

УДК 338.1

В.И. Плаксин, д.э.н., профессор,
Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Необходимость использовать современные достижения научно-технического прогресса, осуществлять качественные изменения в технике и технологии при динамичном обновлении продукции различных отраслей народного хозяйства, решать задачи рационального использования всех видов ресурсов и роста эффективности хозяйствования в рыночных условиях требует повышения научной обоснованности создания и развития систем управления на всех уровнях общественного производства. Освоение новой конкурентоспособной техники и адекватной организации связано с выполнением многоаспектных и многовариантных исследований и разработок. Это, в свою очередь, требует широкого применения экономико-математических методов и моделей, обеспечивающих выбор оптимальных вариантов управления с позиций интегральной экономии ресурсов, получения синергетической эффективности на стадии проектирования и эксплуатации современных инноваций. Кроме того, использование моделирования открывает широкие возможности для комплексной оценки интегрального потенциала хозяйственных систем, технико-экономического и социального анализа стратегических путей развития целостных образований и их структур, прогнозирования конечных результатов деятельности предприятий различных сфер производства и обслуживания с учетом динамики внешней среды. Внедрение на предприятиях математических методов, ЭВМ и информационных технологий указывает не только на актуальность данной концепции, но и приносит значительный социально-экономический эффект даже при решении локальных задач с использованием методов моделирования в планировании и оптимизации производства, сегментации рынков, инвестировании в финансовые и производственные ресурсы.

Как следует из анализа научно-практической информации, результатов исследований по прикладной математике, экономике, менеджменту и маркетингу, значительная доля ученых большое внимание уделяет изучению методов моделирования процессов прогнозирования и планирования факторов и показателей в сфере производства. За последние годы внимание ученых-экономистов устремилось к проблеме моделирования различного класса систем, в том числе хозяйственных. Причем, данную область знаний небезуспешно стали переносить в сферу подготовки специалистов в вузах. В этом плане интересен опыт России, нашедший отражение в учебных планах и научно-методическом обеспечении специальных дисциплин [1, 2]. Немало полезного и прогрессивного встречается в учебной практике высшей школы Украины при подготовке кадров по экономическому профилю, использующей экономико-математическое моделирование в специальных дисциплинах и компьютерных программах. Так, издано и применяется в вузах страны пособие Й. Грубера [3].

Анализ современных изданий по существу поднятой проблемы свидетельствует, что предмет исследования находится в стадии критического анализа достигнутого и поиска более глубокого изучения проблем моделирования производственных систем с учетом новых знаний в области смежных наук, новых требований практики и достижений информационных технологий и компьютерной техники. В этой связи ставится цель осуществить научное обобщение различных позиций по методологическому аспекту моделирования хозяйственных систем рыночного типа с учетом авторской формализации структуры и синергетической результативности изучаемой системы. Для этого необходимо рассмотреть гипотетическую модель хозяйственной системы, обосновать математическую интерпретацию управления данной системой и сформировать типовой образ механизма управления системой на стадии прогнозирования ее целей и параметров на уровне предприятия.

Итак, объектом моделирования является предприятие как система в отличие от многих исследований, посвященных изучению ее отдельных частей. Речь идет не о критике позиций авторов, выбравший свой аспект восприятия действительности, а о подходе к сути решения проблемы, концепции, методологии исследования одной из основополагающих областей экономики: моделировании перспективной эффективности системы всех видов хозяйственной деятельности концерна, корпорации, акционерного общества, фирмы и т.д. Становится очевидной необходимость

обоснования объекта моделирования как системы, поскольку в научном разрезе данная категория представляется весьма неоднозначно, а часто крайне расплывчато и дискуссионно.

Основываясь на базовых положениях теории о системах, менеджменте, квалиметрии и моделировании систему хозяйствования предприятия графически можно представить в виде схемы приведенной на рис. 1.

