

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ
КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

© 2014

К.А. Пекина, начальник бюро*Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», Самара (Россия)*

Ключевые слова: модели конкурентного взаимодействия; ракетно-космическая отрасль; параметры производственной программы.

Аннотация: В российской рыночной экономике с ужесточением конкурентной борьбы остро встает вопрос о повышении уровня конкурентоспособности и надежности функционирования предприятий. В этой связи возникает необходимость в строгом научном обосновании выбора стратегий, направленных на решение задач организации и управления деятельностью предприятия в условиях рыночной среды. В работе внимание уделяется решению проблемы формирования производственной программы (ПП) предприятия как исходного фактора повышения надежности и эффективности функционирования промышленного комплекса по производству и запуску ракет-носителей (РН) в условиях конкурентного взаимодействия. Производственная программа предприятия разрабатывается по таким параметрам, как номенклатура, количество, сроки изготовления и запуска РН. В этой связи производственная программа определяется спросом на рынке средств выведения каждого наименования, и этот показатель становится лимитирующим в выборе объемов их производства и запуска. Поэтому возникает необходимость в моделировании, анализе рыночной среды и на их основе выбора производственно-организационного механизма конкурентного взаимодействия, обеспечивающего устойчивость равновесных параметров ПП и надежность функционирования предприятия. Под показателем надежности сохранения предприятия в рыночной среде в работе понимается доля занимаемого им рынка по каждому наименованию выпускаемого изделия. Устойчивыми равновесными решениями по выбору ПП считаются конкурентные стратегии, нарушение которых невыгодно ни одному из участников рынка. При этом следует отметить, что как в теоретическом, так и в практическом плане проблема организации конкурентного взаимодействия далека от своего решения. Фактически по уровню научной проработанности она только начинает выходить из стадии накопления фактов и становится на путь научных обобщений. В настоящее время развитие математической теории конкурентного взаимодействия сводится к организации внутрифирменного управления, а управляющие воздействия могут осуществляться, как со стороны центра, в иерархических системах.

Одной из самых актуальных задач любого предприятия в условиях рыночной экономики является повышение уровня его конкурентоспособности и обеспечение надежности функционирования. Выбор стратегий, позволяющих обеспечить наиболее грамотную организацию и эффективное управление деятельностью предприятия, невозможно осуществить без научно обоснованного подхода, потребность в котором ощущается достаточно остро [1].

В работе внимание уделяется решению проблемы формирования производственной программы (ПП) предприятия, которая выступает одним из исходных факторов повышения его надежности и эффективности функционирования в условиях конкурентного взаимодействия. В частности речь идет о ПП промышленного комплекса по производству и запуску ракет-носителей (РН). При ее разработке учитываются такие параметры, как номенклатура, количество, сроки изготовления и запуска РН.

В большинстве случаев определение оптимальных параметров ПП сводилось к решению задач линейного и нелинейного программирования с учетом ресурсного обеспечения при ее реализации. Ресурс, имеющий наименьший уровень своего потенциала, является лимитирующим в определении объема выпуска изделий. Исследованию моделей формирования ПП без учета рыночной среды посвящено достаточно большое количество работ, авторами которых являются А.Н. Климов, А.А. Колобов, И.Д. Оленев, И.Н. Омельченко, С.А. Соколицин и другие.

Однако разработка ПП без учета факторов рыночной среды в современных условиях невозможна. Это

связано с тем, что рассматриваемый промышленный комплекс, как и любое другое предприятие, для того чтобы обеспечить выпуск конечного изделия, должен взаимодействовать с различными рыночными субъектами: поставщиками сырья и комплектующих, другими производителями ракетно-космической техники (РКТ), а также потребителями. В этой связи лимитирующим фактором при определении объемов производства средств выведения и запуска становится спрос. Следовательно, ПП, в первую очередь, определяется спросом на рынке данной продукции. Это обуславливает необходимость анализа рыночной среды и ее моделирования, что выступает в качестве основы для осуществления обоснованного выбора производственно-организационного механизма конкурентного взаимодействия. Задачей данного механизма является обеспечение устойчивости равновесных параметров ПП и надежности функционирования предприятия [2]. Показатель надежности сохранения предприятия в рыночной среде в работе трактуется как доля занимаемого им рынка по каждому наименованию выпускаемого изделия. К устойчивым равновесным решениям по выбору ПП относятся конкурентные стратегии, нарушение которых невыгодно ни одному из участников рынка.

