

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

---

Б.В. Големенцев  
ОАО «ОКБ «Новатор»», Екатеринбург

## О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАТРАТАМИ

Проблема управления производственными затратами является одной из критических для развития и выживания машиностроительных предприятий в рыночных условиях. Необходимым инструментом являются методологии функциональной декомпозиции, ориентированные на обеспечение экономической эффективности управления производственным процессом. В работе предложена схема функциональной декомпозиции, хорошо учитывающая круг идей, близких и знакомых инженерным кадрам. Систематическое применение может быть основой для организации постоянно действующей системы оптимизации производственных затрат на машиностроительных предприятиях.

В условиях рыночной экономики цена товара обладает двойственной природой, что проявляется, в частности, в различии ее восприятия участниками процесса обмена. С точки зрения покупателя, цена товара определяется только рынком и не зависит от затрат, который понес производитель. С точки зрения производителя, цена товара, как сумма себестоимости производства и прибыли, определяется только затратами на его производство. Себестоимость продукции становится основным инструментом, обеспечивающим прибыль владельцу предприятия.

Процесс изготовления продукции сам по себе затратный от начала до конца, поскольку деньги возвращаются только после реализации товара. Рост себестоимости неизменно ведет к уменьшению прибыли, а при сохранении тенденции к уходу с рынка. По мнению автора, умение стратегически управлять затратами отличает умное производство от его противоположности. Представляется уместным именно в этом смысле трактовать понятие «умное производство»<sup>1</sup>, введенное одним из ведущих специалистов в области инженерного консалтинга Р.А. Бирбраером.

Проблема управления производственными затратами является одной из определяющих для развития и выживания машиностроительных предприятий в рыночных условиях. Для ее систематического решения требуется организация постоянно действующей системы оптимизации затрат. Необходимым инструментом являются методологии функциональной декомпозиции<sup>2</sup>. Однако существенным ограничением являются особенности подготовки и восприятия проблем руководителями производства. На крупных производствах в силу существующего разделения труда линейные руководители не получают в достаточной мере рыночного опыта, стимулирующего экономическое видение перспектив предприятия и овладение соответствующими методами. Разрыв повседневной деятельности по организации производственного цикла и конечного результата, получаемого по завершению финансового цикла, ведет к затруднениям в мотивационной сфере. Экономические по сути своей проблемы выявления и снижения затрат на производстве решают управленцы с базовой инженерной подготовкой. В результате возник-

---

<sup>1</sup> Бирбраер Р.А., Альтиулер И.Г. Основы инженерного консалтинга // Москва: Дело, 2005.

<sup>2</sup> <http://www.standard.ru/public/publications-txt4.phtmlau>

кают сложности восприятия таких методов, как IDEF0<sup>3</sup> или ARIS.

Предложенная ниже схема функциональной декомпозиции ориентирована на круг идей, близких и понятных инженерным кадрам. Основанная на обозначениях и терминологии теории системы автоматического управления<sup>4</sup> схема позволяет адекватно оценивать и ранжировать по степени важности текущие проблемы для выделения наиболее перспективных направлений концентрации усилий организатора производства. В частности, может применяться при внедрении корпоративных информационно-управляющих систем с целью выявления наиболее перспективных путей снижения затрат лицами, принимающими решения.

**Схема функциональной декомпозиции процесса производства продукции**

Производство продукции как процесс преобразования в специализированной среде и на основании технического регламента материалов в конечный продукт представ-

лено ниже функциональной схемой (рис. 1). Специализированная среда, по сути, и есть комплекс, который называется производством и включает структурные подразделения предприятия: производственные и вспомогательные цеха, службы планирования и контроля, снабжения и т. д.

Общую функциональную схему, изображенную на рис. 1, назовём большой системой, а входящие в неё звенья – звеньями большой системы.

Основную задачу (цель) производства определим как преобразование входного воздействия ( $V_{вх1}$ ) – производственного задания в объём готовой продукции ( $V_{вых1}$ ) при неизменных условиях обеспечения качества продукции ( $V_{вх2}$ ) и заданного уровня себестоимости ( $V_{вх3}$ ).

Поскольку на входе в систему присутствует несколько входных воздействий, каждое из которых призвано решать свою задачу, приведенную схему допустимо рассматривать как многофункциональную систему. Список функций допускает расширение, включая в том числе функции охраны окружающей среды и охраны труда.

Функцию преобразования  $W$  (позаимствуем этот термин у специалистов в области теории автоматического управления) назовем передаточной функцией системы.

