

Системный анализ функционирования предприятия ОПК, выпускающего продукцию двойного назначения

© 2011 Ю.Н. Макаров

кандидат технических наук,

начальник Сводного управления организации космической деятельности
Федеральное космическое агентство "РОСКОСМОС", г. Москва

E-mail: Public3010@mail.ru

В статье предложен алгоритм проведения системного анализа функционирования предприятия ОПК, выпускающего продукцию двойного назначения. Многоцелевая задача оптимального управления холдинговой структурой, состоящей из производственных элементов и управляющего центра, описывается системой дифференциальных уравнений. Сформулированная нечеткая задача оптимального управления решается известными численными методами.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс (ОПК), системный анализ, моделирование.

В условиях реформирования структуры ОПК важной задачей является разработка оптимальных стратегий развития, основанных на моделях функционирования холдингов, т.е. управления деятельностью предприятия, направленной на оптимальное совмещение выпуска гражданской продукции и вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Анализ влияния условий конверсии и перехода к рыночным отношениям на функционирование предприятия, выполняющего государственный заказ, позволяет выбрать рациональный путь развития, способствующий экономической и социальной стабильности. Обобщенная модель функционирования предприятия объединяет ресурсы, предприятие, продукцию и рынок. Для разработки рассматриваемой модели может быть использована методология системных исследований, нашедшая практическое применение при создании сложных технических систем.

1. Выделение основных составляющих элементов предприятия

Для этого рассматриваются следующие основные аспекты:

- компонентный, позволяющий отразить структуру системы на основе выделения составных элементов, взаимодействие которых обеспечивает присущие только системе в целом новые качественные особенности, позволяющие в данном случае решать задачи диверсификации;
- структурный, предполагающий определение внутренних связей и взаимодействие элементов системы;
- функциональный, рассматриваемый для выявления функциональных зависимостей между элементами системы на основе координации и субординации элементов;

- интегративный, рассматриваемый для выделения в модели предприятия системообразующих механизмов, дающих объединению компонентов новое качество, требуемое для решения вопросов диверсификации производства;

- коммуникативный, необходимый для выделения взаимодействия системы с окружением, внешней средой и другими системами, а также возмущающих факторов и взаимосвязей с другими системами;

- динамический, необходимый для отражения в модели процессов, связанных с механизмом развития системы на основе изучения ее ретроспективы и перспективы.

2. Определение функциональных свойств предприятия при создании продукции во взаимодействии с рынком

В условиях конверсии и перехода к рыночным отношениям предприятие (группа предприятий) может выпускать ряд видов продукции - от сложных технических систем, аналогичных оборонным заказам, до продукции широкого потребления. В группу могут входить предприятия разного масштаба (от крупных заводов до малых предприятий) и разной организационно-правовой формы (ОАО, ЗАО, ООО). В этой связи для успешного функционирования предприятия необходим системный анализ полезности планов выпуска продукции на основе:

- оценки эффективности, характеризующей качество и потребительскую ценность продукции;
- оценки прибыли, получаемой предприятием в результате сбыта продукции.

Такой анализ предназначается для установления максимального соответствия между потребностями рынка и располагаемой продукцией. Рекомендациями такого анализа должны быть:

- виды продукции, целесообразные к производству на данный период времени;

- рациональные характеристики, обеспечивающие максимальный спрос на данную продукцию;

- масштаб производства, обеспечивающий сбыт всей продукции, условия производства.

Разработка математической модели функционирования предприятия основана на использовании операционного подхода. Компонентами модели могут выступать:

- продукция и ее производитель, как действующее звено системы, наиболее общими параметрами которых являются перечень видов продукции, конкретные характеристики каждого продукта, масштаб производства и распределение видов собственности на предприятии;

- потребитель продукции, обобщенно называемый “рынок”;

- действия со стороны предприятия, направленные на обслуживание рынка (изучение спроса, реклама, периодичность и объем поставок, распределение потребителей и т.п.);

- противодействие со стороны рынка, заключающееся в ограниченности сбыта, конкуренции со стороны окружающих систем, определяемых такими аспектами, как состояние внешней и внутренней политики, экономики, социальной сферы, науки и техники.