Модели организационного механизма взаимодействия. Задача формирования организационного механизма конкурентного взаимодействия на космическом рынке, в котором участвует «*n*» предприятий, выпускающих «*m*» наименований изделий, состоит в том, что каждый участник рынка пусковых услуг самостоятельно, независимо от других, при формировании ПП зада-

ет такой объем производства каждого наименования собственных изделий из допустимой области, который позволяет обеспечить максимум целевой функции в заданный период времени.

Для решения поставленной задачи предложен следующий организационный механизм конкурентного взаимодействия, состоящий из совокупности моделей принятия решения каждым участником космического рынка по каждому наименованию пусковых услуг:

$$ОП_i(q) = \sum_{k=1}^m p_k(Q_k)q_{i_k} \rightarrow \max_{q_{i_k}}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, m}; \quad (1)$$

$$P_k = f_k(Q_k), Q_k = \sum_{j=1}^n q_{jk}, q_k = (q_{1k} \dots \dots q_{nk}), \\ 0 \leq \overline{q_{i_k}} \leq q_{i_k}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, m},$$

где $ОП_i(q), i = \overline{1, n}$ – объем производства и запуска средств выведения; $p_k(Q_k)$ – обратная функция спроса на средства выведения k -го наименования; Q_k – суммарный объем производства изделий всеми участками космического рынка; q – вектор объемов выпуска средств выведения участниками космического рынка k -го наименования; q_{i_k} – производство и запуск изделий k -го наименования, осуществляемое i -м участником рынка; $\overline{q_{i_k}}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, m}$ – максимальные производственные возможности выпуска изделий k -го наименования i -м предприятием.

Определена оптимальная стратегия $q_i^*(q_{-i})$ i -го участника рынка в ответ на любой выбор количества выпускаемых изделий q_{-i} другими участниками рынка. Здесь $q_{-i} = (q_1, \dots, q_{i-1}, \dots, q_{i+1}, \dots, q_n)$ – вектор объемов выпуска изделий, выбранных конкурентами i -го участника рынка. Оптимальные стратегии каждого участника рынка определяются из следующих уравнений, характеризующих необходимые условия оптимальности выпуска изделий одного наименования:

$$\frac{\partial ОП_i(q)}{\partial q_i} = \frac{\partial p(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} q_i^* + p(Q) = 0, 0 \leq \overline{q_i} \leq q_i^*, i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

В системе уравнений (2), как и в последующих моделях, индекс « k » опущен.

Совокупность оптимальных стратегий $q_i^*, i = \overline{1, n}$, определяемая из решения системы (2), представляет собой равновесное состояние участников рынка.

Из каждого уравнения системы (2) следует, что объем выпуска изделий каждым участником рынка представляет собой реакцию на выбранные стратегии конкурентами:

$$q_i^* = p_i(Q_{-i}), Q_{-i} = \sum_{i \neq j}^n q_j, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

В результате решения системы (3) определяются равновесные объемы выпуска изделий, уровень надежности сохранения предприятия в рыночной среде (H_i), равновесная цена:

$$Q^P = \sum_{i=1}^n q_i^P,$$

$$P^P = f(Q^P), H_i^P = \frac{q_i^P}{Q^P}, i = \overline{1, n}.$$

Из анализа системы уравнений (2) следует, что если обратная функция спроса $P(Q)$ является убывающей функцией по суммарному объему выпуска изделий Q , то для существования устойчивости равновесных стратегий необходимо, чтобы для каждого участника рынка одновременно выполнялась следующая система неравенств:

$$(P(Q) > 0) \wedge \left(\frac{\partial P(Q)}{\partial Q} < 0 \right). \quad (4)$$

Выполнение неравенств (4) означает, что решение системы (2) существует с учетом ограничения на выпуск изделий, а организационный механизм конкурентного взаимодействия обеспечивает выбор устойчивых равновесных состояний.

В работе исследовано влияние на выбор конкурентных стратегий по формированию производственной программы в ситуации, когда деятельность предприятия оценивается не только по критерию объема производства в стоимостном выражении, но и по критерию прибыли.

