

УДК 33

Математическое моделирование в системе образовательных услуг: профессиональный аспект в подготовке студентов

¹ Н.В. Мордовченков

² Л.Н. Митрошкина

³ Н.А. Тарасова

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, г. Княгинино, Российская Федерация

Доктор экономических наук, профессор

² Региональный менеджер по Нижегородской области

³ Институт пищевых технологий и дизайна, филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического института, Российская Федерация

Кандидат педагогических наук

Аннотация. В статье приводится комплексная система эконометрических методов и моделей с целью повышения образовательного и профессионального уровня студентов и социально-экономического потенциала региона. Приведены методы и модели по повышению эффективности интеллектуального капитала (математическая теория игр) и социально-экономических систем (факторный анализ), в том числе развитие инфраструктуры малого и среднего бизнеса в регионе.

Ключевые слова: математические методы и модели; экономика сферы услуг; экономические процессы; сервис; эффективные управленческие решения; неопределенности; интеллектуальный капитал; факторный анализ; образовательный и профессиональный уровень; инфраструктура малого и среднего бизнеса.

Введение. Математические методы и модели широко применяются в различных областях науки и практики. При этом они распространены и успешно используются в следующей трактовке:

- математические методы в принятии решений;
- методы исследования операций;
- экономико-математические методы;
- методы экономической кибернетики;
- методы оптимального управления;
- прикладная математика в экономике и в сфере сервиса.

В ряде научных исследований они рассматриваются в различных сочетаниях с учетом степени сложности изучаемых процессов и явлений при формализации прикладных моделей.



Рис. 1. Этапы процесса математического моделирования

В экономике и в сфере сервисных услуг применяются математические модели, для исследования которых используется различный математический инструментарий: линейная алгебра, матричный анализ, функции и графики функциональных зависимостей, предел функции, дифференциальное исчисление функции одной и нескольких переменных, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, математическая статистика, системы массового обслуживания, линейное программирование, динамическое программирование, теория игр. Значительный «вклад» в решение задач экономики и сервиса вносит вычислительная математика.

Материалы и методы. Математическое моделирование процессов экономики и сервиса можно изобразить в виде графической модели (рис. 1).

Проанализируем математические методы и модели в связи с содержательным анализом процессов экономики и сервиса.

Методы линейной алгебры используются при исследовании моделей, представленных в виде систем линейных уравнений. Это и дескриптивные модели на определение объема выпуска продукции некоторым предприятием, на определение оптимального плана перевозок, на определение процента, выплачиваемого банком и модель Леонтьева В.В. многоотраслевой экономики, имеющая вид

$$(E - A)X = Y,$$

где X – матрица валового выпуска, Y – матрица конечного продукта, A – матрица прямых затрат (технологическая или структурная матрица) [1, с.58].

Методы матричного анализа используются при исследовании моделей, представленных в виде матричных уравнений, таких как линейная модель обмена (модель международной торговли), построенная для вычисления национальных доходов отдельно взятых стран при сбалансировании торговых операций во внешнеэкономической деятельности. Поскольку, для сбалансированности внешней торговли необходима бездефицитность бюджета каждой страны, т.е. выручка от внешнеторговых операций каждой страны должна быть не меньше ее национального дохода, а все взаимодействующие страны не могут одновременно получать прибыль, то выручка от внешней торговли должна быть тождественна национальному доходу отдельно взятого государства. На основе этой гипотезы искомой моделью является матричное уравнение

$$AX = X \text{ или } (A - E)X = 0,$$

где $A = (\alpha_{ij})$ – структурная матрица внешней торговли, элементами α_{ij} которой являются доли национального дохода, которые страна S_j выделяет на покупку товара у страны S_i , $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор национальных доходов стран [1, с.91-92].

