

# Статистика "элементарных функций"

Ю.И. Федосов

Ключевые слова: функционально-стоимостной анализ, функциональная модель, функция, параметр функции, техническая система, статистика.

## Введение

Настоящая статья является попыткой привлечь молодых активных разработчиков ТРИЗ и ФСА к решению актуальной методической проблемы, позволяющей существенно повысить эффективность работ при построении функциональных моделей сложных технических систем (ТС). Кроме того, автор надеется получить критические замечания и конструктивные отклики от опытных практиков, постоянно работающих с функциональными моделями и реально сталкивающимися с трудностями в безупречном формулировании функций.

Функционально-стоимостной анализ (ФСА) является сегодня является одним из наиболее эффективных инструментов выявления недостатков сложных ТС. При относительно небольших затратах времени и творческих способностей он позволяет достаточно глубоко вникнуть в сущность анализируемой ТС, оценить и ранжировать взаимодействие ее внутренних и внешних элементов. Хорошо алгоритмизированная методика построения функциональных моделей [1, 2] делает ФСА доступным в массовом использовании.

И, вместе с тем, существующая методика не лишена недостатков. Попытки ее усовершенствования предпринимались не однократно. Но большинство из них так и не нашли широкого применения. Главной причиной этого является то, что предлагаются усовершенствования, которые, как правило, при существенном усложнении использования методики дают не столь значимые улучшения результатов. И это противоречит основному достоинству методики ФСА - ее высокой результативности при минимальных затратах. Именно поэтому первоочередной и важнейшей

задачей совершенствования ФСА следует считать дальнейшее упрощение ее использования при сохранении и/или улучшении результативности.

### **Постановка задачи**

Наиболее трудоемкой и субъективированной процедурой при построении функциональной модели ТС является формулирование функций. Эта процедура достаточно четко и внятно прописана в методике и при ознакомлении с не вызывает никаких вопросов. Но на практике пользователи методики буквально при первой же попытке сталкиваются с существенными проблемами по правильному (не говоря о безупречном) формулированию функций. И, поскольку в сложные ТС имеют не малое количество элементов, каждый из которых выполняет ряд функций, затраты времени на обдумывание и формулирование каждой функции являются неоправданно большими.

Следовательно, упрощение или формализация процедуры формулирования функций может существенно снизить затраты на построение функциональной модели ТС. Этому может способствовать наличие перечня "правильных" функций и признаков, по которым они используются в функциональной модели. Такой перечень может быть назван Справочником "элементарных функций". Помимо упрощения процедуры формулирования функций, при использовании Справочника возможно уменьшение вероятности использования в модели ТС неправильно сформулированных функций, что позволит повысить ее качество.

### **Подход к решению поставленной задачи**

Наиболее простым и очевидным способом составления Справочника (перечня) "элементарных функций" является последовательное перечисление всех встречающихся в моделях функций. При этом для каждой из них следует указать изменяемый параметр субъекта функции, т.е. целевой параметр, и параметр самой функции, например, так, как это показано в Таблице 1. Однако в этом случае такой перечень может стать очень обширным и не удобным в использовании. Кроме того, на его составление

потребуется значительное время и будет отсутствовать возможность определения степени его полноты и завершенности.

Таблица 1

Примерный вид перечня "элементарных функций"

Функция	Параметр субъекта функции (цель изменения)	СИ	Параметр функции	СИ	Синонимы функции
Перемещать	Координаты положения	м	Скорость перемещения	м/с	Двигать, удалять, подавать, ...
Ускорять \ замедлять	Скорость перемещения	м/с	Ускорение перемещения	м/с <sup>2</sup>	Разгонять, тормозить, останавливать, ...
Нагревать \ охлаждать	Температура	К	Скорость изменения температуры	К/с	
...	...	...	...	...	...

Вместе с тем, нетрудно заметить, что некоторые функции встречаются в моделях гораздо чаще других. Именно эти функции будут представлять наибольший интерес при построении функциональных моделей ТС. Они должны быть описаны в первоочередном порядке и наиболее тщательно и точно.

Чтобы выявить такие функции был использован статистический подход. За основу были взяты и проанализированы 32 функциональные модели самых разнообразных реальных сложных технических систем (смотри Таблицу 2). В этих ТС рассматривались 256 элементов у которых выявлено выполнение 2132 функций.

