

## Физико-математические науки

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ  
ТУРИСТСКОГО РЫНКАФедоров А.Я., Мелентьева Т.А.,  
Мелентьева М.А.Тульский институт управления и бизнеса  
им. Н.Д. Демидова, Тула, e-mail: afedal520@yandex.ru;  
Тульский педагогический университет  
им. Л.Н. Толстого, Тула;

Российская академия музыки им. Гнесиных, Москва

Последующее изложение посвящено задаче описания функционирования системы в целом на основе заданных алгоритмов поведения ее отдельных элементов [1]. Эта задача весьма широко распространена. В этом плане можно интерпретировать даже изучение системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{array}{l} \dot{x}_1 = f_1(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ \dot{x}_n = f_n(x_1, \dots, x_n) \end{array} \right\}, \quad (1)$$

где  $x_i$  – переменная,  $f_n$  – дискретная функция. Переменной  $x_i$  распоряжается некий (фиктивный) элемент  $A_i$ , алгоритмом поведения которого является  $x_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$ . Именно в подобном математическом выражении (1) изучаются поведенческие модели в экономике [2, 3, 4], ряд задач коллективного поведения автоматов [5], динамики популяций в биологии [6, 7] и т.д. Часто в экономике рассматриваются модели туристского рынка и сосуществования биологических видов.

Вся классическая наука исходит из того, что одним из основных законов рынка является закон стоимости, который действует и на туристском рынке. Закон стоимости предполагает формирование у каждой отдельной туристской фирмы индивидуальных затрат труда и ресурсов и соответственно формирование индивидуальной стоимости и индивидуальных цен на турпродукт, однако рынок признает не эти индивидуальные стоимости и цены, а общественные и рыночные, в основе которых лежит общественно необходимые затраты труда (ОНЗТ). Помимо ОНЗТ на стоимости и цены оказывают влияние и другие факторы, например, внутриотраслевая конкуренция [8–9].

Российская экономика имеет свои особенности. У нас, к сожалению, при повышении цены на товары, в общем, и туристский продукт, в частности, предложение не увеличивается, а, наоборот снижается. Это явление получило название «российский парадокс». Кризис августа 1998 г. повлек за собой в среднем трехкратное повышение цен, в то же время он разорил мно-

гих предпринимателей и сократил предложение туристского продукта (таблица).

Зависимость стоимости тура  
в Испанию от спроса

Стоимость тура, \$	Спрос, тыс. чел.
600	140
1200	80
1400	60

Для развития туристской отрасли, в общем, и туристских фирм в частности важно знать темпы изменения трех экономических величин: цены, спроса и предложения. В этом помогает такое понятие, как «эластичность спроса» [10].

Коэффициент эластичности спроса по цене рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P}, \quad (2)$$

где  $\Delta Q$  – процент роста объема покупаемого товара  $Q$ ;  $\Delta P$  – процент падения цены  $P$ . Рассчитаем ценовую эластичность спроса при линейной зависимости стоимости тура от спроса (2) на путешествия в Испанию 1998 г. и различных уровнях цен:

$$\varepsilon_\delta = \frac{(Q_1 - Q_0)/Q_0}{(P_1 - P_0)/P_0}, \quad (3)$$

где индексы 1 и 0 означают соответственно новые и базовые цены и количество проданных туров. С использованием (3) и величины спроса, учитывая, что количество потребителей на путешествия в Испанию в связи с понижением цены увеличилось с 60 тыс. чел. до 80 тыс. чел. получим следующее значение коэффициента ценовой эластичности:

$$\varepsilon_p = \frac{(60 \text{ тыс. чел.} - 80 \text{ тыс. чел.})/80 \text{ тыс. чел.}}{(\$1400 - \$1200)} = -1,5.$$

Эластичность – 1,5 означает, что если бы цена понизилась на 10%, то спрос туры в Испанию возрос бы на 15%. Обычно для простоты знак «минус» опускают, используя абсолютную величину эластичности.

При эластичном спросе, когда эластичность по цене больше 1, общая выручка ( $P \times Q$ ) возрастает быстрее по сравнению с темпами снижения цены. Когда спрос эластичен, падение цены повлечет за собой одновременное повышение спроса и увеличение объема продаж, а, следовательно, будет результатом более высокой общей выручки. А если бы цена росла, то общая выручка падало бы, так как при эластичном спросе повышение цен сопровождается еще большим падением спроса и уменьшением объема продаж [11].

И напротив, при неэластичном спросе падение цен снижает общую выручку (общая

выручка возрастает медленнее по сравнению с темпами снижения цены). Если же эластичность равна 1, то темпы изменения цен и общей выручки адекватны.

