

## Формирование эффективного портфеля заказов на предприятиях, реализующих наукоемкую продукцию

© 2007 Е.И. Сорокина

Брянский государственный технический университет

В машиностроении в большинстве случаев отмечается тенденция позаказного планирования. В то же время, многие предприятия на этапе формирования портфеля заказов сталкиваются с проблемами как отсутствия постоянных заказов, характеризующих незаполненность портфеля заказов, так и проблемами анализа формируемого портфеля заказов с точки зрения его выполнимости. По предложенному алгоритму можно рассчитать наиболее оптимальную структуру портфеля. В качестве ограничений выступает пропускная способность предприятия, директивные сроки выполнения заказов, затраты на изготовление изделий и возможность выполнения данного заказа на данном предприятии.

В отрасли при разработке перспективных планов развития машиностроительных предприятий центральное место должно быть уделено блоку проблем качества продукции, которое во многих случаях далеко от общепринятых требований. Оптимальное качество продукции следует рассматривать как важнейший элемент оценки организационно-технического уровня машиностроительного производства. Обоснование затрат на обеспечение оптимального качества продукции - достаточно сложная научно-экономическая проблема, решение которой возможно только при системном исследовании конкурентоспособности конкретных видов изделий. При разработке методологических основ оценки затрат, используемых на достижение главных параметров качества сложной наукоемкой и трудоемкой продукции предприятий машиностроения, необходимо иметь данные о жизненном цикле такой продукции, реализация которой может происходить на рынке аналогов технических изделий. Необходим учет всего многообразия факторов, влияющих на уровень качества машиностроительной продукции в условиях динамики изменения качества рабочей силы, качества основных энергоносителей, качества измерительных технологий и др. Например, в системе предприятий транспортного машиностроения особым фактором может стать фактор безопасности и экологичности. В современных условиях эти факторы во многих странах (США, Япония, Франция, Швейцария и др.) становятся определяющими и даже решающими в реальных условиях функционирования рынка инновационных проектов.

Постоянно увеличивается доля затрат на информационное обеспечение всего комплекса НИОКР и научно-техническое прогнозирование эффективности развития машиностроительных предприятий страны. Высокий уровень технологии возможен только при высоком качестве, ресурсе и надежности оборудования,

которые закладываются на стадии НИОКР. Однако за последние 16 лет в России на научные исследования даже в сфере так называемых высоких технологий выделялось в десятки и даже сотни раз меньше финансовых средств, чем в промышленно-развитых странах.

Поиск и анализ организационных резервов повышения эффективности производства имеет, безусловно, важное тактическое значение, но главное - это резервы, связанные с развитием техники и технологии.

Необходимость внедрения нового изделия может быть обусловлена следующими критериями:

- угроза устаревания существующих изделий;
- возникновение новых потребностей у покупателей;
- смена вкусов и предпочтений потребителей;
- сокращение жизненного цикла изделий;
- ужесточение конкуренции.

Следующим шагом на пути к организации инновационной деятельности на предприятии должна стать выработка следующих целей:

- повышение конкурентоспособности и закрепление на новых рынках путем совершенствования имеющихся изделий или создания принципиально нового продукта;
- сокращение издержек производства путем экономии исходного сырья, энергии на основе использования новых технологий.

На этапе формирования портфеля заказов многие предприятия сталкиваются с проблемой отсутствия постоянных заказов и проблемами анализа формируемого портфеля заказов с точки зрения его выполнимости.

На первом этапе необходимо сформулировать ту цель, которая должна быть достигнута в результате исследования. В данном случае это оценка портфеля заказов, состоящего из проектов НИОКР и производимой продукции. На втором этапе выделяются главные критерии (категории), которые оказывают наибольшее влияние на достижение цели. На этапе НИОКР

можно выделить главные критерии, которые в наибольшей степени влияют на возможность дальнейшего продвижения проекта на рынок:

- конкурентоспособность;
- осуществимость;
- эффективность.

