

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 658.1.011.44:008

И. Р. Овакимьян

Принцип функциональной организованности объектов конструкции

(Представлено академиком НАН Армении М. В. Касьяном 19/IV 1992)

В ускорении научно-технического прогресса важная роль принадлежит функционально-стоимостному анализу (ФСА). Будучи методом комплексного технико-экономического исследования и совершенствования функций, конструкции объекта и его составных частей, ФСА способствует максимальной оптимизации проектно-конструкторских и технологических работ, рационализации и повышению эффективности производства, улучшению качества изделий, их функций, значительной экономии затрат материальных средств, энергии, времени, снижению себестоимости изделий, соответствию их лучшим мировым стандартам.

Целью настоящей работы является определение роли принципа функций организованности объекта при ФСА и внесение некоторого усовершенствования в эту методику (на примере применения ФСА автомата раскалибровки).

В основе функциональной организованности объекта лежит определение его комплексной характеристики и степени соответствия основным принципам структуры. Отдельные элементы организованной системы должны рассматриваться со всеми ее остальными элементами с учетом их структурно-функциональных свойств (<sup>1</sup>). На наш взгляд, эта методика нуждается в некотором совершенствовании. Коэффициент функциональной организованности ( $K_{орг}$ ) определяется формулой:

$$K_{орг} = f(K_{сг}, K_{ат}, K_{вт}, K_{упг}) \quad (1)$$

где  $K_{сг}$  — коэффициент совместимости функции;  $K_{ат}$  — коэффициент актуальности функции;  $K_{вт}$  — коэффициент функционального воплощения концентрации функции;  $K_{упг}$  — коэффициент управляемости (гибкости) функции.

Совместимость характеризуется коэффициентом совместимости, показывающим долю элементов согласования в общем числе необходимых элементов изделия. Актуальность функции при проектировании новых изделий выступает как условие прогрессивности создаваемых конструкций, технологических процессов. Для концентрации усилий от-

дельных функций и элементов объекта применяется принцип их сосредоточения (воплощения). Принцип гибкости (управляемости) проявляется обратимо сменяющимися функциями в зависимости от условий, в которые попадают эти системы, и при проектировании, по нашему мнению, обусловлен не только самопроизвольными внутренними преобразованиями объекта, но и воздействиями внешней среды, требованиями сферы потребления.

Как показали наши исследования, выбор вариантов конструкции изделия во многом зависит от усовершенствования формулы определения принципов функциональной организованности. В методику ФСА нами введены принцип многофункциональности ( $K_{mf} \geq 1$ ) и коэффициент оптимальности проектных решений, где  $K_{оп} \rightarrow \min$ .

Показано, что некоторые детали механизма контактирования автомата раскалибровки имеют одновременно множество полезных функций, выполняемых отдельными многофункциональными элементами. Благодаря этому уменьшается число материальных носителей и снижаются их затраты (табл. 1). Например, применяемый в механизме контактирования кронштейн Р4М8.094.401 выполняет ряд функций: закрепляет корпус 5 и планки 8, передает движение от сердечника 4 электромагнита к корпусу 5 с контактами 2; корпус Р4М7.772.007 монтирует, закрепляет и удерживает катушку 1. Исходя из этого мы выделяем принцип многофункциональности (многосторонности). Это можно отразить следующей формулой:

$$\sum_{l=1}^n f_{mfpl} \geq \sum_{l=1}^m N_{mfpl}, \quad (2)$$

где  $l=1, 2, \dots, m, n$ ;

$\sum_{l=1}^n f_{mfpl}$  — сумма полезных функций у многофункциональных элементов;

$\sum_{l=1}^m N_{mfpl}$  — сумма полезных элементов с многочисленными функциями.

