

Л.А. ХМАРА, докт. техн. наук.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

В.А. ПЕНЧУК, докт. техн. наук.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Актуальность проблемы. Строительная машина создается с определенным функциональным назначением. Приобретая строительную машину, специализированное предприятие предполагает получить определенный доход от ее эксплуатации. В условиях рыночной экономики, в период инвестиционной и структурной перестройки строительного комплекса с учетом огромного парка машин эта задача весьма актуальна.

Анализ публикаций. Системный анализ материалов по оценке эффективности использования средств механизации в строительстве [1, 2, 3, 4, 5, 6] позволяет утверждать, что в основе количественного анализа чаще всего используется критерий минимума приведенных затрат. Указанный критерий позволяет успешно решать следующие: расчет текущих издержек и капитальных затрат и приведенных затрат по сравниваемым вариантам; устанавливать годовой экономический эффект и др.

В условиях часто меняющихся условиях производства работ требует несколько иной подход к оценке эффективности использования строительных машин, который учитывал бы их мобильность и транспортабельность [7, 8, 9].

В течении более чем 50 лет в различных областях промышленности используется функционально-стоимостный анализ (ФСА) [10, 11, 12, 13], как один из наиболее результативных инструментов экономии ресурсов, позволяет решать и задачи эффективной эксплуатации и модернизации строительных машин.

Формирование цели и задач. С целью разработки методики выбора рационального комплекта сменных и многофункциональных рабочих органов строительных машин были поставлены следующие задачи:

- обосновать критерий оценки эффективности эксплуатации машин с учетом возможности оперативного изменения их функционального назначения;
- провести уточнения общей методологии ФСА применительно к особенностям строительных машин.

Основная часть Общие принципы ФСА едины на всех стадиях жизненного цикла машины и состоят в следующем: системности, последовательности, приоритетность, оптимальной детализации, функциональности. Применительно к строительным машинам характеристики основных форм ФСА приведены в таб.1.

В сфере эксплуатации строительных машин целесообразно применять инверсную форму ФСА, сфере их производства – корректируемую, а в сфере новых разработок – творческую [12, 13].

Как известно из практики, в сфере эксплуатации машин может быть различный спрос на конкретную машину: интенсивный, стабильный, угасающий и не сформировавшийся.

Обычно при первых двух спросах на строительную машину не возникают вопросы о ее модернизации, о смене рабочих органов и т.п. В остальных случаях возникает вопрос о более эффективном использовании существующей техники или оборудования, в которые вложен соответствующий капитал.

Таблица 1.

Особенности различных форм ФСА

Сравнительные характеристики	Формы ФСА		
	Корректирующая	Творческая	Инверсная
Назначение (цель)	Ликвидация лишних функций, элементов и затрат при сохранении (повышении) качества машины.	Предотвращение появления излишних функций, элементов и затрат при повышении (сохранении) качества машины.	Приспособление (согласование) имеющихся функций машин к требованиям строительных объектов.
Сфера использования	Производство (Пр)	Разработка (Р)	Эксплуатация (Э)
Основной объект изучения	Реально существующие функции машины.	Номинальные функции (целевые, заданные).	Потенциальные функции машин и действительный спрос на функции со стороны строительных организаций.
Степень автономности использования	Как самостоятельный вид работы.	Подчиненность традиционным этапам ОКР.	Возможность автономного использования либо с частичным ОКР.

При решении этого вопроса целесообразно использовать ФСА, ведь количественная мера стоимости единицы работы машины с некоторым i -рабочим органом существует только потенциально и только в сфере эксплуатации может быть превращена в фактическую величину.

Используя основные положения общей методологии ФСА, схему проведения анализа эффективности эксплуатации и модернизации строительных машин можно представить следующим образом (рис. 1).

При разработке вариантов модернизации машины в сфере эксплуатации необходимо рассматривать следующие варианты ее функционирования:

- только с основным рабочим органом, т.е. с основной рабочей функцией F_o ;
- с основным рабочим органом и некоторым комплектом сменных рабочих органов с функциями F_i ;
- с многофункциональным рабочим органом $F_{MФ}$.

В качестве критерия оценки эффективности эксплуатации машины с тем или иным рабочим органом необходимо использовать показатель относительной эффективности

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{t_{жцм}} \frac{D_t(+)}{(1+i)^i}}{\sum_{i=1}^{t_{жцм}} \frac{D_t(-)}{(1+i)^i}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $t_{жцм}$ - жизненный цикл машины;

$D_t(+)$ - доходная часть от эксплуатации машин;

$D_t(-)$ - расходы связанные с эксплуатацией машин;

i - коэффициент дисконтирования;

t - текущий год эксплуатации машины.

