

ВВЕДЕНИЕ

Математические методы и моделирование экономических процессов

Термин *экономико-математические методы* понимается как обобщающее название комплекса экономических и математических научных дисциплин, объединенных для изучения социально-экономических систем и процессов.

Под *социально-экономической системой* будем понимать сложную вероятностную динамическую систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения и потребления материальных и других благ.

Основным методом исследования систем и процессов является *метод моделирования*, т. е. способ теоретического анализа и практического действия, направленный на разработку и использование моделей. При этом под *моделью* будем понимать образ реального объекта (процесса) в материальной или идеальной форме (т. е. описанный знаковыми средствами на каком-либо языке), отражающий существенные свойства моделируемого объекта (процесса) и замещающий его в ходе исследования и управления. В дальнейшем мы будем говорить только об экономико-математическом моделировании, т. е. об описании знаковыми математическими средствами социально-экономических систем. Практическими задачами экономико-математического моделирования являются:

- анализ экономических объектов и процессов;
- прогнозирование развития экономических процессов;
- выработка управленческих решений на всех уровнях хозяйственной иерархии.

Следует, однако, иметь в виду, что далеко не во всех случаях данные, полученные в результате экономико-математического моделирования, могут использоваться непосредственно как готовые управленческие решения. Они скорее могут быть рассмотрены как «консультующие» (советующие) средства. Принятие управленческих решений остается за человеком. Таким образом, экономико-математическое моделирование является лишь одним из компонентов (пусть очень важным) в человеко-машинных системах планирования и управления экономическими системами.

Важнейшим понятием при экономико-математическом моделировании, как и при всяком моделировании, является понятие *адекватности* модели, т. е. соответствия модели моделируемому объекту или процессу по тем свойствам, которые считаются существенными для исследования. Проверка адекватности экономико-математических моделей является весьма серьезной проблемой, тем более, что ее осложняет трудность измерения экономических величин. Однако без такой проверки применение результатов моделирования в управленческих решениях может не только оказаться мало полезным, но и принести существенный вред.

В наше время экономико-математическое моделирование применяют к широкому классу задач, связанному со сложными организационными структурами современной экономики. Наша естественная склонность ставить и решать подобные задачи проявляется в выражениях типа «с наименьшими затратами», «максимальная прибыль», «полная отдача» и т. п. Сюда относятся задачи наиболее эффективного управления предприятием, распределения ресурсов, управления технологическими процессами, создания оптимальных конструкций, управления грузопотоками, персоналом и многие другие.

В этой или любой другой задаче, где необходимо анализировать все возможные варианты решений и выбрать единственный, оптимальный, имеется некая основная цель (целевая функция, критерий качества), позволяющая сравнивать эффективность этих допустимых вариантов (программ действий). Если мы можем указать целевую функцию, то тем самым можем выбрать и оптимальную программу действий. Если целевая функция связана с затратами времени, то оптимальная программа утреннего одевания: носки, рубашка, брюки, галстук, ботинки, пиджак — минимизирует время на одевание без нарушения общепринятых ограничений. Но может быть выбрана и другая целевая функция, например минимизация утреннего шума — как можно меньше открывать и закрывать дверцы и шкафчики. Тогда будет и другое оптимальное решение.

Задачи математического программирования существуют только тогда, когда имеется много допустимых решений (по крайней мере, от двух и более). Если допустимое решение единственное, то не возникает никакой проблемы по поиску решения.

Неоптимальное решение этих задач приводит к излишним затратам сырья и времени. Допустим, что при интуитивном распределении людей на работы эффективность их использования по сравне-

нию с оптимальным вариантом, рассчитанным на компьютере, ухудшается всего на 3 %. Казалось бы, очень небольшая погрешность, на которую можно и не обратить внимания. Такая погрешность означала бы, например, в гончарном цехе прошлых веков с 30 работниками неполную загрузку в течение рабочего дня всего лишь одного из них. А в наши дни, если принять число занятых в народном хозяйстве 60 млн человек, такая же погрешность может явиться причиной сокращения числа рабочих мест почти для 2 млн человек.

