

УДК 658.23

Д.Э. Лысенко

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

## ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПЛАНОВ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Рассмотрена задача разработки методов моделирования планов развития предприятия. Построена формализованная структура и определены параметры показателей реализуемости планов элементов предприятия. Предложена трёхуровневая иерархическая структура показателей реализуемости проекта развития предприятия. Разработано формальное представление предприятия как абстрактной системы.*

**Ключевые слова:** план развития предприятия, абстрактная система.

### Введение

Современные предприятия работают в обстановке, когда структура внешней среды и внутренние условия производства характеризуется высоким уровнем динамичности факторов, влияющих на основные экономические и технологические критерии оценки их работы. Для поддержания конкурентоспособности предприятия вынуждены осваивать комплексные планы реализации различных моделей стратегий развития. Это могут быть стратегии увеличения доли предприятия на рынке, изменения номенклатуры товарной продукции, модернизации средств производства и т.д. Реализуемость целей освоения проекта напрямую зависит от возможностей данного предприятия и готовности его к производству инновационной продукции. Необходимо оценить перспективы развития данного производственного предприятия как потенциального исполнителя.

### Результаты исследований

#### Анализ структуры планов инновационного развития предприятия

При оценке реализуемости и принятии проектных решений необходимо учитывать неопределённость, связанную с научно-техническим риском производства наукоемкой продукции. При этом множественность факторов и различная степень их влияния на процесс принятия решений и их последующее сопровождение создают предпосылки для вариации путей достижения проектных целей. В результате возникает необходимость обоснования и выбора «лучших» из некоторого множества альтернативных вариантов проекта. Формирование исходного множества альтернативных вариантов достижения проектных целей и собственно выбор, основанный на мере эффективности последних, можно обеспечить средствами имитационного и аналитического моделирования производственных процессов.

Оценка пригодности и сравнение альтернативных вариантов реализуется при выполнении следующей последовательности действий:

1. Определение проблемы выбора: описание технологических особенностей проекта с точки зрения требований производства, а также данные о наличии производственных ресурсов.

2. Описание инновации, выполняется в два этапа: на первом этапе осуществляется подготовка способов производства и возможных технологических альтернатив; второй этап реализуется, когда закончена разработка всех деталей освоения, оценки производственной мощности и выбору оборудования.

План освоения состоит из таких частей:

- 1) общий план освоения новой продукции;
- 2) план внедрения прогрессивных технологий производства;
- 3) планирование мероприятий по совершенствованию организационной структуры и производства;
- 4) план разработки и переоснащения производства, оснастки и инструмента.

В процессе освоения планов развития предприятия предусматривается программа изменений.

Проблемы в развитии промышленного производства обусловили необходимость в активизации исследований всего спектра теоретико-методологических и методических проблем планирования развития промышленных предприятий. Теория и практика планирования (в том числе реструктуризации, реформирования и др.) обширны, но не соответствуют современным требованиям [1, 2].

Сохраняется несовершенство понятийного аппарата, порождающее множественность категорий и противоречивость понятий, используемых в официальных документах, научной среде («развитие», «реструктуризация», «реформирование», «модернизация») для отражения процессов преобразования.

Следовательно, возникла необходимость в разработке моделей и методов формирования и оценки стратегических решений, направленных на достижение целей освоения производства и обеспечении соответствия потенциала предприятия внешним требованиям [2, 3]. В общем случае при формировании методологии освоения как следует отображать следующие аспекты [4, 5]:

- 1) основания методологии: философия, психология, системный анализ, науковедение;
- 2) характеристики исследуемой деятельности;
- 3) логическая структура деятельности: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы, результаты деятельности;
- 4) временная структура деятельности: фазы, стадии, этапы.

Значит, производственно-техническая необходимость разработки методов моделирования планов развития предприятия определяется условиями:

- 1) развитием новых видов продукции и новых технологий;
- 2) диверсифицированностью и ростом масштабов производства;
- 3) увеличением числа факторов и критериев при выборе управляющих решений, что обуславливает разработку соответствующих моделей предметной области и методов принятия решений;
- 4) возрастающей сложностью предприятия как поведенческой системы, что приводит к децентрализации процесса принятия решений;
- 5) объемом, сложностью и ростом номенклатуры производимой продукции, что требует принятия решений более высокой компетенции.