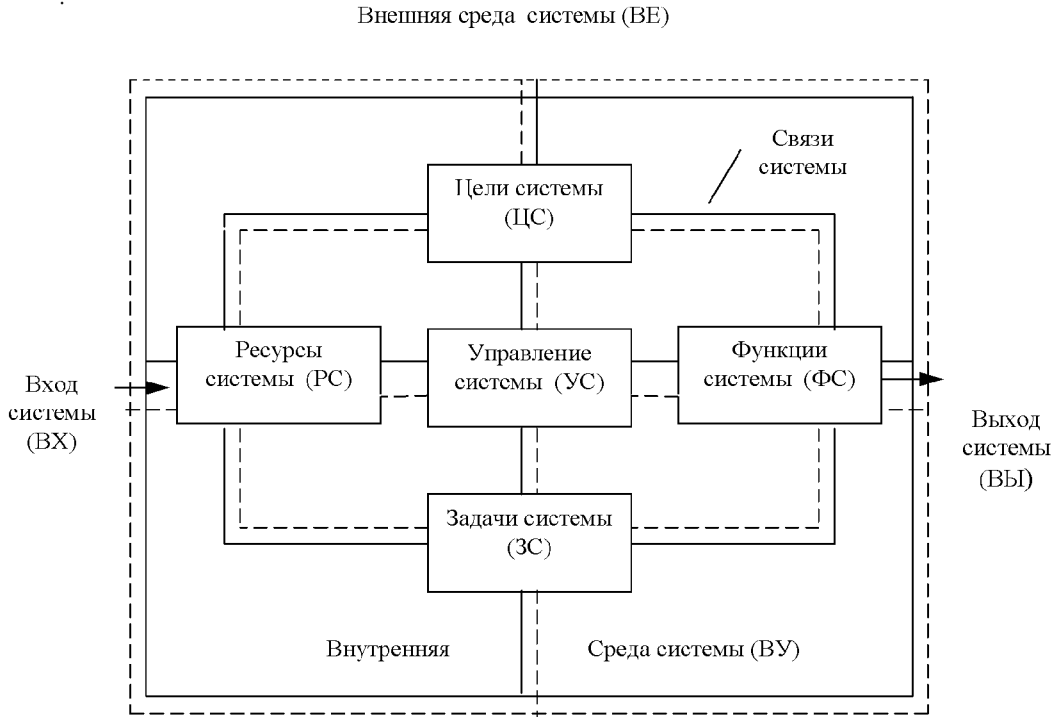


Рис. 1. Типовая структура хозяйственной системы предприятия

Согласно нашей версии ЦС - конечный результат, которого должна достичь система;

ФС - пути, направления, по которым должна двигаться, стремиться система к намеченной цели. Сюда относятся основные виды деятельности предприятия: производственная, научная, техническая, организационная, снабженческая, бытовая, экономическая и др.;

ЗС - задачи системы - мероприятия, действия и процедуры в форме решений, проектов, планов и мероприятий производственной, научной, технической и другой деятельности предприятия;

РС - ресурсы системы, включающие трудовые, материальные, энергетические, финансовые и информационные;

УС - управление системы, охватывающего организационную структуру, информационные каналы и связи, методы управления и др.;

ВЕ - внешняя среда - это сфера обитания системы: партнеры, конкуренты, потребители продукции и услуг, структуры государства и др.;

ВУ - внутренняя среда - формальные и неформальные отношения, сложившиеся между компонентами системы в процессе ее создания, развития и функционирования;

СС - многогранные отношения (взаимодействия) составляющих системы, включающие научные, технические, экономические, социальные, политические и другие связи.

На рис. 1 указанные связи лежат в одной плоскости как прямые и обратные связи непосредственного воздействия соседствующих компонентов системы.

На самом деле их характер объемно-пространственный, соединяет каждую из составляющих со всеми частями системы многоаспектным джукером отношений с соответствующими носителями информации.

Таким образом, система - сложная архитектура совокупности органически взаимосвязанных составляющих (компонентов, элементов, частиц), находящихся в постоянных взаимодействиях и

подчиненных единой общей цели. Данную категорию в сфере хозяйствования позволительно интерпретировать следующим множеством:

$$Cx = \{ЦС, ФС, ЗС, РС, УС, ВЕ, ВУ, СС\}, \quad (1)$$

где Сх - система хозяйствования.

Это выражение характеризует, по нашему мнению, общую исходную структуру исследуемой системы, ее состав как единство определенного класса, в котором отсутствие хотя бы одной из составляющих лишает систему существования как реального объекта.

С позиций моделирования системы хозяйствования предприятия важно оценить степень ее развитости, результативности в настоящем и в будущем. Данную задачу можно решить, используя потенциал хозяйственной системы (Пхс) и синергетическую эффективность системы (Эсс) [4].

Согласно отстаиваемой методологии Пхс в общем виде представляется так:

$$Пхс = f(Рс, Ос, Сс, Ср, Ис, Мс, Цс, Ус), \quad (2)$$

где Рс - ресурсы системы; Ос - организация системы; Сс - связи системы; Ср - среда системы; Ис - иерархичность системы; Мс - масштабность системы; Цс - жизненный цикл системы; Ус - угроза (риск) системы.

Теория систем свидетельствует о том, что воздействие факторов внешней среды составляют входные воздействия - экзогенные величины, а воздействие системы на внешнюю среду характеризуется значением выходных воздействий - эндогенных величин. Наличие иерархии в системе проявляется в эмерджентности системы, (большие и сложные системы обладают свойствами, не присущими ни одному из формирующих эти системы элементов). Это свойство приводит к появлению синергетического эффекта. Его механизм нами обстоятельно рассмотрен в работе [4].