Все затраты владельца машины $D_t(-)$ могут быть компенсированы только с доходной части, которые связаны с параметрами эксплуатации машины следующим образом

$$D_t(-) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k \Pi_{F_i} \gamma_{F_i}, \quad (2)$$

где m - количество объектов, на которых работала машина;

k - количество рабочих функций реализованных машин;

Π_{F_i} - производительность машины на j -м объекте с F_i - функцией;

γ_{F_i} - стоимостный договорной эквивалент единицы работы с F_i - функцией.

При одинаковых условиях эксплуатации (налогах, инфляции, процентах амортизации, стоимости ГСМ и т.п.) можно считать, что расходные части в сравниваемых вариантах эксплуатации разнятся только стоимостью рабочих органов. Поэтому основной экономический эффект может быть только в сфере доходной части, т.е. в сфере эффективной эксплуатации машины.

Если объемов работы для машины на одном строительном объекте недостаточно, то возникает необходимость поиска других заказчиков. В этом случае «упущенный» доход связан с временными затратами на перебазировку машины

$$\Delta D_{yn}^o (+) = P_{cm}^o \gamma_{cm}^o \sum_{j=1}^m \left(\frac{L_j}{v_{nep}} + t_{m\delta j} \right), \quad (3)$$

где P_{cm}^o - сменная эксплуатационная производительность машины с основной функцией F_o ;

γ_{ni}^i - стоимость эквивалент объема работ машины за смену с основной функцией F_o ;

m - количество объектов, на которых машина работала в течении года;

L_j - дальность перебазировки на j -объект;

$t_{m\delta j}$ - затраты времени на монтаже и демонтаже на j -м объекте.

Как видно из зависимости (3), эффективность машины на малообъемных и рассредоточенных работах зависит от ее мобильности, которая определяется типом ходового оборудования машины.

При частных перебазировках, кроме «упущенного» дохода ΔD_{yn}^o , возрастают текущие расходы на перебазировку машины, которые можно представить как

$$\Delta D_{t_{nep}}^o (-) = \sum_{j=1}^m (c_{nz} t_{m\delta j} + c_{nep} L_j), \quad (4)$$

где C_{nz} - стоимость часа подготовительных работ по подготовке к переброске машины на другой объект;

C_{nep} - стоимость перемещения машины на 1 км.

С учетом сказанного целевая функция ФСА может быть представлена в следующем виде

$$E^i = \frac{\sum_{i=1}^{t_{av\delta i}} \frac{D_t^o (+) - \Delta D_{\delta i}^i (+)}{(1+i)^t}}{\sum_{i=1}^{t_{av\delta i}} \frac{D_t^o (-) - \Delta D_{t_{\delta\delta}}^i (-)}{(1+i)^t}} \rightarrow \max. \quad (5)$$

Анализируя зависимости (3), (4) и (5) можно сделать вывод о том, что эффективность капиталовложения в строительную технику зависит от характеристик строительных объектов (объемности и рассредоточенности).