Таблица 2

Перечень использованных функциональных моделей

Наименование ТС	Количество моделей ТС	Количество элементов	Количество функций
<b>Устройства:</b>			
- Специальный сушильный барабан	1	16	53
- Регулируемый масляный насос	3	15	95
- Дайперс	1	9	37
- Гигиеническая прокладка	2	13	39
- Упаковочная машина	1	13	45

- Антиаллергенный продукт	1	14	67
- Топливный брикет	2	12	193
- Гидравлический пресс	1	8	115
- Кран-смеситель	1	9	61
- Окно	1	3	13
- Роллета	1	8	74
- Ограничитель тока	1	13	36
- Гольф-автомобиль	1	7	44
<b>Технологические процессы:</b>			
- Бумагоделательный процесс (укрупнено)	1	4	22
- Изготовление профилированной пленки	1	12	43
- Изготовление картофельных чипсов	1	17	63
- Изготовление элементов дайперсов	2	13	117
- Изготовление стекловолоконных чипов	1	12	117
- Обрезинивания металлической ленты	1	7	255
- Изготовления обработанных отливок	1	6	141
- Прессование	2	15	139
- Механическая обработка	1	5	58
- Полировка	1	3	32
- Изготовление стеклотары	1	7	38
- Изготовление сухариков	1	8	130
- Выгрузка тропических масел	1	7	106
<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>	<b>256</b>	<b>2132</b>

## Предварительные результаты

Полученные и подвергнутые предварительной неполной обработке результаты показаны в Таблице 3.

Как оказалось, что среди более двух тысяч функций, выполняемых элементами более чем трех десятков ТС:

- содержится всего 40 наименований функций;

- более чем половину из них составляют всего 4 функции: *перемещать*, *нагревать/охлаждать*, *тормозить/ускорять* и *удерживать (поддерживать)*;

- в 90% случаев используется всего 16 наименований функций.

## Заключение

1. Автор видит, но не несет ответственности за сомнительную правильность формулирования ряда функций, включенных в Таблицу 3. Эти формулировки без исправления перенесены из первоисточников.

Несомненно, они должны быть и будут откорректированы в ближайшее время.

2. Таблица 3 является предварительным материалом для серьезной работы по составлению Справочника "элементарных функций", который в значительной мере упростит и повысит эффективность функционального моделирования. Работа продолжается. Требуются соисполнители.

Таблица 3

Частота (в %) использования наименований функций в моделях

№	Наименование функции	%	Синонимы функции
1	Перемещать	<b>18,31%</b>	Двигать, удалять, подавать, выбрасывать, ...
2	Нагревать \ охлаждать	<b>16,28%</b>	
	в т.ч.: Нагревать	12,19%	
	Охлаждать	4,09%	
3	Ускорять \ Тормозить	<b>10,54%</b>	
	в т.ч.: Тормозить	10,54%	
4	Удерживать	<b>10,02%</b>	в т.ч.: поддерживать
5	Изнашивать	<b>4,85%</b>	
6	Наполнять, накапливать	<b>4,38%</b>	
7	Формовать	<b>4,00%</b>	Деформировать, ...
8	Измерять, контролировать	<b>3,53%</b>	
9	Сжимать \ Растягивать	<b>2,97%</b>	
	в т.ч.: Сжимать	2,31%	
	Растягивать	0,66%	
10	Разрушать	<b>2,96%</b>	Повреждать, уничтожать, ...
11	Направлять	<b>2,73%</b>	
12	Отделять	<b>2,64%</b>	Отламывать, отрезать, отрубать, ...
13	Окислять	<b>2,16%</b>	в т.ч.: Сжигать
14	Соединять, связывать	<b>1,88%</b>	
15	Испарять	<b>1,60%</b>	
16	Измельчать	<b>1,13%</b>	Дробить, рассоединять, ...
17	Хранить, содержать	<b>1,08%</b>	
18	Изгибать \ разгибать	<b>1,08%</b>	в т.ч.: Наматывать \ разматывать
19	Ограничивать	<b>0,94%</b>	
20	Дозировать	<b>0,80%</b>	
21	Разделять (изолировать)	<b>0,80%</b>	
22	Генерировать, создавать	<b>0,66%</b>	
23	Модифицировать	<b>0,66%</b>	
24	Увлажнять	<b>0,56%</b>	
25	Распределять	<b>0,52%</b>	Перераспределять, ...
26	Смешивать	<b>0,42%</b>	Перемешивать, ...
27	Разжижать	<b>0,42%</b>	в т.ч.: Расплавлять
28	Поворачивать	<b>0,38%</b>	
29	Информировать	<b>0,38%</b>	
30	Отмерять	<b>0,24%</b>	

31	Бить, ударять	<b>0,24%</b>	
32	Укреплять, упрочнять	<b>0,19%</b>	
33	Отжимать	<b>0,14%</b>	
34	Тереть	<b>0,14%</b>	
35	Нагружать	<b>0,09%</b>	
36	Окрашивать	<b>0,09%</b>	
37	Дросселировать	<b>0,05%</b>	
38	Взвешивать	<b>0,05%</b>	
39	Разбавлять	<b>0,05%</b>	
40	Записывать, фиксировать	<b>0,05%</b>	

### **Список литературы**

1. Герасимов В.М., Калиш В.С., Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Литвин С.С. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Методические рекомендации. – М.: Информ-ФСА, 1991. – 40 с.
2. Герасимов В.М., Литвин С.С. Основные положения методики проведения ФСА. Свертывание и сверхэффект. // Журнал ТРИЗ, 1992. Т. 10. № 3.2.92. с. 7 – 45.