МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

К.ф-м. н. В.П. Савчук, И.Н. Глушко

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
sawavp@ukr.net

В современных экономических системах существует большое число взаимосвязанных бизнес-процессов, связи между которыми на микро-уровне сложно аналитически оценить и выразить в виде числовых характеристик. В тоже время на макро-уровне можно обеспечить с достаточно высокой точностью мониторинг результатов этих процессов. Поэтому актуальной является задача управления бизнес-процессами (например, с помощью распределения инвестиций, ресурсов и других рыночных механизмов) по результатам мониторинга в условиях неопределенности их взаимосвязей.

Выразим связь между эконометрическими переменными, характеризующими бизнес-процессы, в виде следующего соотношения

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}\,Ч\,\mathbf{x} + \varepsilon, \qquad (1)$$

где $\mathbf{y}$ – вектор эндогенных переменных, значения которых формируются внутри экономической системы и поддаются мониторингу; $\mathbf{x}$ - вектор экзогенных переменных, значения которых задаются автономно; $\mathbf{A}$ - матрица, характеризующая взаимосвязь эконометрических переменных; элементы матрицы ненаблюдаемые; ε - вектор, характеризующий влияние неучтенных факторов.

Сформулируем следующую задачу. Построить такой вектор $\mathbf{x}$, чтобы

$$\left\| \tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{y} \right\| \to \min, \qquad (2)$$

где $\left\| \mathbf{v} \right\|$ – норма вектора $\mathbf{v}$; $\tilde{\mathbf{y}}$ - планируемое значение вектора $\mathbf{y}$.

В докладе рассмотрен алгоритм решения поставленной задачи, основанный на рекуррентном применении метода наименьших квадратов [1]. После выполнения T итераций искомый вектор управления $\mathbf{x}$ определяется как

$$\mathbf{x} = \mathbf{B}^{-1}\mathbf{Чy}, \qquad (3)$$

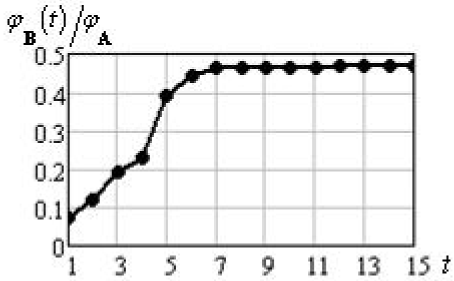
где $\mathbf{B}$ – построенная матрица, идентифицирующая неизвестную матрицу $\mathbf{A}$.

Моделирование осуществлялось для сильной и слабой связи бизнес-процессов. В первом случае матрица связи не имела диагонального преобладания, т.е. все бизнес-процессы имеют сильную взаимосвязь. Во втором случае либо недиагональные элементы матрицы были меньше элементов на диагонали, либо матрица была существенно разреженной, т.е. только часть бизнес-процессов взаимосвязана. Показано, что в обоих случаях управление достигается – определяется вектор $\mathbf{x}$, удовлетворяющий соотношению (1) при условии (2). Процесс идентификации матрицы взаимосвязи носит более сложный характер. В случае сильной связи матрица $\mathbf{B}$ практически совпадает с $\mathbf{A}$ после числа итераций, равных размерности вектора $\mathbf{x}$. При слабой связи указанные матрицы не совпадают не зависимо от числа итераций, а их разность равна сингулярной матрице, ортогональной к вектору $\mathbf{x}$. В то же время число итераций, необходимое для выполнения условия (2), намного меньше размерности вектора $\mathbf{x}$.

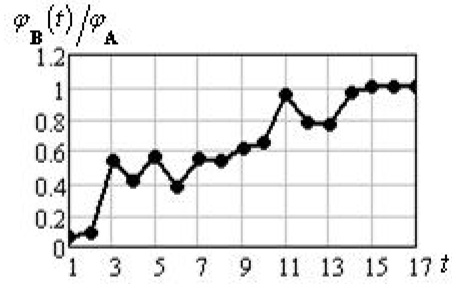
В качестве числового критерия связи характера идентификации и скорости сходимости управления предложена энтропийная сложность φ матрицы $\mathbf{A}$:

$$\varphi_{\mathbf{A}} = \frac{N}{2}\log\frac{M(\mathbf{s})}{G(\mathbf{s})}, \qquad (4)$$

где N – порядок матрицы $\mathbf{A}$; $\mathbf{s}$ – вектор сингулярных чисел матрицы $\mathbf{A}$;



Слабая взаимосвязь



Сильная взаимосвязь

M, G – арифметическое и геометрическое среднее элементов вектора $\mathbf{s}$. На рисунке показаны характерные зависимости $\varphi_{\mathbf{B}}(t)/\varphi_{\mathbf{A}}$ для размерности $N = 15$.

ИСПОЛЬЗОВАНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Глушко И.Н. Управление инвестициями по результатам мониторинга взаимодействующих финансовых процессов. //Труды Одес. полит.-го ун-та. — Одесса, 2004. — Спец. выпуск: в 3-х т. — Т.1. — С. 168-174.