Согласно предлагаемой методологии эффективность синергетическая, вызванная воздействием потенциалов подсистем хозяйственной системы (Эспо), определяется выражением:

$$Эспо = \sum_{i=1}^n Эп_i Кп_i, \quad (3)$$

где Эп_i - эффективность потенциала i-ой подсистемы хозяйственной системы, ед.; Кп_i - коэффициент степени воздействия (+, -) потенциала i-ой подсистемы на синергетическую эффективность хозяйственной системы; n - количество эффектообразующих подсистем хозяйственной системы.

При этом вводятся такие ограничения:

$$0 \leq \sum_{i=1}^n Кп_i \leq 1,0 \quad (4)$$

Подчеркнем, что указанное свойство эмерджентности систем, приводящее к синергетическому эффекту первого порядка, связано на практике с кооперацией факторов, иерархией подсистем в данной хозяйственной системе.

Второй составляющей механизма синергетического эффекта предложено считать учет жизненного цикла системы, а третьей составляющей - учет масштабности, реализации (диверсификации) решений по увеличению эффективности системы.

В итоге, синергетический эффект хозяйственной системы будет определяться с помощью суммы:

$$Эсс = \sum_{i=1}^3 Эсф_i, \quad (5)$$

где Эсф_i - эффективность синергетическая i-го фактора потенциала системы хозяйствования.

Как следует из вышеприведенного, системное моделирование объектов предполагает, прежде всего представление исследуемых объектов как сложных самоорганизационных управляемых систем социально-экономического класса. Результаты научного и практического поиска в данной области на протяжении второй половины прошлого столетия и начала текущего свидетельствует, что наиболее прогрессивным и действенным видом моделирования является экономико-математический с широким использованием современной ЭВМ. При этом экономико-математическая модель (ЭММ) представляет "...выражение, состоящее из совокупности связанных между собой математическими зависимостями (формулами, уравнениями, неравенствами, логическими условиями) величин - факторов, все или часть которых имеют экономический смысл" [5, с. 8]. По своей роли в ЭММ эти факторы целесообразно подразделять на параметры и характеристики. При этом параметрами объекта называют факторы, которые характеризуют свойства данного объекта или составляющих его элементов. Характеристиками считаются интересующие исследователя конечные результаты

функционирования объекта. Нередко они могут быть критериями оптимальности. В нашем подходе его функции выполняет синергетическая эффективность хозяйственной системы.

Следующим атрибутом ЭММ является целевая функция, которая математически связывает между собой факторы модели, и ее значение определяется значениями этих величин. При этом содержательный смысл целевой функции придает только критерий оптимальности. Однако не следует смешивать критерий оптимальности и целевую функцию. Так, например, критерий прибыли и критерий стоимости произведенной продукции могут описываться одной и той же целевой функцией:

$$\text{Цф} = \sum_{i=1}^n \text{П}_{Е_i} \text{Ов}_i \rightarrow \max, \quad (6)$$

где $\text{П}_{Е_i}$ - прибыль от реализации единицы i -ой номенклатуры или стоимость единицы i -ой номенклатуры в зависимости от смысла критерия оптимальности, грн.; Ов_i - объем выпуска i -ой номенклатуры продукции, шт.; $i = \overline{1, n}$ - номенклатура выпускаемой продукции, шт.

Следующей характеристикой ЭММ является система ограничений, которая определяет пределы, сужающие область осуществимых, приемлемых или допустимых решений и фиксирующие внешние и внутренние свойства объекта. Они определяют область протекания процесса, пределы изменения параметров и характеристик системы. Математической формализацией системы ограничений является уравнение связи. Здесь такая же связь как и между понятиями "критерий оптимальности" и "целевая функция": различные по смыслу ограничения могут описываться одинаковыми уравнениями связи, а одно и то же ограничение в разных моделях может описываться разными уровнями связи. Таким образом, именно критерий оптимальности и система ограничений, в первую очередь, определяют концепцию построения будущей математической модели, то есть концептуальную модель, а их формализация, то есть целевая функция и уравнения связи представляют собой математическую модель.

Решением математической модели будет такой набор (совокупность) значений переменных, который удовлетворяет ее уравнениям связи. Среди допустимых решений вариантной модели, как правило, находится одно решение, при котором Цф в зависимости от смысла модели имеет \max или \min значение. Такое решение приводит к определению оптимального варианта. Использование ЭММ, особенно оптимальных, предполагает не только посторонние модели, соответствующей поставленной задаче, но и ее решение при помощи адекватного метода. С точки зрения корректного выбора метода решения модели наиболее существенными признаками являются характер цели исследования, формализованность связей между параметрами и характеристиками, учет вероятностной природы объекта, а также фактора времени.