Поэтому нами предложено определение  $K_{mf}$  — коэффициента принципа многофункциональности (многосторонности), представляющего собой отношение суммы полезных многосторонних функций к сумме единичных полезных функций:

$$K_{mf} = \frac{\sum_{l=1}^n f_{mfpl}}{\sum_{l=1}^m f_{nl}} \geq 1; \quad \text{где } l=1, 2, \dots, m, n. \quad (3)$$

Можно вывести также коэффициент многофункциональности элементов ( $K_{mfz}$ ) — отношение числа многофункциональных элементов к числу элементов с единичными полезными функциями ( $N_n$ ):

$$K_{mfz} = \frac{\sum_{l=1}^n N_{mfpl}}{\sum_{l=1}^m N_n} \geq 1, \quad (4)$$

где  $l=1, 2, \dots, m, n$ .

Таким образом,

$$K_{орг} = f(K_{cf}, K_{af}, K_{bf}, K_{vnl}, K_{mf}). \quad (5)$$

В целом функциональная организованность рассчитывается по формуле (6):

Состав и степень участия функции механизма контактирования при ФСА

Обозначение функции	Ранг функции	Материальный носитель	Функциональное назначение
F <sub>111</sub>	О	1. Катушка Р4М4.558.035	Создание магнитного поля
f <sub>1111</sub>	В	а. Каркас Р4М8.014.034	Намотка проводов
f <sub>1112</sub>	В	б. Бумага кабельная КВИ-120—012 30 158 ГОСТ 645—79	Изоляция обмотки
f <sub>1113</sub>	В	в. Провод ПЭВ-1,02 ГОСТ 7262—78	Проведение тока
f <sub>1114</sub>	В	г. Трубка 4ДО.502 ГОСТ 22056—78	Изоляция проводов
F <sub>112</sub>	О	2. Контакт Р4М7.732.049	Контактирование с основанием ТПЭ
f <sub>1121-1</sub>	В	3. Корпус Р4М7.772.007	Монтаж катушки
f <sub>1121-2</sub>	В		Закрепление катушки
f <sub>1121-3</sub>	В		Удержание катушки
F <sub>113</sub>	О	4. Сердечник Р4М7.773.007	Создание электромагнитных сил
f <sub>1131-1</sub>	В	5. Корпус Р4М7.800.024	Размещение контактов
f <sub>1131-2</sub>	В		Изоляция контактов друг от друга
f <sub>1134</sub>	В	6. Планка Р4М7.834.025	Закрепление корпуса 5 лепестков
f <sub>1135-1</sub>	В	7. Кронштейн Р4М8.094.401	Закрепление корпуса 5
f <sub>1135-2</sub>	В		Закрепление планки 8
f <sub>1135-3</sub>	В		Передача движения от сердечника электромагнита к корпусу 5 с контактами 2
f <sub>11312</sub>	В	8. Планка Р4М8.601.744	Ограничивание движения

$$K_{оргj} = \sum_{i=1}^n a_i \times K_{ij}, \quad (9)$$

где  $a_i$  — значимость изменений коэффициента  $i$ -го принципа;  $K_{ij}$  — коэффициент, который удовлетворяет  $i$ -му принципу данного  $j$ -го варианта.

В табл. 2 показана функциональная организованность вариантов для механизма «ориентации и подачи» автомата раскалибровки.

Таблица 2

Уровень  $K_{орг}$  механизма ориентации и подачи

Принципы	Весомость принципов	Варианты		
		I	II	III
$K_{с1}$	0,5	1	1	1
$K_{в1}$	0,5	1	1	1
$K_{вон1}$	0,4	3	1,5	2
$K_{мф1}$	0,5	1	1	1
$K_{орг}$	—	2,7	2,1	2,3

Примечание.  $K_{упр1} = 0$ , так как управляемость механизма ориентации и подачи жесткая.  $K_{орг}$  рассчитывается по формуле (6):

$$K_{оргI} = 0,5 \times 1 + 0,5 \times 1 + 0,4 \times 3 + 0,5 \times 1 = 2,7;$$

$$K_{оргII} = 0,5 \times 1 + 0,5 \times 1 + 0,4 \times 1,5 + 0,5 \times 1 = 2,1;$$

$$K_{оргIII} = 0,5 \times 1 + 0,5 \times 1 + 0,4 \times 2 + 0,5 \times 1 = 2,3.$$

