

ОЦЕНКА СИСТЕМНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.А. Андрюхина, А.И. Андрюхин

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

В работе предлагается оценка системных характеристик модели, основанная на расширении области приемлемых для интерпретации решений, которые получены на основании качественных предположений.

Введение. Перенос известных в естествознании математических моделей на социально-экономические, демографические, политические и другие системы является сложным и неоднозначным процессом. В научных дисциплинах, исследующих эти явления, используются качественные категории [1-4]. Использование количественных характеристик либо в принципе нереализуемо, либо требует обработки такого большого объема информации, которую невозможно обеспечить в полной мере. Поэтому используемые математические модели должны быть адекватными этим особенностям.

Общая постановка задачи и основные решаемые вопросы. При построении модели мы базируемся на принципах и примерах, рассматриваемых в [1,3-4]. Многие системы различной природы (физические, технические, социальные, экономические, политические) моделируются с помощью следующей математической модели

$$\dot{X}_j(t) = K_j(X)X_j(t), j = 1, \dots, n$$

При различных типах зависимости $K(X)$ имеем известные в нелинейной динамике системные модели Ферхольста, Мальтуса, Вайдлиха и др[1,2-4,6]. В данной работе мы используем простейшую модель

$$K_j(X) = \sum_1^n A_{jt} X_t(t)$$

Здесь A_i рассматриваются как некоторые постоянные, которые определяют силу взаимодействия между переменными модели. Будем описывать взаимодействия макропеременных $X_i(t)$, как кооперативные или антагонистические, согласно Вайдлиху[4].

Основные вопросы, решаемые нами, при использовании качественной модели:

- а) оценка решений (стабильность, оценка роста),
- б) определение устойчивости и чувствительности модели к изменениям параметров модели,
- в) простота соотнесения параметров и переменных модели с данными статистических наблюдений.

Применение модели в предметной области. Рассмотрим актуальную проблему коррупции в человеческом обществе, в анализе которой известны различные подходы, такие как модель С. Роз-Аккерман [7], модели коррупции с иерархической структурой[8,9], модели коррупции в налоговых органах[10] и др. Используем для анализа коррупции выбранную математическую модель в следующей конкретной форме. Считаем, что модель системы представлена следующей системой дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \dot{K}(t) &= (a_{11}K + a_{12}M + a_{13}T + a_{14}Q + a_{15}E - K_0)K \\ \dot{M}(t) &= (a_{21}K + a_{22}M + a_{23}T + a_{24}Q + a_{25}E)M \\ \dot{T}(t) &= (a_{31}K + a_{32}M + a_{33}T + a_{34}Q + a_{35}E)T \\ \dot{Q}(t) &= (a_{41}K + a_{42}M + a_{43}T + a_{44}Q + a_{45}E)Q \\ \dot{E}(t) &= (a_{51}K + a_{52}M + a_{53}T + a_{54}Q + a_{55}E)E \end{aligned}$$

Здесь $E(t)$ -уровень эффективности использования технического потенциала производства, $K(t)$ -уровень коррупции в обществе, $Q(t)$ -образовательный уровень в обществе, $M(t)$ -уровень материального достатка в обществе, $T(t)$ -показатель технологического развития общества. Через K_0 обозначен уровень противодействия государства коррупции. Значения коэффициентов a_{ij} в модели должны удовлетворять :

- 1) оценкам взаимовлияния макропеременных согласно статистическим данным и известной прагматичекой классификации Вайдлиха,
- 2) требованию положительности наших пяти переменных в точках покоя т.е. $K_j(X) = 0, j = 1, n$,
- 3) требованию устойчивости точки покоя для соответствующей линеаризованной системы по первому приближению (если мы используем его).

Расчет и интерпретация результатов. Вышеуказанные требования к значениям коэффициентов a_{ij} , мы можем обеспечить, используя параметрический поиск, при котором число параметров ограничивалось для простоты визуализации найденных решений 2 или 3.

