

УДК 330.46

Е.В. Данилец, Г.А. Райко, Г.А. Игнатенко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Розглянуто систему керування підприємством, описані її основні функції. Показано, що імітаційне моделювання є одним з наймогутніших методів аналізу економічних систем, у т.ч. і систем керування підприємством. Розглянуто основні принципи, що застосовуються в апараті й методиці використання імітаційного моделювання. Розкрито сутність методу імітаційного динамічного моделювання й наведена процедура побудови імітаційної моделі. Відзначено, що метою моделювання економічних процесів є одержання стійкої схеми, що забезпечує керування підприємством.

Введение. Эффективность функционирования предприятия определяется действием многих случайных как объективных, так и субъективных факторов. Для предупреждения влияния этих факторов на функционирование предприятия необходима система его управления.

Особенности системы управления предприятиями на современном этапе тесно связаны с изменением стратегических ориентиров в их деятельности. Основными экономическими целями предприятия в рыночных условиях являются повышение эффективности производства, максимизация прибыли, завоевание новых рынков и удовлетворение потребностей коллектива. Вместе с тем возрастает влияние фактора хозяйственного риска, появляются преимущества свободного ценообразования, возможности самостоятельного выбора поставщиков и потребителей.

Огромный вклад в создание науки управления внес американский инженер и исследователь Ф. Тейлор. Предложенная им рационализация труда и отношений на производстве позволили коренным образом изменить организацию и управление, значительно повысить эффективность производства. Разработки Ф. Тейлора до сих пор используются многими предприятиями. Он рассматривал управление как искусство знать точно, что предстоит сделать и как это сделать лучшим и дешевым способом [1]. Тейлор выделил четыре группы управленческих функций: выбор цели, выбор средств, подготовка средств, контроль результатов. Принципы управления, актуальные и сегодня, разработал современник Ф. Тейлора – А. Файоль. Все осуществляемые на предприятии операции Файоль разбил на шесть групп: технические, коммерческие, финансовые, охрана имущества и лиц, счетные, административные. К собственно управлению он отнес шестую группу. Управление по Файолю заключается в том, чтобы:

- предвидеть (изучать будущее и устанавливать программу действий);
- организовывать (строить двойной организм предприятия – материальный и социальный);
- распоряжаться (приводить в действие персонал предприятия);
- согласовывать (связывать и объединять действия);
- контролировать (наблюдать, чтобы все происходило сообразно установленным и отданным распоряжениям).

Особенности системы управления предприятиями на современном этапе тесно связаны с изменением стратегических ориентиров в их деятельности. Основными экономическими целями предприятия в рыночных условиях являются: повышение эффективности производства, максимизация прибыли, завоевание новых рынков и удовлетворение потребностей коллектива. Вместе с тем возрастает влияние фактора хозяйственного риска, появляются преимущества свободного ценообразования, возможности самостоятельного выбора поставщиков и потребителей. Таким образом, сегодня особенно актуальным является проектирование и анализ систем управления предприятием.

Постановка задачи. Система управления предприятием представляет собой совокупность управленческих органов и объектов управления, мероприятий, методов и средств, направленных на установление, обеспечение и поддержание высокого уровня функционирования организации. В этой связи, при проектировании и анализе систем управления ведущую роль начинают играть методы моделирования таких систем. Поэтому задача исследования заключается в рассмотрении основных параметров и факторов, влияющих на системы управления при применении различных численных методов моделирования, в том числе и метода имитационного моделирования.

Имитационное моделирование является сегодня одним из мощнейших методов анализа экономических систем, так как под имитацией понимают процесс проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями сложных систем реального мира.

Решение задачи. Системное исследование всякой проблемы начинается с ее расширения до совокупности взаимосвязанных проблем, т.е. нахождения системы проблем, существенно связанных с исследуемой проблемой, без учета которых она не может быть решена [2]. Понятие системы давно стало

привычным термином. Оно используется всякий раз, когда необходимо описать какое-нибудь сложное явление или объект, обладающий многими составными частями различного назначения, связанными между собой общими законами функционирования [3]. Когда говорится “система управления предприятием”, то подразумевается: совокупность лиц и подразделений административного аппарата управления (директор, главный инженер, плановый отдел, отдел труда и заработной платы, начальники производственных подразделений и т.п.); сочетание различных уровней и видов субординации между ними, обусловленное конкретными задачами каждого подразделения; структуру информационных связей и взаимосвязей, необходимых для функционирования всей системы управления в соответствии с общей целью управления предприятием.

