

## МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА

**А.Ю. Тимонин,**

фирма «Юпитер», г. Санкт-Петербург, Россия

tima1@gmail.com

**Ю.А. Тимонин,**

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

yurchina2013@mail.ru

**Аннотация.** Рассматриваются новые модели, методы и средства функционально-структурного моделирования экономического механизма. Применение инновационных моделей и средств позволяет получать дополнительную прибыль при минимальных ресурсах.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика”. Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## MODELS, METHODS AND TOOLS OF FUNCTIONAL-STRUCTURAL MODELING OF THE ECONOMIC MECHANISM

**A. Timonin,**

Jupiter firm, St. Petersburg, Russia

**Yu. Timonin,**

Zhitomir national agroecological university, Zhitomir, Ukraine

**Summary.** Explores new models, methods and tools of functional and structural modeling of the economic mechanism. The use of innovative models and tools can generate more revenue with minimal resources.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

**В** области экономико-математического моделирования, несмотря на известные достижения в области имитационного моделирования, по-прежнему актуальной остается проблема построения адекватных моделей. Неадекватность имитационных моделей не только снижает достоверность описаний и точность расчетов, но и ограничивает возможности решения задач анализа, синтеза, оптимизации и др. Особенно актуальна эта проблема для моделирования бизнес-деятельности предприятий, где несовершенство методов построения моделей связано с использованием эвристических методов.

Учитывая неопределенность способов верификации моделей, проблема проявляется не столько в том, что модели неадекватны, сколько в том, что неизвестно насколько они неадекватны. В основе проблемы лежит отсутствие практики применения формальных теоретических оснований экономики для построения экономико-математических моделей.

Известные методы моделирования предприятий используют имитационные модели, полученные эвристическим путем. К наиболее распространенным методам можно отнести методологию IDEF и

системную динамику. Основным концептуальным принципом методологии IDEF [1] – представление объекта в виде набора взаимодействующих блоков, имитирующих процессы, операции, действия. Однако эта методология, основанная на графическом представлении объектов с помощью большого количества переменных и блоков, недостаточно формализована, что затрудняет построение экономико-математических моделей.

Применение системного подхода нашло отражение в системо-динамических моделях [2], которые состоят из набора абстрактных элементов, представляющих некие свойства моделируемой системы. Для имитационной модели предприятия составляются сотни математических уравнений, характеризующих взаимосвязанные потоки материалов, заказов, денежных средств, оборудования, рабочей силы, информации и т.д. Однако, как отмечено в [3], кризис непонимания метода системной динамики, недостаточная структуризация и концептуализация моделей, сдерживают применение этого инструментария.

Для перехода от имитационных моделей к феноменологическим моделям, построенным на теоретических основаниях, требуется разработка и применение новых подходов и методов моделирования, которые за счет структуризации и концептуализации обеспечивают не только повышение адекватности, но и уменьшение сложности. В статье рассматриваются основы функционально-структурного моделирования бизнес-деятельности на основе концептуально-феноменологического подхода.

### Основные положения функционально-структурного моделирования деятельности предприятий

В основе концептуально-феноменологического подхода лежит теоретический способ получения моделей экономических систем (концептуально-системный аспект) и отражение экономического механизма (феноменологический аспект). Применение этого подхода позволяет формировать функционально-структурные математические модели, обладающие универсальным и концептуальным характером. Положения метода функционально-структурного моделирования состоят в следующем.

**1. Феноменологический характер функционально-структурной модели.** В содержательном отношении функционально-структурная модель

описывает экономический механизм роста ресурсов. Рост ресурсов рассматривается как общая характеристика бизнес-деятельности предприятий, из которой можно получить другие частные характеристики. Экономический механизм предприятия задается совокупностью функционально-структурных компонентов, взаимодействие которых составляет процесс увеличения собственного капитала. Высокий уровень адекватности модели экономического механизма обеспечивается за счет единства содержания и формы. Поскольку содержание определяется процессом и описывается функциональной моделью, а форма – структурой, то единство содержания и формы обеспечивается за счет применения функционально-структурной модели.