На следующем этапе осуществляется декомпозиция главных критериев:

- конкурентоспособность;
  - цена продукции соответствует финансовым возможностям потенциальных клиентов и учитывает конъюнктуру рынка;
  - использование результатов проекта в других отраслях;
  - свойства продукции можно изменять в соответствии с требованиями потребителя;
  - продажная цена;
  - уровень стандартизации по параметрам безопасности и качества;
  - наличие новых функциональных характеристик;
  - отсутствие аналогичной продукции на предполагаемом рынке сбыта;
  - рыночный спрос выше планируемых объемов выпуска (доля рынка);
- осуществимость;
  - наличие персонала, оборудования, технологий, энергоносителей, финансов;
- эффективность;
  - себестоимость продукции или услуг;
  - срок реализации проекта;
  - повышение уровня занятости;
  - улучшение условий труда;
  - повышение квалификации персонала.

Конкурентоспособность нового изделия определяет реальный уровень научно-технического качества будущей продукции в сопоставлении с ее рыночным уровнем изделий - аналогов или "идеальной модели".

Наиболее распространенный подход к оценке конкурентоспособности изделия базируется на отношении "качество/цена" производимого изделия.

Проблема использования этого решения связана с неопределенностью показателей качества товаров и его цены на стадии проектирования вследствие неоднозначности подходов к определению конкурентоспособности изделий и неопределенностью предлагаемых решений.

Коэффициент конкурентоспособности нового изделия представляет собой обобщенный показатель совокупности технико-экономических и потребительских параметров. При решении задачи поиска оптимального портфеля заказов целевая функция будет иметь вид

$$K = \sum_{i=1}^m K_{yi} \cdot K_{эпi} \cdot K_{эргi} \rightarrow \max ,$$

где  $K$  - коэффициент конкурентоспособности, как характеристика коммерциализуемости изготавливаемых изделий;

$K_{yi}$  - коэффициент научно-технического уровня разработки  $i$ -го изделия;

$K_{эпi}$  - коэффициент экономической перспективности изготавливаемого  $i$ -го изделия;

$K_{эргi}$  - коэффициент эргономичности  $i$ -го изделия;  
 $m$  - число изделий.

Коэффициент научно-технического уровня разработки оценивается на основании патентных исследований по определяющим характеристикам и параметрам изделия:

$$K_{yi} = \left( \sum_{j=1}^n \frac{T_j}{T_{бj}} \cdot Q_j \right) \cdot \frac{1}{n} ,$$

где  $T_j$  и  $T_{бj}$  - значения соответствующих параметров, выраженные в относительных единицах;

$Q_j$  - удельный вес (важность)  $j$ -го параметра;

$n$  - число сравниваемых параметров, соответствующих числу групп конструктивной разбивки.

Коэффициент экономической перспективности проектируемого изделия определяет значение затрат на достижение нового технического уровня по отношению к существующим на рынке изделиям, рассматриваемым в качестве основных конкурентов на период выхода продукции на рынок:

$$K_{эпi} = \frac{C_i}{C_{конкi} \cdot K_{нуi}} ,$$

где  $C_i$  - себестоимость проектируемого  $i$ -го изделия;

$C_{конкi}$  - рыночная цена существующего  $i$ -го изделия - конкурента;

$K_{нуi}$  - коэффициент уровня научного продукта по отношению к аналогам.

Показатель эргономичности оценивает принципиальные изменения в конструкции изделия, улучшающие потребительскую привлекательность изделия. Он является относительным показателем, учитывающим количественные изменения в проектируемом изделии. Для идеальной модели этот коэффициент будет принимать значения, равные 1. По этому коэффициенту учитываются параметры нововведений, которые не имеют численного выражения и не учитываются в коэффициенте научно-технического уровня разработки. К ним можно отнести

такие показатели, как эстетические, потребительской привлекательности и т.д.