Среди большого разнообразия экономико-математических методов, используемых для решения задач управления туристской фирмой, особое место занимают методы и модели прогнозирования.

Для математических методов прогнозирования характерен подбор и обоснование математической модели исследуемого процесса, а также способов определения ее неизвестных параметров. Задача прогнозирования при этом сводится к решению уравнений, описывающих данную модель для заданного момента времени.

Среди математических методов прогнозирования в особую группу выделяются методы экстраполяции, которые отличаются простотой, наглядностью и легко реализуются на ПЭВМ. Методологическая предпосылка экстраполяции состоит в признании преимущественной связи между прошлым, настоящим и будущим. При этом развитие экономических явлений наиболее полно находит свое отражение во временных рядах, которые представляют собой упорядоченные во времени наборы изменений каких – либо характеристик изучаемого объекта, процесса [12].

В ходе решения задач прогнозирования используются ограниченное количество информации об одномерном временном ряде конечной длины. При этом в экономике исследуются дискретные временные ряды, наблюдаемые в дискретные моменты времени.

Дискретный временной ряд можно рассматривать как последовательность значений  $y_1, y_2, \dots, y_n$  в моменты времени  $t$ , или сокращенно  $y_t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ).

Временной ряд может быть представлен в следующем виде:

$$y_t = x_t' + \varepsilon_t', \quad (4)$$

где  $x_t'$  – детерминированная неслучайная компонента процесса,  $\varepsilon_t'$  – стохастическая случайная компонента процесса. Детерминированная компонента (тренд)  $x_t'$  характеризует существующую динамику процесса в целом, длительную тенденцию изменения изучаемого показателя. Стохастическая компонента  $\varepsilon_t'$  отражает случайные колебания или шумы процесса (4). Задача прогнозирования, в частности, состоит в определении вида экстраполирующих функций  $x_t'$  и  $\varepsilon_t'$  на основе эмпирических оценок [13–16].

При прогнозировании, как правило, в точке прогноза оценивается математическое ожидание процесса (точечный прогноз) и величину интер-

вала, в которой с заданной вероятностью попадает прогнозируемое значение процесса (интервальный прогноз). Результаты экстраполяции наиболее надежны при кратко – и среднесрочном прогнозировании. При этом предполагается, что совокупность факторов, определяющих тенденцию временного ряда в прошлом, в среднем сохранит свою силу и направление действия в течение прогнозируемого периода.

В настоящее время разработана большая группа экстраполяционных методов прогнозирования отдельных экономических показателей. В данной группе методов можно отнести:

1. Методы, основанные на построении многофакторных корреляционно – регрессионных моделей.

2. Методы авторегрессии, учитывающие взаимосвязь членов временного ряда.

Авторегрессионные модели чаще всего используются для прогнозирования тех экономических процессов, для которых внешний механизм их формирования четко не определен, и практически невозможно выделить стабильные во времени причинно – следственные связи.

#### Список литературы

1. Опойцев В.И. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. – М.: Изд-во «Наука», 1977. – С. 3–5.
2. Карлин С. Математические методы в теории игр, программирование в экономике. – М.: Изд-во «Мир», 1964. – 324 с.
3. Марицима М. Равновесие, устойчивость, рост. – М.: Изд-во «Наука». 1972. – 423 с.
4. Никайдо Х. Выпуклые структуры и математическая экономика. – М.: Изд-во «Мир». 1972. – 228 с.
5. Варшавский В.И. Коллективное поведение автоматов. – М.: Изд-во «Наука». 1973. – 426 с.
6. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. Экономические закономерности туристского рынка. – Т.: Изд-во «Папирус». «Актуальные тенденции в экономике, управлении, образовании: современный взгляд», 2014. – С. 123–125.
7. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. Моделирование экономических закономерностей туристского рынка. – Т.: Изд-во «Папирус». «Демидовские чтения – Тула, 2014: экономика и образование». 2014. – С. 318–320.
8. Динамическая теория биологической популяций. Под ред. Р.А. Полуэктового. – М.: Изд-во «Наука». 1974. – 342 с.
9. Свирежев Ю.М., Елизаров Е.Я. Математическое моделирование биологических систем. – М.: Изд-во «Наука». «Проблемы космической биологии», 1972. – Т. 20. – 211 с.
10. Квартальнов В.А. Туризм. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 2002. – С. 168–174.
11. Гуляев В.Г. Туристские перевозки. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 1998. – 143 с.
12. Козырев В.М. Основы современной экономики. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 1998. – 243 с.
13. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 2001. – С. 157–158.
14. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Изд-во «Радио и связь», 1983. – 415 с.
15. Гнеденко Б.И., Беляев Ю.А., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Изд-во «Наука», 1962. – 524 с.