

Модель формирования бюджета доходов и расходов и оценка эффективности инвестиций в снижение затрат

© 2010 В.В. Альтергот

заместитель министра - начальник управления АПК

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Самарской области

© 2010 К.В. Наумов, С.А. Кирилина, Д.А. Щелоков

ФГУП ГНПРЦ "ЦСКБ-Прогресс"

E-mail: grishanov-sgau@mail.ru

В работе предложена модель принятия решений по выбору параметров бюджета доходов и расходов предприятия по выпуску сложных изделий. Дана оценка эффективности инвестиционных проектов, направленных на снижение норм затрат материальных и трудовых ресурсов.

Ключевые слова: модель принятия решений, бюджет доходов и расходов, инвестиционные проекты, нормы затрат ресурсов.

Рассмотрим задачу принятия решения предприятием, осуществляющим производство ракетносителей. При производстве сложного изделия предприятие выполняет различные виды механических, слесарно-сборочных, монтажных операций, связанных с изготовлением сборочных комплектов и готовой сборочной единицы¹.

Производство такого сложного изделия, как ракетный носитель, осуществляется по отдельным заказам, так как даже однотипные изделия, изготавливаемые для различных заказчиков, имеют конструктивно-технологические различия. К числу особенностей производства данных изделий относятся: необходимость тесной увязки изготовления и выпуска изделий с конструкторско-технологической подготовкой производства по каждому заказу; сложность распределения всех процессов во времени и пространстве, обеспечивающего выполнение каждого заказа в установленный срок при наиболее полной загрузке всех рабочих мест; отсутствие в момент формирования планов производства необходимых норм (норм времени, расхода материалов, денежных средств и др.); длительный производственный цикл изготовления и сборки изделий.

Предположим, что предприятие в своей деятельности использует три вида ресурсов: материалы, оборудование и труд². Задача предприятия состоит в определении при заданном заказе на производство изделий, при заданной его договорной цене такого объема затрат на производство каждой сборочной единицы, чтобы обеспечить максимальное значение целевой функции. Для решения этой задачи сформируем модель задачи принятия решений предприятием относительно объемов затрат на производство сборочных изделий, состоящих из моделей целевой функции и моделей ограничений³.

В качестве целевой функции или экономического интереса в реализации сформулированной задачи примем прибыль, остающуюся в распоряжении предприятия. Величина этой прибыли зависит от уровней цен ресурсов, договорной цены на изделие, норм расхода ресурсов при выполнении различных работ.

Сформируем модель целевой функции предприятия, характеризующей величину операционного дохода, получаемого им при выпуске изделий. Для этого введем следующие обозначения: Π_j - договорная цена одного изделия (заказа); y - количество изделий (заказов); x_j - количество сборочных единиц j -го вида; λ_j - применяемость сборочных единиц j -го вида в изделии; m_{ij} - норма расхода i -го вида материала на одну сборочную единицу j -го вида; r_{kj} - норма затрат времени на эксплуатацию оборудования (агрегатов, станков) k -й группы на сборочную единицу j -го вида; t_{sj} - норма затрат времени трудовых ресурсов s -го вида на сборочную единицу j -го вида; Π_i - цена единицы i -го вида материального ресурса; Π_k - цена машино-часа k -го вида оборудования; Π_s - цена человеко-часа s -го вида трудовых ресурсов; I - множество индексов материалов; J - множество видов сборочных единиц (комплектов); K - множество видов оборудования; S - множество видов трудовых ресурсов; M_i - объем материалов i -го вида ($i \in I$); R_k - фонд времени эксплуатации оборудования k -й группы; T_s - фонд времени работы рабочих s -й профессии; C_j - себестоимость сборочной единицы j -го вида.

С учетом введенных обозначений уравнение для операционного дохода примет следующий вид:

$$f_n(x) = \Pi_n \cdot y - \sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} m_{ij} \Pi_i + \sum_{k \in K} r_{kj} \Pi_k + \sum_{s \in S} t_{sj} \Pi_s \right) x_j - 3_{\text{noc}}. \quad (1)$$

Раскроем экономический смысл каждой составляющей полученного уравнения. Величина $\Pi_0 \cdot y$ представляет собой доход предприятия от реализации заказа в объеме y заказчику по цене Π_0 за изделие.

