

МОДЕЛЬ ВНУТРИФИРМЕННОГО МЕХАНИЗМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО КОМПЛЕКТНОМУ ВЫПУСКУ ПРОДУКЦИИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

© 2015 Г.М. Гришанов¹, А.В. Кобенко²

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

² Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области

Статья поступила в редакцию 23.11.2015

Предложена модель механизма принятия решений в производственной системе, обеспечивающей сбалансированность материальных потоков, ритмичность и комплектность выпуска продукции и исследован процесс синхронизации материальных потоков между цехами в производственной системе в решении задачи комплектной поставки.

Ключевые слова: цех-поставщик, цех-потребитель, механизм взаимодействия, ритмичность, комплектность.

ПРОБЛЕМА ВНУТРИФИРМЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Эффективность функционирования предприятия, выпускающего сложные, наукоемкие изделия и состоящего из совокупности технологически взаимосвязанных производственных, конструкторских подразделений, во многом определяется механизмом внутрифирменного взаимодействия [1]. Это объясняется тем, что конечные результаты производственной системы зависят от четкого взаимодействия между всеми структурными подразделениями предприятия. Всякое нарушение в сбалансированной работе, например, относительно качества, сроков, номенклатуры, ритмичности, комплектности между производственными цехами, участками, приводит к увеличению затрат ресурсов и снижению эффективности деятельности предприятия. В изменяющихся рыночных условиях механизм управления должен обеспечивать не только высокий уровень качества техники, материалов, но и качественно новый уровень производственных взаимодействий.

Проблема ритмичной работы в производственной системе сводится, таким образом, к проблеме синхронизации материальных и информационных потоков между всеми его субъектами, которая, в свою очередь, выступает как задача организации механизма формирования внутрифирменных стратегий управления, ориентированных на реализацию заказа по объему выпуска, ценам выпускаемой продукции.

Гришанов Геннадий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры экономики.

Кобенко Александр Владимирович, вице-губернатор – министр экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области.

E-mail: A.Kobenko@economy.samregion.ru

Исследуем процесс синхронизации материальных потоков между цехом-потребителем и цехом-поставщиком в решении задачи комплектной поставки по всей технологической цепочке. Нарушение ритмичности, комплектности в такой производственной системе могут возникать потому, что производительность цеха-потребителя не сбалансирована по производительности с цехами-поставщиками.

Определим требования, предъявляемые к механизму взаимодействия в решении задачи выпуска деталей, узлов в заданном количестве. Предположим, что предприятие получило заказы на выпуск изделий. При этом каждый заказ характеризуется объемом изделий и графиком их поставки в течение планового периода. Реализация заказов предприятия осуществляется во времени и пространстве, т.е. по цехам, поставщикам сырья, материалов, комплектующих с учетом опережений запуска деталей, сборочных единиц.

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО КОМПЛЕКТНОМУ ВЫПУСКУ ДЕТАЛЕЙ

Сформируем модель механизма принятия решений цехом по комплектному выпуску деталей, сборочных единиц. Будем считать, что механизм принятия решений обеспечивает сбалансированность, ритмичность материальных потоков в производственной системе, если каждое структурное подразделение, действуя в направлении реализации своих локальных плановых заданий по объемам, номенклатуре, срокам, реализует одновременно и плановое задание предприятия [1-5].

Предположим, что каждый цех производственной системы стремится максимизировать объем выпускаемой продукции, тогда модель задачи выбора объема комплектного выпуска деталей каждого наименования представим в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 \text{OB}_l(y_l) &= \sum_1^{12} \sum_{j \in J} \Pi_{jl} y_{jl}^\tau \rightarrow \max_{y_{jl}} \\
 \sum_{\tau=1}^{12} y_{jl}^\tau &\geq x_0 \lambda_{jl}, l \in L, j \in J_l, \\
 \sum_{j \in J} t_{ijl} y_{jl}^\tau &\leq T_{ii}^\tau, i \in I, l \in L, \tau = 1, 12, \\
 y_{jl}^\tau &\geq \min(x_0^\tau \lambda_{jl}, Q_{jl}) j \in J_l, l \in L, \tau = 1, 12,
 \end{aligned} \quad (1)$$