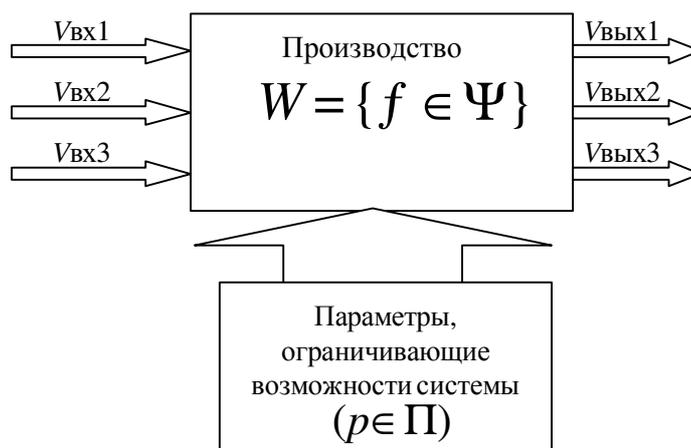


Рис. 1. Функциональная схема производства продукции

Условное соотношение, описывающее процессы, происходящие в производстве, запишем в виде зависимости

$$V_{\text{вых}i} = V_{\text{вх}i} \cdot W; \quad (1)$$

$$W = \{f \in \Psi\}, \quad (2)$$

где  $f$  – функция от множества алгоритмов управления внутренними процессами системы.

Изобразив функциональную схему и представив зависимости (1), (2), можно утверждать, что реакция системы на входное воздействие зависит от внутренних параметров системы (алгоритмов управления) и внешних воздействий.

Аналогичным образом допустимо поступить с любым звеном, входящим в состав большой системы: определить входное воздействие, реакцию на него и передаточную функцию системы.

В практическом плане управлять системой, изображенной на рис.1, может только структура, занимающая более высокое положение на иерархической лестнице. В этом случае само производство рассматривается как единый процесс, в котором интересует только результат реакции системы на входное воздействие (план) и уровень себестоимости.

Управление же внутренними процессами, проходящими внутри прямоугольника, можно только добравшись путем декомпозиции до низшего уровня. Чем ниже уровень звена, тем проще алгоритм управления им.

Ранее мы обозначили нашу систему как многофункциональную. Это определение позволит нам построить схему как по административному признаку – подчиненность структурных единиц в соответствии с производственным процессом, так и по функциональному – соединив в единую систему все звенья, определяющие себестоимость продукции.

Отметим, что деление это достаточно условное, поскольку многочисленные перекрестные связи между звеньями и параметрические зависимости не позволят нам это сделать с практическим уровнем корректности.

Представим передаточную функцию системы (1–2) в виде, позволяющем управлять величиной себестоимости.

Два других параметра системы – выполнение заданных показателей по объемам, срокам и качеству выпускаемой продукции – положим постоянными:

$$Z_{\text{вых}} = Z_{\text{вх}} \cdot Lc, \quad (3)$$

$$L = \{fc \in \Psi\}, \quad (4)$$

где  $Z_{\text{вх}}$  – заданный уровень себестоимости на начало выпуска продукции ( $V_{\text{вх}3}$ );

$Z_{\text{вых}}$  – требуемый уровень себестоимости в конце определенного периода выпуска продукции ( $V_{\text{вых}3}$ );

$Lc$  – передаточная функция в выражении (4) зависит от того же множества ОУ, что и в выражении (2), поскольку алгоритмы управления в своей основе одинаковы.

На рис. 1 обозначены параметры, ограничивающие возможности системы. Они же ограничивают наши возможности по снижению себестоимости.

Любое производство функционирует в области ограничений. В качестве ограничений выступают все факторы, на которые производитель продукции не имеет возможности влиять в пределах рассматриваемого интервала времени. Ограничения могут быть поделены на две категории:

- к первой (естественные) отнесем цены на продукцию естественных монополий: энергоносители, углеводородное топливо, металлы;

- вторую классифицируем, как ограничения временного характера – ограничения, величины которых могут быть изменены определенными методами. Назовем их управляемыми ограничениями. Примером таких ограничений можно рассматривать действующее сегодня на предприятии оборудования с его показателем максимальной производительности. Замена в результате технического перевооружения оборудования расширяет возможности, но уже в пределах новых величин ограничений.

Любые ограничения влияют на себестоимость не в чистом виде посредством определенного механизма, управление кото-

рым, по сути, и является управлением затратами.

Поясним приведенное утверждение примером (рис. 2), показывающим влияние цены используемого металла на себестоимость изготовленной продукции.

Составляющая цены металла входит в себестоимость продукции, как произведение рыночной цены металла на требуемое количество. Цену металла определяет рынок, а управлять расходом позволяет технологическая составляющая производства. В данном случае предметом управления будет коэффициент использования металла (КИМ).

Соотношение, выражающее приведенную схему, имеет вид

$$Q_M = \bar{S} \cdot \lambda_M, \quad (5)$$

где  $Q_M$  – составляющая себестоимости продукта, обусловленная стоимостью металла; по сути, весовая функция расходов на металл в структуре себестоимости;

$\lambda_M$  – функция преобразования цены металла в составляющую себестоимости.