Величины $(m_{ij}\Pi_i), (r_{kj}\Pi_k)$ и $(t_{sj}\Pi_s)$ характеризуют, соответственно, сметную стоимость i -го материала, эксплуатации оборудования k -й группы, заработную плату рабочих s -й профессий на сборочную единицу j -го вида.

Величины $\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} m_{ij}\Pi_i x_j, \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} r_{kj}\Pi_k x_j, \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} t_{sj}\Pi_s x_j$ характеризуют, соответственно, расходы на материальные ресурсы, эксплуатацию оборудования и заработную плату рабочих при производстве сборочных единиц $x_j, j \in J$.

В уравнении величина $З_{\text{пoc}}$ представляет собой накладные расходы предприятия, связанные с организацией и управлением производством изделия.

Таким образом, в уравнении (1) величина

$$\sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} m_{ij}\Pi_i + \sum_{k \in K} r_{kj}\Pi_k + \sum_{s \in S} t_{sj}\Pi_s \right) x_j \quad (2)$$

представляет собой прямые или переменные затраты, обусловленные производством сборочных единиц в количестве $x_j, j \in J$, а величина $З_{\text{пoc}}$ характеризует косвенные расходы предприятия.

В сумме прямые затраты, определяемые в соответствии с (2), и косвенные расходы образуют себестоимость при производстве сборочных единиц величиной

$$\sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} m_{ij}\Pi_i + \sum_{k \in K} r_{kj}\Pi_k + \sum_{s \in S} t_{sj}\Pi_s \right) x_j - З_{\text{пoc}}. \quad (3)$$

Если суммировать стоимость материалов, эксплуатации оборудования и заработную плату на одну сборочную единицу, то получим экономическую величину, характеризующую прямые затраты на сборочную единицу. Так, прямые затраты на сборочную единицу j -го вида составляют

$$C_j = \sum_{i \in I} m_{ij}\Pi_i + \sum_{k \in K} r_{kj}\Pi_k + \sum_{s \in S} t_{sj}\Pi_s. \quad (4)$$

В этом уравнении величины $\sum_{i \in I} m_{ij}\Pi_i + \sum_{k \in K} r_{kj}\Pi_k + \sum_{s \in S} t_{sj}\Pi_s$ характеризуют, соответственно, стоимость всех материалов, эксплуатации оборудования, заработную плату всех рабочих на сборочную единицу j -го вида.

Учитывая уравнение (4), целевую функцию предприятий (1), отражающую его внутренние интересы, можно представить в следующем виде:

$$f_n(x) = \Pi_0 \cdot y - \sum_{j \in J} C_j x_j - З_{\text{пoc}}. \quad (5)$$

При заданной договорной цене на изделие и установившихся рыночных ценах на материалы, эксплуатацию оборудования, трудовые ресурсы предприятие стремится выполнить заказ по всей номенклатуре в полном объеме. Однако выполнение заказа предприятием определяется не только его целевой функцией, но и ограничениями на имеющиеся материальные, трудовые, финансовые ресурсы.

Сформируем модель ограничений, которые должно учитывать предприятие в задаче принятия решений по реализации заказа. Модель ограничений включает в себя условие, состоящее в том, что вся номенклатура сборочных единиц должна быть выполнена в полном объеме и в точном соответствии с конструкторским проектом. Выполнение этого условия позволяет предприятию осуществить производство в соответствии с заданными конструкторским проектом параметрами и реализовать изделие заказчику.

Математическую запись условия точного выполнения количества сборочных единиц (комплектов) в соответствии с конструкторским проектом представим в виде

$$x_j = \lambda_j \cdot y, j \in J. \quad (6)$$

Параметры $\lambda_j, j \in J$, связывающие количество сборочных комплектов, определяются из проекта на основе конструкции изделия.

