

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУППЫ ПРЕДПРИЯТИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.Г. Торхов

Введение

Переход на рыночные отношения привел к необходимости коренных изменений в авиационной промышленности. Если в рамках плановой экономики финансирование предприятий осуществлялось за счет размещения гарантированного госзаказа, то в новых экономических условиях возникла острая необходимость поиска платежеспособных заказчиков, готовых приобрести конкурентоспособную продукцию.

На момент начала реформ «социалистическое авиационное производство» было ориентировано на выпуск оборонной продукции или продукции двойного назначения. Но при организации производства оборонной продукции на ее рентабельность практически не обращали внимания. На первом месте стояла надежность и тактико-технические данные «изделий». Дизайн, уровень комфорта и прочие «буржуазные предрассудки» делали продукцию малопривлекательной для внешнего рынка.

Экономические реформы начала 90-х годов привели к параличу авиационной промышленности. В результате на балансе предприятий повисли огромные долги перед бюджетом, энергетиками, задолженность по зарплате и т.п.

Одним из главных направлений вывода предприятий из кризиса стала реорганизация производства. А именно, из основного производства стали выделять рентабельные направления и организовывать выпуск **высококачественной конкурентоспособной** продукции.

Целью настоящей работы является построение математической модели, позволяющей количественно исследовать описанные выше процессы и оптимизировать работу группы предприятий авиационной промышленности в процессе ее реорганизации.

1. Синтез модели

За основу примем всесторонне апробированную модель Гудвина-Калецкого (см., например, работы [1,2,3]). При этом учтем, что в рыночных условиях одним из основных параметров, характеризующих конкурентоспособность продукции, является отношение цена/качество.

Модифицируем модель Гудвина-Калецкого для случая группы предприятий, на которых внедрена система управления качеством. Поскольку контроль качества – мероприятие достаточно дорогое, а продукция предприятий авиационной промышленности со времен госприемки традиционно проходит многочисленные проверки качества, постольку этот фактор должен быть учтен как в доходной, так и в расходной части баланса предприятия. В силу этого уравнение баланса, введенное и исследованное в работах [1-3], скорректируем для каждого предприятия следующим образом:

$$Z_i = C_i + I_i + A_i + Q_i, \quad (1)$$

где Z_i - спрос, C_i - потребительские расходы, I_i - инвестиционные расходы, A_i - независимые расходы, Q_i - расходы на управление качеством продукции, i - номер предприятия.

Для определенности рассмотрим группу, состоящую из двух родственных предприятий ($i = 1,2$):

$$\begin{cases} Z_1 = C_1 + I_1 + A_1 + Q_1, \\ Z_2 = C_2 + I_2 + A_2 + Q_2. \end{cases} \quad (2)$$

В частном случае, это могут быть два юридических лица, расположенных на одной территории и имеющих общее руководство. Этот случай интересен тем, что в процессе приватизации множество предприятий авиационной промышленности остались без госзаказа и

не смогли гармонично вписаться в новые экономические реалии. В этих условиях руководители многих предприятий пошли по пути налаживания нового рентабельного производства на старом оборудовании и реструктуризации долгов нерентабельных предприятий. С математической точки зрения перераспределение средств между двумя хозяйствующими субъектами описывается посредством введения перекрестных членов F_{ij} . Однако в отличие от предыдущих работ, в которых исследовались вопросы управления перекрестными финансовыми потоками, мы рассмотрим ситуацию, когда эти потоки распределяются строго целевым образом. То есть система уравнений (2) формально сохраняет свой вид, однако все члены этой системы уравнений претерпевают определенные изменения. Например, если в старых версиях модели собственное потребление было пропорционально выпуску продукции $C_i = c_i \cdot Y_i$, то наличие возможности оперативного управления финансовыми потоками приводит к тому, что:

$$\begin{cases} C_1 = c_1 \cdot Y_1 + c_{12} \cdot Y_2, \\ C_2 = c_2 \cdot Y_2 + c_{21} \cdot Y_1. \end{cases} \quad (3)$$

Для определенности будем считать, что рентабельным является первое предприятие, а второе предприятие функционирует, рассчитывается с долгами и способствует повышению рентабельности первого предприятия. В этом случае имеют место соотношения $c_{12} > 0$, $c_{21} < 0$.