где $\text{OB}_l(y_l)$ – объем выпускаемой продукции l -м цехом; Π_{jl} – условная цена j -й детали, выпускаемая l -м цехом; y_{jl}^τ – объем выпуска j -й детали, выпускаемая l -м цехом в τ -м месяце; x_0 – количество изделий в заказе, выпускаемое предприятием в плановом периоде; λ_{jl} – комплект j -й детали, выпускаемая l -м цехом для изготовления одного изделия; t_{ijl} – трудоемкость изготовления j -й детали, выпускаемая l -м цехом на оборудовании i -го типа; T_{ii}^τ – фонд времени работы оборудования i -ой группы l -го цеха в τ -м месяце; Q_{jl} – максимально возможный выпуск j -й детали l -м цехом.

В полученной модели (1) принятия решений, условная цена каждой детали, обрабатываемой в каждом цехе, определяется из следующего уравнения:

$$\Pi_{jl} = \frac{\Pi_{изд} t_{ijl}}{t_{изд}}, \quad (2)$$

где $\Pi_{изд}$, $t_{изд}$ – цена и трудоемкость изделия, выпускаемое предприятием.

Уравнение (2) позволяет количественно оценить в условных ценах результаты деятельности каждого цеха на основе трудоемкости изготовления конечного изделия, деталей сборочных единиц, выпускаемых цехами основного производства.

Предлагаемая модель (1) задачи принятия решений по оптимизации объемов комплектного выпуска деталей, сборочных узлов позволяет реализовать предприятием один заказ в плановом периоде объемом изделий x_0 . В модель задачи включены следующие ограничения: производство цехом изделий в каждом месяце должно быть не меньше их количества, необходимого для выпуска изделий равного заказу x_0 ; общая загрузка оборудования каждого цеха при изготовлении детали не должна превышать имеющийся фонд рабочего времени оборудования в плановом периоде; выпуск деталей каждым цехом ограничен объемом, необходимым для реализации заказа и величиной производственной мощности цеха по их выпуску.

Оптимальные объемы продукции, выпускаемые цехом в комплекте по всей номенклатуре за плановой период, получаемой в результате решения задачи (1), равны:

$$y_{jl}^{opt} = \begin{cases} x_0^\tau \lambda_{jl}, & \text{если } \sum_{j \in J_l} t_{ijl} \lambda_{jl} \leq \frac{T_{ijl}}{x_0^\tau}, \\ Q_{jl}, & \text{если } \sum_{j \in J_l} t_{ijl} \lambda_{jl} > \frac{T_{ijl}}{x_0^\tau}, j = J_l, l \in L. \end{cases} \quad (3)$$

Из полученного оптимального решения следует, что если суммарная трудоемкость изготовления комплектов по всем деталям не превышает фонда времени работы оборудования l -го цеха, приходящегося на одно изделие заказа, то цех обеспечивает комплектный выпуск деталей в объеме, необходимом для реализации заказа. Если суммарная трудоемкость изготовления комплектов по всем деталям больше фонда времени работы оборудования l -го цеха, приходящегося на одно изделие заказа, то цех не обеспечивает в полной мере комплектный выпуск детали. В этом случае возникает необходимость либо в уменьшении трудоемкости изготовления детали, или увеличении фонда времени путем, например, увеличения сменности работы, если при принятой сменности рабочие места загружены полностью.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЦЕХАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ. УСЛОВИЯ СОГЛАСОВАННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Определим требования, предъявляемые к механизму взаимодействия в решении задачи выпуска деталей, узлов в заданном плане количестве. Предположим, что цех-поставщик стремится максимизировать прибыль, остающуюся в его распоряжении, при выпуске деталей или узлов, определяемую уравнением

$$f_l(y_l) = \sum_j (\Pi_{jl} - m_{jl}) y_{jl} - c_l, \quad (4)$$

где $\Pi_{jl} = \frac{\Pi}{T_j} t_{jl}$ – плановая цена выпуска j -й детали l -м цехом; m_{jl} – переменные затраты, связанные с выпуском единицы j -й детали l -м цехом; c_l – постоянные затраты; y_l – фактический выпуск j -й детали l -м цехом в плановом периоде продолжительностью T ; $T_j = \sum_l t_{jl}$ – трудоемкость изготовления j -й детали по всем цехам; t_{jl} – трудоемкость изготовления j -й детали в l -м цехе; Π – цена конечного изделия.