С учетом (1) и (6) математическую модель задачи принятия решений предприятием представим в следующем виде:

$$f_n(x) = \Pi_0 \cdot y - \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} m_{ij} \cdot \Pi_i + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} r_{kj} \cdot \Pi_k + \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} t_{sj} \cdot \Pi_s \right) \cdot x_j - З_{\text{пoc}} \rightarrow \max,$$

$$x_j = \lambda_j \cdot y, j \in J, \sum_{j \in J} m_{ij} \cdot x_j \leq M_i, i \in I,$$

$$\sum_{j \in J} r_{kj} \cdot x_j \leq R_k, k \in K, \sum_{j \in J} t_{sj} \cdot x_j \leq T_s, s \in S, \sum_{j \in J} C_j \cdot x_j \leq C. \quad (7)$$

Модель (7) характеризует поведение коллектива предприятия в стремлении получить мак-

симальную величину операционного дохода и позволяет обосновать принятое им решение относительно выполнения количества сборочных единиц.

Сформированную модель (7) можно упростить и свести ее к одной переменной, если подставить уравнение $x_j = \lambda_j \cdot y, j \in J$ в целевую функцию и в ограничения для ресурсов. В результате такой подстановки получаем следующую модель принятия решений предприятием:

$$f_n(x) = \left[\Pi_d - \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} m_{ij} \cdot \Pi_i + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} r_{kj} \cdot \Pi_k + \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} t_{sj} \cdot \Pi_s \right) \cdot \lambda_j \right] \cdot y - Z_{\text{noc}} \rightarrow \max,$$

$$y \leq A_i, i \in I, y \leq B_k, k \in K, y \leq D_s, s \in S, y \geq C_n, \quad (8)$$

или, учитывая (4), модель принятия решений (8) можно представить в виде

$$f_n(x) = \left(\Pi_d - \sum_{j \in J} C_j \lambda_j \right) \cdot y - Z_{\text{noc}} \rightarrow \max,$$

$$y \leq A_i, i \in I, y \leq B_k, k \in K, y \leq D_s, s \in S, y \geq C_n. \quad (9)$$

В моделях (8) и (9) разность $\Delta = \Pi_d - \sum_{j \in J} C_j \lambda_j$ характеризует экономический потенциал предприятия, а величина $A_i = M_i / \sum_{j \in J} m_{ij} \lambda_j$ - количество изделий y , которое можно выпустить из имеющихся материалов i -го вида, при достаточном количестве всех других ресурсов, а величины $(m_{ij} \lambda_j)$, $A_i = \sum_{j \in J} m_{ij} \lambda_j$ представляют собой, соответственно, расход i -го материала при выпуске одной сборочной единицы j -го вида и при выполнении всей номенклатуры сборочных единиц, приходящихся на одно изделие.

Величина $B_k = R_k / \sum_{j \in J} r_{kj} \lambda_j$ характеризует количество изделий y , которые можно произвести из имеющегося фонда времени эксплуатации k -го вида оборудования, при достаточном фонде времени эксплуатации всех других агрегатов машин и других ресурсов, а величина $\sum_{j \in J} r_{kj} \lambda_j$ представляет собой фонд времени эксплуатации k -го вида оборудования при выполнении всех сборочных единиц, приходящийся на одно изделие.

Величина $D_s = T_s / \sum_{j \in J} t_{sj} \lambda_j$ характеризует количество изделий y , которые можно произвести из имеющегося фонда времени работы рабочих s -й

профессии при достаточном фонде времени работы рабочих других профессий и достаточном количестве всех других ресурсов.

Величина $\sum_{j \in J} t_{sj} \lambda_j$ представляет собой фонд времени работы рабочих s -й профессии, приходящихся на производство одного изделия.

Отметим, что в целевой функции модели принятия решений (9) величина $\sum_{j \in J} C_j \lambda_j$ характеризует прямые затраты на изготовление одной сборочной единицы и определяет величину экономического потенциала.

В ограничении на финансовые ресурсы в задаче (8) или (9) величина C_n определяется из уравнения

$$C_n = Z_{\text{noc}} / \Pi_d - \sum_{j \in J} C_j \lambda_j. \quad (10)$$

Эта величина характеризует нижнюю границу количества реализации изделия заказчику, при котором обеспечивается неотрицательность операционного дохода предприятия при условии, что имеет место обеспеченность изготовления изделий всеми другими ресурсами.

