

Егоренков Н.И., доктор химических наук, профессор,

(Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого);

Стародубцева М.Н., кандидат биологических наук, доцент,

(Гомельский государственный медицинский университет);

Казакова Е.Н. (ЗАО «Гомельэнергосервис»)

В социально-экономических науках эксперимент либо невозможен, либо очень дорог и поэтому он заменяется моделированием. Разработка моделей, описание их функционирования и сопоставление полученных результатов с опытом является основой прогресса социально-экономических наук.

Общие подходы к моделированию.

Можно построить материальные (вещественные и энергетические, например, электрические) и математические модели социально-экономических систем (СЭС). В соответствии с основными видами движения материи аналоговые модели могут быть механическими, физическими, химическими, биологическими и экономическими. Самой простой является механическая модель. Она описывает движение отдельных объектов без изменения их природы под воздействием внешних сил, физическая – аналогичное, но кооперативное движение, химическая – движение с изменением природы объектов, биологическая – движение объектов, обусловленное внешними и внутренними причинами, экономическая – движение субъектов с изменением их природы и сознательного изменения ими окружающей среды.

Нами разработаны аналоговые динамические модели (ДС) товарно-денежного хозяйства (ТДХ). Например, молекулярная модель, позволяющая использовать при описании экономических явлений известные законы физики.

В физике существует три иерархических по сложности и приближению к реальной действительности уровня описания ДС: термодинамический (макроскопический, описывающий стационарные явления), гидродинамический

(макро-мезоскопический, основанный на использовании локальных плотностей массы, энергии и импульса и включающий описание стационарных и нестационарных явлений) и бoльцмановский (макро-мезо-микроскопический, основанный на анализе движений и свойств составляющих систему частиц). Два последних уровня основаны на учете кооперативного, резонансного характера поведения частиц, характеризуют потоки и флуктуации в ДС. Аналогичные понятия и уровни описания определены для СЭС.

Неотъемлемым свойством СЭС является их изменение (движение), а основной интерес для исследователя представляют протекающие в них процессы и обусловленные ими изменения стационарных состояний. Экономические системы, включая ТДХ, и СЭС являются системами с обратной связью, так как в их основе лежит итерация производственных циклов. Процессы в таких системах описываются дифференциальными уравнениями (ДУ): обыкновенными или в частных производных. Наибольший интерес представляет описание процесса развития ДС, то есть движения, результатом которого является необратимое (качественное), направленное и закономерное их изменение. Такой характер движения присущ нелинейным ДС и описывается нелинейными ДУ. Нелинейные системы – это ДС с кооперативным, резонансным поведением, когда результат взаимодействия не является простой суперпозицией, а характеризуется синергизмом. Резонансы в ДС многих частиц обусловлены *взаимодействиями* (потенциальной энергией), *столкновениями*, которые ограничивают движение частиц ДС и порождают поток корреляций (согласованности) в ней. Интегрируемые ДС изоморфны ДС со свободными (невзаимодействующими, независимыми) частицами.

Существующее ТДХ является нелинейной ДС - неинтегрируемой большой системой Пуанкаре. Адекватно описать ТДХ и ответить на вопрос о перспективах его развития способна только модель, основанная на *нелинейной парадигме и диалектической логике*. К сожалению, экономические модели и, соответственно, теории, которые лежат в основе реформ современной экономики, построены на *линейной парадигме* и, соответственно, на

формальной логике. Фактически они описывают поведение экономических систем в рамках одного типа производственных отношений, характеризующего наряду с производительными силами, экономический уклад (способ производства материальных благ). Очевидно, что они описывают ТДХ со свободными товаропроизводителями (совершенная конкуренция). Уравнением состояния таких систем является уравнение Фишера: $pV = MT$ (1), где p – уровень, а V – объем товаров; T – скорость, а M – масса денег в обращении. Именно поэтому экономическая теория оказалась в кризисе и не смогла предложить эффективную модель реформирования советской экономики.

Согласно традиционному подходу к изучению ДУ, сначала в явном виде определяется полное множество решений, а потом анализируются их свойства. Интегрирование осуществляется известными функциями, в квадратурах или приближенными методами (например, методом итераций). Для нелинейных ДУ полный набор решений можно получить не всегда, и такой подход, естественно, является препятствием для понимания изменений в поведении решений и систем уравнений. Во многих случаях достаточен ограниченный объем информации качественного характера, позволяющий выявлять структуру поля решений и многие важные свойства ДС (структурную и динамическую устойчивость, критические состояния и др.). Качественная динамика, основы которой заложены Пуанкаре, получила бурное развитие и, соединившись с дифференциальной топологией, превратилась в топологическую теорию ДС.

Качественная социально-экономическая динамика.

Так как существующее ТДХ является потенциальной системой, то для ее изучения можно использовать элементарную теорию катастроф – топологическую модель, описывающую качественное поведение переменных состояния x динамических систем, точнее изменения состояний равновесия потенциальной функции $V(x, k)$ при изменении управляющих параметров k .