По характеру цели модели делятся на оптимизационные (нормативные) и описательные (дескриптивные). При этом отличительной чертой оптимизационных моделей является наличие одной или нескольких целевых функций. В противоположность им описательные модели не имеют критерия оптимальности. В зависимости от степени формализации критерия оптимальности и уравнения связи различают аналитические и алгоритмические модели. В детерминированных моделях ни целевая функция, ни уравнения связи не содержат случайных факторов, что не относится к стохастическим ЭММ [3, с. 13-14].

Объектом моделирования в данном исследовании является система хозяйствования, которая в принципе охватывает уровень всего народного хозяйства, отрасли, региона или предприятия. Каждая из них имеет свою конфигурацию и масштабность, отраслевую, техническую, организационную и другую специфику. К примеру, на уровне предприятия процесс изготовления машиностроительной продукции связан с движением во времени и в пространстве огромного числа материальных, трудовых и информационных потоков, выполнением множества операций и действий в основном и вспомогательном производстве, управлении, хозяйственно-финансовом обеспечении, снабжении и сбыте продукции и услуг. А поэтому поведение даже указанной производственной системы не может быть оценено каким-либо одним показателем, процессом или явлением. Следовательно, концептуальной позицией рекомендуемой методологии исследуемой проблемы следует считать построение совокупности взаимосвязанных экономико-математических моделей подсистем, моделирующих деятельность отдельных компонентов общей хозяйственной системы. Так, если речь идет об объединении, то в качестве подсистем могут выступать предприятия или другие структурные единицы, входящие в ПО, НПО и т.д. Аналогичным образом можно говорить о цехах, участках, отделах и других подразделениях предприятия.

В этом подходе речь идет об иерархическом уровне системы, в который осуществляются соответствующие процессы: виды деятельности, операции, процедуры, действия и т.д. Они, в свою очередь, имеют определенные параметры, характеристики и условия, которые являются предметом управления и моделирования.

Следующим методологическим подходом ЭММ является то, что структура всех составляющих моделируемой системы должна иметь единую типовую конструкцию. Для этого можно использовать макет, представленный на рис. 1 и формализованный выражением 1. Данное требование позволит идентифицировать подсистемы, процессы хозяйственных систем, определять синергетический эффект и использовать типовые математические интерпретации критериев оптимальности, ограничений, уровней связи и др.

Например, в формализованном виде задача расчета производственной мощности предприятия (у) как максимально допустимого выпуска продукции в заданной номенклатуре сводится к решению задачи линейного программирования:

$$Y = \sum_{j=1}^n d_j x_j \rightarrow \max \quad (7)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

где n - количество видов продукции; x_j - количество продукции j -го типа, входящего в структуру производственной программы и мощности предприятия; a_{ij} - программные нормы затрат i -го ресурса на изготовление продукции j -го типа; b_i - плановый объем i -го ресурса на год (различные группы оборудования, производственные площади и т.д.); d_j - удельный вес продукции j -го типа в структуре производственной мощности предприятия.

При решении данной задачи процедура охватывает уровни: рабочее место - группа технически однородного оборудования - участок - цех - предприятие, на которых дифференцированно применяются указанные выше принципы и положения моделирования производственной деятельности предприятия. Далее при оптимизации производственной программы учитывается оптимизация прибыли, объема реализуемой продукции, себестоимость, рентабельность, загрузка оборудования и т.д. В итоге иерархия системы ЭММ производственного планирования будет включать модель оптимального номенклатурного плана, модель распределения годовой производственной программы, модель объемно-календарного планирования, модели деятельности производственных подразделений и модели оперативного регулирования.

Анализ цитируемых и других исследований по проблемам свидетельствует, что в настоящее время накоплен достаточно солидный опыт построения и реализации моделей на ЭВМ. В большинстве своем они сходятся по методологическим решениям. Однако требуется еще немало разработок и принципиальных позиций по прогнозированию функционирования и развития систем хозяйствования на стадии построения концептуальных моделей, формирования математических моделей, решения и оценки моделирования объектов в условиях конкуренции и риска на рынках инноваций, инвестиций и ресурсов.

Литература

1. Сытник В.Ф., Карагодова Е.А. Математические модели в планировании и управлении предприятиями: Учеб. пособие. -К.: Вища школа, 1985.-214с.
2. Краюхин Г.А. Моделирование научно-технического прогресса в машиностроении /Г.А. Краюхих, Ю.А. Львов, А.Д. Коробкин и др.; Под общ. ред.Г.А. Краюхина.-Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ие, 1987.-272с.
3. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Учеб. пособие для инженерно-эконом. спец. Вузов. -М.: Высш. школа, 1991.-192с.