Портфель заказов должен содержать проекты, приносящие максимальный доход своему производителю. Отсюда, в качестве главного критерия в основном выбирают максимум прибыли. В рамках рассматриваемой задачи мы будем считать, что если разрабатываемое изделие является наиболее конкурентоспособным в данной среде, то его производство будет наиболее выгодным для предприятия. Главным ограничением этой задачи выступает пропускная способность предприятия изготовителя. Портфель заказов должен соответствовать принципу осуществимости на данном предприятии.

Возможность обработки подразумевает не только возможность выполнения на оборудовании той или иной операции, но и существование на складе соответствующей оснастки, технологической документации и требуемого технологического процесса. Сообразно этому введем понятие матрицы возможности обработки группы конструктивной разбивки изделия  $b_i$  на любом  $k$ -м оборудовании из множества  $N\{1, n\}$ :

$$M_{BO_k} \left\{ b_1 \left\{ g_{11K}^{BO}(1/0), g_{12K}^{BO}(1/0), \dots, g_{1rK}^{BO}(1/0) \right\}, \dots, \right. \\ \left. b_n \left\{ g_{n1K}^{BO}(1/0), \dots, g_{nrK}^{BO}(1/0) \right\} \right\}$$

где при возможности обработки булева переменная  $g_{ijK}^{BO}(1/0) = 1$ , а при невозможности  $g_{ijK}^{BO}(1/0) = 0$ . Данную матрицу корректируют каждый раз при поступлении в портфель заказов какой-либо новой детали.

Выполнимость каждой операции определяется выражением:

$$\sum_{k=1}^n g_{ijK}^{BO}(1/0) \geq 1, \quad i \in M, \\ j \in [1, p_i], \quad k \in N\{1, n\},$$

где  $p_i$  - число операций для  $i$ -го изделия.

Если данное неравенство выполняется, то данную операцию можно выполнить хотя бы на одном рабочем месте. Если же оно не выполняется хотя бы для одной операции из имеющихся  $p_i$ , то это означает, что данное изделие не может быть выполнено полностью.

Если условие не выполняется для первой операции, то это означает, что рассматриваемое изделие не может быть изготовлено на данном предприятии. Если это условие не выполняется, на какой-либо другой операции, то предприятие получает возможность изготовить полуфабрикат. Для машиностроительного предприятия

будем считать возможным изготовление всего изделия.

По матрице возможности обработки каждой группы конструктивной разбивки можно корректировать портфель заказов по критерию его выполнимости, исключая те элементы, которые не могут быть выполнены на данном предприятии.

Таким образом, происходит корректировка портфеля заказов по возможности их выполнения на данном оборудовании.

На следующем этапе планирования происходит корректировка множества заказов по напряженности заказов и по срокам выпуска.

По матрице возможности обработки можно найти приблизительное время обработки составных узлов изделия, причем время транспортных операций принимается постоянной величиной, рассчитанной по изделию как средневзвешенная величина.

$$t_{g_i} = \sum_{j=1}^p \left( t_{O_{g_{ij}}} \cdot c_{ij} + t_{mp} \right),$$

где  $t_{O_{g_{ij}}}$  - время выполнения технологической операции, которое задано по техническому заданию изделия;

$c_{ij}$  - величина партии изделий;

$t_{mp}$  - время межоперационных перерывов, с включением времени на транспортировку каждого узла.

В основном сейчас в машиностроении мы сталкиваемся с позаказным планированием, поэтому всегда существует директивный срок выполнения конкретного изделия. Таким образом, в портфель заказов могут быть включены только те изделия, сроки выполнения которых, меньше или равны директивным срокам, установленным заказчиком.

