

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ЭКОНОМИКЕ****А.М. Маценко¹**

В представленной статье проведен краткий анализ основных видов циклических колебаний в экономике. Предложено для теоретического моделирования и прогнозирования циклов использовать экологическую модель «хищник-жертва», которая позволит выходить на равновесно динамические уровни, управляя основными параметрами эколого-экономической системы. Намечается перспектива дальнейшего исследования.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе синергетика продолжает оказывать большое влияние на различные сферы деятельности и вызывает существенный интерес многих ученых. Это одно из самых популярных и перспективных направлений. Известно, что в широкое употребление термин «синергетика» ввел немецкий физик Г.Хакен, назвав так новое направление, объединяющее исследования по теории саморазвития [1]. Синергетический подход позволяет воссоздать целостное представление о мире, компактно изложить общие для природы, человека и общества законы развития. Особое внимание в синергетике уделяется колебаниям и волнам, а также причинам их формирования.

Современная экономика относится к открытым динамическим системам. Она отличается своей непредсказуемостью в результате того, что ее «элементарной частицей» является такое высокоразвитое и сложно предсказуемое существо как человек. Прогнозированием и моделированием экономических процессов последнее время интенсивно занимается физическая экономика [2].

В индустриальную эпоху, которая резко ускорила темпы смены базовых *гомеостазов* (состояний динамического равновесия) экономической системы, технологические циклы в индустриально развитых странах составляли не менее трех-пяти лет. Именно они определяли периодичность коренных трансформаций структур национальных экономик и радикальной смены базовой номенклатуры промышленных предприятий. В остальных странах это происходило и того медленнее [3].

До недавнего времени основной упор человечество делало на поддержание гомеостаза экономических систем и использование соответствующего инструментария механизмов *отрицательной обратной связи*. Информационная эпоха изменяет характер процессов развития экономических систем. Трансформационные процессы смены гомеостаза становятся практически непрерывными, что коренным образом изменяет и задачи человека как участника и основного координатора производственной системы. На первый план выходит его умение принимать решения в практически непрерывном трансформационном процессе, умело используя инструментарий механизмов *положительной обратной связи*. В современных условиях становится очевидным, что экономическая система уже по-разному реагирует (или вынуждена реагировать) на одинаковые факторы внешнего воздействия в разные

¹ Ассистент, Сумский государственный университет.

периоды времени.

Происходит смена основного предмета исследования социальных наук, которые вынуждены переходить от изучения *состояния* систем к исследованию процесса *изменений* состояния. То, что до XX века было уделом историков, а в XX веке – задачей отдельных социологов и экономистов, в наши дни становится рутинной повседневной заботой всего человечества.

В состоянии стабильного равновесия экономические системы, как известно, вообще не могут находиться, а их нормальное состояние – динамическое равновесие. Это положение весьма характерно для трансформационной экономики Украины, которая находится в состоянии «устойчивого неравновесия», а ее динамика соответственно рассматривается как движение от одного неравновесного состояния к другому. Таким образом, теория неравновесных процессов для экономики Украины обретает особую онтологическую и научную значимость.

Переход от одного равновесного состояния к другому никогда не происходит мгновенно. Любой экзогенный шок порождает целую цепочку событий, которая лишь в конечном счете приводит к установлению нового динамического равновесия. Понять, по какому сценарию пойдут события, можно только исследовав ход их развития [4].