Из табл. 2 видно, что из предложенных трех вариантов конструкции функции механизма ориентации и подачи ТПЭ наибольшая организованность функции механизма отмечалась в первом. Но он, как указано в табл. 3, очень материалоемкий и трудоемкий. Первый и второй

Частные показатели функциональной организованности по вариантам

Варианты	Прямые затраты ( $Z_{пр}$ )	$K_{орг}$	$\frac{Z_{пр}}{K_{орг}}$
			$K_{орг}$
I	16,02	2,7	5,933
II	9,45	2,1	4,52
III	10,77	2,3	4,68
IV	9,98	2,3	4,339

варианты имеют низкую производительность, так как пластина, которая передвигает ТПЭ, реализует свою функцию не полностью. После выполнения процессов ориентации ТПЭ снова попадают в чашу. В III варианте функциональная организованность ниже, чем в первом, выше, чем во втором, но производительность выше, чем в остальных вариантах, а материало- и трудоемкость ниже (рис. 1).

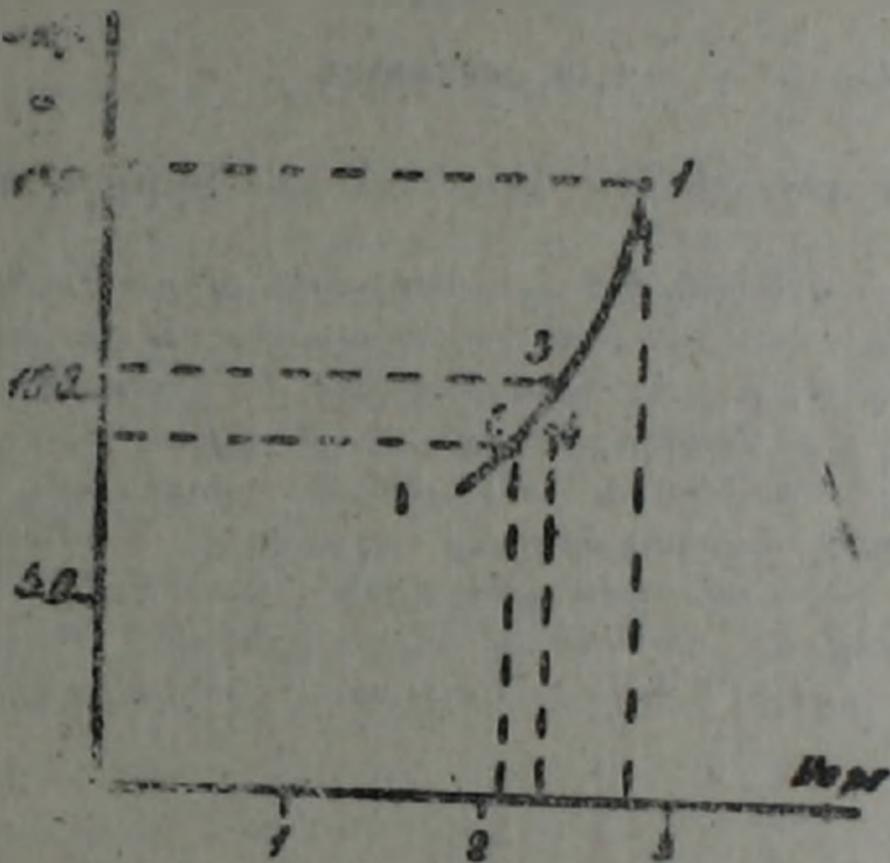
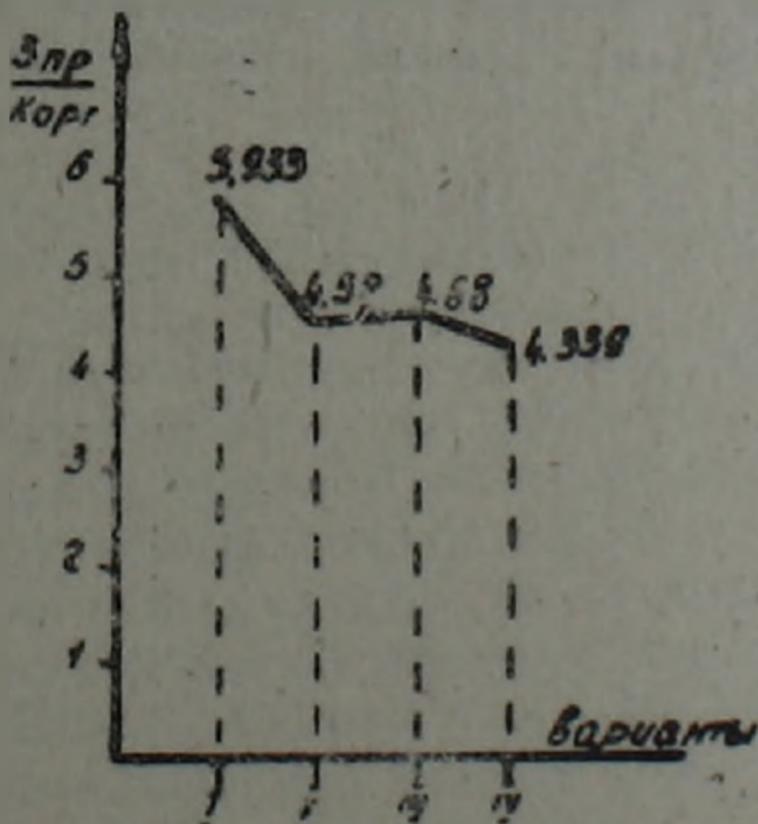


