

Н.И.ЩЕДРИН А.Н.КАРХОВ

ЭКОНОМИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТОРГОВЛЕ

ЭКОНОМИКА

Н.И.ЩЕДРИН А.Н.КАРХОВ

ЭКОНОМИКО МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТОРГОВЛЕ

Допущено Министерством торговли
СССР в качестве учебного пособия для
студентов торговых вузов

МОСКВА ЭКОНОМИКА 1980



ББК 65.9(2)421
Щ 36

Щ $\frac{10808-081}{011(01)-80}$ 101—80. 3503000000

— © Издательство «Эконсмика», 1980

ВВЕДЕНИЕ

Под влиянием научно-технического прогресса, огромных его результатов, полученных в различных областях человеческой деятельности, современная экономика претерпевает важные и существенные преобразования. Состояние высокого динамизма стало характерной чертой всего народного хозяйства нашей страны. С каждым годом в производственный оборот вовлекаются все большие массы трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

В современных условиях резко возрастают требования, которые предъявляются к системам экономического управления, методологии принятия управленческих решений, методам сбора и обработки информации. Одним из основных направлений совершенствования систем экономического управления во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в торговле, является внедрение автоматизированных систем управления. В условиях АСУ впервые появляются благоприятные возможности для реализации многих новейших концепций управления, и в частности концепции оптимального управления.

В основе оптимального управления лежат экономико-математические методы. Экономико-математические методы — это обобщающее название вполне самостоятельного направления в науке, которое объединяет в единое целое отдельные прикладные аспекты математики, экономической теории и кибернетики. Эффективность оптимального управления исключительно велика. Это и делает экономико-математические методы важнейшим средством

дальнейшего стимулирования всего общественного производства.

Началом системного применения экономико-математических методов следует считать середину 60-х годов. В 1965 г. академикам Л. В. Канторовичу, В. С. Немчинову и профессору В. В. Новожилову за научную разработку метода линейного программирования и ряда экономико-математических моделей была присуждена Ленинская премия. В 1975 г. Л. В. Канторович был удостоен Нобелевской премии.

Первоначально экономико-математические методы применялись для решения отдельных управленческих задач. Однако уже в это время использование экономико-математических моделей в сочетании с ЭВМ в короткий срок позволило решить две принципиально важные задачи. Во-первых, было доказано, что экономико-математические методы позволяют значительно глубже проникнуть в сущность экономических процессов и тем самым полнее познать механизм действия различных объективных законов. С другой стороны, уже первый опыт применения экономико-математических методов в реальных системах управления вызвал процесс глубоких психологических изменений в сознании многих научных и практических работников. Прошло сравнительно немного лет и экономико-математические методы прочно утвердились в высшей школе, став вполне самостоятельным курсом при подготовке специалистов по экономическим специальностям.

В последнее время наметился новый подход к использованию экономико-математических методов в системах управления. Сущность нового подхода, по словам академика Н. П. Федоренко, заключается в том, что вместо применения отдельных экономико-математических моделей для решения планово-экономических задач начинается разработка комплекса взаимосвязанных экономико-математических моделей, объединяющих все циклы управления — от сбора данных до выработки управленческих команд и решений, а также доведение их до исполнителей.

Исключительная важность нового подхода в теории и практике моделирования экономических процессов заключается в том, что на первое место выдвигается проблема разработки глобальной модели всего экономического объекта (магазина, торговой фирмы или торгова), адекватно

отражающей все основные аспекты его хозяйственной деятельности. Наличие общей экономико-математической модели, например, крупного универсального магазина позволит принципиально по-новому решать все основные вопросы организации управления как объектом в целом, так и отдельными его структурными подразделениями. Кроме того, оказывается возможным создавать автоматизированный банк данных и с его помощью решать все задачи планирования, учета, экономического анализа, управления товарными запасами, а также многие прогностические задачи, включая прогноз покупательского спроса, поставки товаров, поведение покупателей и др.

Общая (глобальная) экономико-математическая модель торгового предприятия создает условия для гармонизации всех основных компонентов торгового процесса. В общей модели найдут свое отражение все существенные характеристики торгового предприятия — его структура, организация, действующие функциональные взаимосвязи, условия взаимодействия торгового предприятия с внешней средой, развитие торгового предприятия как динамической системы и др. Формирование целевой функции также должно стать одной из задач построения и разработки общей модели торгового предприятия.

Экономическая теория сравнительно давно пользуется моделями и методом моделирования. Почти каждый экономический процесс может быть оценен как с количественной, так и с качественной стороны. При этом количественные и качественные аспекты находятся в диалектическом единстве.

