

УДК 656.072

ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ФУНКЦИОНИРОВАНИЮ
ПРЕДПРИЯТИЙ В СЛУЧАЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

Кононова А. В., Бусарина Ю. В., Панявина Е. А., Белокуров В. П.,

Бусарин Э. Н., Кораблев Р. А., Артемов А. Ю.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова»

Email: busarin.eduard@mail.ru

Математический аппарат, использующий дискретные марковские цепи позволяет в некоторых случаях, несмотря на случайность процесса, до определенной степени управлять законами распределения или параметрами переходных вероятностей. В качестве примеров таких управляемых марковских процессов можно привести любые производственные и торговые операции, у которых вероятность сбыта и получения эффекта может зависеть от рекламы, мероприятий по улучшению качества, выбора покупателя или рынка сбыта, и т. д. Использование управляемых цепей Маркова становится особенно эффективно в процессе принятия решений. При этом следует выделить два подхода: 1) статический (одношаговый), когда на основании математической модели, описывающей поведение системы в какой либо момент времени на одном шаге, получают функциональные зависимости показателя эффективности от управляемых переменных (целевую функцию). Далее путем обычных процедур программирования получают оптимальные значения управляемых переменных, обеспечивающих получение максимального эффекта; 2) динамический (многошаговый), когда проигрывается поведение системы на протяжении планируемого периода и определяется оптимальная стратегия (стохастическое динамическое программирование) [1-4].

При создании математической модели фигурируют следующие компоненты: конечное множество решений (альтернатива) K_i где $i \in S$ – номер состояния системы; матрицы переходов $\Pi_{[s]}^{(k)}$, соответствующие тому или иному принятому k -му решению; матрицы доходов (расходов) $R_{[s]}^{(k)}$, также отражающие эффективность данного решения.

Управляемая цепь Маркова в данном случае представляет случайный процесс, обладающий марковским свойством и включающий в качестве эле-

мента математической модели конструкцию $\langle K_i, \Pi_{[s]}^{(k)}, R_{[s]}^{(k)} \rangle$. Решение, принимаемое в каждый конкретный момент (шаг процесса), является частным управлением. В этом случае используется основной признак дискретной марковской цепи – это детерминированность временных интервалов между отдельными шагами (этапами) процесса [5, 6].

Таким образом, процесс функционирования системы, описываемой управляемой марковской цепью, выглядит следующим образом: если система находится в состоянии $i \in S$ и принимается решение $k \in K_i$, то она получает доход $r_i^{(k)}$; состояние системы в последующий момент времени (шаг) определяется вероятностью $P_{ij}^{(k)}$, т.е. существует вероятность того, что система из состояния $i \in S$ перейдет в состояние $j \in S$, если выбрано решение K_i .

Общий доход за n шагов является случайной величиной, зависит от начального состояния и качества решений, принимаемых в течение хода процесса. Это качество принятых решений оценивается величиной среднего суммарного дохода (при конечном времени) или среднего дохода за единицу времени (при бесконечном времени).

Стратегией π является последовательность решений: $\pi = (f_1, f_2, \dots, f_n)$, где $f_n = \langle K_1, K_2, \dots, K_n \rangle \in K$ -вектор управления.

Задание стратегии π означает полное описание конкретных решений, принимаемых на всех шагах процесса в зависимости от состояния, в котором находится в этот момент процесс. Оптимальной стратегией π будет в том случае, когда она максимизирует полный ожидаемый доход для всех i и n .

Для использования теории управляемых марковских цепей по определению оптимальных стратегий разработаны рекуррентный и итерационный методы. Для планирования выпуска нового вида продукции на предприятиях в условиях финансовых ограничений (реструктуризации предприятия) нами использован рекуррентный метод, который применяется чаще всего при сравнительно небольшом числе шагов n . Он основан на применении принципа оптимальности Беллмана и заключается в последовательной оптимизации дохода на каждом шаге с использованием рекуррентного управления следующего вида

$$U_i(n+1) = \max_k \left[q_1^{(k)} + \sum_{j=1}^N P_{ij}^{(k)} * U_j(n) \right],$$

где $U_i(n + 1)$ – полный ожидаемый доход; $(n + 1)$ – количество шагов, если система находится в состоянии i ;

$$q_1^{(k)} = \sum_{j=1}^N P_{ij}^{(k)} * T_{ij}^k,$$

$q_1^{(k)}$ – непосредственно ожидаемый доход, т. е. доход на одном шаге, если процесс начался с i -го состояния; $U_j(n)$ – величина полного ожидаемого дохода за n прошедших шагов, если процесс начался с j -го состояния ($i \neq j$).

Данный рекуррентный метод аналогичен методу динамического программирования. Отличием его является то, что на каждом шаге учитывается вероятность попадания системы в то или иное состояние. Иначе говоря, при рекуррентном методе нами определялась стратегия, обеспечивающая на каждом шаге максимум суммы непосредственного ожидаемого дохода на предшествующих шагах. Поэтому этот метод является стохастическим динамическим программированием. Конкретное использование данного метода при планировании выпуска нового вида продукции на предприятиях в условиях финансовых ограничений (реструктуризации предприятия) рассмотрено на конкретном примере при принятии решения по эффективному функционированию предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Белокуров, В. П. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений [Текст] / В. П. Белокуров, С. В. Белокуров // Транспорт : наука, техника, управление. Научный информационный сборник, ВИНТИ РАН, № 6 – 2009. – С. 2-4.

2 Белокуров, В. П. Принятие решений для эффективного управления транспортными системами на основе ситуаций выбора [Текст] / В. П. Белокуров, С. В. Белокуров, С. В. Скрыль // Транспорт : наука, техника, управление. Научный информационный сборник, ВИНТИ РАН, № 2. – 2010. – С. 6-12.

3 Белокуров, С. В. Модели управления автотранспортными потоками (на примере деятельности подразделений ГИБДД МВД России) [Текст] / С. В. Белокуров, С. В. Скрыль. – Воронеж : Изд-во ВИ МВД России, 2011. – 265 с.

4 Белокуров, С. В. Классификация ситуаций выбора и анализ способов формализации численных векторных схем [Текст] / С. В. Белокуров, В. В. Сы-

соев // Компьютерные технологии автоматизированного проектирования систем машиностроения и аэрокосмической техники : сб. науч. тр. – Воронеж : ВГТУ, 2002 – С. 88-106.

5 Белокуров, С. В. Модели выбора в задачах многокритериальной оптимизации [Текст] / С. В. Белокуров, А. В. Заряев // Применение информационных технологий для решения прикладных задач: межвузовский сборник научных трудов – Воронеж : Издательство ВИ МВД России. 2002. – С. 9-13.

6 Белокуров, С. В. Синтез функций выбора на итерациях поиска в численных моделях многокритериальной оптимизации [Текст] / Издание 2-е / С. В. Величко, Д. Е. Соловей // Монография. – Воронеж : ВГУ, 2004. – 125 с.