Совершенно аналогично обстоит дело с инвестиционными потоками:

$$\begin{cases} I_1 = \frac{1}{\theta_1} \int_{t-\theta_1}^t B_1(t') dt', \\ I_2 = \frac{1}{\theta_2} \int_{t-\theta_2}^t B_2(t') dt'. \end{cases} \quad (4)$$

В свою очередь подынтегральное выражение в (4) может быть представлено в следующем виде

$$\begin{cases} B_1 = \alpha_1(1 - c_1)Y_1 + \gamma_{12}Y_2 - \kappa_1 \cdot K_1 - \kappa_{12} \cdot K_2, \\ B_2 = \alpha_2(1 - c_2)Y_2 + \gamma_{21}Y_1 - \kappa_2 \cdot K_2 - \kappa_{21} \cdot K_1, \end{cases} \quad (5)$$

где Y_i - продукция предприятия, K_i - величина основного капитала предприятия, B_i - объем решений о капиталовложениях в предприятие, θ_i - время запаздывания, причем $i = 1, 2$. Учитывая, что реорганизация производства (после выделения рентабельной его части) обычно проводится достаточно быстро, а также, в основном, за счет использования внутренних резервов, воспользуемся приближением $\theta_1 = \theta_2 = \theta$. Кроме того, в рамках сделанных предположений естественно считать, что $\gamma_{12} > 0$, $\gamma_{21} < 0$, $\kappa_{12} < 0$, $\kappa_{21} > 0$, $\alpha_1 > \alpha_2$.

Величина основного капитала меняется с течением времени по закону:

$$\begin{cases} \bar{D}K_1 = B_1(t - \theta), \\ \bar{D}K_2 = B_2(t - \theta), \end{cases} \quad (6)$$

где $\bar{D} = \frac{d}{dt}$ - дифференциальный оператор.

Кроме того, мы должны добавить зависимость между спросом и произведенным продуктом:

$$\begin{cases} Y_1 = (\mu_1^{-1} \bar{D} + 1)^{-1} Z_1, \\ Y_2 = (\mu_2^{-1} \bar{D} + 1)^{-1} Z_2. \end{cases} \quad (7)$$

Связь (7) описывает отставание произведенного продукта от величины спроса.

До сих пор мы использовали стандартную логику работ [1-3]. Учет влияния качества продукции на баланс предприятия осуществим в духе работы [4] следующим образом. Перепишем систему уравнений (7) в виде:

$$\begin{cases} Z_1 = (\mu_1^{-1} \bar{D} + 1) Y_1, \\ Z_2 = (\mu_2^{-1} \bar{D} + 1) Y_2. \end{cases} \quad (8)$$

Величины Z_i по определению обозначают доходную часть баланса предприятий. В силу этого они должны являться функциями качества выпускаемой продукции Q_i . Естественно считать, что влияние качества на доходы предприятия описывается уравнением:

$$\begin{cases} Z_1 = (\mu_1^{-1} \bar{D} + 1) Y_1 + \varphi_1(Q_1), \\ Z_2 = (\mu_2^{-1} \bar{D} + 1) Y_2 + \varphi_2(Q_2). \end{cases} \quad (9)$$

В бюджете предприятия расходы на управление качеством, как правило, пропорциональны объему выпускаемой продукции. В силу этого на данном этапе рассмотрения разумно предположить, что:

$$\begin{cases} Q_1 = \beta_1 Y_1, \\ Q_2 = \beta_2 Y_2. \end{cases} \quad (10)$$

