

УДК 338.1:338.2:338.4

***С. С. Чеботарев***

Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт экономики, информатики и систем управления», Москва;  
 Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва,  
 e-mail: StSt57@yandex.ru

***В. А. Ельшин***

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Рубин», Пенза;  
 ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза,  
 e-mail: elshinv@mail.ru

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПК**

**Ключевые слова:** управляющая подсистема, адаптация процесса управления, ресурсы, функционирование предприятий.

Статья посвящена одной из актуальнейших задач повышения эффективности управления развитием государственного оборонного заказа (ГОЗ) – формированию портфеля заказов предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК), функционирующих в характерных для экономических систем условиях неопределенности. Цель работы: показать возможность использования ресурсов предприятий ОПК применительно к рассматриваемой схематизации процесса их функционирования, современных подходов для адаптации процесса управления формированием портфеля заказов предприятия. Принимаемые решения должны дать возможность обеспечения динамического эффекта. Методология проведения работы базируется на системном подходе, позволяющем осуществлять управление развитием ГОЗ с учетом положительной оценки развития государства и общества. Показано, что возрастание риска неиспользования соответствующих ресурсов вследствие отсутствия подходящих заказов снижает рентабельность функционирования предприятия ОПК. В выводе отмечены последствия применения соответствующего ресурса в будущем при формировании портфеля заказов предприятия ОПК.

***S. S. Chebotarev***

JSC “Central Research Institute of Economics, Informatics and Control Systems”, Moscow;  
 Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,  
 e-mail: StSt57@yandex.ru

***V. A. Yelshin***

Joint-Stock Company «Scientific-Industrial Enterprise «Rubin», Penza;  
 Penza State University, Penza, e-mail: elshinv@mail.ru

## **RECOMMENDATIONS ON THE FORMATION OF A PORTFOLIO OF ORDERS FOR AN ENTERPRISE OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX**

**Keywords:** control subsystem, adaptation of the management process, resources, functioning of enterprises.

The article is devoted to one of the most urgent tasks of increasing the efficiency of the management of the development of the state defense order – the formation of a portfolio of orders of enterprises of the military-industrial complex operating in conditions of uncertainty characteristic of economic systems. The purpose of the work: to show the possibility of using the resources of defense industry enterprises in relation to the considered schematization of the process of their functioning, modern approaches for adapting the process of managing the formation of the company’s order portfolio. The decisions taken should make it possible to ensure a dynamic effect. The methodology of the work is based on a systematic approach that allows for the management of the development of the state budget, taking into account the positive assessment of the development of the state and society. It is shown that the increasing risk of non-use of relevant resources due to the lack of suitable orders reduces the profitability of the functioning of the defense industry enterprise. The conclusion notes the consequences of using the appropriate resource in the future when forming the order portfolio of the defense industry enterprise.

**Введение**

Функционирование широкого класса предприятий ОПК заключается в поэтапном формировании и выполнении портфеля заказов. Управление его формированием связано с необходимостью принятия в близком к реальному масштабу времени решений по включению или не включению поступающих заказов в формируемый портфель. Указанные решения должны обеспечить максимально возможную рентабельность использования оборудования и других ресурсов предприятия за установленный период времени. Их обоснование осуществляется в условиях неопределенности. Неопределенность состоит в том, что виды и количество заказов, поступающих на предприятие на каждом этапе его функционирования, а также достигаемый от использования имеющихся ресурсов эффект (доход предприятия) за весь установленный период функционирования являются случайными. Принимаемые же решения должны обеспечить максимально возможный эффект [1].

Для максимизации эффекта функционирования предприятия при обосновании решений целесообразно исходить из принципа оптимальной адаптации. Его сущность состоит в том, что соответствующие решения должны быть максимально инвариантными по отношению к недетерминированным и неуправляемым условиям функционирования рассматриваемого предприятия и при этом наиболее полно использовать возможности, заложенные в детерминированных и надежно управляемых параметрах протекающего в нем производственного процесса. Практическая реализация принципа оптимальной адаптации при управлении

рентабельностью функционирования предприятия ОПК не представляется возможным без автоматизации процесса формирования управленческих решений. Ключевым элементом автоматизации при этом является разработка методического подхода, реализующего указанный принцип при формировании портфеля заказов предприятия ОПК [2].