Обсуждение. В экономической теории и практике широкое применение находят функции. Наиболее часто в экономике используются следующие из них: функция полезности (функция предпочтений) – зависимость полезности (результата, эффекта) некоторого действия от уровня (интенсивности) этого действия; производственная функция – зависимость результата производственной деятельности от обусловивших его факторов; функция издержек (частный вид производственной функции) – зависимость объема производства от наличия или потребления ресурсов; функции спроса, потребления и предложения – зависимость объема спроса, потребления или предложения на отдельные товары или услуги от различных факторов (цены, дохода и т.п.).

Например, рассматривая функции издержек (полных затрат) $c(q)$ и дохода фирмы $r(q)$, можно установить зависимость прибыли $\pi(q) = c(q) - r(q)$ от объема производства q . Можно выявить уровни объема производства, при которых производство продукции убыточно и приносит прибыль, дает максимальный убыток и максимальную прибыль, и найти величину этих убытков или прибыли.

Экономические процессы и явления обуславливаются действием различных факторов, поэтому для их исследований применяются функции нескольких переменных.

Еще одним важным аспектом использования функций в экономике является применение таблиц функций, которые позволяют сделать возможным выполнение различных расчетов, упростить трудоемкие вычисления. Если аргумент функции задан с большей точностью по сравнению с табличной моделью, то используют метод

интерполирования – приближенное нахождение неизвестных значений функций по известным ее значениям в заданных координатах.

Широкое применение в теории специальных функций получил метод сплайн – аппроксимации, позволяющий точно описывать экспериментальные кривые для решения задач интерполяции. В частности, коэффициенты обобщенного уравнения могут быть представлены в виде:

$$y = y_i + b(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3,$$

где x_i ; y_i - значения соответственно абсциссы и ординаты левого конца i -го интервала, x , y - координаты внутренней точки интервала,

b_i ; c_i ; d_i - коэффициенты сплайна [4, 5].

При анализе глобальных финансовых проблем, в частности, при экономически обоснованном выборе инвестиционных решений эффективным оказывается непрерывное начисление процентов, при котором используется формула

$$Q_t = Q_0 e^{\frac{pt}{100}},$$

где Q_0 - первоначальный вклад в банк (в денежных единицах), Q_t - размер вклада через t лет, p - количество процентов, выплачиваемых ежегодно банком вкладчику, e - иррациональное число, являющееся основанием натурального логарифма.

Эта формула выражает показательный закон роста (при $p > 0$) или убывания (при $p < 0$). Она получена при вычислении **предела** последовательности

$$Q_t = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[Q_0 \left(1 + \frac{p}{100n} \right)^{nt} \right].$$

В экономике широко используют также понятие производной. Установлено, что производительность труда есть производная объема произведенной продукции по времени. Производная выражает предельные издержки производства, предельную выручку, предельный доход, предельный продукт, предельную полезность.

Для исследования экономических процессов часто используется понятие эластичности функции, которая приближенно показывает, процентное изменение функция $y=f(x)$ при изменении на 1 % независимой переменной x . Эластичность функций применяется при анализе спроса и потребления не только в экономической теории, но и в системе маркетинговых исследований при анализе и прогнозировании экономических процессов в условиях рынка. Эластичность спроса относительно цены (или дохода) – коэффициент, показывающий приближенно процентное изменение спроса (объема потребления) при изменении на 1 % цены (или дохода).

Характерным примером математической модели процессов сервиса является дифференциальное уравнение, т.е. уравнение, содержащее производные $(n - 1)$ порядка. Эта модель является дескриптивной (описательной), на основании которой можно рассчитать необходимые показатели процесса сервиса.