#### Формализованное описание планов развития на функциональном уровне

Так как основой системного представления объекта исследования является функционально-структурный подход [6, 7], рассмотрим с формальной точки зрения особенности функциональной структуры предприятия и определим соответствующую структуру показателей реализуемости развития ее элементов. При использовании системного подхода качество функционирования системы определяется как эффективность ее целевого применения и характеризуется совокупностью показателей системы. Система может считаться эффективной, если требования обеспечены соответствующими значениями характеристик подсистем. При планировании инновационного развития может возникнуть противоречие между потребностями на создание новой техники и возможностями удовлетворения этих потребностей при существующем научно-техническом уровне предприятия. На функциональном уровне – это противоречия между необходимостью реализовать определенные функции и ограничениями возможностей их технического исполнения. Кроме того, существуют внутриуровневые противоречия. Внутриуровневое противоречие – это, например, множественность вариантов технологической реализации элементов новой техники. Отражением такого противоречия является множественность способов реализации функций нижнего уровня, обеспечивающих выполнение функций верхнего уровня.

Для описания функций предприятия – исполнителя планов производства инновационной про-

дукции применим формально-логическое описание в виде кортежа, состоящего из пяти компонент:

$$F = \langle D, P, H_0, H, S, U \rangle, \quad (1)$$

где  $D$  – действие (операция);  $P$  – объект, на который направлено действие;  $H_0, H$  – начальное и конечное состояния объекта;  $S$  – способ выполнения действия;  $U$  – условия и ограничения, при которых осуществляется действие.

Определим такие операции над функциями:

1. Композиция – правило, позволяющее образовывать функции в виде сочетаний одновременно или последовательно выполняемых действий, например:

$$\begin{aligned} & (D_1, \dots, D_n) / P / H / S / U; \\ & D / (P_1, \dots, P_m) / H / S / U; \\ & (D_1, \dots, D_n) / (P_1, \dots, P_m) / H / S / U. \end{aligned} \quad (2)$$

2. Декомпозиция – правило разъединения функций или их компонент. Например:

$$\langle \{D\}, P, H, S, \{U\} \rangle \rightarrow \langle D_1, P, H, S, (U_1, U_2) \rangle \cdot \langle D_2, P, H, S, (U_1, U_3, U_4) \rangle \quad (3)$$

3. Усечение – правило, позволяющее исключать функции из стандартной формы, если информация о них следует из наименования объекта, из описания функции более высокого уровня или из описания других компонент. Например:

$$F_1 = \langle \{D\}, \{P\}, H, S, U \rangle, \quad F_2 = \langle D_1, P_2, H, S, U \rangle. \quad (4)$$

Если  $D_1 \subset \{D\}$ ;  $P_2 \subset \{P\}$ ,  $H, S, U$  идентичны для обеих функций, то  $F_2$  может быть исключена.

4. Перестановка – правило, позволяющее осуществлять тождественное преобразование функции, когда одна из ее компонент вводится в качестве определителя принадлежности в состав других компонент. Например:

$$F_1 = \langle D, P, H, \{S\}, \{U\} \rangle, \quad F_2 = \langle D, P, H, S_1, \{U\} \rangle. \quad (5)$$

В иерархической функциональной структуре объекта – предприятия вершина  $F^0$  отождествляется с назначением объекта. Вершины первого уровня  $F_{11}^1, \dots, F_{k1}^1$  выражают структуру функций одноуровневого взаимодействия составных частей объекта. Вершины второго уровня  $F_{11.12}^2, \dots, F_{k1k2}^2$  определяют структуру функций, раскрывающую содержание процесса взаимодействия функциональных составных частей объекта во времени.

Ниже анализируется процедура формирования показателей реализуемости функций. На каждом уровне функциональной структуры формируется набор показателей. Формально-логического описания показателей реализуемости функций основано на представлении их в следующем виде:

$$G_f = \langle F, Q \rangle, \quad (6)$$

где  $F$  – функция,  $Q$  – модификатор функций, отражающий их способности или свойства, которыми

должна обладать функция для достижения цели, порождающей эту функцию.

Каждая функция может иметь несколько критериев, для выявления которых необходимо выделить ее отдельные компоненты:

$$\{Q\} = (Q_d, Q_p, Q_h, Q_s, Q_u), \quad (7)$$

где  $Q_d$ , – критерии оценки выполнения операций,  $Q_p$ , – характеристики объекта воздействия,  $Q_h$ , – характеристики начального состояния объекта и критерии оценки конечной цели объекта, в том числе к его назначению,  $Q_s$ , – требования к способу выполнения операций,  $Q_u$  – дополнительные требования и ограничения.

Показатели реализуемости подразделяются на две группы:

- функциональные, которые выступают в форме ограничений,
- критериальные, имеющие целевую направленность и определяющие качество выполнения функции.