**Материалы и методы исследования**

С достаточной степенью общности функционирование широкого класса предприятий ОПК может быть схематически представлено в виде процесса, протекающего в некоторой системе  $\sigma$ , включающей (рисунок) четыре основные подсистемы – спроса, информационную, управляющую и ресурсную [3].

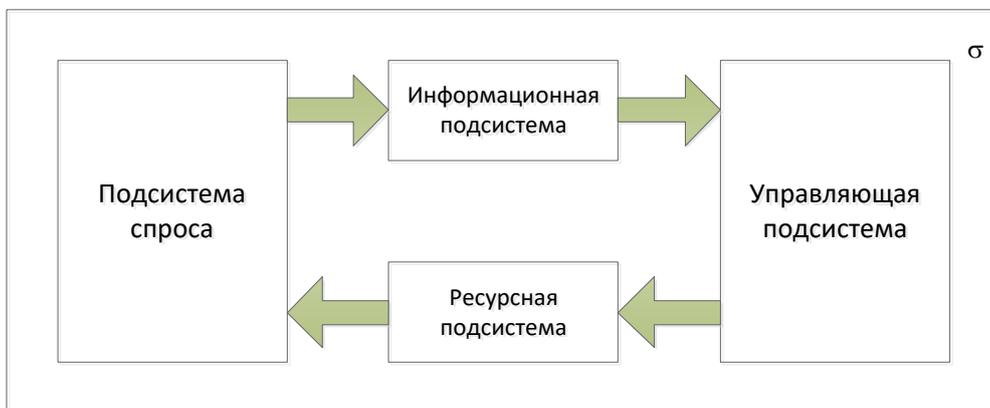
При этом подсистема спроса отражает внешнюю среду и формирует поток заказов, для выполнения которых могут привлекаться ресурсы рассматриваемого предприятия ОПК.

Информационная подсистема выявляет эти заказы и на каждом  $k$ -м ( $k=1,2,\dots$ ) этапе функционирования предприятия ОПК формирует возможный набор заказов. Этот набор характеризуется вектором:

$$Z^k = \|z_n^k\|, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

где  $z_n^k$  – количество выявленных к моменту времени  $t_k$  начала  $k$ -го этапа заказов  $n$ -го вида, которые могут выполняться ресурсами рассматриваемого предприятия.

Управляющая подсистема в последовательные моменты времени  $t_1 < t_2 < \dots < T$  принимает решения по включению или не включению выявленных заказов в портфель заказов предприятия.



Обобщенная схема функционирования предприятия ОПК

Ресурсная подсистема обеспечивает подготовку и использование ресурсов для выполнения включенных в портфель заказов. Она характеризуется вектором

$$R = \|R_i\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (2)$$

компоненты которого отражают количество ресурсов каждого  $i$ -го типа, которыми располагает система  $\sigma$  в начале функционирования.

В результате использования этих ресурсов в ходе функционирования системы  $\sigma$  поэтапно формируется доход предприятия. При этом цель состоит в максимизации дохода за установленный период времени  $T$ , при условии, что не включенные в портфель в ходе каждого  $k$ -го этапа заказы исключаются из рассмотрения.

Применительно к рассмотренной схематизации процесса функционирования предприятия, реализацию принципа оптимальной адаптации при распределении ресурсов целесообразно осуществлять путем использования соответствующей модели из семейства, порождаемого базовой структурой следующего вида: (3)-(7) [4].

Определить вариант распределения ресурсов:

$$V^* = \{V^{*k}\}, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (3)$$

$$V^{*k} = \|v_{ij}^{*k}\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J, \quad (4)$$

такой, что

$$Q(V^{*k}) = \max_{V^k \in \hat{V}^k} Q(V^k), \quad (5)$$

$$\hat{V}^k = \{V^k \mid \Delta Q_{ij}^k \geq U_i^k,$$

$$i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J\} \quad (6)$$

при

$$\sum_{j=1}^J v_{ij}^k \leq R_i^k, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (7)$$

где

$$J = \sum_{n=1}^N z_n^k - \text{количество заказов на } k\text{-м этапе}$$

функционирования предприятия (поступивших в момент времени  $t_k$ );