Из уравнения (10) следует, что необходимое условие положительности операционного дохода предприятия состоит в том, чтобы уровень договорной цены продукции был больше уровня прямых затрат на изготовлении одной сборочной единицы при выполнении всей номенклатуры работ, т.е. чтобы выполнялось неравенство

$$\Pi_d > \sum_{j \in J} C_j \lambda_j. \quad (11)$$

Для определения оптимального решения запишем модель (11) в следующем виде:

$$f_n(y) = \left(\Pi_d - \sum_{j \in J} C_j \lambda_j \right) y - Z_{\text{noc}} \rightarrow \max,$$

$$C_n \leq y \leq (A_i, \min_{i,k,s} i \in I, B_k, k \in K, D_s, s \in S). \quad (12)$$

Найденное в результате решения задачи (12) оптимальное значение количества изделий должно находиться на границе замкнутой области, ограниченной, с одной стороны, одним из дефицитных ресурсов, отношение исходного объема которого к его расходу на одно изделие является наименьшей из всех величин, а с другой стороны, величиной финансовых ресурсов от реализации изделия заказчику, покрывающих прямые и косвенные затраты при выпуске предприятием всех сборочных единиц.

Изменение многих показателей бюджета доходов и расходов, модель которого представлена системой (6), определяется реализацией мероприятий и инвестиций в различные направления деятельности предприятий. В основе проектов инвестиционного бюджета лежат инновационные продукты либо инновации-процессы. Их внедрение вызывает соответствующие изменения в бюджете доходов и расходов: увеличивает объемы производства и продаж и снижает затраты на материалы, оплату трудовых ресурсов и эксплуатацию оборудования, ввиду чего необходима увязка показателей инвестиционного бюджета с показателями бюджета доходов и расходов. Обозначим через $z_i, i \in I, z_k, k \in K, z_s, s \in S$ инвестиции в мероприятия по снижению норм расхода материалов, норм затрат времени на эксплуатацию оборудования и норм затрат времени трудовых ресурсов, соответственно, при производстве сборочных единиц. С учетом инвестиций математическую модель задачи принятия решений предприятия по формированию бюджета доходов и расходов представим в следующем виде:

$$f_n(z) = \left[\Pi_n - \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} m_{ij}(z_i) \cdot \Pi_i + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} r_{kj}(z_k) \cdot \Pi_k + \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} t_{sj}(z_s) \cdot \Pi_s \right) \cdot \lambda_j \right] \times$$

$$\times y - \sum_{i \in I} z_i - \sum_{k \in K} z_k - \sum_{s \in S} z_s - 3_{\text{пос}} \rightarrow \max,$$

$$y \leq A_i, i \in I, y \leq B_k, k \in K, y \leq D_s, s \in S, y \geq C_n,$$

где $m_{ij}(z_i) = m_{ij} - \Delta m_{ij}(z_i), r_{kj}(z_k) = r_{kj} - \Delta r_{kj}(z_k), t_{sj}(z_s) = t_{sj} - \Delta t_{sj}(z_s)$ - нормы расхода материальных ресурсов, затрат времени на эксплуатацию оборудования и затрат времени трудовые ресурсы с учетом инвестиций соответственно.

Менеджер предприятия, выбирая расходы на инвестиции по снижению затрат $z_i, i \in I, z_k, k \in K, z_s, s \in S$, максимизирует прибыль при заданных функциональных зависимостях между изменениями норм и величинами инвестиций.

Предположим, что функциональная зависимость между изменениями норм и величинами инвестиций определяется из следующих соотношений:

$$\Delta m_{ij}(z_i) = \alpha_{ij} (1 - e^{-\beta_{ij} z_{ij}}),$$

$$\Delta r_{kj}(z_k) = \alpha_{kj} (1 - e^{-\beta_{kj} z_{kj}}),$$

$$\Delta t_{sj}(z_s) = \alpha_{sj} (1 - e^{-\beta_{sj} z_{sj}}),$$

где $\alpha_{ij} > 0, \alpha_{kj} > 0, \alpha_{sj} > 0$ - коэффициенты масштабирования;

$\beta_{ij} > 0, \beta_{kj} > 0, \beta_{sj} > 0$ - коэффициенты, определяющие скорость уменьшения норм затрат.

При определении коэффициентов может быть использован метод наименьших квадратов.