Для решения поставленной задачи сформирован организационный механизм конкурентного взаимодействия, состоящий из системы взаимосвязанных моделей принятия управленческих решений каждым участником рынка по выбору объема пусковых услуг одного наименования с использованием в качестве критерия величины прибыли:

$$Пр_i(q) = p(Q(q))q_i - c_i(q_i) \rightarrow \max, i \in N; \quad (5)$$

$$Q(q) = \sum_{i=1}^n q_i, 0 \leq q_i \leq \overline{q_i}, i \in N = \{1, 2, \dots, n\}.$$

Решение задачи (5) сводится к вычислению частных производных функций прибыли и формированию затем множеств оптимальных решений для каждого участника рынка пусковых услуг в зависимости от стратегии, выбранной конкурентами:

$$\frac{\partial Пр_i(q_i)}{\partial q_i} = \frac{\partial p(\cdot)}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial q_i} q_i + \\ + \left(p(Q) \frac{\partial Q(q)}{\partial q_i} - \frac{\partial c_i(\cdot)}{\partial q_i} \right) = 0, i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Первая составляющая уравнения (6) представляет собой скорость убывания дохода за счет изменения рыночной цены, вторая составляющая – скорость нарастания

дохода за счет изменения объема производства, а третья составляющая – скорость нарастания затрат на производство изделия.

Система уравнений (6) позволяет сформировать требования к организационному механизму конкурентного взаимодействия.

Пусть функция затрат выпукла для каждого производителя средств выведения, а обратная функция спроса $D^{-1}(Q)$ является убывающей функцией по суммарному объему выпуска изделий Q , тогда организационный механизм конкурентного взаимодействия обеспечивает устойчивость равновесных стратегий, если для каждого производителя ракет-носителей выполняется следующая система неравенств:

$$\left\{ p(\cdot) - \frac{\partial c_i(\cdot)}{\partial q_i} > 0 \right\} \wedge \left\{ \frac{\partial p(\cdot)}{\partial q_i} < 0 \right\}, i \in N, \text{ или} \quad (7)$$

$$G_1(q_{-1}) \cap G_2(q_{-2}) \cap \dots \cap G_n(q_{-n}) \neq \emptyset,$$

где $G_i(q_{-i}) = \arg \max_{q_i} \Pi p_i(q), i = \overline{1, n}$ – множество оптимальных объемов изделий, выпускаемых i -м участником рынка.

Выполнение неравенств (7) означает, что каждый участник рынка пусковых услуг сохраняет свое присутствие на рынке в условиях конкурентного взаимодействия.

Рассмотрена задача формирования организационного механизма конкурентного взаимодействия, обеспечивающего равновесную устойчивость состояния на рынке космических услуг при параметрически заданных функциях спроса, функциях затрат и ограничениях на объем выпуска изделий.

Пусть функции затрат и обратная функция спроса определяются следующими линейными уравнениями:

$$\begin{cases} c_i(q_i) = c_i q_i - c_{0i}, i = \overline{1, n}; \\ p(Q) = \max\{p_0 - bQ; 0\}, \end{cases} \quad (8)$$

где c_i – предельные затраты на изделие; c_{0i} – постоянные затраты i -го производителя; $p_0 > 0$ – начальная цена, $b = const > 0$ – коэффициент чувствительности цены ракет-носителей к изменению величины его предложения Q на рынке пусковых услуг, характеризующей скорость убывания функции спроса.

Полагая, что выбор каждой фирмой объема выпуска не зависит от изменения объема выпуска предприятия-конкурентами, т. е. $\frac{\partial q_j}{\partial q_i} = 0, j, i = \overline{1, n}, j \neq i$, система уравнений (6) представлена в виде:

$$q_i^*(Q_{-i}) = \frac{p_0 - c_i}{2b} - \frac{1}{2} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n q_j, 0 < q_j^* < \bar{q}_j, j \neq i, i \in N. \quad (9)$$

В результате решения системы уравнений (9) относительно оптимальных объемов изготовления и запусков средств выведения получены следующие значения равновесных по Нэшу стратегий предприятий:

$$q_i^0(r_i) = \frac{1}{b(n+1)} (p_0 + c_i(r_i - n)), 0 < q_i^0 < \bar{q}_i, i = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где $r_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{c_j}{c_i} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij}$ – конкурентоспособность по затратам i -го участника рынка пусковых услуг относи-

тельно конкурентов, а отношение $\frac{c_j}{c_i} = d_{ij}$ характеризует конкурентное преимущество по затратам i -го участника относительно j -го, т. е. если $d_{ij} > 1$, то i -й участник имеет преимущество по затратам над j -м, если $d_{ij} < 1$, то j -й участник имеет преимущество по затратам над i -м.