$v_{ij}^k$  – количество расчетных единиц ресурса  $i$ -го типа, выделенное для выполнения  $j$ -го заказа на  $k$ -м этапе (в период времени  $(t_k, t_{k+1})$ ) функционирования предприятия;

$\hat{V}^k$  – множество вариантов распределения ресурсов, возможных на  $k$ -м этапе функционирования предприятия;

$Q(V^k)$  – доход, получаемый предприятием на  $k$ -м этапе его функционирования (за время  $t_{k+1} - t_k$ ) при реализации варианта  $V^k$  распределения имеющихся ресурсов;

$\Delta Q_{ij}^k$  – приращение дохода при выделении расчетной единицы ресурса  $i$ -го типа для обеспечения потребностей  $j$ -го заказа на  $k$ -м этапе функционирования предприятия;

$U_i^k$  – оптимальный нижний уровень удельной эффективности для ресурсов  $i$ -го типа на  $k$ -м этапе функционирования предприятия;

$R_i^k$  – количество ресурсов  $i$ -го типа, которыми располагает предприятие на  $k$ -м этапе функционирования;

$I$  – количество типов распределяемых ресурсов.

### Результаты исследования и их обсуждение

В приведенной структуре модели соотношение (3) показывает, что оптимальный план распределения ресурсов формируется в виде последовательности локальных решений  $V^{*k}$ , принимаемых в последовательные моменты времени  $t_1 < t_2 < \dots < T$  функционирования предприятия (системы  $\sigma$ ).

Соотношение (4) раскрывает содержание каждого локального решения в виде матрицы, элементами которой являются, выделенные для выполнения соответствующих заказов, объемы ресурсов каждого типа.

Соотношение (5) отражает требование наиболее полного использования возможностей предприятия для получения на каждом этапе максимального дохода.

Соотношение (6) препятствует локальной оптимизации распределения ресурсов на  $k$ -м ( $k=1, 2, \dots$ ) этапе в ущерб глобальному оптимуму за весь период  $T$  функционирования предприятия ОПК. Оно представляет собой критерий для выделения из множества возможных для текущего этапа вариантов распределения ресурсов, такого подмножества, выбор из которого не противоречит достижению глобального оптимума. При этом учитывается не только сложившаяся к  $k$ -му этапу ситуация, но и результаты прогнозирования ее развития в будущем. Следовательно, соотношение (6) обеспечивает адаптацию процесса функционирования предприятия к складывающимся условиям.

Соотношение (7) отражает балансные ограничения на количество распределяемых ресурсов каждого типа.

В конкретных задачах возможны и другие необходимые ограничения.

Выбор величин  $U_i^k$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ) в качестве параметров адаптации обусловлен тем, что удельная эффективность использования ресурсов предприятия, являясь инвариантной характеристикой по отношению к их конкретному варианту распределения, в тоже время, достаточно просто прогнозируется и хорошо согласуется с типичной структурой моделей дискретного программирования.

Конкретные модели распределения ресурсов, реализующие предлагаемый подход, получают путем явного представления зависимостей, входящих в модель (3)–(7). При этом в зависимости от вида функции  $Q(V^k)$  модель (3)–(7) может относиться к классу линейных (если  $Q(V^k)$  – линейная функция) или нелинейных (если  $Q(V^k)$  – нелинейная функция) задач целочисленного программирования.

В модели (3)–(7) возможность согласования локальных и глобального оптимумов при формировании решений по распределению ресурсов на каждом этапе функционирования предприятия ОПК обеспечивается введением вектора адаптации:

$$U^k = \|U_i^k\| \quad (i=1, 2, \dots, I, k=1, 2, \dots) \quad (8)$$

Конкретные методики определения его компонент определяются имеющейся информационной ситуацией. Наиболее простой при этом является ситуация, характеризующаяся тем, что управляющая подсистема рассматриваемой системы (предприятия ОПК) имеет данные об общем количестве и видах заказов, которые могут поступить от подсистемы спроса. Однако не имеет данных о том, сколько и какие из них реально поступят за время  $T$  функционирования предприятия и как они будут распределены по этапам его функционирования.