При исследовании процессов сервиса часто приходится сталкиваться с системами массового обслуживания. Примерами таких систем являются гостиницы, рестораны, торговая и транспортная инфраструктуры, телефонные системы, парикмахерские и т.п. Заявки поступают в системы массового обслуживания случайно, обслуживание заявок также подчиняется теории случайных чисел. При этом система массового обслуживания оказывается загруженной неравномерно. Вместе с тем теория массового обслуживания применяется для создания математических моделей, связывающих заданные условия работы системы массового обслуживания (число каналов распределения, их производительность, теории очередей и т.п.) с показателями эффективности системы массового обслуживания, описывающими ее способность «встраиваться» и эффективно «поглощать» поток заявок, регулируя тем самым спрос и предложение.

Особую роль в исследовании процессов сервиса гостиничных и ресторанных комплексов и процессов реальной экономики играют модели линейного программирования и динамического программирования. Эти модели являются оптимизационными,

создающими реальные возможности улучшения процессов сервисного обслуживания и эффективной экономики в целом.

Модель линейного программирования состоит из целевой функции, для которой требуется найти наибольшее или наименьшее значение, системы ограничений и условий неотрицательности управляемых переменных, обеспечивающих безубыточность социально-экономических процессов. В частности, целевая функция является линейной, ограничения представляют собой системы линейных уравнений и/или неравенств.

Примерами таких моделей служат модели планирования производства (использования ресурсов), составления рациона здорового питания (задача о смесях, задача о диете).

В сервисе гостиничных и ресторанных комплексов большое значение имеют модели транспортных задач, являющихся частным случаем задач линейного программирования. Такие модели позволяют минимизировать затраты на грузовые и пассажирские перевозки.

Модели динамического программирования предназначены для проведения многошаговых (многоэтапных) операций. На каждом этапе принимаются решения для активного влияния на ход развития процесса. Совокупность решений, принимаемых в начале этапов, характеризуется экономической сущностью управления по эффективному функционированию социально экономических систем. Необходимо организовать процесс так, чтобы принятые решения на отдельных этапах развития способствовали получению эффективного управленческого решения. Одним из методов динамического программирования является метод рекуррентных соотношений, который основывается на использовании принципа оптимальности, разработанного американским математиком Р. Беллманом. Принцип состоит в том, что, каковы бы ни были начальное состояние на любом шаге и управление, выбранное на этом шаге, последующие управления должны быть оптимальными относительно состояния, которого достигнет система в конце данного шага. Использование данного принципа гарантирует, что управление, выбранное на любом шаге, не локально лучше, а лучше с точки зрения процесса в целом [3, с. 487]. Методами динамического программирования решаются такие задачи экономики и сервиса, как оптимальное распределение ресурсов, распределение инвестиций для эффективного использования потенциала предприятия, минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятий.

В экономике и в сервисе ресторанных и гостиничных комплексов часто приходится сталкиваться с ситуациями, в которых приходится принимать решения в условиях риска и неопределенности, причем выбор эффективного решения без учета неконтролируемых факторов невозможен. Неопределенность может быть порождена конфликтными ситуациями, в которых стороны преследуют различные цели, а результаты любого действия каждой из сторон зависят от мероприятий партнера. В экономике к конфликтным ситуациям относятся, например, взаимоотношения между поставщиком и потребителем, покупателем и продавцом, банком и клиентом и т.п. Задачи, содержащие неопределенность, не могут быть решены точно и однозначно. Неопределенность всегда влечет за собой элемент риска в принятии решения. Математический аппарат теории игр позволяет, по крайней мере, оценить возможные решения с той или иной точки зрения и выбрать наиболее целесообразное из них.