Рассмотрим функционирование производственной системы, в которой взаимодействуют два цеха, один из которых является цехом-поставщиком, выпускающим "n" видов деталей, узлов, а второй – цех-потребитель, осуществляющий сборку и выпуск одного сборочного узла или изделия.

Пусть $a_j, j = 1, n$ – производительность по выпуску j -й детали в единицу времени. Тогда задача выбора цехом-поставщиком объема выпуска деталей каждого наименования, обеспечивающего максимум его целевой функции, имеет вид

$$\begin{aligned}
 f(y) &= \sum_{j=1}^n (\Pi_j - m_j) y_j - c \rightarrow \max \\
 \sum_{j=1}^n \frac{y_j}{a_j} &= T.
 \end{aligned}$$

Пусть для обеспечения ритмичной работы производственного комплекса, выпускающего конечное изделие, цеху-поставщику задается

плановое задание по поставкам каждой детали в объеме $x_j, j = 1, n$ за период времени, равный T .

В этом случае стратегия выбора цехом-поставщиком значений объемов поставок продукции при условии выполнения планового задания описывается следующей моделью:

$$f(y) = \sum_{j=1}^n (\Pi_j - m_j) y_j - c = \sum_{j=1}^n d_j y_j - c \rightarrow \max; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \frac{y_j}{a_j} = T, y_j = x_j, j = 1, n.$$

Цех-поставщик, поставленный в условия точного выполнения номенклатурного задания, определяет следующую стратегию по выпуску продукции:

$$y_j = x_j, j = 1, n.$$

Определим значение целевой функции цеха-поставщика при стратегиях (6) и (7). Для этого, подставив оптимальное решение (5) в целевую функцию (3), получим

$$f^0(y) = d_k a_k T - c = \sum_{j=1}^n \frac{a_k}{a_j} d_k x_j - c. \quad (8)$$

Подставляя (7) в (4), получим следующее значение целевой функции цеха-поставщика:

$$f(x) = \sum_{j=1}^n d_j x_j - c. \quad (9)$$

Сравним величины операционного дохода (8) и (9) между собой. Для этого, вычитая $f(x)$ из $f^0(y)$, определим величину разности

$$\Delta f(x) = f^0(y) - f(x) = \sum_{j=1}^n \frac{a_k}{a_j} d_k x_j - \sum_{j=1}^n d_j x_j = \sum_{j=1}^n \left(\frac{a_k}{a_j} d_k - d_j \right) x_j. \quad (10)$$

Из (10) следует, что если $\Delta f(x) > 0$, то в системе имеет место противоречие, поскольку цех-поставщик, реализуя плановое задание и обеспечивая тем самым ритмичность и эффективность работы производственного комплекса в целом, несет потери, так как его операционный доход за период T уменьшается на величину $\Delta f(x)$. Условием реализации планового задания цеха-поставщика является выполнение следующего неравенства:

$$f(x) \geq f^0(y). \quad (11)$$

Реализовать практически условие (11) можно или выбором функции стимулирования цеха-поставщика, или выбором параметров, например, цен на продукцию, от которых зависит величина операционного дохода. Выполнение условия (11) осуществим изменением цен $\Pi_j, j = 1, n$. В этом случае для цеха-поставщика следует иметь две цены. Более высокая цена используется для определения дохода в случае выполнения планового задания по всей номенклатуре. При невыполнении плана, хотя бы по одному виду продукции, доход определяется по более низким ценам.

Задача по осуществлению согласованного взаимодействия, таким образом, состоит в том, чтобы одновременно с определением планового задания выбрать такие значения договорных цен, измене-

ния которых приводило бы к увеличению величины дохода не меньше величины потерь $\Delta f(x)$.