Общее количество и виды возможных заказов для каждого этапа будем описывать вектором

$$\tilde{Z}^k = \|\tilde{z}_n^k\|, \quad n=1, 2, \dots, N, \quad (9)$$

$$\tilde{z}_n^k = z_n^0 - \sum_{l=1}^k z_n^l, \quad (10)$$

где  $z_n^0$  – общее количество возможных заказов  $n$ -го ( $n=1, 2, \dots, N$ ) вида, формируемых подсистемой спроса за время  $T$ ;

$z_n^l$  – количество возможных заказов  $n$ -го ( $n=1, 2, \dots, N$ ) вида, выявленных информационной подсистемой для выполнения на  $l$ -м этапе функционирования экономической системы.

В такой информационной ситуации для определения компонентов вектора (8) можно воспользоваться процедурой оптимального распределения имеющихся на каждом  $k$ -м этапе ресурсов между всеми заказами, которые принципиально могут поступить на  $k$ -м и последующих этапах, то есть по заказам, определяемым вектором (9). В качестве же компонент вектора (8) принять минимальные доходы, приходящиеся на единицу ресурса  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) типа в полученном распределении.

Модель оптимального распределения имеющихся на каждом  $k$ -м этапе ресурсов по заказам, определяемым вектором (9), в формализованном виде состоит в следующем.

Определить вариант распределения ресурсов:

$$V^{*k} = \|v_{ij}^{*k}\|, \quad i=1, 2, \dots, I, \quad j=1, 2, \dots, J, \quad (11)$$

такой, что

$$V^{*k} = \arg \max_{V^k} Q(V^k), \quad (12)$$

при

$$\sum_{j=1}^J v_{ij}^k \leq R_i^k, \quad i=1, 2, \dots, I, \quad (13)$$

$$J = \sum_{n=1}^N \tilde{z}_n^k. \quad (14)$$

Если же в сложившейся информационной ситуации управляющая подсистема рассматриваемой системы имеет данные только о видах возможных заказов и интенсивностях поступления заказов каждого вида, то в основу определения компонент вектора (8) может быть положен другой подход.

Для его формализованного представления процесс формирования заказов будем представлять как совокупность потоков требований с интенсивностями, определяемыми вектором:

$$\Lambda^k = \|\lambda_n^k(0)\|, \quad n=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots \quad (15)$$

Управляющая подсистема системы  $\sigma$ , устанавливая пороговые значения  $U_i^k$ , ( $j=1, 2, \dots, J, k=1, 2, \dots$ ) удельной эффективности применения имеющихся ресурсов каждого типа для выполнения заказов, осуществляет селекцию потоков требований в соответствии с соотношением (6).

В результате формируются потоки допустимых требований, интенсивности которых определяются соотношением:

$$\lambda_n^k(U_i^k) = \lambda_n^k(0) \int_{U_i^k}^{\max q_{in}^k} \phi_{in}^k(q) dq \quad n$$

$$n = 1, 2, \dots, N, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (16)$$

где  $\phi_{in}^k(q)$  – плотность распределения эффекта использования единицы ресурса  $i$ -го типа для выполнения заказов  $n$ -го вида на рассматриваемом  $k$ -м этапе функционирования предприятия;

$\max q_{in}^k$  – верхняя граница эффекта использования единицы ресурса  $i$ -го типа для выполнения заказов  $n$ -го вида на рассматриваемом этапе функционирования предприятия.

При формировании этих потоков параметры  $U_i^k$ , ( $j = 1, 2, \dots, J$ ,  $k = 1, 2, \dots$ ) обеспечивают разрежение входного потока заказов. Если эти параметры малы, то имеющиеся ресурсы могут быть использованы и при невысоких удельных эффектах (с низкой рентабельностью). Это ведет к возрастанию риска дефицита соответствующего ресурса в будущем, когда их применение могло бы быть более целесообразным и в целом снижает рентабельность функционирования предприятия ОПК. Если же указанные параметры слишком велики, то возрастает риск неиспользования соответствующих ресурсов вследствие отсутствия подходящих заказов, что также снижает рентабельность функционирования предприятия ОПК.

Задача состоит в выборе оптимальных значений параметров  $U_i^k$ , ( $j = 1, 2, \dots, J$ ,  $k = 1, 2, \dots$ ), которые бы с учетом указанных факторов риска обеспечивали максимальное значение математического ожидания эффекта применения имеющихся ресурсов.