Для определения оптимальных объемов инвестиций представим модель задачи формирования бюджета доходов и расходов в следующем виде:

$$f_n(z) = \left[\Pi_n - \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} m_{ij} - \alpha_{ij} (1 - e^{-\beta_{ij} z_{ij}}) \cdot \Pi_i + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} r_{kj} - \alpha_{kj} (1 - e^{-\beta_{kj} z_{kj}}) \cdot \Pi_k + \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} t_{sj} - (1 - e^{-\beta_{sj} z_{sj}}) \cdot \Pi_s \right) \cdot \lambda_j \right] \cdot y - \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} z_{ij} - \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} z_{kj} - \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} z_{sj} - 3_{\text{пос}} \rightarrow \max.$$

Дифференцируя полученное уравнение по объемам инвестиций z_{ij}, z_{kj}, z_{sj} и приравнявая частные производные к нулю, получим следующие необходимые условия оптимальности:

$$\frac{\partial f_n(z)}{\partial z_{ij}} = \alpha_{ij} (1 - e^{-\beta_{ij} z_{ij}^0}) \cdot \Pi_i \cdot \lambda_j \cdot y - 1 = 0,$$

$$\frac{\partial f_n(z)}{\partial z_{kj}} = \alpha_{kj} (1 - e^{-\beta_{kj} z_{kj}^0}) \cdot \Pi_k \cdot \lambda_j \cdot y - 1 = 0,$$

$$\frac{\partial f_n(z)}{\partial z_{sj}} = \alpha_{sj} (1 - e^{-\beta_{sj} z_{sj}^0}) \cdot \Pi_s \cdot \lambda_j \cdot y - 1 = 0.$$

Решая каждое из уравнений относительно оптимальных объемов инвестиций, находим:

$$z_{ij}^0 = \frac{\ln(\alpha_{ij} \cdot \beta_{ij} \cdot \Pi_i \cdot \lambda_j \cdot y)}{\beta_{ij}},$$

$$z_{kj}^0 = \frac{\ln(\alpha_{kj} \cdot \beta_{kj} \cdot \Pi_k \cdot \lambda_j \cdot y)}{\beta_{kj}},$$

$$z_{sj}^0 = \frac{\ln(\alpha_{sj} \cdot \beta_{sj} \cdot \Pi_s \cdot \lambda_j \cdot y)}{\beta_{sj}}.$$

Условием компенсации объемов инвестиций является выполнение следующих неравенств:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \alpha_{ij} (1 - e^{-\beta_{ij} z_{ij}^0}) \cdot \Pi_i \cdot \lambda_j \cdot y &\geq \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} z_{ij}^0, \\ \sum_{k \in I} \sum_{j \in J} \alpha_{kj} (1 - e^{-\beta_{kj} z_{kj}^0}) \cdot \Pi_k \cdot \lambda_j \cdot y &\geq \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} z_{kj}^0, \\ \sum_{s \in I} \sum_{j \in J} \alpha_{sj} (1 - e^{-\beta_{sj} z_{sj}^0}) \cdot \Pi_s \cdot \lambda_j \cdot y &\geq \sum_{j \in J} \sum_{s \in I} z_{sj}^0. \end{aligned} \quad (13)$$

Эффект, получаемый от снижения затрат на нормы расхода материальных ресурсов, затрат времени на эксплуатацию оборудования и затрат на трудовые ресурсы, составляет величину, равную разности между правой и левой частью неравенств (13).

$$\begin{aligned} \Delta_m &= \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \Delta m_{ij}(z_i) \cdot \Pi_i \cdot \lambda_j - \frac{1}{y} \sum_{i \in I} z_i, \\ \Delta_r &= \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} \Delta r_{kj}(z_k) \cdot \Pi_k \cdot \lambda_j - \frac{1}{y} \sum_{k \in K} z_k, \end{aligned}$$

$$\Delta_t = \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} \Delta t_{sj}(z_s) \cdot \Pi_s \cdot \lambda_j - \frac{1}{y} \sum_{s \in S} z_s.$$

Таким образом, реализация инвестиционных проектов, направленных на снижение норм затрат, позволила снизить расходы при формировании бюджета доходов и расходов, увеличить на этой основе экономический потенциал предприятия и прибыль от реализации изделий при заданном заказе.

¹ Якутина О.К. Система бюджетного управления // ЭКО. Экономика и организация промышленного производства. 2004. □ 2. С. 138-140.

² Там же.

³ Попов В.М. Бизнес-фирмы и бюджетирование потока денежных средств. М., 2003.

Поступила в редакцию 07.06.2010 г.