Для решения этой задачи определим, на какую величину следует изменять договорные цены выпускаемой поставщиком продукции, чтобы выполнялось неравенство (11). Для этого определим изменение дохода $\Delta q(x)$ при изменении цены каждого вида продукции на величину $\Delta \Pi_j, j=1, n$ из следующего уравнения:

$$\Delta q(x) = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f(x)}{\partial \Pi_j} \Delta \Pi_j = \sum_{j=1}^n x_j \Delta \Pi_j. \quad (12)$$

Условие согласованности (11) выполняется, если выполняется неравенство

$$\Delta q(x) \geq \Delta f(x) \quad (13)$$

или, учитывая (10) и (12)

$$\sum_{j=1}^n x_j \Delta \Pi_j \geq \sum_{j=1}^n \left(\frac{a_k}{a_j} d_k - d_j \right) x_j.$$

Из этого неравенства следует, что изменение условных цен каждого наименования выпускаемой продукции должно удовлетворять неравенству

$$\Delta \Pi_j \geq \left(\frac{a_k d_k}{a_j} - d_j \right), j = 1, n. \quad (14)$$

В этом уравнении $a_k \cdot d_k = \max_j a_j d_j$.

Неравенства (14) позволяют определить нижнюю границу изменения условных цен, при выполнении которых поставщик экономически заинтересован в реализации планового задания, а, если учитывать, что в выполнении такого плана заинтересован и производственный комплекс в целом, то можно сделать вывод о том, что интересы поставщика сбалансированы с системой в целом.

Реализация неравенства (11) позволяет цеху-поставщику получить дополнительный эффект не меньше потерь $\Delta f(x)$, что создает экономическую заинтересованность цеха-поставщика в выполнении планового задания, но при этом решается проблема настройки интересов только одного цеха-поставщика на интересы всей производственной системы и не учитываются интересы цеха-потребителя.

Производственный комплекс может не иметь возможности в реализации условия (11), так как величина общего эффекта, получаемого в системе от согласованного взаимодействия, может быть меньше величины дополнительного эффекта, направляемого для стимулирования цеха-поставщика при реализации условия (11). Поэтому определим верхнюю границу изменения цен цеха-потребителя, при которых "выгодно" делиться с цехом-поставщиком частью своего эффекта, получаемого от согласованного взаимодействия. Для этого рассмотрим следующую модель про-

цедуры планирования выпуска продукции и комплектующих цехом-потребителем:

$$F(x) = \left[(\Pi_0 - m_0) \min_j \frac{x_j}{b_j} - \sum_{j=1}^n \Pi_j x_j \right] - c_o \rightarrow \max \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n \frac{x_j}{a_j} = T.$$

где Π_0 – цена продукции, m_0 – переменные затраты цеха-потребителя на единицу продукции, x_j – плановое задание по выпуску детали j -го наименования, b_j – применяемость j -й детали в изделии, c_o – постоянные затраты.

Оптимальное плановое задание цеха-потребителя, получаемое в результате решения модели (15), равно

$$x_j^0 = b_j \frac{T}{\sum_{j=1}^n \frac{b_j}{a_j}}, j = 1, n. \quad (16)$$

В этом уравнении величина $\sum_{j=1}^n \frac{b_j}{a_j}$ представляет собой затраты времени на выпуск цехом-поставщиком одного комплекта, а отношение $\frac{T}{\sum_{j=1}^n \frac{b_j}{a_j}}$ характеризует количество продукции (комплектов), которое может выпустить цех-потребитель.

Предположим, что величина разности $\Delta\Phi(x)$ характеризует эффект, получаемый потребителем от реализации согласованного управления при комплектной поставке.

Величина общего эффекта от организации согласованного управления $\Delta\Phi(x)$ не должна быть меньше величин изменения дохода $\Delta q(x)$ поставщика при изменении цены каждого вида поставляемой продукции на величину $\Delta c_j, j=1, n$, т.е. должно выполняться неравенство

$$\Delta q(x) \leq \Delta\Phi(x). \quad (17)$$

Из этого неравенства следует, что изменение цены каждого наименования выпускаемой продукции должно удовлетворять неравенству

$$\Delta c_h \leq \left[(\Pi_0 - m_0) - \left(\sum_{j=1}^n \Pi_j B_j - \min_j \Pi_j a_j \sum_{j=1}^n B_j / a_j \right) \right] \cdot \frac{1}{a_h \sum_{j=1}^n B_j / a_j}, h = 1, n. \quad (18)$$

Неравенство (18) позволяет определить верхнюю границу изменения условных цен, при выполнении которых потребитель экономически заинтересован делиться частью своего эффекта с поставщиком.