Математические методы и модели в своих научных исследованиях широко применяли классики марксизма-ленинизма. Знаменитые схемы воспроизводства К. Маркса — это первые глобальные модели, в которых были раскрыты важнейшие закономерности развития экономики. Именно К. Марксу принадлежит высказывание о том, что наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой.

В. И. Ленин во многих своих работах пользовался методами количественного анализа, развивая и углубляя в новых исторических условиях методологию исследования общественных явлений. Он писал: «Целый ряд вопросов, и притом самых коренных вопросов, касающихся экономического строя современных государств и его раз-

вития, которые решались прежде на основании общих соображений и примерных данных, не может быть разрабатываем сколько-нибудь серьезно в настоящее время без учета массовых данных, собранных относительно всей территории известной страны по определенной программе и сведенных вместе специалистами-статистиками»¹.

В настоящее время экономико-математические методы получили широкое применение в промышленности, на транспорте, в строительстве и других отраслях народного хозяйства. В торговле также накоплен определенный опыт по моделированию. Однако здесь моделирование исторически стало развиваться в направлении изучения покупательского спроса и его прогнозирования. Сложный характер современной торговли, высокий динамизм торговой конъюнктуры, развитые схемы товародвижения — все это создает условия для активного использования в системах управления торговыми организациями различных экономико-математических методов.

Овладение специалистами торговли экономико-математическими методами позволит повысить научно-теоретический уровень принимаемых управленческих решений, что в свою очередь будет способствовать повышению культуры торговли, обеспечит дальнейший рост ее социальной и экономической эффективности.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 19, с. 323.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

1.1. Методические принципы экономико-математического моделирования

В настоящее время под моделированием понимается процесс построения математических моделей, адекватно отражающих различные явления объективной действительности. Такие модели позволяют целенаправленно изучать структуру экономического объекта, выявлять существенные взаимосвязи между элементами структуры, а также познавать функциональные закономерности управления объектом, рассматриваемым в целом как сложная динамическая система.

Моделированию присущи специфические особенности, отличающие его от других методов научного познания. В первую очередь это его универсальность, возможность широкого использования в таких областях, где раньше никогда не применялись методы количественного анализа.

Однако главное достоинство метода моделирования заключается в том, что им можно пользоваться в тех исключительных случаях, когда все другие методы оказываются непригодными для изучения поведения сложных динамических систем, которые не поддаются непосредственному наблюдению и исследованию, а постановка эксперимента или вообще невозможна, или сопряжена с огромными материальными затратами.

Следующий пример, ставший классическим, не только раскрывает сущность моделирования, но и показывает его высокую эффективность. Авиаконструктору, только что создавшему новейший самолет, требуется узнать предельную скорость, при которой самолет разрушается.

Его при этом могут интересовать и многие другие вопросы. Но данный вопрос — основной. Ясно, что эксперимент проводить неразумно. Экспериментальные машины стоят очень дорого. Даже если такой эксперимент и будет проведен, разумеется, с использованием автопилота, то он все равно не даст всей нужной информации относительно работы десятков и сотен различных узлов и агрегатов, т.е. информации, необходимой для дальнейшего совершенствования машины.

Целесообразно в данном случае использовать метод моделирования. Полет самолета моделируется с помощью ЭВМ. Скорость самолета по математической модели имитационного моделирования увеличивается и доводится до предельной. По специальным расчетным параметрам ЭВМ четко фиксирует момент, когда начинается процесс разрушения самолета. Модель самолета «разрушилась», хотя сам самолет в это время стоит в ангаре. Легко понять, какую ценность имеет информация, полученная в результате моделирования полета на ЭВМ. Фиксируется при этом не только предельная скорость самолета, но и поведение многочисленных устройств самолета.

Важной особенностью метода моделирования является то, что экспериментирование поведения сложной динамической системы (магазина) можно повторять многократно, варьируя при этом множеством различных факторов, учитывая всевозможные случайные возмущения, изменяя математические схемы.

Принципы имитации могут широко использоваться в экономических системах, особенно при решении проблем, связанных с повышением эффективности производства, рационализацией его структуры, внедрением систем оптимального планирования и управления.

С помощью имитационных моделей можно, например, промоделировать процесс повышения производительности труда работников какого-либо промышленного или торгового предприятия. При этом станет очевидной связь между ростом производительности труда и рядом определяющих технико-экономических показателей работы предприятия.

