

называются сообщающимися, а граф переходов является компонентой сильной связности. Процесс, порождаемый такой цепью, начавшись в некотором состоянии, никогда не завершается, а последовательно переходит из одного состояния в другое, попадая в различные состояния с разной частотой, зависящей от переходных вероятностей. Поэтому основная характеристика эргодической цепи — вероятность пребывания процесса в состояниях S_j , $j = 1, \dots, n$, доля времени, которую процесс проводит в каждом из состояний. Неприводимые цепи часто используются в качестве моделей надежности систем, а также транспортных моделей.

Поскольку нас интересует в основном, вычисление узловых вероятностей в неприводимых цепях Маркова, для которого не существует математически обоснованных методов решения, мы обратимся к методу Монте-Карло. Сущность метода заключается в том, что вместо того, чтобы использовать неподходящие для подобных задач соображения комбинаторики, можно просто поставить «эксперимент» большое число раз и таким образом, подсчитав число исходов, оценить их вероятность. Этот метод имитации применим для решения почти всех задач при условии, что альтернативы могут быть выражены количественно. Построение модели начинается с определения функциональных зависимостей в реальной системе, которые впоследствии позволяют получить количественное решение, используя теорию вероятности и таблицы случайных чисел. Модель Монте-Карло не столь формализована и является более гибкой, чем другие имитирующие модели. Причины здесь следующие: а) при моделировании по методу Монте-Карло нет необходимости определять, что именно оптимизируется; б) нет необходимости упрощать реальность для облегчения решения, поскольку применение ЭВМ позволяет реализовать модели сложных систем; в) в программе для ЭВМ можно предусмотреть опережения во времени.

Метод Монте-Карло позволяет численно находить различные вероятностные характеристики случайной величины η , зависящей от большого числа других случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$. Этот метод сводится к следующему: разыгрывается последовательность случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ для каждого розыгрыша определяется соответствующее значение случайной величины η , а по найденным значениям строится эмпирическое распределение вероятностей этой случайной величины.

Типичным примером задачи, которая может быть решена на основе метода Монте-Карло, является задача на инвестирование.

Описание задачи: Волгоградская область имеет возможность вложить свободные средства в одно из трёх основных направлений развития, при этом различные степени психологического фактора инвестиционной привлекательности соответствующим образом влияют на вероятности реинвестирования основных направлений. На основании статистических исследований были определены вероятности реинвестирования направлений и варианты дальнейшего развития событий. Необходимо вычислить направление инвестирования имеющее наименьший риск потери вложенных средств.

На первом этапе необходимо представить задачу в виде графа. Поскольку граф нашей задачи, содержит поглощающие узлы (такие узлы в которых переход к другим узлам невозможен) мы создаем алгоритм таким образом, чтобы при достижении поглощающего узла происходила повторная постановка эксперимента с самого начала (с первого узла графа).

После программирования, необходимо ввести данные представленного графа в программу. Сравнивая вероятности в конечных узлах определим минимальную — это и есть узел, принадлежащий предпочтительному направлению инвестирования.

Список литературы

1. Акофф, Р.Л. Планирование в больших экономических системах / Акофф Р.Л.: пер. с англ. под ред. И.А. Ушакова. — М., 1972. — 223 с.
2. Березовский, Б.А. Многокритериальная оптимизация: математические аспекты / Б.А. Березовский, Ю.М. Барышников, В.Н. Борзенко. — М.: Наука, 1989. — 230 с.
3. Дубов, А.М. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / А.М. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. — М.: Наука, 1986. — 296 с.

ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Терелянский П.В., Иванюк В.А.

В учебном пособии «Теория систем и системный анализ» рассмотрены основы теории систем и методология системного анализа. Описаны многокритериальные методы принятия ре-

шений в условиях неопределенности.

Принятие решения в большинстве случаев заключается в генерации возможных альтернатив решений, их оценке и выборе лучшей альтернативы.

Принять «правильное» решение значит выбрать такую альтернативу из числа возможных, в которой с учетом всех разнообразных факторов и противоречивых требований будет оптимизирована общая ценность, то есть она будет в максимальной степени способствовать достижению поставленной цели.

В учебном пособии рассмотрена задача принятия решений в сложной экономической системе на примере выбора приоритетных направлений инвестирования экономики Волгоградской области. Для этого создана математическая и информационная модели для прогнозирования стратегических направлений инвестирования Волгоградской области.

Существует большое количество методов прогнозирования и планирования в сложных экономических системах. В данном учебном пособии представлен комплексный подход к исследованию сложных экономических систем на основе построения иерархической модели задачи и построения сетевой модели задачи.

Способ решения данных моделей может состоять из двух вариантов. Первый вариант, когда иерархическая или сетевая модели системы рассчитываются с помощью экспертных методов. Второй вариант, когда данные модели рассчитываются с помощью вероятностных методов. Данные два подхода к решению сложных экономических систем могут значительно дополнять друг друга. К наиболее распространенным методам принятия решений относятся три группы методов: метод анализа иерархии, теория нечетких множеств и методы Electra.

Метод анализа иерархии основан на представлении знаний экспертов в виде иерархии целей, факторов, критериев, подкритериев и альтернатив. Предпочтения экспертов выявляются с помощью процедуры парных сравнений элементов иерархии нижележащих уровней относительно связанных с ними элементов более высокого уровня. Для измерения степени предпочтительности используется шкала отношений.

Одним из основополагающих методов принятия решений является теория нечетких множеств.

Ключевым элементом в теории нечетких множеств является понятие функции принадлеж-

ности. Эта функция отображает элементы множества U на множество вещественных чисел отрезка $[0, 1]$, которые указывают степень принадлежности каждого элемента нечеткому множеству F , являющееся нечетким подмножеством множества U .

Теория нечетких множеств предоставляет разнообразные средства для принятия решений. Нечеткими множествами можно представить информацию о целях, критериях, альтернативах. Представление экспертных предпочтений с помощью нечетких множеств позволяет перейти от точечных оценок к интервальным, которые являются более устойчивыми в случае неточных и неполных данных. Математические методы принятия решений на нечетких множествах можно классифицировать по способу представления оценок альтернатив и критериев, по виду предпочтений и по способу упорядочения предпочтений. При точечном оценивании альтернатив по критериям, которые представлены нечеткими множествами, предполагается, что высокие значения функций принадлежности соответствуют наиболее желательным значениям критерия, а низкие — наименее желательным. Многокритериальный выбор сводится к получению значения интегрального показателя качества на основе точечных оценок альтернативных вариантов по критериям. Такой подход называют априорным, поскольку вся информация, необходимая для оценки альтернатив, заранее известна.

Другим подходом к многокритериальному решению задач является метод Electre. Данный подход был предложен в конце 60-х годов группой французских ученых во главе с профессором Б. Руа. Методы ELECTRE направлены на решение задач с уже заданными многокритериальными альтернативами. В этих методах не определяется количественно показатель качества каждой из альтернатив, а устанавливается лишь условие превосходства одной альтернативы над другой.

В учебном пособии также представлена модель управления большими системами на основе метода Монте-Карло. Экономические процессы в системах любой сложности могут быть формально выражены при помощи цепей Маркова и решены методом Монте-Карло за ограниченное время, зависящее только от требуемой точности вычислений.

Таким образом в учебном пособии представлен комплексный подход к исследованию сложных экономических систем.