Учитывая неравенство (14), диапазон изменения условных цен представим следующим соотношением:

$$\left(\frac{a_k d_k}{a_h} - d_h \right) \leq \Delta c_h \leq \left[(\Pi_0 - m_0) - \left(\sum_{j=1}^n \Pi_j B_j - \right. \right.$$

$$\left. \left. - \min_j \Pi_j a_j \sum_{j=1}^n B_j / a_j \right) \right] \cdot \frac{1}{a_h \sum_{j=1}^n B_j / a_j}, h = 1, n. \quad (19)$$

Реализация неравенства (19) позволяет согласовать интересы как поставщика, так и потребителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из (19), цех-потребитель, выбирая величины изменения цен, создает такие условия, в которых цех-поставщик экономически заинтересован в комплектной поставке своей продукции, а цеху-потребителю “выгодно” стимулировать цех-поставщик за комплектный выпуск продукции путем установления более высоких цен. Существование диапазонов изменения цен выступает как требование к механизму управления, реализовать которое можно, изменяя параметры моделей принятия решений цехом-поставщиком (5) на этапе реализации плановых заданий и модели принятых решений цеха-потребителя (12) на этапе планирования выпуска продукции цехом-поставщиком.

Таким образом, реализация модели принятия решений цехами по выпуску деталей, сборочных единиц позволяет осуществить их комплектный выпуск и на этой основе обеспечить ритмичность и эффективность функционирования предприятия в целом по реализации принятых заказов путем выбора согласованного механизма внутрифирменного взаимодействия между структурными подразделениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внутрифирменные механизмы бюджетного управления крупным промышленным комплексом по производству ресурсоемких изделий: монография / Д.Г. Гришанов, Г.М. Гришанов, С.А. Кирилина, Д.А. Щелоков. – Самара, 2009. – 180 с.
2. Модель задачи принятия оптимальных решений по выбору объема затрат при производстве сложных изделий / Д.Г. Гришанов, К.В. Наумов, С.А. Кирилина // Евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики». – 2010. – № 4. – С. 64-68.
3. Методология и аналитический инструментальный формирования устойчивых механизмов комплексного взаимодействия в промышленных комплексах / Д.Г. Гришанов, А.Д. Гришанова, К.А. Татарина, Д.А. Щелоков // Экономические науки. – 2011. – №12(85). – С. 387-393.
4. Формирование механизма управления закупками предприятия по производству ракетно-космической техники / С.А. Кирилина, К.А. Татарина, Д.А. Щелоков // Экономические науки. – 2010. – №11(72). – С. 207-213.
5. Моделирование конкурентной среды и формирова-

ние итерационной процедуры организационного процесса взаимодействия на рынке пусковых услуг в условиях неопределенности. / К.А. Татарина

// Управление организационно экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений. – 2013. – №10. – С. 52-56.

**MODEL INTERCOMPANY DECISION-MAKING MECHANISM
OF COMPLETE PRODUCTION BY MACHINE-BUILDING ENTERPRISES**

© 2015 G.M. Grishanov¹, A.V. Kobenko²

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolev
(National Research University)

² Ministry of Economic Development, Investment and Trade of Samara Region

The proposed model of decision-making mechanism in the production system, ensuring the balance of material flows, cadence, and completeness of the output and studied the process of synchronizing material flows between shops in the production system in solving the problem of complete supply.

Keywords: shop-supplier, shop-consumer, mechanism of interaction, rhythm, completeness.

*Gennadij Grishanov, Doctor of Technics, Professor.
Aleksander Kobenko, Vice-Governor – Minister of Economic
Development, Investment and Trade of Samara Region.
E-mail: A.Kobenko@economy.samregion.ru*