Рис. 1. Изменение прямых затрат в зависимости от коэффициента организованности

Рис. 2. Изменение  $\frac{Z_{пр}}{K_{орг}}$  в зависимости от вариантов решения

На рис. 2 показана зависимость отношения прямых затрат от функциональной организованности ( $Z_{\text{пр}}/K_{\text{орг}} = K_{\text{оп}}$ ) при трех вариантах конструкции узла ориентации и подачи. При изменении материалов детали чаш III варианта конструкции (замена материала Д16 на полистироль ПС-1—70) мы получаем IV вариант (рис. 1, 2, табл. 3) производительность которого намного выше. Поэтому последний вариант и был выбран нами в настоящем исследовании.

Таким образом, ФСА—фактически технико-экономический анализ позволяющий уделять внимание не только снижению затрат, но и повышению качества и производительности работы конструкции. Теория функциональной организованности является важным звеном в раскрытии процессов формирования качества конструкции и стоимости функций изделий.

Центральное КБ технологии и оборудования  
«Нейтрон»

Ի. Ռ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ

### Առարկայի ֆունկցիոնալ կազմակերպվածության սկզբունքներ

Ցույց է տրված ֆունկցիոնալ արժեքային վերլուծության օգտագործումը հասանքահաղորդիչ էլեմենտների տրամաշափարկման ավտոմատի նախագծման վաղ փուլում, ինչպես նաև մտցված են շտկումներ այդ մեթոդում:

Ֆունկցիոնալ կազմակերպվածության թեորիան հանդիսանում է կարևոր օղակ որակի ձևավորման բացարկման պրոցեսում: Ֆունկցիոնալ կազմակերպվածության հասկացությունը առարկայի համալիր քննթագիրն է որոշում է նրա համապատասխանության աստիճանը ըստ ֆունկցիոնալ կազմակերպվածության հիմնական սկզբունքների: Բազմաֆունկցիոնալության սկզբունքը ավելի է կատարելագործում կոնստրուկցիայի կազմակերպվածությունը:

### ЛИТЕРАТУРА — ՉՐԱՇԱԿՆՈՒՄՆԵՐ

Ю. П. Анискин, Н. К. Моисеева, А. В. Проскуряков, Новая техника: повышение эффективности создания и освоения. Машиностроение, М., с. 33—42, 1980