Особый интерес представляет применение функционально-структурной модели на компонентном уровне, где рассматриваются отдельные ресурсы. Общность механизма роста ресурсов позволяет использовать функционально-структурную модель ресурса как универсальный компонент экономико-математической модели предприятия [4]. При этом компонентный базис сокращается до одной модели, а различие моделей компонентов проявляется в значениях параметров конкретных ресурсов.

**2. Формализация концептуальной модели ресурсов.** Концептуальный характер обеспечивается за счет универсальности функционально-структурной модели ресурса и системно-теоретического подхода, который состоит в том, что ресурс рассматривается как экономическая система, для которой справедливы положения теории экономических систем [5]. Для экономической системы в качестве фазовых переменных используют стоимость  $X(t)$  и рентабельность  $\varphi(t)$ . Законы экономических систем заданы уравнениями целостности  $x = v + y$  и доходности  $y = \varphi \int x dt$ , где  $x = X'$ ,  $v = V'$ ,  $y = Y'$  – соответственно потоки полной, основной и дополнительной стоимости. Концептуальная модель получена путем объединения законов экономических систем, заданных уравнениями целостности и доходности и имеет вид дифференциального уравнения первого порядка  $X' = \varphi X + v$ . Функциональная схема концептуальной модели содержит контур положительной обратной связи, который обуславливает экспоненциальный характер решения – функции стоимости ресурса. Концептуальную модель можно детализировать и упростить. Учет потерь приводит к нелинейному дифференциальному уравнению второго поряд-

ка [6]  $a_2 XX'' + (1 + a_1 X)X' + (a_0 X - \varphi)X = v$ , где  $a_n$  – параметры потерь стоимости, связанных с налогами, процентными платежами, дивидендами и т.д.

При дискретизации концептуальная модель упрощается и принимает вид совокупности алгебраических уравнений  $X(k+1) = X(k) + Y(k)$ ,  $Y(k) = \varphi(k)X(k)$ , где  $k$  – дискретная переменная времени.

Поскольку концептуальная модель ресурсов получена теоретическим путем, адекватность производных моделей ресурсов можно оценивать и контролировать по степени соответствия универсальной модели экономической системы.

**3. Формирование экономико-математической модели предприятия.** Для построения экономико-математической модели предприятия в компонентном базисе необходим набор моделей ресурсов и правила композиции фазовых переменных. Учитывая, что в качестве компонентов используется одна универсальная модель ресурсов, а также простоту правил композиции фазовых переменных, построение экономико-математической модели предприятия не представляет принципиальных трудностей. В свою очередь, экономико-математическую модель предприятия можно свести к универсальной модели эквивалентного ресурса.

**4. Методы решения задач анализа, синтеза и оптимизации.** Концептуальный характер модели ресурсов проявляется, в частности, в том, что структурная и функциональная модели связаны отношениями типа «анализ-синтез». Процедура анализа рассматривается как преобразование структурной модели в функциональную модель, процедура синтеза – как преобразование функциональной модели в структурную модель. Поэтому полная диаграмма преобразований вида: «структурная модель – анализ – функциональная модель – синтез – структурная модель» является замкнутой. Процедуры анализа и синтеза ресурсов формализованы [7], имеют математическое выражение, что позволяет корректно ставить и решать различные задачи анализа и оценивания ресурсов. В отличие от известных методов экономического анализа, которые дают недостоверные оценки, методы анализа ресурсов в силу однозначного соответствия структурной и функциональной моделей обеспечивают точное решение. Расчеты показывают существенное различие значений оценок, полученных методами экономического анализа и анализа ресурсов.

Полнота модели ресурсов позволяет ставить и решать задачи оптимизации ресурсов методами нелинейного программирования с использованием компьютерных программ. Возможны постановки прямых (как при заданных ресурсах получить наибольший результат) и обратных (как при заданном результате использовать наименьшие ресурсы) задач. Оптимизация позволяет определить, в какой мере ресурсы предприятия соответствуют его результатам, как при малых ресурсах получить больший результат. Расчеты показывают, что реальные предприятия работают с ресурсами, далекими от оптимальных значений.

