

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ

Лебедева И.В.

Ставропольский технологический институт сервиса, Ставрополь, Россия

Эволюция сложных экономических систем, являющихся, как правило, нелинейными, представляется как длительный эволюционный переход от одного неустойчивого состояния к другому с возможным переходом к режиму динамического хаоса, называемому катастрофой или кризисом. Новые сложно организованные экономические системы возникают как результат самоорганизации из хаотических состояний. В таких самоорганизующихся системах обнаруживаются эволюционные процессы, приводящие к еще большему разнообразию и усложнению структур. Концепции нелинейности и бифуркаций дают возможность корректно исследовать такие системы и использовать динамические ряды параметров порядка для построения динамических моделей в виде нелинейных дифференциальных уравнений.

Сложным экономическим системам присуще как регулярное, так и нерегулярное хаотическое поведение вблизи критических точек, генерируемое их нелинейным характером. Регулярным поведением систем, под которым, как правило, понимают детерминированное поведение (русла), описываемое дифференциальными или разностными уравнениями, позволяющими рассчитывать динамику систем на основе известных начальных условий.

Хаотическое поведение экономических систем можно обнаружить в моделях, являющихся простыми дифференциальными уравнениями, из чего следует, что хаос может иметь детерминированную природу. Следовательно, хаос генерируется именно нелинейным характером системы. В теории катастроф известны сценарии перехода нелинейных систем к хаосу. Задача исследования неравновесия экономических систем, включая кризисные, критические состояния состоит в построении математических моделей на основе динамических рядов важнейших экономических параметров и определении типов возможных катастроф [1].

Задача оценки параметров нелинейной математической модели динамической системы по временному ряду является не корректной. Данная проблема характерна для задач численного дифференцирования. Добавление сколь угодно малого шума радикально меняет динамику на бесконечно малых масштабах. В предложенном нами методе восстановления параметров дифференциальных уравнений нелинейной динамики по временным рядам, трактуемым как дискретные отображения Пуанкаре, вычисляются «коэффициенты» нелинейных уравнений. Полагаем, что можно выделить класс систем, для которых эта задача будет корректной при условии выполнения ряда ограничений на уровень шума (он должен быть достаточно малым) и длину временного ряда (он должен быть достаточно длинным, но не бесконечным). Такие системы существуют, как показывают примеры маломодовых динамических систем с

хаотическим поведением, для которых характеристики измеримы с хорошей точностью по конечному временному ряду [1].

Задача отбора нелинейной математической модели при эволюционном развитии (русла) представляет значительные математические трудности и может быть решена лишь с помощью программного комплекса, анализирующего наилучшее совпадение получаемых моделей с существующими динамическими рядами. На первом этапе динамический ряд анализируется на стационарность по выборочным дисперсиям вдоль ряда. При наличии значительных девиаций дисперсии, так как исследуемый ряд нестационарен, поведение динамической системы описывается нелинейным дифференциальным уравнением. Программный комплекс проводит обработку ряда для нахождения коэффициентов простейших нелинейных дифференциальных уравнений, выбираемых как пробные математические модели системы. В качестве моделей берётся известный ряд теории катастроф. Созданная программа находит коэффициенты соответствующих уравнений как решения систем нормальных уравнений, полученных на основе метода наименьших квадратов. После этого программа вычисляет ошибку аппроксимации для каждой модели, чтобы определить модель с наименьшей ошибкой. Предполагается инерционность поведения экономической системы, что позволяет по типу нелинейного уравнения определить гамильтониан катастрофы.

При входе системы в область критической точки или точки бифуркаций тип катастрофы определяет наличие скачков или плавной бифуркации параметров, а также интенсивность их флуктуаций. Уровень интенсивности критических флуктуаций определяется вторым моментом параметров и характеризует степень рисков при оценке принятия решений по оценке поведения экономических систем до входа их в хаотическое состояние. В области хаотической динамики (фаза кризиса) разброс возможных сценариев поведения определяется расстоянием между крайними траекториями из 2^n траекторий, где n – число бифуркаций произошедших с системой. Глубина прогноза по времени в модели хаотических систем определяется скоростью роста информационной энтропии в системе и равна обратному значению наибольшего показателя Ляпунова [1].

Управление экономической системой после отбора оптимальной модели заключается в отборе «правильной» траектории эволюционного развития с определённым из модельного уравнения гамильтонианом катастроф. Управление может осуществляться через зависимость «коэффициентов» нелинейного уравнения от макроэкономических параметров экономической системы.

1. Лебедев В.И., Смыкова Н.В., Лебедева И.В. Моделирование динамических систем на основе временных рядов. Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2005.–42с.