После того, как мы постулировали соотношения (10), система уравнений, описывающих экономику предприятия с учетом качества выпускаемой продукции, становится замкнутой:

$$\begin{cases} Z_1 = C_1 + I_1 + A_1 + Q_1, \\ Z_2 = C_2 + I_2 + A_2 + Q_2, \\ B_1 = \alpha_1(1 - c_1) Y_1 + \gamma_{12} Y_2 - \kappa_1 \cdot K_1 - \kappa_{12} \cdot K_2, \\ B_2 = \alpha_2(1 - c_2) Y_2 + \gamma_{21} Y_1 - \kappa_2 \cdot K_2 - \kappa_{21} \cdot K_1, \\ C_1 = c_1 \cdot Y_1 + c_{12} \cdot Y_2, \\ C_2 = c_2 \cdot Y_2 + c_{21} \cdot Y_1, \\ I_1 = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t B_1(t') dt', \\ I_2 = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t B_2(t') dt', \\ \bar{D}K_1 = B_1(t - \theta), \\ \bar{D}K_2 = B_2(t - \theta), \\ Z_1 = (\mu_1^{-1} \bar{D} + 1) Y_1 + \varphi_1(Q_1), \\ Z_2 = (\mu_2^{-1} \bar{D} + 1) Y_2 + \varphi_2(Q_2), \\ Q_1 = \beta_1 Y_1, \\ Q_2 = \beta_2 Y_2. \end{cases} \quad (11)$$

В уравнении (11) мы учли тот факт, что расходы на контроль качества производятся из общего бюджета предприятий.

На данном этапе исследований логично ограничиться исследованием задачи в приближении «расторопного инвестора» (то есть $\theta \rightarrow 0$).

В этом случае система (11) превращается в систему обыкновенных дифференциальных уравнений.

В рамках предложенной модели реорганизация производства осуществляется за счет обмена материальными и финансовыми потоками между предприятиями. Точные уравнения баланса (сколько одно предприятие отдало, столько же другое предприятие получило) в дан-

ном случае практически не работают. Дело в том, что значительная часть средств перетекает от предприятия к предприятию в виде основных фондов. Но в рыночных условиях один и тот же станок, производящий продукцию в разных условиях, дает различную экономическую отдачу. Кроме того, балансовая стоимость передаваемого оборудования практически никогда не совпадает с его фактической стоимостью. В силу этого идентификация предложенной модели возможна только в том случае, когда предприятия проработали в связке достаточно продолжительное время и на графике зависимости экономических параметров от времени появилось достаточное число точек.

Оптимизация экономической деятельности предприятий осуществляется за счет максимизации суммарной прибыли. Поэтому естественно постулировать, что целевая функция, подлежащая максимизации, имеет вид:

$$F(\sigma) = \int_0^T \sum_{i=1}^2 Z_i(t) dt = \sum_{i=1}^2 \mu_i^{-1} [Y_i(T) - Y_i(0)] + \int_0^T \sum_{i=1}^2 Y_i(t) dt + \int_0^T \sum_{i=1}^2 \varphi_i(\beta_i Y_i(t)) dt. \quad (12)$$

Входящие в уравнения (1)-(12) константы α , β , γ , c , k , θ и μ являются параметрами, подлежащими нахождению в процессе идентификации модели. Величина σ - векторный параметр, включающий в себя двухиндексные коэффициенты типа c_{12} , отвечающие за интенсивность соответствующих материальных и финансовых потоков. Именно эти параметры следует варьировать с целью выяснения оптимального сценария реорганизации производства.

Дополнительно отметим, что методика определения оптимальных затрат на управление качеством продукции подробно изложена в работе [4].

Заключение

Резюмируем вышесказанное следующим образом.

- В настоящей работе построена система уравнений, описывающих реорганизацию авиационного производства в процессе перехода от госзаказа на рыночные отношения.
- Предложена целевая функция, позволяющая оптимизировать указанный процесс.
- Обоснована применимость приближения «расторопного инвестора» для исследования процесса реорганизации производства в системе двух взаимосвязанных предприятий.

Наконец, отметим, что методика аналитического решения системы уравнений (11) подробно изложена в работе [4]. Поэтому в данной работе мы ее не приводим.

Список литературы

1. Goodwin R.M. The non-linear accelerator and the Persistence of Business Cycles// *Econometrica*, 1951, №19, p1-17.
2. Kalecki M. *Theory of Economic Dynamics*// Allen and Unwin, 1954.
3. Швидак А.И. Качественные методы анализа неустойчивой экономики// СамИИТ, РАТ, Самара, 2000. 170 с.
4. Завершинский И.П., Лисянский М.Э., Максимов В.В., Ратис Ю.Л. Математическая модель управления качеством продукции // настоящий сборник.