В основном сейчас в машиностроении мы сталкиваемся с позаказным планированием, поэтому всегда существует директивный срок выполнения конкретного изделия. Таким образом, в портфель заказов могут быть включены только те изделия, сроки выполнения которых, меньше или равны директивным срокам, установленным заказчиком.

$$t_{g_i} \leq t_{dur}.$$

При оценке производственной деятельности предприятия необходимо ограничить общую трудоемкость выполнения заказов. Предприятие располагает на период планирования определенной производственной мощностью, которая при идеальном варианте должна быть полностью использована. Так как в рассматриваемой задаче мы не принимаем в расчет возможность изготовления полуфабрикатов в рамках данного производства и рассматриваем только изготовление конечной продукции, введем ограничение по производственным мощностям:

$$\sum_{i=1}^m M_i \leq M_{\Sigma},$$

где  $M_i$  - трудоемкость производства  $i$ -го изделия;

$M_{\Sigma}$  - расчетная производственная мощность предприятия на период планирования.

Еще одним показателем формирования портфеля заказов является себестоимость проектируемого изделия, которую можно определить с помощью групп конструктивной разбивки (ГКР).

Процесс производства каждого элемента ГКР разложен на технологические работы, входными параметрами которых являются материальные и трудовые ресурсы.

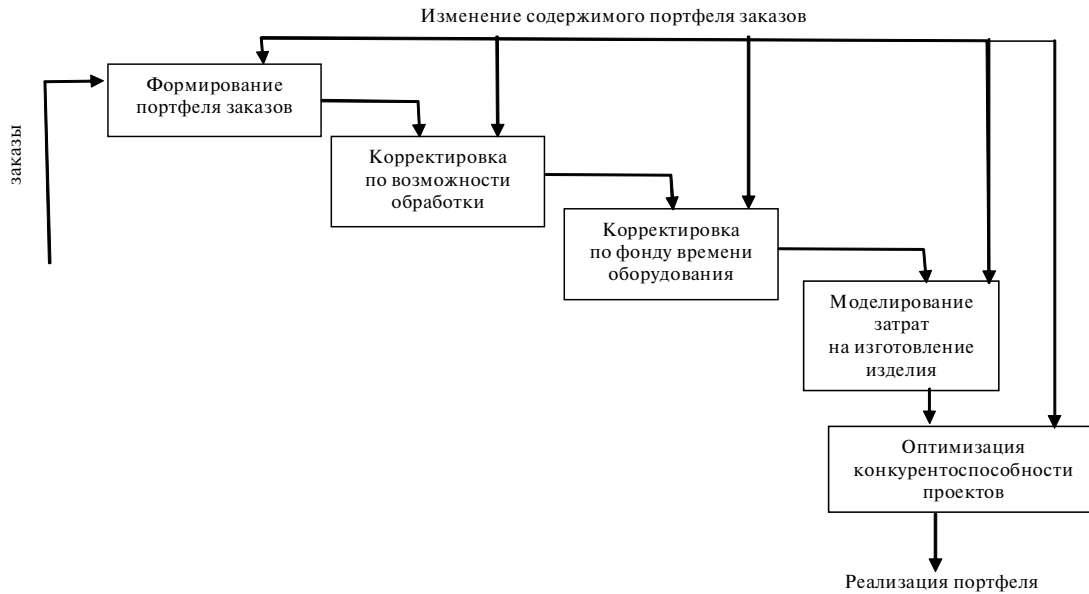
Таким образом, на этапе принятия решений по включению нового продукта в портфель заказов и внедрению его в производство в общем виде задачу можно описать следующим образом:

$$K = \sum_{i=1}^m \kappa_{yi} \cdot \kappa_{эпi} \cdot \kappa_{эргi} \rightarrow \max$$

$$t_{g_i} \leq t_{доп}$$

$$\sum_{i=1}^m M_i \leq M_{\Sigma}$$

$$\sum_{k=1}^n g_{ijk}^{BO} (1/0) \geq 1, i \in M, j \in [1, p_i], k \in N \setminus \{1, n\}.$$



**Рис. Алгоритм формирования портфеля заказов**

Таким образом, алгоритм формирования портфеля заказов можно представить в виде схемы (см. рисунок).

В результате предприятие получает портфель заказов, сформированный только из реально выполнимых проектов, скорректированных по выше перечисленным условиям.

*Поступила в редакцию 12.03.2007 г.*