Для реальных систем ($k \leq 4$) при $x=1$ существуют четыре типа элементарных катастроф – качественно различных стационарных состояний с потенциалами: $x^3 + a_1x$ (катастрофа «складка»), $\pm x^4 + a_1x + a_2x^2$ («сборка»),

$x^5 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ («ласточкин хвост»), $\pm x^6 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$ («бабочка»).

Уравнения состояния получают дифференцированием потенциальной функции. Существуют, конечно, системы с потенциальными функциями второй степени и уравнениями состояния первой степени ($ax = b$), однако в этих системах нет качественных (катастрофических) изменений. Это линейные системы, которые как бы замыкают ряд нелинейных систем.

Дифференцируя потенциалы ДС, можно получить последовательный ряд уравнений ее состояния (последовательно усложняющихся моделей), которые

приводятся к виду: $a_1x = a_0(1)$, $(a_2 + \frac{a_0}{x^2})x = a_1(2)$, $(a_3 + \frac{a_1}{x^2} + \frac{a_0}{x^3})x = a_2(3)$,

$(a_4 + \frac{a_2}{x^2} + \frac{a_1}{x^3} + \frac{a_0}{x^4})x = a_3(4)$, $(a_5 + \frac{a_3}{x^2} + \frac{a_2}{x^3} + \frac{a_1}{x^4} + \frac{a_0}{x^5})x = a_4(5)$ и т.д. Применительно к

ТДХ уравнение (1) – это уравнение Фишера: $pV = MT$ (1), если за переменную состояния ТДХ x взять объем продажи товаров V , за коэффициент a_1 – уровень цен товаров, а за постоянную a_0 – доход MT (для анализа зависимостей p от V доход можно считать постоянной величиной). При таком подходе уравнения

(2,3,4,5) можно записать в виде: $(p + \frac{a_0}{V^2})V = MT$ (2), $(p + \frac{a_1}{V^2} + \frac{a_0}{V^3})V = MT$ (3),

$(p + \frac{a_2}{V^2} + \frac{a_1}{V^3} + \frac{a_0}{V^4})V = MT$ (4), $(p + \frac{a_3}{V^2} + \frac{a_2}{V^3} + \frac{a_1}{V^4} + \frac{a_0}{V^5})V = MT$ (5).

Так как уровень монополизации ТДХ можно описать величиной, обратно пропорциональной V , то стоящие в скобках дробные члены – это монопольные надбавки к ценам свободного рынка p . Отсюда следует, что уравнение (1) – это уравнение состояния идеального ТДХ (совершенная конкуренция), а (2-5) – хозяйств с различными уровнями монополизации рынка (несовершенная конкуренция). Таким образом, ТДХ может существовать в нескольких стационарных состояниях, часть из которых являются устойчивыми (фазы), а часть – неустойчивыми (переходными) состояниями. Устойчивые состояния описываются уравнениями (1, 3, 5). Так как монополизация рынков, в конечном счете, связана с монополизацией (укрупнением) средств производства, а известны три принципиально разных вида труда (свободный, наемный и

рабский), соответствующих трем отношениям собственности, то устойчивые состояния) можно идентифицировать с тремя экономическими укладами: свободная рыночная экономика (1), экономика с наемным трудом (2) и рабовладельческая экономика (3). Анализ графических решений уравнений состояния ТДХ (фазовых диаграмм) показывает, что свободная рыночная экономика является основной и завершающей его фазой. Именно она должна являться образцом при выборе путей экономических реформ ТДХ.

Существенный интерес представляет качественное описание ТДХ с использованием итерационных методов, когда описание состояний заменяется процессом приближения к ним, явления – их актуализацией. Так как ресурсы реального ТДХ ограничены, а параметр r изменения дохода y можно принять равным $r(1-y)$, то в простейшем случае ДС описывается уравнением $y_{n+1} = (1+r)y_n - ry_n^2$ (6), где n – число циклов. Анализ показывает, что при $0 < r < 2$, кривая дохода выходит на насыщение (точечный аттрактор). Если $r > 2$, то процесс начинает осциллировать между двумя уровнями с постепенным удвоением периода колебаний (предельный цикл), а при $r = 2,57$ он становится аперiodическим (хаотический странный аттрактор). Если за период итерации брать не один год, а несколько лет (например, 10 или 20 лет), то условие $r > 2$ реализуется при обычных для ТДХ годовых темпах роста дохода. Переходы от регулярности к хаотичности связаны со знаком показателя Ляпунова как функции r (положительные – хаос, отрицательные – регулярность). Эти режимы являются устойчивыми в пределах их диапазонов r и их можно считать устойчивыми состояниями товарно-денежного процесса (фазами потока). Если «хаотичность» соотнести со свободой (непредсказуемостью поведения) товаропроизводителя, то их можно идентифицировать как свободную рыночную экономику (хаотический аттрактор), экономику с наемным трудом (предельный цикл) и рабовладельческую экономику (точечный аттрактор). Непредсказуемость поведения товаропроизводителя, естественно, не означает непредсказуемости поведения ТДХ как системы многих товаропроизводителей.