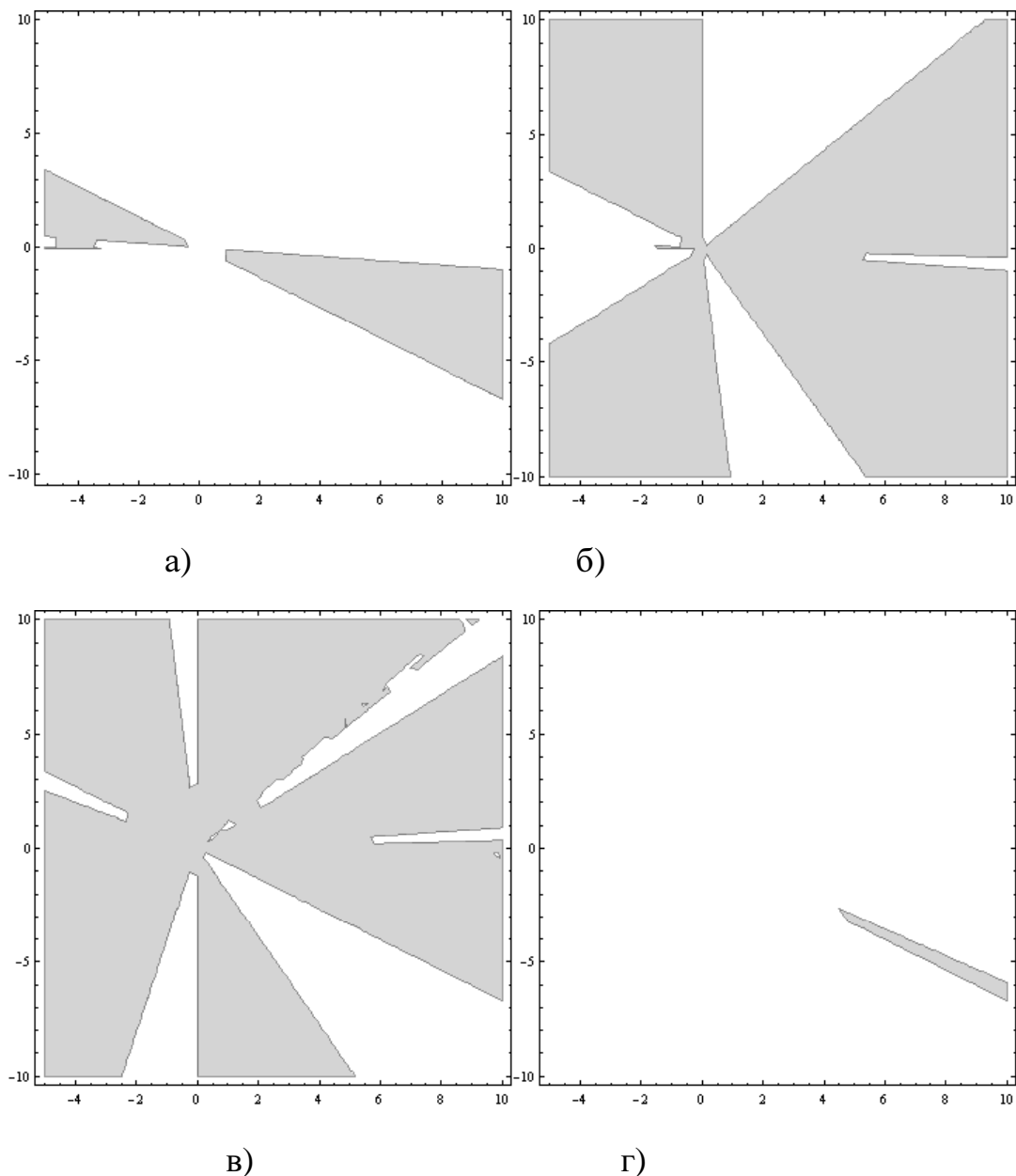


Рис 1. Найденные области системных характеристик при параметрическом поиске

Для случая двухпараметрического поиска на рис.1а, представлена область параметров поиска, при которых имеем положительные значения макропеременных модели в точках покоя системы, на рис.1б и рис.1в значения параметров поиска, при которых имеем положительные значения макропеременных $K(t)$, $M(t)$ в **устойчивых** точках покоя системы соответственно. Пересечение всех аналогичных пяти областей дает нам параметрическую область для всех переменных модели, где они имеют положительные значения в **устойчивых** точках покоя системы.