Из функциональной зависимости (10) между равновесным объемом выпуска изделий и производственными, рыночными параметрами следует, что с уменьшением удельных затрат растет конкурентоспособность и увеличивается объем производства i -го участника рынка.

Предложенные модели и методы конкурентного взаимодействия позволяют определить предельное значение начальной цены, выполнение которого обеспечивает существование точки равновесия Нэша и рентабельность изготовления и запуска средств выведения для всех конкурирующих на рынке сбыта предприятий:

$$p_0 \geq \max_i (c_i(n - r_i), i = \overline{1, n}). \quad (11)$$

На рис. 1 представлено графическое решение задачи выбора объемов выпуска изделий в условиях конкурентного взаимодействия при использовании различных критериев оценки деятельности. Точка А представляет собой точку равновесия при использовании критерия объема выпуска в стоимостном выражении, а точка В – точка равновесия при использовании критерия прибыли. Как следует из рис. 1, на равновесную точку большее влияние оказывают затраты на производство изделий. Так, если $C_1 > C_2$, то объем выпуска у первого предприятия резко снижается на величину Δq_1 .

Полученные теоретические результаты по определению ПП в условиях конкуренции на дуопольном рынке проиллюстрированы на числовом примере. В результате сбора и обработки статистических данных по цене средств выведения и количеству их запусков за определенный отрезок времени определена следующая обратная функция спроса $P(Q) = (5^{11} - 0,05 \cdot 10^7 Q)$. Удельные затраты на производство и запуск составили для первого предприятия $Z_1 = 2,5 \cdot 10^7$ млн. у. е., для второго – $Z_2 = 3,2 \cdot 10^7$ млн. у. е.

С учетом исходных данных модель механизма взаимодействия между производителями, уравнения линий реакции для каждого участника рынка, равновесные параметры ПП и уровень надежности предприятия представлены в блок-схеме методики организации конкурентного взаимодействия на рис. 2. Из сравнения рассчитанных значений параметров следует, что равновесные значения объема выпуска изделий первого предприятия больше, чем у второго ($q_1^p = 21$ шт.; $q_2^p = 8$ шт.). Выпуск