При экономико-математическом моделировании понятие системы дается в более формализованном виде, очищенном от содержательных характеристик элементов, отношений порядка и связей между ними. Рассмотрим логическую последовательность определений, из которых вытекает понятие системы [3].

Первым, самым элементарным уровнем описания системы является множество элементов или разнообразие элементов множества. Под разнообразием элементов множества понимают совокупность каких-либо объектов, которые являются составными частями системы. Народное хозяйство тоже является системой и состоит из множества разнообразных элементов или объектов, таких, как отрасли, управляющие органы, органы материально-технического снабжения и т.п.

Если все разнообразие элементов множества рассредоточить в определенном порядке, т.е. упорядочить по каким-либо признакам, например по решаемым задачам, подчиненности, ответственности и т.п., то получим упорядоченную совокупность элементов множества. Например, в системе народного хозяйства каждая отрасль имеет определенные задачи и цели. Следовательно, частью упорядоченной совокупности элементов системы народного хозяйства можно назвать описание отраслей в определенной последовательности.

Дополнение упорядоченного множества элементов совокупностью связей и взаимосвязей образует некоторую организацию. Таким образом, под организацией понимают совокупность разнообразия элементов множества, отношений порядка и связей между элементами.

Системой [3] будем называть организацию, образующую целостное единство и имеющую общую цель функционирования. Организация становится системой только при наличии общей цели функционирования для всех ее элементов. Из этого определения системы берет свое название системный подход – метод исследования организаций, имеющих общую цель. Понятия организации и системы относительно, так как элементы и связи между ними всегда могут быть агрегированы в более крупные и расчленены на более мелкие. Поэтому, в зависимости от степени дробления элементов и связей внутри каждой организации и системы, в них всегда можно выделить другие организации и системы.

Если в системе меняются отношения порядка между элементами или взаимосвязи, то говорят, что система изменяет свою структуру. Например, на предприятии произошла реорганизация аппарата управления, изменена ответственность и подчиненность с целью сокращения числа промежуточных звеньев прохождения информации. Предприятие выпускает одну и ту же продукцию, цель функционирования предприятия осталась прежней. В этом случае налицо изменение структуры системы управления предприятием.

Таким образом, под структурой системы будем понимать способ ее существования, фиксирующий вполне определенные приоритеты и взаимосвязи ее элементов. Для каждой системы можно построить несколько типов структур.

Понятие структуры можно использовать не только для системы, но и для организации. Структура организации – это способ составления организации из ее элементов.

После определения проблемы, полученной на этапе формирования системы, следующим по важности этапом анализа становится выявление целей.

Наиболее трудным и наиболее творческим этапом системного анализа является формирование альтернатив и поиск самой лучшей альтернативы в заданном множестве с помощью критериев. От критериев требуется как можно большее сходство с целями, чтобы оптимизация по критериям соответствовала максимальному приближению к цели.

Следующий этап – процесс создания модели реальной системы и проведение экспериментов на этой модели с целью понять поведение системы и оценить различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы. В процессе исследований модель непрерывно корректируется и модифицируется, чтобы отображать только те аспекты, которые соответствуют задачам исследования.

Конечная цель системного анализа – изменение существующей ситуации в соответствии с поставленными целями. Поэтому окончательное суждение о правильности и полезности системного анализа или о его неправильности можно сделать на основании результатов его практического применения.

С созданием методологии системного подхода и появлением современных ЭВМ, при проведении исследований стал доступен тот уровень сложности математических моделей, который определяется понятием “имитационная модель”. Какие же основные принципы, применяются в аппарате и методике использования имитационного моделирования.

Под моделью понимается представление объекта, системы или какого-либо понятия в некоторой форме, отличной от формы их реального существования. Она служит средством, помогающим в объяснении, понимании или совершенствовании системы. Так как имитация является одним из видов моделирования, первоначально рассмотрим ряд общих вопросов построения моделей.

Среди многочисленных функций моделей в качестве основных можно отметить такие, как средство осмысления действительности, средство общения, средство обучения и тренажа, инструмент прогнозирования, средство постановки экспериментов и др. Все эти функции, в свою очередь, порождают два типа моделей: описательные и предписывающие.

В первом случае модель служит для объяснения и лучшего понимания объекта, а во втором модель позволяет предсказать характеристики объекта, определяющие его поведение. Модель предписывающего типа, разумеется, является и описательной, но не наоборот.