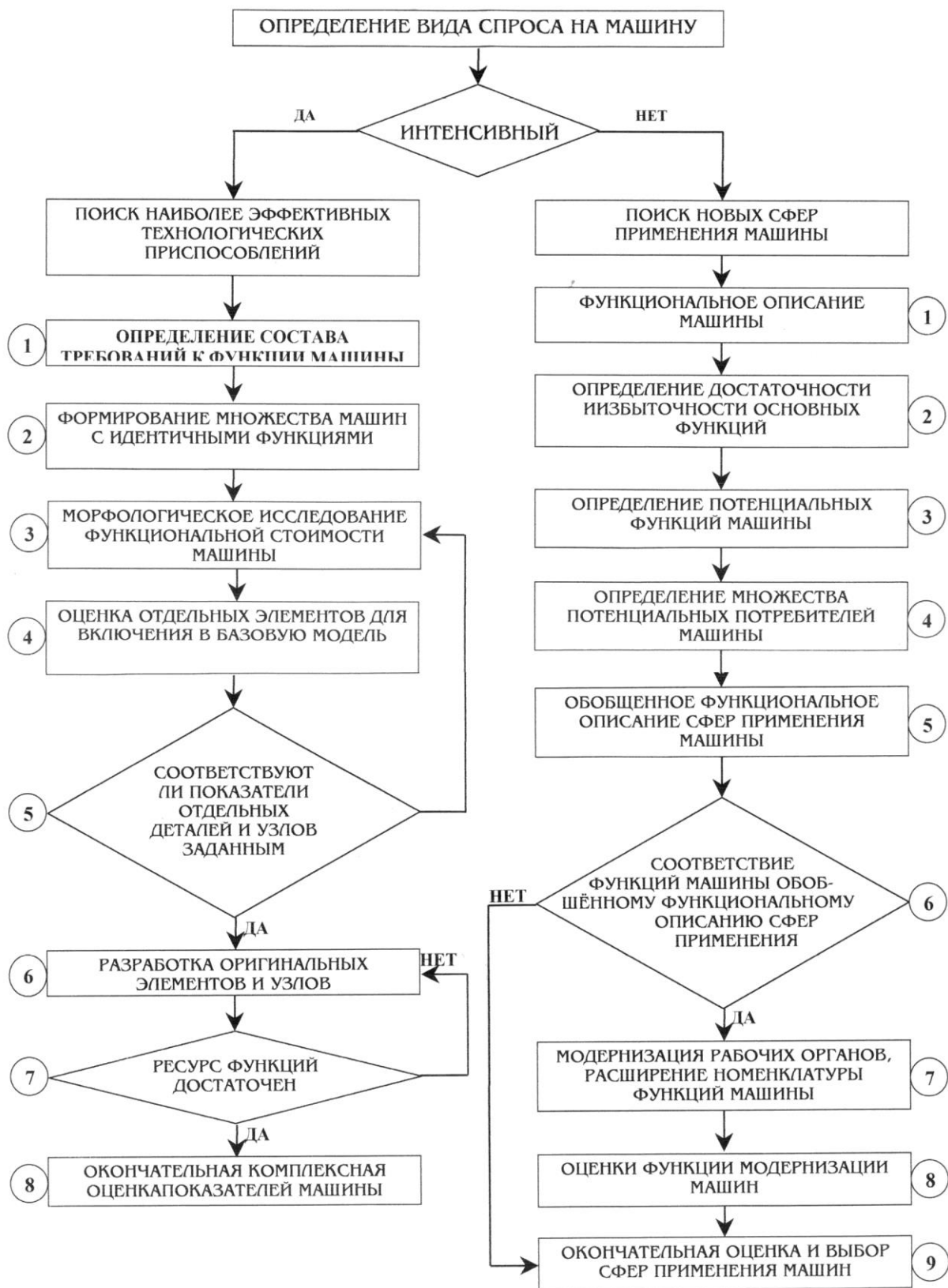


Рис. 1. Алгоритм проведения ФСА в сфере эксплуатации машин.

В некоторых случаях целесообразно базовую машину не перебазировать с объекта на объект, а расширяя номенклатуру ее функции F_i обеспечивать ее эксплуатацию на одном объекте.

Конструктивная реализация многофункциональной машины может быть осуществлена: трансформацией, сдваиванием и адаптацией рабочих органов.

Трансформация рабочих органов машин предусматривает наличие на базовой машине быстродействующих присоединительных устройств. При этом машина может работать только с каким-то одним видом рабочего оборудования, а остальные виды могут быть использованы только после демонтажа первого.

Принцип сдваивания предусматривает возможность двойного, иногда тройного функционального назначения машины. Для реализации этого принципа машины оснащаются в передней части основным рабочим органом, а по задней или боковой дополнительными. Такие двух- или трехфункциональные машины могут находиться более длительный срок на строительном объекте и их $D_t^{m\phi}(+) \rightarrow \max$.

Принцип адаптации реализуется в многофункциональных рабочих органах (ковш-рыхлитель, ковш-захват, ковш-крюк и т.п.). Эти рабочие органы не требуют значительных затрат на переналадку.

Использование сменных рабочих органов направлено на сокращение затрат времени, связанных перебазировкой базовой машины. «Упущенный» доход в этом случае связан с демонтажом и монтажом рабочих органов.

$$\Delta D_{t_{yn}}^{cm}(+) = \sum_{i=1}^{n_{cm}} P_{cm}^{cmi} \gamma_{cm}^{cmi} t_{m\phi}^{cmi}, \quad (6)$$

где P_{cm}^{cmi} - сменная производительность с i -м рабочим органом;

γ_{cm}^{cmi} - стоимостный эквивалент объема работы i -го рабочего органа;

t_{cm}^{cmi} - затраты времени на монтаж и демонтаж i -го рабочего органа;

n_{cm} - количество сменных рабочих органов, используемых в течении года.