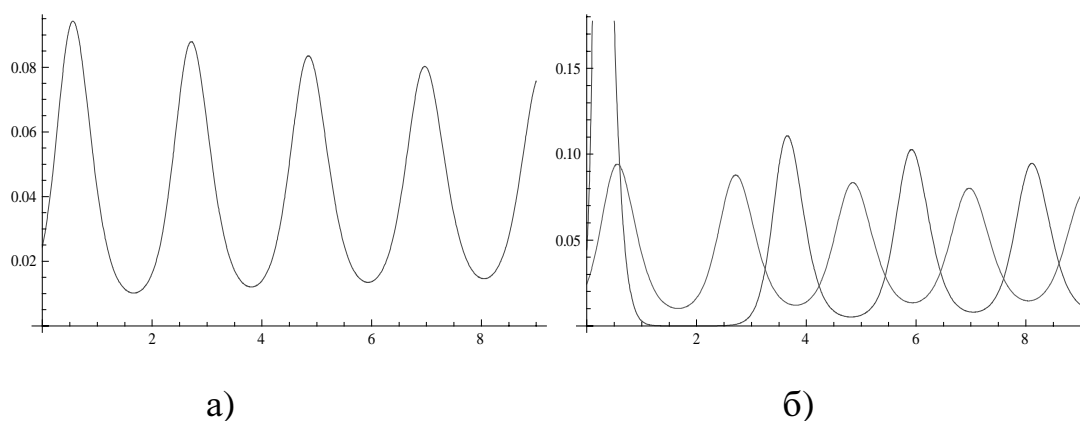


Рис.2.Осциллирующие значения коррупции $K(t)$.

На рис.2а представлены значения коррупции $K(t)$ в окрестности устойчивой точки покоя, на рис.2б представлено это же решение с решением той же системы при других начальных условиях.

Заключение и перспективы дальнейших исследований. Значительное поле для дальнейших исследований представляют использование нелинейных функций $K_j(X)$, введения новых макропеременных, и использование структурного разбиения человеческого общества на подсистемы, аналогичного разбиения Парсонса [6].

Литература

1. Дж.Николис.Динамика иерархических систем: Эволюционное представление.- М.:Мир, 1990.
- 2.Данилов Ю.А.Лекции по нелинейной динамике.Элементарное введение.- М.: КомКнига, 2006.
- 3.Михайлов А.П.Моделирование системы «власть-общество».-М.: Физматлит, 2006.
- 4.Вайдлих В.Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках. Едиториал УРСС,2005, с. 480
- 5.International handbook on the economics of corruption / edited by Susan Rose-Ackerman. Edward Elgar Publishing, Inc.-2006 .
- 6.Парсонс Т. Система современных обществ/Пер, с англ. Л.А. Седова и А.Д. Ковалева. Под ред. М.С. Ковалевой. — М.: Аспект Пресс, 1998.-270с.
- 7.Rose-Ackerman S. The Economics of Corruption//J. of Political Economy. 1975. № 4.
8. Kofman F Lawarree J. Collusion in Hierarchical Agency//Econometrica. 1993. V. 61.
9. Вес М. Corruption and Supervision Costs in Hierarchies // J. of Comparative Economics. 1996. -№ 22.
10. Chander P., Wilde L, Corruption in Tax Administration // J. of Political Economy. 1992, № 49.

Получено 29.05.2009.