В торговле математическое моделирование на ЭВМ может использоваться, например, для моделирования поведения покупателя в магазине. На основе моделирования могут успешно решаться задачи по размещению сети ма-

газинов, прогнозированию покупательского спроса, определению направлений технического перевооружения торговли, анализу издержек обращения, определению рентабельности торговли.

Математическое моделирование процессов, особенно тех, которые протекают в сложных динамических системах, практически нельзя осуществить без использования ЭВМ из-за огромных объемов вычислительной работы. Так, для решения системы из четырех уравнений с четырьмя неизвестными требуется выполнить около 200 вычислительных операций. Если же решается система из восьми уравнений с восемью неизвестными, то в этом случае потребный объем вычислений достигает 8 млн. операций. Иначе говоря, объем вычислений увеличивается пропорционально кубу числа неизвестных, включаемых в уравнения.

Моделирование в экономике означает воспроизведение той обстановки, которую желательно изучить еще до того, как объект исследования (завод, магазин) начнет испытывать на себе воздействие внешней среды. При этом моделирование органически объединяет в себе количественный и качественный аспекты анализа, доставляет информацию, с помощью которой объясняются новые факты, раскрываются функциональные закономерности управления.

Независимо от того, к какой области относятся объекты моделирования, модель можно рассматривать как идеальное отображение в сознании человека реальных процессов, воплощение определенных свойств и отношений изучаемых объектов.

Модель, точно воспроизводящая объект изучения, называется натуральной или натурально-вещественной моделью. Эта самая простая модель, в качестве примера которой можно назвать модель жилого микрорайона, завода, модель размещения и внутреннего оформления магазина, оптовой базы, ресторана, столовой. Натуральная модель создается для изучения определенных соотношений элементов модели и через соотношение элементов модели — познания некоторых объективных свойств реального объекта.

Совсем не обязательно, чтобы модель внешне соответствовала тому материальному объекту, который она искусственно воссоздает. В науке используются модели

более высокой степени абстракции, чем натуральные, и разобраться в них, увидеть за моделью реальную действительность может только специалист, владеющий языком данной науки. Такие модели требуют обязательного понимания существа явлений, для изучения которых они создаются.

При построении моделей различных экономических объектов исследователь должен хорошо владеть экономической теорией и знать существо тех экономических процессов, которые он собирается моделировать. Если модели создаются для изучения процессов и явлений, происходящих в торговле, то наряду с хорошим знанием общетеоретических проблем экономики торговли он должен профессионально разбираться в планировании розничного товарооборота, знать бухгалтерский учет и методы экономического анализа. Особая роль экономиста при построении моделей объясняется тем, что он из огромной массы различных факторов, характеризующих торговый процесс, отбирает только наиболее существенные и важные. В отдельных случаях такой отбор выполняется сравнительно просто. Однако положение в корне меняется, когда требуется построить целый комплекс взаимосвязанных моделей, в которых бы учитывались новые тенденции в развитии торговли.

Модель не может быть точным повторением исследуемого объекта. Поэтому при моделировании всегда возникает вопрос об адекватности модели, т. е. о способности модели отражать специфические особенности моделируемого объекта.

В зависимости от степени соответствия модели моделируемому объекту в общей теории систем и кибернетике различают гомоморфные и изоморфные модели.

Изоморфизм означает, что две системы, одна из которых является моделью, а другая моделируемым объектом, тождественны по всем определяющим параметрам, т. е. по структурным элементам, связям и формам преобразования. В этом случае принято говорить, что эти две системы находятся во взаимно-однозначном соответствии.

Гомоморфизм также определяет соответствие между двумя системами (моделью и объектом), но это соответствие выполняется на усеченной основе. Гомоморфная модель является более грубым отображением моделируемого объекта, она включает не все, а только некоторые, наибо-

лее существенные с точки зрения исследователя параметры.

Стремление как можно глубже познать сущность каких-то экономических процессов нередко приводит исследователя к весьма сложным моделям. Построение таких моделей связано с трудностями как в части составления вычислительной схемы (алгоритма задачи), так и с точки зрения соответствующего информационного обеспечения. С огрублением модели значительно упрощаются все процедурные моменты, но это всегда ограничивает возможность глубины исследования, точность и объективность данных, полученных при моделировании реального процесса.

Как видно, при построении моделей вообще и экономико-математических моделей в частности всегда имеется противоречие между глубиной запланированного исследования и возможностями его реализации. Во всех случаях это противоречие должно разрешаться с учетом заданной цели исследования.

Понимание особой сложности проведения современных научных исследований привело в последнее время к возникновению нового организационного понятия — программно-целевого планирования.