Классификация моделей может быть осуществлена многочисленными способами, каждый из которых служит определенной цели. Среди типовых групп моделей, которые могут быть положены в основу системы классификации, следующие [4,5]:

- статические и динамические (в последнем случае входные и выходные переменные модели являются функциями времени);
- дискретные (значения переменных модели берутся только из конечного множества) и непрерывные (с непрерывностью переменных);
- детерминированные и стохастические (моделирование сложных систем с учетом случайных возмущающих факторов);
- натурные, аналоговые, математические и др.

Максимально похожими на реальный изучаемый объект оказываются натурные модели. К ним относятся как макеты в натуральную величину (например, наземная модель космического корабля), так и уменьшенные или увеличенные модели объектов, выполненные в определенном масштабе.

Более абстрактными являются аналоговые модели, в которых свойство одного реального объекта представляется другим свойством аналогичного по поведению объекта. Аналоговую модель другого типа представляет любой график, где расстояние между точками отображает такие характеристики реального объекта, как время, количество единиц, прирост денежных средств, увеличение числа покупателей и т. п. Еще одним примером являются различного рода схемы.

Дальнейшее увеличение уровня абстрактности приводит к моделированию, часто называемому играми (планировочные, военные, управленческие). Здесь во взаимодействие вступают люди и машинные компоненты. Так, например, в деловых играх человек взаимодействует с информацией, поступающей от ЭВМ, которая моделирует все другие свойства системы, и принимает решения на основе полученной информации. Продолжая процесс увеличения степени абстрактности, приходим к полностью машинному моделированию.

Вершиной этого процесса являются математические модели, в которых для представления исходного объекта используются символы, а не физические устройства. Обычным примером таких моделей являются различного рода уравнения: алгебраические, дифференциальные, разностные и т. п. В таком же виде записываются и имитационные динамические модели.

В свою очередь, математические модели могут классифицироваться по целому ряду признаков. Так, например, по характеру отображаемых свойств реального объекта они делятся на функциональные модели, отображающие процессы функционирования объекта и часто имеющие вид уравнений, и на структурные модели, отображающие только структурные (в частности, геометрические), где свойства объекта и часто представляемые в виде различных графов.

Процесс моделирования включает в себя этапы создания модели реальной системы, проведения на этой модели экспериментов с целью осмысления поведения системы, оценки различных стратегий управления системой и пр. Все это подсказывает ряд существенных черт, которыми должна обладать хорошая модель. Так, ей следует быть:

- простой и понятной для пользователя;
- целенаправленной;
- надежной в эксплуатации (в смысле наличия гарантий от абсурдных результатов);
- удобной в управлении и обращении (общение с ней должно быть легким);
- полной с точки зрения возможностей решения главных задач;
- адаптивной (легкий переход к другим модификациям и обновление данных);
- допускающей постепенные изменения (будучи сначала простой, она может во взаимодействии с пользователем становиться все более сложной).

Необходимость выполнения большинства этих требований очевидна, вместе с тем следует учитывать, что они часто противоречат друг другу. Так, требование полноты может приходиться в противоречие с простотой и целенаправленностью модели. На практике прибегают к разумному компромиссу в зависимости от целей решаемой задачи.

В числе отмеченных требований, одним из наиболее важных требований является свойство целенаправленности модели. В связи с этим, следует обратить пристальное внимание на цели и задачи, которые должна решать данная система, а также на соответствие модели и исходного объекта.

Перечисленные выше критерии относятся к моделям произвольного вида. Основными требованиями, предъявляемыми к математическим моделям, являются адекватность, универсальность, экономичность. Первое из них отражает степень совпадения предсказанных с помощью модели значений параметров объекта с истинными значениями этих параметров и хорошо связывается с обеспечением приемлемой точности.

Универсальность определяется применимостью модели к анализу многочисленных однотипных объектов для многих режимов их работы.

Основоположителем имитационного динамического моделирования в экономике по праву считается Дж. Форрестер [6,7,8]. В этих монографиях он не только разработал технологию построения имитационных моделей (кибернетика предприятия), но и сумел реализовать их на ЭВМ, создав специальный язык динамического программирования DYNAMO. В дальнейшем технология Дж. Форрестера применялась и применяется при решении задач управления предприятием, отраслью и т.п. За годы, прошедшие с момента создания имитационного динамического моделирования, оно стало необходимым инструментом в экономике и экологии.

