

Как видно из таблицы, использование ЛВМ не обеспечивает минимальной резервации капитала, что приведет банк к недополучению прибыли. Однако логико-вероятностная модель позволяет определить, по какой бизнес-линии наибольшая вероятность потерь и какой бизнес-процесс несет наибольшие от операционных рисков. Это дает руководству банка возможность качественно разработать систему риск-менеджмента.

**С.Я. Жукович, ассистент**  
**Ю.А. Симанович, магистр экон. наук**  
БГЭУ (Минск)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Математическое моделирование с применением принципов оптимального управления широко используется в экономике [1]. Рассмотрим в качестве примера такой важный социально-экономический процесс, как обучение в вузе, который можно описать линейным дифференциальным уравнением [2, с. 369]

$$\frac{dZ}{dt} = -kZ + k_0 u_0(t) + k_1 u_1(t), \quad (1)$$

где  $Z = Z(t)$  — уровень (объем) текущих знаний (в академических часах),  $k$  — коэффициент забывания, который показывает, какую часть от текущих знаний  $Z$  обучаемый забывает в среднем за сутки;  $u_0$  — программное управление, задаваемое в виде заранее запланированной нагрузки, осуществляемой преподавателем,  $k_0$  — коэффициент усвоения новых знаний при обучении с помощью преподавателя;  $u_1$  — управление процессом повторения посредством контрольных и самостоятельных работ после обучения преподавателем,  $u_1$  является управлением с обратной связью,  $k_1$  — коэффициент усвоения для управления  $u_1$ .

Примечание. Все коэффициенты изменяются в пределах от нуля до единицы ( $0 \leq k, k_0, k_1 \leq 1$ ) и определяются с помощью специально разработанных тестов.

Решение уравнения (1) представляется функцией

$$Z = Z_0 e^{-\int k dt} + e^{-\int k dt} \int (k_0 u_0(t) + k_1 u_1(t)) e^{\int k dt} dt, \quad (2)$$

где  $Z_0$  — начальный объем знаний при  $t = t_0$ .

Задача оптимального управления обучением сводится к совместной задаче расчета двух видов оптимального управления: оптимального программного управления  $u_0^*$  для обучения с помощью преподавателя и оптимального управления с обратной связью  $u_1^*$  после обучения с помощью преподавателя. Однако при реальном учебном процессе программное

управление  $u_0$  заранее задано и является дискретным. Поэтому задача оптимального управления сводится к нахождению оптимального управления с обратной связью  $u_1^* = u_1^*(t, Z(t))$  и решается следующим образом [2, с. 374]:

$$u_1^*(t_j) = \begin{cases} 0 & , Z(t_{j-1}) > Z^0(t_{j-1}), \\ Y_i(t_j) & , Z(t_{j-1}) \leq Z^0(t_{j-1}) \end{cases}, \quad j = 1, 2 \dots T, \quad (3)$$

где  $Y_i$  — объем знаний, повторяемый в момент времени  $t_j$ .

Общий объем повторенного материала определяется формулой

$$Y = \sum_{i=1}^M Y_i, \quad Y \in X,$$

где  $M$  — число контрольных и самостоятельных работ на повторение пройденного материала.

Оптимальная траектория рассчитывается по формуле

$$Z^*(u_1^*, t) = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int (k_0 u_0(t) + k_1 u_1^*(t)) e^{kt} dt. \quad (4)$$

Применение метода, изложенного выше, позволит оптимально управлять учебным процессом и повысить качество обучения в вузе.

### Литература

1. Лагоша, Б.А. Оптимальное управление в экономике: теория и приложения / Б.А. Лагоша. — М.: Финансы и статистика, 2008.
2. Седун, А.М. Математические методы оптимального управления обучением / А.М. Седун, С.Я. Жукович // Науч. тр. Белорус. гос. экон. ун-та; редкол.: В.Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2010. — С. 369–376.

**А.В. Кивеец, аспирант**  
**В.Я. Асанович, д-р хим. наук, профессор**  
**БГЭУ (Минск)**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ХАОТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫНКА

Одним из критериев хаотичности поведения экономической системы является ее существенная чувствительность к начальным условиям, количественной мерой которой выступает старший показатель Ляпунова. Данный показатель характеризует степень экспоненциального расхождения соседних траекторий. Наиболее распространенным методом расчета показателей Ляпунова является алгоритм Бенеттина [1], который подразумевает многократный перерасчет параметра Ляпунова  $\lambda$  посредством применения расчетов к различным точкам возмущения. Нами рас-