**5. Компьютерные инструменты функционально-структурного моделирования.** Модели и методы функционально-структурного моделирования деятельности предприятий прошли апробацию и реализованы в автоматизированной информационной системе (АИС) *E-way*. Система *E-way*, разработанная фирмой «Юпитер-2», г. Санкт-Петербург [8], предназначена для повышения эффективности бизнеса и автоматизации трудоемких расчетов, связанных с планированием, анализом и управлением бизнес-проектами. В системе *E-way* используется структурная модель, которая содержит более 20 видов ресурсов, составляющих пассивы, активы и финансовые результаты. Функциональная модель содержит 8 компонентов, которые отражают отношения основных видов ресурсов: рентабельность собственного капитала; коэффициент активов; доля оборотных средств; доля рабочих средств; оборачиваемость рабочих средств в затратах; рентабельность затрат; доля общей прибыли; доля капитализируемой прибыли.

Возможности *E-way* позволяют квалифицированно решать прямые (анализ) и обратные (синтез) задачи, нацеленные на увеличение собственного капитала. *E-way* обеспечивает полный комплекс автоматических расчетов, необходимых для решения задач финансового управления, высокое качество управленческих решений, сокращение временных и материальных затрат, получение оптимальных результатов, оценку ущерба и упущенных возможностей. Механизмы генерации данных, основанные на знаниях, придают АИС *E-way* свойства «искусственного» интеллекта которые проявляются в автоматизации следующих процедур: формирование планов производства и реализации продукции; образование и реализация запасов сырья, незавершенного производства и готовой продукции;

формирование финансовых результатов (выручка, затраты, доход); заем (возврат) банковского кредита, формирование (погашение) задолженностей; формирование (реализация) портфеля ценных бумаг и др. В области экономической безопасности система E-way поддерживает решение задач проектирования ущерба [9], выявления узких мест, локализации причин ущерба. Система *E-way* ориентирована на широкие слои пользователей и может использоваться как тренажер для повышения квалификации, развития аналитических способностей и профессиональной интуиции.

Научная новизна, реализуемость и полезность моделей, методов и средств функционально-структурного моделирования экономического механизма придают им инновационный характер. Высокая степень адекватности функционально-

структурных моделей позволяет получить полное финансовое описание различных аспектов бизнес-деятельности, включая рост собственного капитала. Концептуальный и универсальный характер моделей ресурсов обеспечивают простоту описаний и расширяют спектр задач экономического управления и методов их решения, включая новые процедуры анализа-синтеза, оптимизации ресурсов и т.д., делая управленческие решения более обоснованными, достоверными и наглядными. Средства функционально-структурного моделирования поддерживают решение задач экономического управления в автоматизированном и автоматическом режимах. Применение методов и средств функционально-структурного моделирования позволяет получать дополнительную прибыль при сокращении ресурсов.

### Список литературы

1. Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. М.: Госстандарт России, 2001.
2. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2003.
3. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. – ГУУ–ВШЭ// Бизнес-информатика. 2007. №1.
4. Грабар І.Г., Тимонін Ю.О., Бродський Ю.Б. Універсальна модель системи: методологічний аспект. //Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. №1. С. 358-366.
5. Тимонин Ю.А. Формальная теория абстрактных экономических систем. (Теория движения стоимости). Учебное пособие. – Житомир: ПІСТ, 2007. – 60с.
6. Бродский Ю.Б., Тимонин Ю.А., Тимонин А.Ю. Учет дифференциальных потерь в нелинейной модели экономической системы. //„Бізнес-інформ”, №3, Харків. Изд-во ХНГУ, 2012 г., С. 45-47.
7. Грабар И.Г., Тимонин Ю.А., Бродский Ю.Б. Подход к общей задаче проектирования экономических систем. //Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. №1(25), т.2. С. 52-60.
8. <http://www.reco.ru>
9. Тимонин Ю.А., А.Ю. Тимонин. Модели и методы экономической безопасности бизнеса. //Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: тр. междунар. научн. школы МА БР. – СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2008. С. 338–343.