Общая идея построения моделей, адекватно отражающих различные специфические особенности сложных динамических систем, базируется на признании того факта, что каждой форме (внешнему проявлению признаков системы) свойственна относительная самостоятельность, т.е. существование, независимое от элементов, составляющих содержание объекта моделирования. В противном случае возможность моделирования на ЭВМ сложных процессов, о которых говорилось выше, полностью бы исключалась. Одно и то же содержание может воплощаться в различных формах, т.е. содержание определяет форму неоднозначно.

1.2. Классификация экономико-математических моделей

Существуют различные классификации экономико-математических моделей. Это объясняется тем, что в основу классификаций кладутся различные типологические признаки.

По функциональному признаку, отражающему специфику предмета отдельных экономических наук, экономико-математические модели подразделены на модели планирования, модели бухгалтерского учета, модели статистики, модели экономического анализа, модели регулирования и управления, модели информационных процессов. Более частной классификацией по отношению к приведенной будет такая классификация, в которой углубляется характеристика какого-либо типа моделей. Например, модели планирования можно подразделить на модели прогнозирования, модели технико-экономического планирования, модели оперативного планирования. В свою очередь модели прогнозирования можно подразделить на модели прогнозирования научно-технического прогресса, социального развития трудового коллектива, экономического развития и др.

В торговле такие модели могут разрабатываться для оптового звена, розничного звена, общественного питания, отдельного торгового предприятия, а также для данного экономического региона, союзной республики.

По признаку размерности экономические модели можно подразделить на макромодел, локальные модели и микромодел. Макроэкономические модели разрабатываются для изучения народного хозяйства в целом на базе укрупненных экономических показателей. Народное хозяйство в этом случае рассматривается как сложная развивающаяся динамическая система. Цель разработки и анализа макромоделей состоит в том, чтобы более обоснованно составлять перспективные планы народнохозяйственного развития на основе познания важнейших экономических пропорций и соотношений, темпов роста производства и уровней потребления, рациональной отраслевой структуры. Макромодел в зависимости от принятых уровней детализации подразделяются на односекторные, двухсекторные и многосекторные. В двухсекторной модели выделяется группа производства средств производства и группа производства предметов потребления. Другими словами, в основу построения двухсекторной модели положена схема расширенного воспроизводства К. Маркса.

Двухсекторные модели в силу высокой агрегированности показателей не позволяют непосредственно решить задачи, которые возникают в процессе планирования.

Более полная информация о механизме взаимосвязей в народном хозяйстве доставляется многосекторными моделями, в которых сфера материального производства представляется состоящей из десятков, а порой и сотен самостоятельных отраслей.

В основе всех экономических макромоделей лежит уравнение баланса

$$X - F(x) - w = Z,$$

где X — совокупный общественный продукт;

$F(x)$ — производственная функция (прямые затраты), показывающая долю совокупного общественного продукта, необходимую для его производства;

w — доля совокупного общественного продукта, идущая на потребление;

Z — доля совокупного общественного продукта, идущая на накопление.

Макромодели могут разрабатываться и для отдельных отраслей народного хозяйства, например торговли, для решения глобальных задач и проблем развития отрасли на ближайшую перспективу.

К локальным экономическим моделям относится большое число моделей, с помощью которых анализируются и прогнозируются различные аспекты в развитии отрасли народного хозяйства. Большое место среди этих моделей занимают модели прогнозирования научно-технического прогресса, покупательского спроса, модели потребности торговли в кадрах и др.

Микромодели на промышленных предприятиях разрабатываются для углубленного анализа структуры производства. Выводы, сделанные на основе расчетов по таким моделям на ЭВМ, дают возможность организовать производство, выявить неиспользованные резервы, что в конечном итоге приводит к значительному увеличению выпуска готовой продукции. Исключительно высокие результаты по росту эффективности производства от использования оптимизационных микромоделей были получены на заводах автомобильной промышленности — до 25 %, 50 % и более. Особо большое значение приобретают микромодели для разработки нормативной информации, необходимой в управлении каждым отдельным торговым предприятием (магазином, торговой фирмой, торговом). Принимая то или иное управленческое решение, руководитель тор-

гового предприятия должен знать, к каким конкретным результатам по величине товарооборота или торговой прибыли это решение может привести. Опираясь на специальную нормативную информацию, можно обоснованно строить тактику и стратегию управления торговым предприятием. Микромодель, о которой идет речь, в простейшем случае имеет следующий вид:

$$\Delta S = R \cdot \Delta L,$$

где ΔS — управляющее воздействие на торговый процесс;

ΔL — установленные нежелательные отклонения в работе торгового предприятия;

R — коэффициент пропорциональности.

Коэффициент пропорциональности означает, насколько, например, человек нужно увеличить число продавцов в данном магазине, чтобы на 10 тыс. руб. увеличить товарооборот. Численное выражение коэффициента пропорциональности образует норматив управленческой информации. Ясно, что таких нормативов может быть очень много и они должны быть привязаны к специфическим особенностям отдельных магазинов, торговых фирм и торгов.

Наиболее широко при построении экономических микромоделей используются методы математической статистики — корреляционный анализ, индексный и выборочный методы. Нередко такие модели называются математико-статистическими. Примером использования в торговле корреляционной модели может служить модель, на основе которой анализируется взаимосвязь числа рабочих мест в магазине и величины розничного товарооборота в расчете на одного работника.

По используемому математическому аппарату экономико-математические модели могут подразделяться: на модели линейного программирования, модели выпуклого программирования, модели динамического программирования, модели стохастического программирования, модели принятия решений в условиях неопределенности (игровые модели), модели сетевого планирования и управления, модели массового обслуживания, детерминистические модели.

Детерминистическими называются такие экономико-математические модели, в которых результат решения задачи полностью предопределяется заданным набором ис-

ходных данных (балансовые, отдельные оптимизационные модели).

Стохастические модели — такие модели, в которых используются вероятностные характеристики для оценки параметров ограничений или целевой функции. К стохастическим моделям приводит практика построения экономико-математических моделей процессов, в отношении которых имеется неполная информация. Предположим, что на каком-то предприятии организуется производство нового изделия. В этом случае нет исчерпывающей информации относительно важнейших параметров производства — ресурсов, производительности труда, себестоимости и др. Нет также данных о спросе на эту продукцию. Если можно воспользоваться некоторыми статистическими характеристиками, определяющими изменение исходных данных, то будет иметь место ситуация, связанная с риском. Если же нет и таких характеристик, то ситуация, в которой принимается управленческое решение, называется неопределенной.

В отдельных случаях для преодоления вычислительных трудностей при решении задач со случайными параметрами используется следующий прием: случайные величины до начала решения задачи заменяются усредненными значениями, т. е. случайный процесс заменяется его детерминированной моделью. Такой прием дает хорошие результаты только тогда, когда рассматриваемая система состоит из достаточно большого числа объектов и когда случайные отклонения каждого из них взаимно компенсируются. Такой подход к решению стохастических задач состоит в том, что оптимизируется не сама целевая функция, а ее математическое ожидание, дисперсия или среднее квадратическое отклонение.

Классификация экономико-математических моделей может строиться и на базе других признаков. Могут выделяться, например, линейные и нелинейные модели, нормативные и дескриптивные модели, числовые и логические модели, концептуальные и физические. Однако независимо от классификационных признаков целями построения моделей являются:

изучение структуры моделируемого экономического объекта;

выявление существенных связей между элементами, его образующими, выявление причинных зависимостей;

изучение поведения объекта в целом как замкнутой динамической системы.

Нередко модели, построенные для изучения объекта, как динамической системы, образуют кибернетические модели, т. е. модели системы управления и различных функций управления.

Такие модели разрабатываются для выявления процедур и схем преобразования информации в естественных системах, а также для синтеза новых систем управления. В качестве обязательных компонентов они содержат условные «входы» и «выходы». На «вход» модели подаются сигналы, воздействующие на систему управления. С «выхода» модели снимаются характеристики, соответствующие реакции на сигналы управления. Те взаимосвязи, которые складываются между «входом» модели и ее «выходом», служат основой для различных выводов относительно особенностей и специфики преобразования информации как в модели, так и в моделируемом объекте. Если тот или иной процесс преобразования информации смоделирован с достаточной степенью точности, то создаются условия для управления таким преобразованием и распространения выводов, полученных в результате моделирования, на реальные экономические объекты.

1.3. Основные этапы экономико-математического моделирования

Первым этапом разработки экономико-математической модели является детальное изучение объекта, его описание, выделение отдельных структурных и функциональных подсистем.

Особое значение на этом этапе имеет диагностика системы управления, в которую включается общая характеристика действующей системы управления; построение специальных моделей, отображающих информационные связи и движение информации; обоснование принципов и методов управления; выделение контуров управления, управляемых и управляющих величин, обратной связи; определение степени соответствия основных параметров управляющей системы особенностям объекта управления и др. При диагностике системы управления выявляются и ее естественные ограничения, которые препятствуют