помощью диаграммы «значимость-затраты» и рассчитываются значения удельных относительных затрат на один балл значимости:

$$Z_i^{\text{уд}} = Z_i / A_i, \quad (5)$$

Неблагополучным соотношением «значимость-затраты» считаются те, у которых Z_i больше единицы. Основной недостаток этого метода – большая неопределенность, вкладываемая в определение критерия значимости функции [8–9].

Поэтому предлагается использовать в ходе ФСА результаты попарных сравнений степени важности и предпочтительности функций и параметров.

Иерархическая модель в ФСА при проведении экспертизы может быть представлена следующим образом. На множестве объектов ситуации $Z = \{1, \dots, N\}$ определяется ориентированный граф $G_r = (Z, W)$ без контуров с множеством вершин Z , совпадающим с множеством объектов, и множеством дуг W . Наличие дуги $(i, j) \in W$ означает, что вес Z_i объекта (вершины) i непосредственно зависит от веса Z_j объекта j . Граф G_r имеет структуру дерева целей и задач, если его вершины можно расположить на непересекающихся уровнях V_1, \dots, V_M так, что дуги графа соединяют только вершины смежных уровней. Построение иерархии оканчивается уровнем листовых критериев k_1, \dots, k_n , которые далее не подвергаются декомпозиции и для каждого из них можно построить ограниченное линейно-упорядоченное множество принимаемых значений (шкалу).

Элементарная экспертиза в ФСА состоит в получении для некоторой вершины $i \in V_M$ попарных оценок весов дуг $(i, j) \in W$, $j \in \Gamma_i = \{k \mid (i, k) \in W\}$. Парные оценки $r_{jk}^{(i)}$ показывают, во сколько раз вклад объекта j больше вклада объекта k в решение задачи, стоящей перед объектом i , при этом $(j, k) \in \Gamma_i$.

Эти оценки могут быть точечными ($r_{jk}^{(i)} \in R_+$ – неотрицательные значения), интервальными ($r_{jk}^{(i)} = [a_{jk}^{(i)}, b_{jk}^{(i)}] \in R_+$ – интервалы), нечеткими числами ($r_{jk}^{(i)} = \{(t, \mu_{jk}^{(i)}(t)) \mid t \in R_+\}$ – замкнутые выпуклые подмножества на положительной полуоси, при этом $r_{jk}^{(i)}$ могут быть также лингвистическими).

На рис. 2 приведена функционально-стоимостная диаграмма для анализируемого станка, построенная в соответствии с рассмотренными выше этапами ФСА. Диаграмма показывает зоны избыточных затрат, позволяет провести дальнейший углубленный ФСА для более низких уровней иерархии узлов и наметить, по возможности, мероприятия по техническому переоснащению (модернизации) станка. Однако возможны и другие варианты переоснащения – покупка аналога, покупка нового станка, аренда и т. п. Результаты анализа возможных мероприятий предлагается в дальнейшем сформулировать в виде дерева решений.

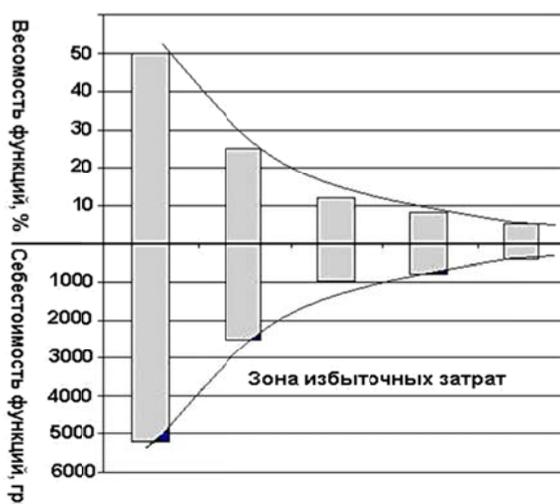


Рис. 2. Функционально-стоимостная диаграмма расточного станка Skoda W200G

ВЫВОДЫ

Применение методов экспертной оценки и функционально-стоимостного анализа в сочетании с современным инструментальным аппаратом обработки информации позволяет в определенной степени автоматизировать процесс подготовки данных для принятия решений. Отдельные элементы оборудования представляются как комплекс выполняемых функций. Исследованию подвергаются функции станка, обеспечивающие эффективность его работы. При изучении функций абстрагируются от конкретной системы, ее структуры и рассматриваются только функции и оптимальные способы их выполнения. Определяется значимость каждой функции оборудования в сравнении с другими функциями, фактические затраты на осуществление этих функций и уровень качества их выполнения. Затем происходит сопоставление значимости функций с затратами на их реализацию и уровнем качества их осуществления. Этот прием позволяет дать экономическую оценку существующей и предлагаемой системе замены и модернизации производственного оборудования на предприятиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация поддержки принятия решений по модернизации оборудования [Электронный ресурс] / В. И. Кравченко, В. В. Зоненко и др. // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2006. – № 1Е (6). – С. 330–335. – Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/VDDMA/2006-1e6/06KVIPMO.pdf>.
2. Зелинский С. Э. Автоматизация управления предприятием / С. Э. Зелинский. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 518 с.
3. Кибанов А. Я. Управление машиностроительным предприятием на основе функционально-стоимостного анализа / А. Я. Кибанов. – М., 1991. – 256 с.
4. Грищенко О. В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия : учеб. пособ. / О. В. Грищенко. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2000. – 112 с.
5. Калянов Г. Н. CASE-технологии: консалтинг в автоматизации бизнес-процессов / Г. Н. Калянов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 320 с.
6. Чубукова И. А. Data Mining : учеб. пособ. – М. : Интернет-университет информационных технологий : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.
7. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсебян, М. С. Куприянов и др. – СПб. : ВHV-Петербург, 2007. – 384 с.
8. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К. : Маклаут, 2008. – 444 с.
9. Системи підтримки прийняття рішень / О. І. Пушкар, В. М. Гіковатий, О. С. Євсєєв, Л. В. Потрашкова. – Х. : Інжєк, 2006. – 304 с.