Результаты. На основе формализации математической теории игр возможный прирост дополнительных доходов при формировании и функционировании интеллектуального (человеческого) капитала в рыночной экономике может быть рассчитан в следующем виде

$$\sum_{i=0}^{t_{ij}} D_{ij} = \int_0^{t_{ij}} \{ [D_R / (1/d_{s+1}) - D_N / (1/d_s)] + \delta + S_i \} dt_{ij} \quad [2, \text{с.100 - 101}],$$

где D_{ij} - возможный прирост дополнительных доходов при формировании и функционировании интеллектуального (человеческого) капитала в рыночной экономике; D_N - должностной оклад работника в соответствии с нормами трудового кодекса; D_R - повышенный оклад в системе стимулирования труда за профессиональные умения и навыки; $1/d_s$ - процент премий на основе фонда премирования персонала; $1/d_{s+1}$ -

повышенный процент премий за высококвалифицированный труд; δ - выплата персональной надбавки к основному окладу или разовые денежные выплаты и льготы; S_i - возможные перечисления администрацией предприятия в виде социального страхования работнику (создание ему соответствующих благ и возможностей в виде социального пакета и фонда накопления по пенсионному страхованию); t - лаг по времени.

Факторный анализ в практике исследования социально-экономических систем предполагает построение моделей вида

$$X = AF, F = \Lambda^{-1} A^T X,$$

где X - вектор-столбец с компонентами, представляющими нормированные отклонения исходных показателей от среднестатистических значений;

F - вектор – столбец искомых факторов;

A - матрица весовых нагрузок; U и Λ - матрицы собственных векторов и собственных значений определяемые уравнением

$$\Lambda = U^T R U,$$

R - матрица корреляции на основе экспертного подбора исходных статистических показателей [6, с. 9].

Заключение. Таким образом, предложенная комплексная система экономико-математических методов и моделей позволит не только повысить образовательный и профессиональный уровень в подготовке студентов по трансформации человеческого (интеллектуального) потенциала, но и повысит эффективность современной инфраструктуры малого и среднего бизнеса и предпринимательства в целом.

Примечания:

1. Высшая математика для экономистов: Учебник для вузов/ Н.Ш. Кремер и др. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 471 с.
2. Зверев С.А., Мордовченков Н.В. Методика трансформации человеческого капитала в институциональной экономике. Инновации в туризме и АФК. Материалы I-й Международной интернет-конференции. Н.Новгород, типография «Виктор Т и С», 2009. 276 с.
3. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании. М.: Дело, 2001. 688 с.
4. Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы. Новосибирск: Наука, 1983. 214 с.
5. Пуарье Д. Эконометрия структурных изменений (с применением сплайн-функций). М.: Финансы и статистика, 1981. 183 с.
6. Титов Б.М., Трунин Ю.Ф. Динамика развития социально-экономической ситуации в регионах Российской Федерации Приволжского федерального округа за годы перестройки и рыночных реформ. Монография. Нижний Новгород, 2001. 115 с.
7. Буланичев В.А., Серков Л.А. Модельный подход к функционированию вузов как самоорганизующихся систем // Информационные технологии. 2006. № 3. 73 с.
8. Серков Л.А. Синергетические аспекты моделирования социально-экономических процессов. Екатеринбург: ИЭУрО РАН; Изд-во АМБ, 2008. 216 с.
9. Lorenz E.N. Deterministic Non-periodic Flow // Journal of the Atmospheric Sciences. 1963. Vol. 20. P. 130.
10. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 404 с.

UDC 33

Mathematic Modeling in the System of Educational Services: Professional aspect of students' training

¹N.V. Mordovchenkov

²L.N. Mitroshkina

³N.A. Tarasova

¹ Nizhny Novgorod State engineering-economic institute, Knyaginino, Russian Federation
Doctor of Economics, Professor

² Regional manager of Nizhny Novgorod region

³ Institute of food technology and design, a subsidiary of the Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russian Federation

PhD

Abstract. The work presents integrated system of economic methods and models, aimed at the increase of students' educational and professional level and region's social and economic potential. Methods and models on the brain capital (games mathematical theory) efficiency improvement and socio-economic systems (factor analysis), including the development of the infrastructure of small and middle businesses in the region.

Keywords: mathematic methods and models; economy of service sphere; economic processes; service; efficient management decisions; uncertainties; intellectual capital; factor analysis; educational and professional level; infrastructure of small and middle businesses.