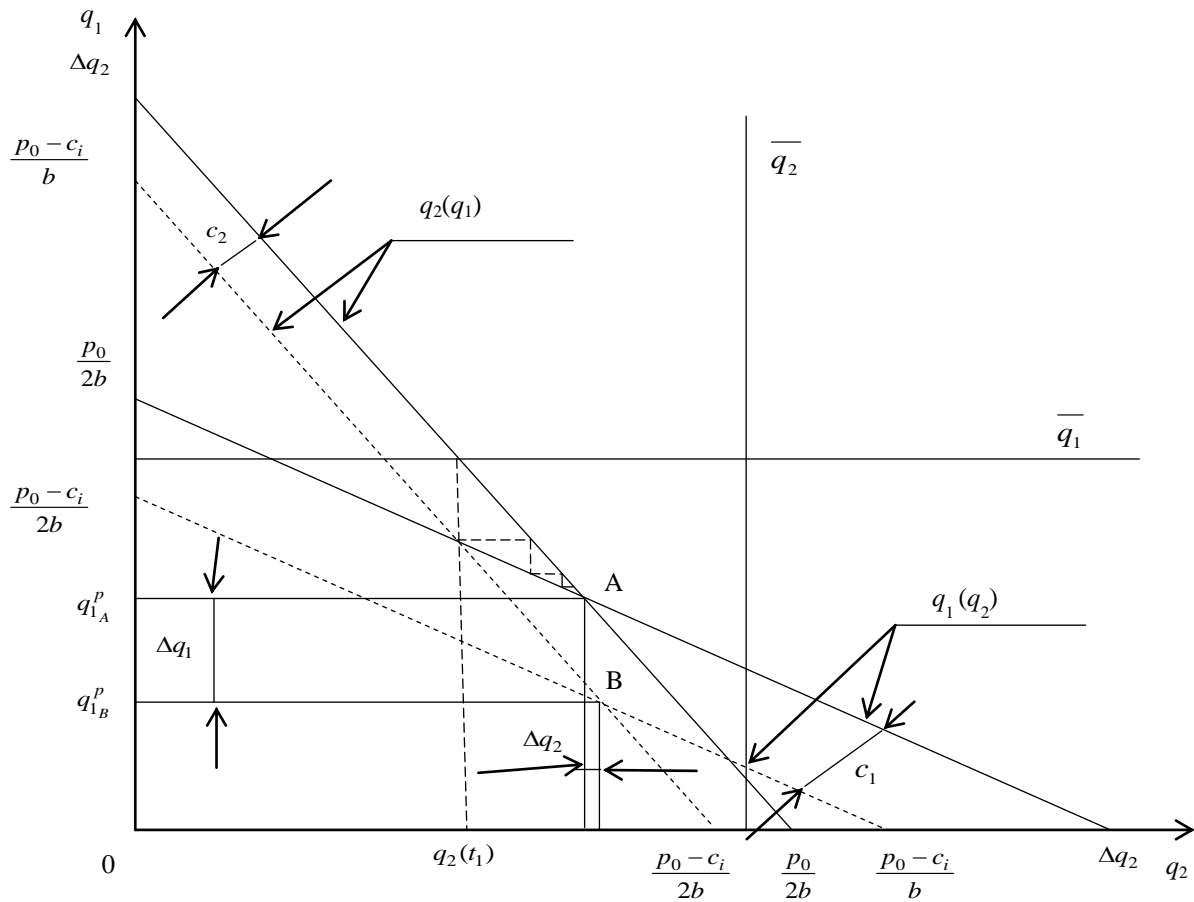


Рис. 1. Графическое решение задачи выбора равновесных объемов производства при использовании различных критериев

изделий первым предприятием в большем объеме обеспечил ему большую долю рынка ($H_1=0,75$; $H_2=0,25$ и высокую надежность присутствия на рынке, чем у второго). Равновесная цена предприятия равна $P^p(Q^p) = 3,6 \cdot 10^7 \frac{\text{млн.у.е.}}{\text{шт.}}$. Большой выпуск изделий обеспечивает более высокий доход первому предприятию ($ОП_1^p = 75,6 \cdot 10^7$ млн. у. е., $ОП_2^p = 25,21 \cdot 10^7$ млн. у. е.).

Таким образом, моделирование и анализ конкурентных ситуаций сведено к определению равновес-

ных состояний при параметрическом задании целевых функций участников рынка, функций затрат, производственных функций, функций спроса, предложения. Некоторые из параметров можно целенаправленно изменять и, таким образом, обеспечивать предъявляемые требования к механизму конкурентного взаимодействия и, прежде всего, выполнению требования устойчивости и эффективности выбираемых решений при формировании производственной программы и уровня надежности функционирования предприятия.