Критериальными в данном множестве являются показатели типа  $Q_h$ , так как они определяют требования к параметрам цели, и, следовательно, могут служить критерием для оценки качества системы.

Множество параметров оценки реализуемости инновационных проектов анализируются в соответствии с их функциональной структурой (рис. 1).

Верхний уровень

$$G_0 = \langle F_0, \{Q_0\} \rangle \quad (8)$$

определяет общие требования к проекту, такие как объемы работ, стоимость и сроки;

$$\{Q_0\} = (Q_{0p}, Q_{0u}) . \quad (9)$$

Первый уровень

$$G_1 = \langle F_1, \{Q_1\} \rangle \quad (10)$$

определяет принципы координации взаимодействующих подсистем. При получении показателей реализуемости учитываются взаимосвязи подсистем и используемые технологические процессы:

$$\{Q_1\} = (Q_{1s}, Q_{1u}) . \quad (11)$$

Второй уровень

$$G_2 = \langle F_2, \{Q_2\} \rangle \quad (12)$$

определяет временную структуру операционного взаимодействия подсистем. На этом уровне конкретизируются требования и ограничения к выполняемым функциям, устанавливаются требуемые параметры технологического процесса и оборудования:

$$\{Q_2\} = (Q_{2h}, Q_{2s}), \quad (13)$$

Таким образом, представлена формализованная структура и основные параметры показателей реализуемости развития функциональных элементов предприятия.

### Теоретико-множественное представление иерархической структуры предприятия

Для формального представления предприятия применим теоретико-множественное определение абстрактной системы, предложенное в работах Н. Бурбаки [8]. Предприятие можно рассматривать как множество однородных или разнородных элементов  $G = \{n_i\}, i = \overline{1, m}$ , на которых реализовано множество отношений  $R = \{r_j\}, j = \overline{1, k}$ . Тогда

$$P = \{G \times R\} \quad (14)$$

определяет структуру абстрактной системы. Каждый конкретный вариант структуры (15) обладает некоторым набором явных или скрытых свойств  $Z = \{z_l\}, l = \overline{1, n}$ . Таким образом,

$$Z = F(P) = F\{G, R\}.. \quad (15)$$

С учетом этого, исходная формулировка абстрактной системы предприятия может быть расширена до представления вида

$$Pr = \langle \{G \times R\}, Z \rangle.. \quad (16)$$

С точки зрения инновационного развития часто реализуется стратегия экономического роста, что соответствует концепции максимизации прибыли предприятия. С формальной точки зрения, это задача безусловной оптимизации. Производство планируемого объема продукции основано на трансформации производственных ресурсов

$$V = F(E) \rightarrow \max, \quad (17)$$

где  $E$  – ресурсы, которыми обладает предприятие;  $F$  – функция преобразования ресурсов.

Условия максимизации (18) могут быть достигнуты двумя способами:

– путем выбора из допустимого множества  $F$  наиболее эффективного (организационно, технологически и т.д.) способа преобразования ресурсов, т.е. путем интенсификации производства –  $F \in F_{\text{доп}}$ ;

– путем увеличения количества потребляемых ресурсов  $E \rightarrow \max$ .

Формальное представление предприятия в виде иерархической системы представляется так:

$$S = (\Omega, L), \quad (18)$$

где  $\Omega$  множество элементов высшего уровня, на данном множестве реализуется некоторое множество бинарных отношений  $L \subset \Omega \times \Omega$ .

Упорядоченная пара множеств  $(\Omega, L)$ , где  $\Omega$  множество элементов предприятия, а  $L$  множество отношений, заданных некоторым уровнем иерархии будет называться структурой предприятия.

Предприятие  $(\Omega, L)$  полностью определяется элементами  $\Omega$  и отношениями  $L$  и может содержать иерархическую форму организации.

В свою очередь сложная система содержит элементы множества  $\Omega$

$$\Omega = \left\{ \Omega_1^1, \Omega_2^1, \dots, \Omega_K^1 \right\}. \quad (19)$$

Подмножества  $\Omega_1^1, \Omega_2^1, \dots, \Omega_K^1$  множества 1-го уровня системы.