Если значения  $U_i^k$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ) на  $k$ -м шаге зафиксированы, то ожидаемая удельная эффективность применения ресурсов  $i$ -го типа для выполнения заказов на этом шаге характеризуется плотностью вероятностей

$$f_{in}^k(q, U_i^k) = \frac{\phi_{in}^k(q)}{1 - \int_{\min q_{in}^k}^{U_i^k} \phi_{in}^k(q) dq}, \quad 1, 2, \dots,$$

$$i = 1, 2, \dots, I, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (17)$$

где  $\min q_{in}^k$  – нижняя граница величины  $q_{in}^k$ .

С учетом (17) математическое ожидание  $\bar{q}_{in}^k$  удельного эффекта применения ресурсов  $i$ -го типа для выполнения заказов  $n$ -го вида на  $k$ -м этапе функционирования предприятия определяется соотношением:

$$\bar{q}_{in}^k = \int_{U_i^k}^{\max q_{in}^k} q \times f_{in}^k(q, U_i^k) dq, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (18)$$

Если при этом ресурсы в процессе функционирования предприятия не возобновляются, то ожидаемый полный эффект от их использования на  $k$ -м этапе с учетом (17) можно рассчитать по формуле:

$$Q(U^k) = \sum_{i=1}^I \sum_{m=0}^{R_i^k} [m F_{im}^k \times \int_{U_i^k}^{\max q_{in}^k} q \times f_i(q, U_i^k) dq], \quad 1, 2, \dots,$$

$$k = 1, 2, \dots, \quad (19)$$

где  $m$  – количество единиц ресурса  $i$ -го типа, использованных на  $k$ -м этапе функционирования предприятия для выполнения заказов;

$F_{im}^k$  – вероятность использования для выполнения заказов на  $k$ -м этапе функционирования предприятия  $m$  единиц ресурса  $i$ -го типа.

Для возобновляемых ресурсов предприятия получаемый в результате их использования эффект определяется соотношением

$$Q^k(U^k) = \sum_{i=1}^I H_i^k(U_i^k) \bar{q}_{in}^k \lambda_n^k(U_i^k) (T - t_k), \quad 1, 2, \dots,$$

$$k = 1, 2, \dots, \quad (20)$$

где  $H_i^k(U_i^k)$  – вероятность использования по назначению условной единицы ресурса  $i$ -го типа.

Вектор (8) должен обеспечивать максимальную эффективность использования выделенных ресурсов. Поэтому определение его оптимальных компонент  $U_i^{*k}$ , ( $i = 1, 2, \dots, I$ ,  $k = 1, 2, \dots$ ) может быть сведено к решению следующей экстремальной задачи

$$U^{*k} = \| U_i^{*k} \| = \arg \max_{U^k} Q^k(U^k). \quad (21)$$

Дальнейшая конкретизация представленного подхода состоит в конструктивном представлении целевой функции  $Q(U^k)$  и функций  $F_{im}^k$ ,  $H_i^k(U_i^k)$ ,  $\phi_{in}^k(q)$ .

### Выводы

В целом рассмотренный методический подход позволяет при формировании портфеля заказов предприятия учесть такие

существенные черты функционирования предприятий ОПК, как динамичность и неопределенность ситуации, и в тоже время использовать для выработки решений относительно простой аппарат статической оптимизации. Процесс управления формированием портфеля заказов предприятия приобретает при этом адаптивный характер.

Указанные обстоятельства обуславливают целесообразность применения предложенного подхода при построении автоматизированных систем поддержки принятия решений в интересах формирования портфелей заказов предприятий ОПК, функционирующих в характерных для экономических систем условиях неопределенности.

---

*Библиографический список*

1. Чеботарев С.С. Промышленная политика Российской Федерации в области оборонно-промышленного комплекса // Экономические аспекты технологического развития современной промышленности: материалы международной научно-практической конференции. Московский политехнический университет (МАМИ). Москва: Научный консультант. 2018. С. 220-223.
2. Эмерсон Г. Двенадцать принципов производительности. М.: Ленанд, 2021. 224 с.
3. Бурмистрова Л.М., Проскурин Б.В. Финансовое обеспечение инновационного развития предприятий наукоемких отраслей промышленности // Финансовая жизнь. 2017. № 4. С. 46-47.
4. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. М.: Дело, 2003. 520 с.