3. Определение внешних реакций со стороны окружающих систем, влияющих на формирование модели функционирования предприятия

Принимая во внимание полезность деятельности предприятия с позиций заинтересованности различных иерархических уровней: государства, региона, города, самого предприятия, работника, - необходимо определить его роль как элемента в составе системы более высокого уровня. Выделение внешних реакций основано на рассмотрении аспектов деятельности государства. В качестве таких основных аспектов (реакций) выделяются: политический, экономический, социальный, оборонный, научно-технический.

Во внешнеполитическом аспекте в качестве задачи можно рассматривать, например, такие, как демонстрация новых воззрений на могущество страны. В качестве ограничений при этом могут быть военная доктрина, договоры и межгосударственные отношения.

Во внутривнутриполитическом аспекте это задачи от насыщения рынка потребительскими товарами до создания системы средств по решению проблем возрождения человека. В качестве ограничений выступают законы, упорядочивающие

или ограничивающие виды деятельности по производству и сбыту продукции.

В экономическом аспекте ставятся задачи обеспечения прибыли на различных уровнях - от государства до предприятия. Ограничениями могут являться мощности производства, кооперация разработчиков, покупательные возможности, конкуренция, цены.

В социальном аспекте могут решаться задачи повышения доходов работников, обеспечения экономически чистых производств, подготовки специалистов, накопления базы знаний. Ограничениями могут быть: спрос на продукцию, неподготовленность кадров - разработчиков или пользователей новой техники.

В военном аспекте могут решаться задачи поддержания и модернизации техники, создания новых систем в соответствии с измененной военной доктриной. При этом в качестве ограничений могут выступать договоры, конкуренция на рынке военно-технического сотрудничества.

В техническом аспекте решаются задачи создания новой продукции, в том числе и для широкого потребления с использованием высоких технологий. Ограничениями могут быть недостаток потенциала предприятия для производства данного вида продукции, техническая неподготовленность потенциальных потребителей.

Учитывая такое многоаспектное влияние продукции по иерархии потребителей, при разработке модели функционирования необходимо рассматривать векторный показатель полезности продукции предприятия.

4. Учет неопределенных факторов функционирования предприятия

Характерной особенностью функционирования предприятия в условиях перехода к рынку является наличие случайных связей и неопределенных характеристик. Они обусловлены:

- необходимостью продолжительного горизонта прогнозирования с учетом возможностей и угроз;

- невозможностью предсказания однозначного поведения множества участников процесса взаимоотношений;

- возникновением ситуаций, требующих резкого изменения намеченных планов деятельности.

Основываясь на предложенном алгоритме, будем разрабатывать модель управления деятельностью корпорации на основе активных систем с нечетким логическим выводом. Многоцелевая задача оптимального управления холдинговой структурой, состоящей из N производственных элементов и управляющего центра, описывается системой дифференциальных уравнений.

Если величина госзаказа (ГОЗ и контракты по линии ВТС) $Y_i^{S0}(t) = G$ не является заданной функцией от времени, то появляется неопределенность, связанная с внешними условиями. Вероятностное представление величины госзаказа требует задания некоторого закона распределения вероятностей. Набор какой-либо статистики в этой области практически не является реальным. Поэтому данную ситуацию следует описывать используя теорию возможностей, основанную на понятии нечетких множеств¹. Теория возможностей позволяет одновременно моделировать неточность и количественно характеризовать неопределенность².

Госзаказ будем представлять с использованием нечетких чисел³. Значения госзаказа можно сопоставить с нечеткими числами с треугольной функцией принадлежности $G = (G^0; \Delta_l G; \Delta_r G)$ ⁴. Для нечетких чисел задаются правила сложения, умножения и деления⁵:

$$G_1 \pm G_2 = (G_1^0 \pm G_2^0; \Delta_l G_1 + \Delta_l G_2; \Delta_r G_1 + \Delta_r G_2),$$

$$G_1 \cdot G_2 = (G_1^0 \cdot G_2^0; \Delta_l G_1 \cdot G_2^0 + \Delta_l G_2 \cdot G_1^0; \Delta_r G_1 \cdot G_2^0 + \Delta_r G_2 \cdot G_1^0),$$

$$G_1 : G_2 = \left(\frac{G_1^0}{G_2^0}, \frac{\Delta_l G_1 \cdot G_2^0 + \Delta_l G_2 \cdot G_1^0}{(G_2^0)^2}, \frac{\Delta_r G_1 \cdot G_2^0 + \Delta_r G_2 \cdot G_1^0}{(G_2^0)^2} \right). \quad (1)$$

Для значения функции от нечеткого числа определим правило:

$$f(G) = \left(f(G^0); \frac{\partial f(G^0)}{\partial G} \Delta_l G; -\frac{\partial f(G^0)}{\partial G} \Delta_r G \right).$$

Численное решение системы дифференциальных уравнений проводится с применением операций над нечеткими числами. В нечеткой задаче принимается возможность нарушения ограничений с некоторой степенью допустимости. Запишем эти ограничения в виде: $\phi_i(x) \leq 0$.

