



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С
КОНКУРЕНТНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Альрефан В. А., Наумейко И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Различные модели взаимодействия и конкуренции систем, линейные и нелинейные восходят к классическим работам Вито Вольтерра и получили приложение при моделировании экономических и экологических систем [1].

В настоящее время основной проблемой здесь является исследование основных механизмов и условий возникновения неустойчивости и хаоса в системах сосуществования двух или большего числа акторов в замкнутой и открытой системах. В моделях конкретных объектов понятие "актор" конкретизируется как "биологическая популяция", "вид", "предприятие" или "экономика отдельного государства".

Во всех рассматриваемых системах и их математических моделях, независимо от предметной области и физического смысла объектов, их общими свойствами являются:

1. Связность (наличие попарных или более сложных взаимодействий акторов, которые могут иметь характер как положительных, так и отрицательных обратных связей);
2. Гладкость (позволяет использовать для описания модели системы дифференциальных уравнений);
3. Замкнутость (одно из основных свойств системы, которое обычно обеспечивается путем создания подсистемы «окружающая среда»);
4. Нелинейность, определяющая сложную динамику систем даже для небольшого количества акторов (линеаризация – решение систем в вариациях — позволяет лишь немного упростить ситуацию) [2].

Модели динамических систем, которые не имеют времени задержки, как правило, состоят из уравнения или системы обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных. В данной работе рассмотрены некоторые отдельные математические уравнения и системы, представляющие динамику в экономике и экологии популяций. Основное внимание здесь сосредоточено на изучении локальной и глобальной асимптотической устойчивости позитивных ограниченных решений и бифуркаций положений равновесия. Динамика модели определяется аналитически и численно.

Объект исследования: процессы сосуществования и конкуренции подсистем в экологических и экономических системах, как замкнутых, так и с внешним воздействием.

Предмет исследования: многомерные нелинейные модели конкуренции типа Вольтерра, в том числе, с возмущенной правой частью периодического типа.

Методы исследования: аналитические и численные методы исследования динамических систем и анализа их устойчивости.



Секция 4. Информационные системы и технологии в экономике

Рассматриваемая в работе проблема описывается следующим деревом задач:



Основные научные результаты исследований

1. Сравнение решений для линейной модели Кейнса показало [3], что дискретизация правомерна и не является причиной хаотического поведения системы. Из фазовых портретов ясно, что притягивающее множество ограничено, и траектории на нем бесконечны, не являясь ни точками, ни циклами, т.е. выполнен основной критерий „странности” аттрактора. Похожие явления наблюдались и в 4-х мерной модели взаимодействия двух акторов.

2. На базе модели Лотки-Вольтерра разработана математическая модель "производитель-посредник", описывающая конкурентные отношения между субъектами-акторами экономического рынка. Разработана модификация модели, включающая дополнительного производителя.

3. Для третьего класса рассматриваемых систем – с синусоидальным возмущением, было подтверждено выдвинутое предположение о бифуркации при совпадении или близости периодов этих движений.

1. Занг В.Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. – М.: Мир, 1999. – 335с.

2. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. / Введение в нелинейную динамику. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 256с.

3. AlRefai W.A. Mathematical model of chaos, caused by international trade / Технологический аудит и резервы производства, Том 5, № 4(13) 2013. – С. 6-7.