Также помимо бинарных отношений на множестве  $\Omega$  не исключены и  $n$ -арные отношения типа

$$L^n \subset \underbrace{\Omega \times \Omega \times \dots \times \Omega}_n, \text{ где } n = \overline{3, K}. \quad (20)$$

Отношения на множестве  $\Omega$  называются отношениями 1-го уровня и представляются как:

$$L^1 = \bigcup_{n=2}^K L^{1n}. \quad (21)$$

Моделью 1-го уровня, где  $L = L^1$  будет именоваться модель (21), а множества 1-го уровня могут состоять из элементов, которые являются множествами и относятся к множествам 2-го уровня:

$$\Omega_{i_1}^1 = \left\{ \Omega_{i_1 1}^2, \Omega_{i_1 2}^2, \dots, \Omega_{i_1 k_{i_1}}^2 \right\}, \quad i_1 = 1, \dots, K, \quad (22)$$

а бинарные и многоместные отношения имеют вид:

$$L_{i_1 s}^{2n} \subset \underbrace{\Omega_{i_1 s}^2 \times \Omega_{i_1 s}^2 \times \dots \times \Omega_{i_1 s}^2}_n, \quad n = \overline{2, k_s}, S = \overline{1, k_{i_1}}; \quad (23)$$

$$L_{i_1 s}^2 = \bigcup_{n=2}^{k_s} L_{i_1 s}^{2n},$$

Применяются и  $L_n^2$   $n$ -местные отношения между элементами различных множеств 2-го уровня:

$$L_1^2 = \bigcup_{n=2}^m L_n^2, \quad m = k_1 + k_2 + \dots + k_K \quad (24)$$

Процесс иерархической декомпозиции предприятия можно продолжать, расширяя их и детализируя более глубокими конкретными уровнями

## Заключение

Работа посвящена разработке методов моделирования планов развития предприятия

## ФОРМАЛЬНЕ ПОДАННЯ ПЛАНІВ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Д.Е. Лисенко

У статті розглянута задача розробки методів моделювання планів розвитку підприємства. Побудована формалізована структура та основні параметри показників реалізованості планів розвитку функціональних елементів підприємства. Запропонована трірівнева ієрархічна структура показників реалізованості проекту розвитку підприємства. Розроблено формальне подання підприємства як абстрактної системи.

Ключові слова: план розвитку підприємства, абстрактна система.

## A FORMAL PRESENTATION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES DEVELOPMENT PLANS

D.E. Lysenko

The article is dedicated to the task of developing methods for the simulation of the development plans of the company. Built a formalized structure and main parameters of the indicators of the feasibility study for the development of the functional elements of the enterprise. The proposed three-level hierarchical structure of indicators feasibility of the project development of the company. Developed a formal representation of the enterprise as an abstract system.

Keywords: enterprise development plan, an abstract system.

С использованием формально-логического и теоретико-множественного моделирования представлена формализованная структура и основные параметры показателей реализуемости развития функциональных элементов предприятия. При этом учитывается многоуровневая структура декомпозиции функций предприятия. Предложена трёхуровневая иерархическая структура показателей реализуемости проекта. Разработано формальное представление предприятия как абстрактной системы. Результаты работы могут быть использованы при разработке математического обеспечения информационных систем управления развитием предприятия.

## Список литературы

1. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / Под ред. Т.Г. Морозовой, А.В. Пиккулькина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 279 с.
2. Сухарев О. Методология стратегического планирования: общие вопросы / О. Сухарев // Инвестиции в России. – 2007. – № 3. – С. 17 – 25.
3. Фомина А.В. Теоретические модели и основы долгосрочного макроэкономического прогнозирования / А.В. Фомина, О.М. Юнь, Ю.В. Яковец. – М.: Международный фонд Н.Д. Кондратьева, 2005. – 193 с.
4. Бородин А. Этапы формирования стратегического потенциала предприятия / А. Бородин // Проблемы теории и практики управления. – 2003. – № 6. – С. 95-97.
5. Меркулова Ю.В. Ситуационно-стратегическое планирование в экономике. Т. 2. / Ю.В. Меркулова. – М.: Экономика, 2013. – 411 с.
6. Шарипов Т.Ф. Оптимизация организационной структуры в условиях модернизации планирования деятельности предприятия на современном этапе / Т.Ф. Шарипов // Вестник ОГУ 2010, №13 (119). – С. 92 – 100.
7. Карпинская А.В. Поэтапно-структурированный подход к диагностированию и реструктуризации предприятия / А.В. Карпинская // Економічні інновації, – 2011. – Вип. 42. – С. 76 – 83.
8. Бурбаки Н. Начала математики. Основные структуры анализа. Теория множеств / Н. Бурбаки. – М.: Мир 1965. – 456 с.

Надійшла до редколегії 23.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Є. Федорович, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків.