

УДК 372.851.2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТУДЕНТАМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

¹Меерсон А.Ю., ¹Смирнова Е.Н., ²Черняев А.П.¹Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: info@rea.ru;²Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный, e-mail: info@mipt.ru

В статье рассматриваются основные современные тенденции преподавания математического моделирования, основанные на прикладной направленности преподаваемых дисциплин. Студенты проявляют большую заинтересованность и максимальное прилежание в изучении предмета, если для них очевидны перспективы возможного применения полученных знаний и приобретенных навыков в их будущей профессиональной деятельности. Изучение сложных математических методов часто встречает определенное сопротивление со стороны студентов, получающих экономические специальности, если основной упор делается на теоретические аспекты, а не на практические приложения, и если студенты не убеждаются в том, что могут самостоятельно решать задачи с использованием изученных методов, не прибегая к применению сложных процедур и трудоемких программных продуктов. Это в полной мере относится к преподаванию такой дисциплины, как «Математическое моделирование». Математическое моделирование в экономике в настоящее время весьма разнообразно. Оно использует разнообразные методы: математическое программирование, имитационное моделирование, моделирование на основании теории нечетких множеств и т. д. Актуальность статьи связана с возрастанием интереса к методам преподавания экономико-математического моделирования студентам экономических специальностей.

Ключевые слова: математическое моделирование, практическая направленность, математическое программирование, имитационная модель, нечеткое множество, лингвистическая переменная

MODERN TRENDS OF TEACHING MATHEMATICS MODELING TO STUDENTS OF ECONOMIC SPECIALTIES

¹Meyerson A.Y., ¹Smirnova E.N., ²Chernyaev A.P.¹Russian economic University named after G.V. Plekhanov, Moscow, e-mail: info@rea.ru;²Moscow Institute of physics and technology (state University), Dolgoprudny, e-mail: info@mipt.ru

The article considers the main modern trends in the teaching of mathematical modeling based on applied areas of the disciplines taught. Students show great interest and the maximum diligence in the study of the subject, if they have obvious prospects of a possible application of acquired knowledge and the acquired skills in their future professional activity. The study of complex mathematical methods often meets some resistance from students receiving a business degree if the emphasis is on theoretical aspects and practical applications, and if students are not sure that you are able to solve problems using proven methods, without using complicated procedures and labor-intensive software products. This fully applies to the teaching of such subjects as Mathematical modeling. Mathematical modeling in the economy is now very diverse. It uses a variety of methods: mathematical programming, simulation modeling, modeling on basis of fuzzy set theory and etc. the Urgency of article is connected with increasing interest in methods of teaching mathematical modeling to students of economic specialties.

Keywords: mathematical modeling, practical orientation, mathematical programming, simulation model, fuzzy set, linguistic variable

Математическое программирование [2] рассматривает методы решения задач линейного, квадратичного, нелинейного, выпуклого, целочисленного, дискретного, параметрического, стохастического программирования. Теория линейного программирования содержит обоснование симплекс-метода, теорию двойственности. Раздел, посвященный дискретному программированию, включает в себя транспортную задачу, методы решения задач целочисленного и булевого программирования [2]. Для качественного усвоения очень полезно остановиться на подходе для решения прикладных задач, основанного на идеях динамического программирования [2].

В преподавании этого весьма объемлющего раздела студентам экономических специальностей важно подчеркивать, что для того, чтобы успешно руководить крупным предприятием в условиях конкуренции руководителю, возможно, и не надо быть самому классным специалистом во всех разделах математического программирования, но надо понимать суть и смысл решаемой задачи и получаемых результатов. Руководитель должен понимать способ решения, быстро реагировать на возникающие изменения, чтобы эффективно использовать возможности математического программирования. Математическое программирование в настоящее время используется практиче-

ски во всех областях жизни и производства. В экономике спектр применения математического программирования очень широк. Оно используется для решения больших макроэкономических моделей (типа модели Леонтьева и др.), микроэкономических моделей или моделей предпринимательства, для оптимизации технико-экономических систем (планирование, эконометрика), транспортных задач, а также в теории принятия решений, теории игр и т. п.

Имитационное моделирование – это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели [1, 7]. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором, или имитационной моделью. Как известно, имитационное моделирование – это метод исследования объектов, основанный на том, что изучаемый объект заменяется имитирующим объектом. Цель имитационного моделирования – получение приближенных знаний о некотором параметре объекта без непосредственного измерения его значений. Это необходимо тогда, когда измерение невозможно или стоит дороже проведения имитации. При этом для изучения этого параметра мы можем пользоваться другими известными параметрами объекта и его моделью. В случае если модель достаточно точно описывает объект, предполагается, что полученные в ходе имитации статистические распределения значений параметра моделирующего объекта будут в той или иной степени совпадать с распределением значений параметра реального объекта. Экспериментирование с моделью называют имитацией или компьютерной симуляцией. Переменные имитационной модели представляют собой основные количественные характеристики входов и выходов изучаемой системы, а соотношения модели математически выражают взаимосвязи между переменными на входе и выходе [5].

В процессе моделирования осуществляют исследование системы при различных условиях, оценку альтернатив, нахождение зависимости выхода модели от ряда параметров и, наконец, поиск некоторого оптимального варианта.

Имитационная модель – это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение объекта (реальной системы) во времени. Имитационная модель позволяет получать подробную статистику о различных аспектах функционирования системы в зависимости от входных данных.

Построение имитационной модели заключается в описании структуры и процессов функционирования моделируемого объекта или системы.

Если в функционировании системы присутствуют элементы неопределенности, то наряду с детерминированными переменными, которые возможно контролировать, в модели присутствуют и те, значения которых не поддаются контролю. Для представления последних используются генераторы случайных чисел. В этих случаях исследователь может проникнуть в особенности функционирования моделируемой системы, изменяя значения параметров на входе модели, при этом выполняя многочисленные машинные прогоны имитационной модели.

Поэтому искомые величины при исследовании процессов методом имитационного моделирования обычно определяют как средние значения по данным большого числа реализаций процесса.

Имитационное моделирование обладает рядом преимуществ. Одним из них является стоимость: часто применение имитационных моделей позволяет избежать существенных потерь вследствие неверно принятых решений, в то время как затраты на собственно моделирование состоят лишь из цены программного обеспечения и стоимости консалтинговых услуг. Другим преимуществом является время: в реальности оценить эффективность, например, новой сети распространения продукции или измененной структуры склада можно лишь через месяцы или даже годы. Имитационная модель позволяет определить оптимальность таких изменений за считанные минуты, необходимые для проведения эксперимента. При этом с помощью имитационной модели можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами, чтобы определить наилучший вариант.

Применение имитационного моделирования в экономике особенно актуально, так как в данном случае проведение натурных экспериментов, как правило, исключается. При этом сфера применения данной методологии в экономике чрезвычайно широка и включает, например, моделирование рисков инвестиционных процессов, сетевое моделирование, массовое обслуживание и управление запасами. В курсе «Имитационное моделирование» можно с успехом рассматривать эти темы. Студенты экономических специальностей с большим интересом относятся к решению подобных задач, так как видят реальные перспективы применения приобретаемых навыков в будущей практике [5].

Обращаясь к простому примеру имитации работы мойки автомашин [5], студентам удачно продемонстрированы характерные особенности применения имитационного моделирования для решения конкретных задач, возникающих в экономической практической деятельности. При имитации прибытия автомобилей на мойку показано, что количество прибывающих автомобилей – это случайная величина, складывающаяся под влиянием большого количества факторов, не всегда и не обязательно поддающихся идентификации и/или формализации. После применения генератора случайных чисел в виде математической функции СЛЧИС пакета Excel, оценивается среднее количество машин, приезжающих на автомойку в течение часа. Показано, как можно смоделировать интересующие исследователя показатели работы автомойки, в частности, прибыль или издержки, подобрать оптимальное количество персонала и/или оборудования и т. п.

Таким образом, рассмотрев этот пример, студентам показаны возможности применения имитационного моделирования для решения самого широкого круга задач, возникающих в экономической практике. Это, безусловно, должно положительно сказаться на отношении к дисциплине и, следовательно, на восприятии и качестве усвоения учебного материала.

Основой теории нечетких множеств является взвешенная принадлежность, которую ни в коем случае нельзя отождествлять с вероятностью, и при изложении основ теории нечетких множеств надо начинать именно с этого основополагающего различия. Поскольку, идеи логики нечетких множеств зародились в технике, и именно в технике особенно важны научные достижения этой теории, необходимо остановиться на прогрессивших по всему миру технических вопросах, которые получили блестящие решения благодаря созданию этой теории. Необходимо остановиться на проблемах управления, потому что именно управление является основной областью приложений теории нечетких множеств. Очень важно для понимания теории нечетких множеств различие неопределенностей: стохастической и лингвистической. И только после этого можно переходить к очень важному понятию лингвистической переменной.

В традиционной теории множеств есть лишь две ситуации для элемента подмножества: он может либо быть, либо не быть элементом подмножества. На этом основана любая формальная логика. Заслуга Л.А. Заде и состоит во введении взвешенной принадлежности [3, 4, с. 9].

Взвешенная принадлежность и вероятность вещи совсем разные, вероятность лишь один из видов взвешенной принадлежности. Например [9], если множество ядов сухопутных змей расположить в порядке убывания по токсичности, то получится убывающая функция принадлежности, максимальное значение которой равно единице, придется отдать самой ядовитой сухопутной змее – австралийскому тайпану (тайпеню). Аналогичная ситуация будет с функцией принадлежности ядов у ядовитых грибов.

Если мы поставим задачу упорядочить по убыванию множество цен самых дорогостоящих картин великих живописцев, указав, что мы рассматриваем лишь картины когда-либо продававшиеся, получим аналогичную функцию принадлежности, если цену каждой картины разделим на цену самой дорогой картины. Тогда, значение функции принадлежности равно единице в 2012 г. придется отдать картине Поля Сезанна «Игроки в карты», ибо она была куплена на аукционе в 2012 г. за 250 млн. долларов.

Рейтинг каждого спортсмена в определенном виде спорта, если он у него есть, четко определяется по рейтинговой таблице. И если этот рейтинг разделить на рейтинг спортсмена с самым большим рейтингом, то также получим функцию принадлежности во множестве спортсменов данного вида спорта, включенных в рейтинговую таблицу [9].

Известно, что идеи логики нечетких множеств зародились в технике [6, с. 64]. Первые реализации теории нечетких множеств в промышленности относятся к середине 1970-х гг. Несмотря на известность Л. Заде, не менее важный вклад внесли последователи этой теории.

Сотрудник Лондонского университета Э. Мамдани использовал теорию нечетких множеств и в 1975 г. разработал алгоритм, который был предложен в качестве метода для автоматического управления паровым двигателем. Этот алгоритм получил широкое практическое применение. Управление, основанное на теории нечетких множеств, впервые испытанное в начале 70-х годов Э. Мамдани в начале 80-х годов, было реализовано в Дании для управления цементной обжиговой печью.

Поскольку Япония – лидер технологий, основанных на теории нечетких множеств с 1985 г. целесообразно остановиться на технических достижениях, основанных на применении этой теории [9]. Начать целесообразно с того, что компании Fisher и Sanyo выпустили нечеткие логические видеокамеры, в которых применили нечеткую фокуси-

ровку и стабилизацию изображения. Затем следует остановиться на том, что компания Matsushita выпустила стиральную машину, в которой использовались датчики и микропроцессоры с алгоритмами управления, основанные на теории нечетких множеств. Датчики определяли цвет и вид одежды, количество твердых частиц, степень загрязнения, а микропроцессор выбирал наиболее подходящую программу стирки из 600 доступных комбинаций температуры воды, количества стирального порошка и времени производственного цикла быстрого или медленного вращения и промывки. Продолжить следует о том, что компания Mitsubishi объявила о выпуске первого в мире автомобиля, где управление каждой системой основано на логике нечетких множеств. При этом Mitsubishi также разработала кондиционер, который управлял изменениями температуры и влажности в салоне согласно человеческому восприятию степени комфорта. И, наконец, следует особо остановиться на том, что компания Nissan разработала автоматическую трансмиссию и противоскользкую тормозную систему, которые управлялись алгоритмами логики нечетких множеств, и реализовала их в одном из своих автомобилей повышенной комфортности. Кроме этого, следует отметить, что японский город Сенай имеет метрополитен у которого в 2005 году было 16 станций и который управляется компьютером, работающим на основе теории нечетких множеств. При этом компьютер регулирует процессы ускорения и торможения поездов метро, делая на 70 % меньше ошибок, чем соответствующий человек-оператор. На фондовом рынке Токио используются трейдерские системы, основанные на логике нечетких множеств, которые превосходят по скоростным и динамическим характеристикам традиционные информационные системы. В Японии имеются также системы управления уличным движением, тостеры, рисовые печи, пылесосы и многие другие бытовые и технические устройства, работающие на принципах, основанных на теории нечетких множеств. Управление доменной печью, важной компонентой в технологическом процессе на металлургическом предприятии, осуществлялось до определенного времени главным образом на основе производственного опыта и знаний технологов и операторов. На металлургическом заводе фирмы NKK в г. Фукуяма для управления доменной печью были использованы методы инженерии знаний и разработана датчиковая экспертная система управления тепловым состоянием доменной печи (или нагревом печи) в реальном времени [9].

Япония до сих пор остается лидером по созданию технологий, основанных на теории нечетких множеств. Однако, в начале 1990-х гг. в Европе появилось более 200 видов промышленных изделий и устройств, в которых были реализованы модели, работающие на основе этой теории. Это были бытовые приборы, которые характеризовались более эффективной экономией электроэнергии и водопотребления без дополнительного увеличения цены изделия. Другие промышленные приложения относились к автоматизации производства, включая управление химическими и биологическими процессами, управление станками и сборочными конвейерами, а также различные интеллектуальные датчики. Этим приложениям сопутствовал коммерческий успех и логика нечетких множеств стала рассматриваться, как стандартный метод проектирования и получила широкое признание среди инженеров и проектировщиков. К подобным технологиям проявляют все больший интерес компании США, особенно те, которые испытывают жесткую конкуренцию со стороны Азии и Европы. Например, логика нечетких множеств оказалась превосходным инструментом для разработки систем управления внутренними компонентами персональных компьютеров, а также алгоритмов компрессии речи и видео. Известны приложения из области теле- и радиосвязи, направленные на устранение влияния отраженных ТВ-сигналов и радиосигналов. Реализованы программные алгоритмы для распознавания речи на основе логики нечетких множеств. Развернуты серьезные исследования по нейронно-сетевым технологиям, где упор делается на комбинацию нейронных сетей и логики нечетких множеств. Министерство обороны США тратит серьезные средства на исследования в области построения систем управления вооружением и тренажеров для обучения пилотов истребителей на основе технологий, основанных на теории нечетких множеств. Национальное управление по аэронавтике (НАСА) использует подобные модели для решения специальных задач в космосе.

Область приложений теории нечетких множеств с каждым годом продолжает неуклонно расширяться [9]. Однако основной областью применения этой теории остается управление, т. к. в исходную идею о логике нечетких множеств укладывались именно представления об управлении [3, 8, 9].

И только после этого целесообразно перейти к примерам, иллюстрирующим следующие особенности: 1) управление – основная область применения теории;

2) различие стохастической и лингвистической неопределенности. А в заключении нужно перейти к понятию лингвистической переменной и остановиться на применении нечетких множеств в задачах с трудно устранимой и принципиально неустранимой неопределенностью [8, 9].

Список литературы

1. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Жолобов Д.А. Введение в математическое программирование: учеб. пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 376 с.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
5. Меерсон А.Ю., Смирнова Е.И. Об особенностях преподавания имитационного моделирования студентам экономических специальностей // Materials of the XI International scientific and practical conference, «Modern scientific potential». – 2015. – P. 68-71.
6. Прикладные нечеткие системы/ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено; пер. с япон. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
7. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2008. – 228 с.
8. Черняев А.П. Особенности моделирования процессов и явлений объектов любой природы с помощью теории нечетких множеств // Физические свойства материалов и дисперсных сред для элементов информационных систем, нанoeлектронных приборов и экологических технологий: Сб. материалов Международной конференции. – М.: МГОУ, 2015. – С. 80.
9. Черняев А.П. Особенности моделирования процессов и явлений с помощью теории нечетких множеств и понятия лингвистической переменной // Математика, информатика, естествознание в экономике и обществе (МИЕСКО – 2015). Труды Всероссийской научной конференции. – М.: МФЮА, 2015. – С. 74 – 79.