Классификация математических моделей

Выделяют следующие признаки классификации, или классификационные рубрики.

По общему целевому назначению экономико-математические модели делятся на теоретико-аналитические, используемые при изучении общих свойств и закономерностей экономических процессов, и прикладные, применяемые в решении конкретных экономических задач анализа, прогнозирования и управления. Различные типы прикладных экономико-математических моделей как раз и рассматриваются в данном учебном пособии.

По степени агрегирования объектов моделирования модели разделяются на макроэкономические и микроэкономические. Хотя между ними и нет четкого разграничения, к первым из них относят модели, отражающие функционирование экономики как единого целого, в то время как микроэкономические модели связаны, как правило, с такими звеньями экономики, как предприятия и фирмы.

По конкретному предназначению, т. е. по цели создания и применения, выделяют балансовые модели, выражающие требование соответствия наличия ресурсов и их использования; трендовые модели, в которых развитие моделируемой экономической системы отражается через тренд (длительную тенденцию) ее основных показателей; оптимизационные модели, предназначенные для выбора наилучшего варианта из определенного числа вариантов производства, распределения или потребления; имитационные модели, предназначенные для использования в процессе машинной имитации изучаемых систем или процессов и др.

По типу информации, используемой в модели, экономико-математические модели делятся на аналитические, построенные на априорной информации, и идентифицируемые, построенные на апостериорной информации.

По учету фактора времени модели подразделяются на статические, в которых все зависимости отнесены к одному моменту времени, и динамические, описывающие экономические системы в развитии.

По учету фактора неопределенности модели распадаются на детерминированные, если в них результаты на выходе однозначно определяются управляющими воздействиями, и стохастические (вероятностные), если при задании на входе модели определенной совокупности значений на ее выходе могут получаться различные результаты в зависимости от действия случайного фактора.

Экономико-математические модели могут классифицироваться также по типу математического аппарата, используемого в модели. По этому признаку могут быть выделены матричные модели, модели линейного и нелинейного программирования, корреляционно-регрессионные модели, модели теории массового обслуживания, модели сетевого планирования и управления, модели теории игр и т. д.

Наконец, по типу подхода к изучаемым социально-экономическим системам выделяют дескриптивные и нормативные модели. При дескриптивном (описательном) подходе получают модели, предназначенные для описания и объяснения фактически наблюдаемых явлений или для прогноза этих явлений; в качестве примера дескриптивных моделей можно привести названные ранее балансовые и трендовые модели. При нормативном подходе интересуются не тем, каким образом устроена и развивается экономическая система, а как она должна быть устроена и как должна действовать в смысле определенных критериев. В частности, все оптимизационные модели относятся к типу нормативных; другим примером могут служить нормативные модели уровня жизни.

В пособии приведено более 300 задач различной сложности по математическому и имитационному моделированию экономических процессов. Рассмотрены примеры их решения. Материал разбит на тематические главы, в каждой из которых приведены краткие теоретические сведения, примеры решения задач в пакете Mathcad. Большое внимание уделено задачам по написанию алгоритмов решения имитационных задач, а также «ручной» имитации экономических систем. Наиболее сложными задачами являются задачи по написанию алгоритмических моделей экономических объектов. Приведено описание модели брокера, модели копировального центра, модели производства, модели управления запасами с ограниченной вместимостью склада и событийной модели управления запасами. Часть моделей управления запасами составлена авторами, а алгоритмы двух последних моделей получены путем модификации классического алгоритма модели управления запасами. К каждой главе даются краткие теоретические сведения. В приложениях содержится

справочная информация, которая может быть полезна при решении задач.

Предназначено для студентов специальности 09.03.03 «Прикладная информатика в экономике». Кроме того, может быть использовано студентами других смежных экономических специальностей.