Аналогично выражение можно написать для любого параметра, определяющего уровень себестоимости, их сумма даст формулу расчёта себестоимости:

$$Q = \sum \bar{S}_i * \lambda_i. \quad (6)$$

Здесь  $i$  – индекс процесса, \* обозначает наличие начальных ограничений.

### Структура ограничений при производстве продукции

При составлении перечня ограничений существует опасение не учесть всех состав-

ляющих, формирующих себестоимость продукции. Однако предметом работы является не процедура фактических расчетов, а управленческая методика выявления путей снижения себестоимости продукции.

Рассмотрим ограниченное количество наиболее представительных параметров.

Представим в единой матрице (рис. 3) параметры, влияющие на величину себестоимости продукции (строка) и составляющие затрат в себестоимости продукции (столбец). Элементы, стоящие вне главной диагонали, могут отражать побочное действие факторов, аналогичное представленному на рис. 2 влиянию еще на систему снижения трудоемкости.

Элементы верхней строки ограничены сверху, поскольку фактически представляют рыночные цены на товары и услуги:

$M$  – металл;  $Z$  – профессия на рынке труда региона;  $T$  – тепловая энергия, подаваемая на отопление производства;  $I$  – режущий инструмент, используемого при производстве продукции;  $\mathcal{E}$  – стоимость электроэнергии, потребляемой при производстве продукции;  $P$  – прочие расходы.

Произведение параметра строки на значение параметра столбца позволяет вычислить его составляющую в себестоимости каждого параметра.

По своей сути составление перечня ограничений является разработкой исходных данных для решения задачи минимизации затрат. Возникает вопрос необходимости и достаточности объема рассматриваемых параметров.

С одной стороны, сумма всех составляющих даст нам полную себестоимость продукции, а с другой – существенно увеличит



Рис. 2. Влияние цены используемого металла на себестоимость изготовленной продукции

объём исследований. Конечно, производя дорогую продукцию нельзя считать все до последней салфетки для уборки рабочего места. Порой расходы на эти расчеты стоят дороже, чем сам продукт. Необходимым является определение приоритетов.

Каждая составляющая даёт различный вклад в конечный результат. Иными словами, необходимо предметно определять функцию веса составляющих в каждом конкретном случае.

На рис. 4 представлена примерная диаграмма распределения составляющих от различных факторов, определяющих структуру себестоимости для машиностроительного предприятия.

Данные, приведенные на рис. 3, позволяют в постоянно ведущейся менеджерами работе по управлению затратами правильно определять порядок выбора параметров. Согласно диаграммы (рис. 4) естественно начинать с позиции  $S_3$ , имеющей наибольший весовой коэффициент.

**Выводы**

Критерием оценки функционирования производства как большой системы является-

ся минимизация себестоимости при обеспечении потребительских параметров продукции и выполнения договорных обязательств. Производство является композицией звеньев, имеющих свои критерии качества. Для простых систем легче найти оптимум. Однако теория больших систем утверждает, что в общем случае оптимальное функционирование каждого звена не обеспечивает оптимума большой системы. Следовательно, необходимо найти математический компромисс и добиться оптимума целевой функции.

Предложенная в работе схема может рассматриваться как один из инструментов определения частных задач звеньев производства для согласованного достижения целей большой системы. Систематическое применение для конкретного предприятия технологии позволяет накапливать информацию о взаимозависимости факторов в производственном процессе. Собранные данные составят основу для формирования математической модели, ориентированной на практическую реализацию концепции умного производства, и, в частности, разработку информационно управляющей корпоративной системы.

Q/S	$\bar{S}_M$	$\bar{S}_3$	$\bar{S}_T$	$\bar{S}_И$	$\bar{S}_э$	$S_n$
$Q_M$	$\lambda_M$					
$Q_3$		$\lambda_3$				
$Q_T$			$\lambda_T$			
$Q_И$				$\lambda_И$		
$Q_э$					$\lambda_э$	
$Q_n$						$\lambda_n$

Рис. 3. Матрица взаимовлияния параметров и составляющие затрат на себестоимость продукции

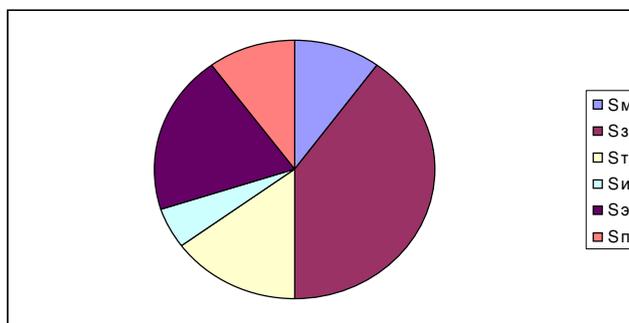


Рис. 4. Структура себестоимости для машиностроительного предприятия