Предположим, при некотором x получены значения ограничения $B_i = \phi_i(x)$, а также левая и правая границы $\Delta_l B, \Delta_r B$. Степень выполнения

неравенства будет $\psi = 1$, если $B_i + \Delta_r B \leq 0$, и $\psi = 0$, если $B_i - \Delta_l B \geq 0$. Нечеткое множество ограничений определяется функцией принадлежности:

$$\psi(x) = \begin{cases} 0 & | B - \Delta_l B \geq 0 \\ 1 - \frac{(B + \Delta_r B)^2}{\Delta_r B (\Delta_l B + \Delta_r B)} & | B < 0 \\ \frac{(B + \Delta_l B)^2}{\Delta_l B (\Delta_l B + \Delta_r B)} & | B \geq 0 \\ 1 & | B + \Delta_r B \leq 0. \end{cases}$$

При наличии нечеткости в коэффициентах задачи оптимального управления возникает задача достижения нечетко определенной цели. Решение задачи достижения нечетко определенной цели основывается на подходе Беллмана-Заде⁶. Если некая альтернатива x обеспечивает достижение цели со степенью $\varphi(x)$ и ограничения выполняются со степенью $\psi(x)$, то решением задачи достижения нечетко определенной цели является пересечение нечетких множеств цели и ограничений с функцией принадлежности

$$\mu(x) = \min[\varphi(x), \psi(x)]. \quad (2)$$

В нашем случае под альтернативами понимаются возможные значения управляющих параметров. К управляющим воздействиям активных производственных элементов относятся: инвестиции, направляемые на расширение производства; средства, направляемые на улучшение и модернизацию производства; средства на потребление; средства на маркетинг потребительской продукции. Управление развитием производства также осуществляется выбором кредитной политики предприятия, т.е. величинами кредитов. Центр реализует управление через величину отчислений в централизованный фонд и через централизованные кредиты.

Если провести нормировку целевой функции, то нормированную функцию можно рассматривать как функцию принадлежности нечеткого множества цели: $\varphi(x) = F(x) / F^{\max}(x)$.

Значение функции $\varphi(x)$ определяет степень достижения цели при выборе альтернативы⁷.

В соответствии с принципом достижения нечетко определенной цели Беллмана-Заде целевая функция для задачи нечеткого программирования принимает вид

$$\Phi(x) = \max_x \min[\varphi(x), \psi_i(x)]. \quad (3)$$

Для сравнения значений целевых функций нечеткие числа приводятся к четким с помощью центроидного метода. Для треугольного вида функций принадлежности приведение нечеткого числа $z = (z^0; \Delta_l z; \Delta_r z)$ к четкому осуществляется следующим образом:

$$z = z^0 - \Delta_l z + \sqrt{\frac{\Delta_l z (\Delta_l z + \Delta_r z)}{2}}.$$

Сформулированная нечеткая задача оптимального управления решается известными численными методами.

¹ См.: Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень, 2000; Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности. М., 1985.

² Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложение к представлению знаний в информатике. М., 1990.

³ Тенев В.А. Модель холдинга - активная система с нечеткой неопределенностью // Надежность и качество: тр. междунар. симпозиума: в 2 т / под ред. Н.К. Юркова. Пенза, 2008. Т. 1. С. 352-355.

⁴ См.: Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб., 2003; Хургин Я.И. Проблемы неопределенности в задачах нефти и газа. М., Ижевск, 2004.

⁵ Хургин Я.И. Проблемы неопределенности в задачах нефти и газа. М., Ижевск, 2004.

⁶ Алтунин А.Е., Семухин М.В. Указ. соч.

⁷ См.: Зайченко Ю.П. Исследование операций. Киев, 1988; Лебедева Т.И., Лялин В.Е. Математическое моделирование оптимального управления долгосрочным развитием компании // Вестн. Белгор. ун-та потребит. кооперации. 2005. □ 4. С. 25-45.

Поступила в редакцию 07.12.2010 г.