Сущность метода имитационного динамического моделирования состоит в следующем: модель представляет собой систему уравнений, связывающих между собой основные выбранные нами основные переменные модели, называемые уровнями модели и темпами (характеризующими скорости изменения уровней модели с течением времени). Процесс моделирования в этом случае состоит в решении этой системы уравнений на компьютере. При использовании метода имитационного динамического моделирования приоритетной задачей является разработка модели, установление связей между переменными и составление уравнений функционирования этой модели.

Алгоритм имитационного моделирования схематически можно представить следующим образом:

1. Постановка задачи и определение типа модели. На этом этапе главным является способность формулировать проблему. Постановка задачи, как правило, оказывается непрерывным процессом, не прекращающимся в ходе исследования. Новая информация, касающаяся ограничений задач и возможных альтернативных вариантов, периодически используется для обновления формулировки и постановки задачи.

2. Формулирование модели. Модель представляется в форме, удобной для применения числовых методов, определяются последовательности вычислительных и логических операций, которые необходимо осуществить, чтобы получить искомые величины с заданной точностью.

3. Проверка модели. Здесь важна "правдивость результатов", функциональная полезность модели, а не доказательство справедливости самой структуры модели. Необходимо также установить исходные предположения, на основе которых строилась данная модель. При оценке адекватности модели необходимо выполнить серию проверок. Например, следует убедиться в отсутствии абсурдных ответов, если параметры модели будут принимать предельные значения. Используются также такие методы оценки адекватности, как проверка исходных предположений и проверка преобразований информации от входа к выходу.

4. Экспериментирование и анализ чувствительности. Так как практически в любой модели есть параметры, задаваемые с невысокой точностью, важно определить степень чувствительности результатов к их вариации. При сильном влиянии погрешности исходных данных на результат, может быть поставлена задача определения исходных данных с более высокой точностью.

5. Реализация замысла и документирование. Сформулированные выше положения носят самый общий характер. При разработке каждой конкретной модели следует учитывать высокую степень индивидуальности процесса моделирования.

Основные результаты и выводы. Таким образом, цель моделирования экономических процессов состоит в получении устойчивой схемы, позволяющей обеспечить качество управления системы предприятия. Важной процедурной концепцией анализа эффективности является определение периода неустойчивой работы и устранение искажения, вносимого статистическими данными, собранными за такой период.

Полученное с помощью модели конкретное оптимальное решение является наилучшим только в рамках использования именно этой модели. Другими словами, оно является наилучшим из всех возможных только тогда, когда выбранный критерий оптимизации можно считать полностью адекватным целям организации, в которой возникла исследуемая проблемная ситуация. Также следует

помнить о том, что любая модель экономической системы, независимо от ее сложности и адекватности системе-оригиналу, принесет мало пользы при отсутствии необходимой информации.

Такие проблемы, как реструктуризация производства, повышение качества продукции, снижение производственных и логистических расходов, моделирование жизненного цикла новой продукции, максимальный учет требований и пожеланий клиентов, вряд ли возможно решить без использования имитационных моделей.

Отсюда следует важнейшая черта имитационного моделирования систем управления предприятием: инструментальная поддержка анализа функционирования во всех мыслимых аспектах в целях совершенствования производственных и управленческих процессов, скоординированной и контролируемой работы всех подсистем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рыночная экономика (под редакцией Смирнова А.Д., Рубина Ю.Б., т. 2, часть 1). Основы бизнеса. Москва: "Соминтек", 1992. – С. 160.
2. Моррис, Р. Маркетинг : ситуации и примеры / Р. Моррис ; пер. с англ. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. – 192 с.
3. Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем / Н.Б. Кобелев. – М. : Дело, 2003. – 336 с.
4. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия / И. Ансофф; пер. с англ.; под ред. Ю.Н. Каптуревского. – СПб.: Питер, 1999. – 468 с.
5. Колмогоров, А.Н.. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
6. Форрестер, Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1974. – 287 с.
7. Форрестер, Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. – М.: Наука, 1978. – 167 с.
8. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. – 340 с.

ДАНИЛЕЦ Евгений Валентинович – к.т.н., доцент кафедры экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

- создание информационных систем управления;
- психологические основы обучения.

РАЙКО Галина Александровна – к.т.н., доцент кафедры экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

- моделирование экономических процессов в управлении.

ИГНАТЕНКО Галина Анатольевна – аспирант кафедры экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

- математическое и компьютерное моделирование.