Дополнительные готовые затраты связанные с приобретением, доставкой и монтажом сменных рабочих органов составят

$$\Delta D_i^{\bar{n}i}(-) = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\bar{n}i}} \bar{n}_{poi}}{(1+i)^t} + \sum_{i=1}^{n_{\bar{n}i}} c_{i\bar{a}\delta i}^{po} L_j + \sum_{i=1}^{n_{\bar{n}i}} c_{i\bar{a}i}^{po}, \quad (7)$$

где C_{poi} - стоимость i -го рабочего органа;

$C_{перi}^{po}$ - стоимость перебазировки рабочего оборудования на 1 км;

$C_{м\partial i}^{po}$ - стоимость монтажа и демонтажа i -го рабочего органа.

Для сменных рабочих органов целевая функция ФСА может быть представлена как

$$E^{\bar{n}i} = \frac{\sum_{i=1}^{t_{\text{св}i}} \frac{D_i^{\bar{n}i} (+)}{(1+i)^t}}{\sum_{i=1}^{t_{\text{св}i}} \frac{D_i^{\bar{n}i} (-)}{(1+i)^t}} \rightarrow \max. \quad (8)$$

Таким образом, по зависимостям (6), (7) и (8) можно сравнить варианты эксплуатации машин с различными рабочими органами и производит выбор их рационального количества.

Выводы.

1. В сфере эксплуатации строительных машин инверсная форма функционально-стоимостного анализа позволяет производить оценку применения различных видов рабочего оборудования.

2. Повышение эффективности использования капиталовложения в строительные машины необходимо рассматривать с учетом возможности применения на базовой машине сменных, сдвигаемых и адаптивных рабочих органов.

3. Повышение эффективности строительных машин можно обеспечить снижением величины «упущенного» дохода, а также интенсивным использованием базовой машины за счет ее достижения рабочими органами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баловнев В.И. Оптимальное использование техники – важный резерв интенсификации строительства. Механизация строительства №1, 2004. – С. 4-6.
2. Баловнев В.И. Оценка эффективности механизации строительства. Механизация строительства №11, 2005. – С. 16-17.
3. Репин С.В. Концепция эффективной эксплуатации строительных машин. Строительные и дорожные машины №2, 2007. – С. 27-31.
4. Рогожкин В.М. Кисилев В.В. Современная теория оптимальной эксплуатации машин. Материалы международной научно-технической конференции Интерстроймех-2003. Сборник статей. Волжский: волжский инженерно-строительный институт (филиал) ВолгГАСА, 2003. – С.81-83.

5. Хмара Л.А. Интенсификация рабочих процессов машин для земляных работ. Днепрпетровск: ДИСИ, 1989. – 329 с.
6. Дворковой В.Я. Система показателей оценки эффективности использования ДСМ. Механизация строительства №11, 2005. – С. 18-21.
7. Пенчук В.А. Мобильность и эффективность эксплуатации машин. Механизация строительства, 2001. – С. 17-18.
8. Пенчук В.А. Уточнение концепции эффективности эксплуатации строительных машин. Строительные и дорожные машины. 2009 - №7, С. 11-14
9. Назаренко И.И., Хмара Л.А., Пенчук В.А. Основы модернизации строительных машин. – К.: «МП Леся», 2003. – 164 с.
10. Функционально-стоимостный анализ/ Н.Г. Чумаченко, В.М. Дегтярева, Ю.С. Игумков.- К.: Вища школа. Головное изд-во, 1985.- 223 с.
11. Функционально-стоимостный анализ/ В.С. Василенок, В.А. Глезер под ред. М.Г. Карпунина. М.: Энергоатомиздат, 1984.- 287 с.
12. Панков В.А., Ковалевский С.В., Бывшев А.П. Функционально-стоимостный анализ технических и организационно-экономических систем (ФСА/ФСУ). Учебное пособие.- Д.: Новый мир, 2005.- 257 с.
13. Пенчук В.А., Линник И.И., Гладкая Е.Д. Функционально-стоимостный анализ при эксплуатации машин// Современные проблемы строительства. Ежегодный науч.-техн. сб.- Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, том II , ООО «Лебедь», 2002.-, С. 171-175.

УДК 621.869.98

И.Г. КИРИЧЕНКО, канд. техн. наук.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Постановка проблемы. Современному этапу проектирования и постановки на производство машин присущи следующие особенности:

- время проектирования машины ограничено;
- комплектация проектируемой машины по кооперативным постановкам носит неустойчивый характер;
- конструкторские ресурсы проектировщика сведены до минимума;