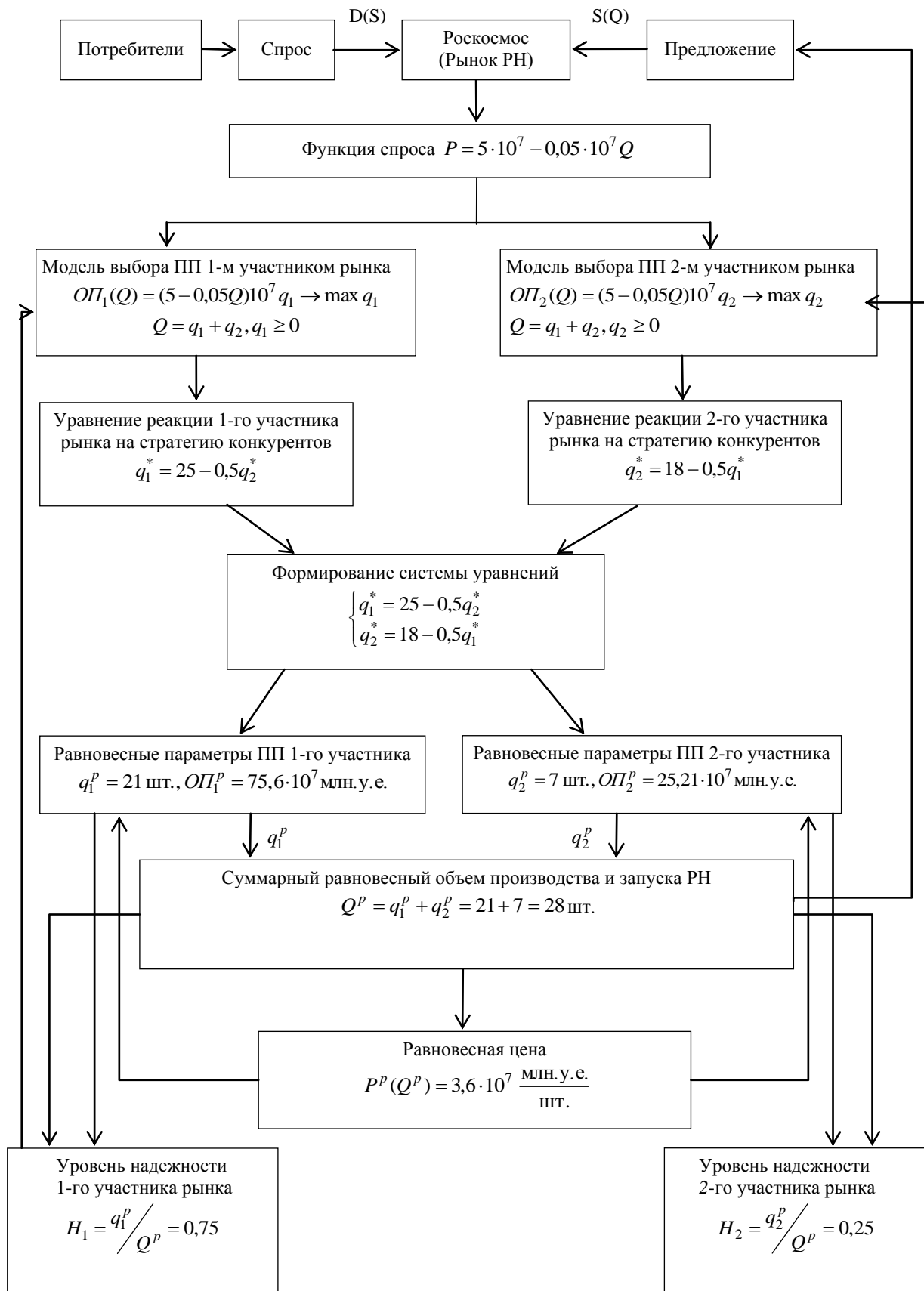


Рис. 2. Числовой пример формирования ПП каждым участником рынка РН

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васин А.А., Краснощеков П.С., Морозов В.В. Исследование операций. М.: Академия, 2008. 464 с.
2. Новиков Д.А., Ивашенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. М.: Ленанд, 2006. 332 с.

REFERENCES

1. Vasin A.A., Krasnoshekov P.S., Morozov V.V. *Issledovanie operatsiy* [Operations study]. Moscow, Akademiya publ., 2008, 464 p.
2. Novikov D.A., Ivashchenko A.A. *Modeli i metodi organizatsionnogo upravleniya innovatsionnim razvitiem firmi* [Models and methods of organizational management of innovative development of a company]. Moscow, Lenand publ., 2006, 332 p.

DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL METHODS OF COMPETITIVE INTERACTION BETWEEN ROCKET AND SPACE INDUSTRY ENTERPRISES

© 2014

K.A. Pekina, Chief of bureau
Space-Rocket Center «TsSKB-Progress», Samara (Russia)

Keywords: competitive interaction models; rocket and space industry; manufacturing program characteristics.

Annotation: Taking into account the growth of competitive struggle between enterprises in the Russian market economy, the level of competitiveness and reliability of enterprises increases as well. This raises a need to develop explicit scientific principles aimed at solving organizational and management problems of the enterprise in the conditions of market environment. This article focuses on the problem of developing a manufacturing program (MP) of the enterprise as an initial factor for increasing reliability and efficiency of launch vehicles (LV) production industrial complex in a competitive interaction. The manufacturing program of the enterprise is developed based on the following parameters: the nomenclature, the number and terms of production and the start of launch vehicles (LV). In this case, the manufacturing program (MP) is determined by market demand in each of these items, and this indicator is the limiting factor for the output volume. Therefore, it is necessary to model and analyze the market environment and the choice of manufacturing and organizational means of competitive interaction, providing the stability of equal MP parameters and reliability of the company are based on all these factors. The enterprise reliability indicator in the market environment is the part of market segment that the enterprise holds with each of the manufactured products. The stable solutions concerning MP are competitive strategies and it is not beneficial to any of the market player to go against them. It should be noted that the problem of organization of competitive interaction is far from being solved both in theory and in practice. In fact, from the level of scientific elaboration point of view it is only at the initial stage of accumulating the facts and taking the path of scientific generalization. At present time, the development of the mathematical theory of competitive interaction is reduced to the organization of intercompany management, and control actions can be carried out from the core as in hierarchical systems.