Процесс социально-экономического развития представляется сегодня в виде непрерывной цепи изменений. Так же, как и эволюционные процессы живых и неживых структур в природе, он состоит из чередования состояний устойчивости и нестабильности. Но если в природе этот процесс сбалансирован и регулируется самой природой, то для достижения наибольшего эффекта функционирования социально-экономических структур, необходимо обеспечить оптимальное сочетание указанных периодов чередования, т.е. своевременность смены одного состояния другим.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Общее представление о поведении экономики в неравновесных состояниях было заложено трудами А. Маршалла. Позже эта проблема поднималась в работах Дж. Хикса, У. Рикки, Г. Шульца. Некоторые соображения о неравновесных процессах изложены у Г. Касселя, Я. Корнаи, Л. Лакманна, Д. Патинкина, Т. Саржента, Р. Барро, Г. Гроссмана, В. Баумоля, Д. Харриса. Значительный вклад в теорию неравновесных процессов внес П. Самуэльсон, который рассматривал их в рамках своей теории экономической динамики. Он первым сформулировал принцип соответствия выводов статического анализа выводам динамического анализа. Математическое оформление теории неравновесных процессов частично получила в трудах Р. Фриша, Т. Купманса, Н. Калдора, Я. Тинбергена, Дж. Маршака. В рамках неокейнсианского подхода проблемами неравновесия занимались А. Лейонхуфвуд, Р. Клауэр. Отдельное направление объединяет ученых, исследовавших неравновесные процессы в свете монетарной теории: это А. Лернер, У. Феллнер, Г. Сомерс, Дж. Арчибальд, Р. Липси, Д. Патинкин и другие. Вопросы, связанные с общим экономическим равновесием и неравновесием, рассматривали М. Фрадмен, Р. Барро, Г. Гроссманн, Т. Саржент.

Экономический цикл (Economic Cycle), иначе называемый бизнес-цикл (Business Cycle), является естественной формой развития или роста экономики. Важность разработки проблемы управления в условиях неравновесности и адаптации экономической системы к циклическим изменениям обусловлена объективной природой циклов. Недоучет таких изменений экономическими субъектами разных уровней, может периодически приводить к чрезмерным перегрузкам экономической

системы. В свою очередь прогнозирование циклов и разработка методов адаптации к их различным этапам, а также к другим неравновесным процессам позволяют обществу смягчать кризисные явления, проходить через неблагоприятные периоды со значительно меньшими потерями для основных групп людей, предотвращать попадание экономической системы в критические точки с непредсказуемой траекторией развития, опасные для всех элементов системы, чреватые их разрушением и переходом самой системы в регрессивное качественное состояние.

Проблема разнообразия волновых и циклических теорий усугубляется в методологическом плане тем, что существует значительный разброс мнений в трактовке таких понятий, как «волна», «цикл», «период». В специальной литературе появились попытки сравнить и развести эти понятия. Так, А. В. Полетаев и И. М. Савельева в монографии «Циклы Кондратьева и развитие капитализма (опыт междисциплинарного исследования)» высказывают по этому поводу следующее мнение: волны, понимаемые как колебания определенной периодичности, могут быть выделены практически в любом временном ряду (как синусоидальные составляющие), т. е. «волны» являются скорее техническим (статистическим) понятием. Понятие «цикл» имеет не только технический, но прежде всего содержательный смысл. «Циклы, в отличие от волн, характеризуются не столько определенной периодичностью, сколько повторяемостью, однотипностью механизмов, связей, форм проявления» [5].

Различают также трактовку данных понятий в узком и широком смысле. В узком смысле периодическими, циклическими или волновыми процессами называют процессы, период и амплитуда колебаний которых постоянны или варьируются в незначительных пределах. Но многие авторы трактуют эти понятия шире, подразумевая под ними просто чередование этапов взлетов и падений, расцвета и увядания, ускорения и торможения в развитии, т. е. по сути дела в метафорическом значении. Причем чаще всего циклический процесс рассматривается как двухфазный, хотя нередко встречается и разбиение цикла на большее число фаз – от трех до шести.

История развития циклическости свидетельствует, что причиной первых длительных циклов (порядка 8 лет) стал переход от ручного к машинному труду. Еще в 20-х гг. XIX в. наукой были зафиксированы колебательные процессы периодичностью 7-11 лет, в основе которых лежит устойчивая повторяемость кризисов. Эти колебания получили название «торгово-промышленных циклов» (или «циклов Жуглара», по имени их первооткрывателя). В середине XIX в. эти циклы стали рассматриваться в связи с самой природой капиталистического общества, как имманентная характеристика его развития. Тогда же возникла догадка о наличии более долговременных колебаний в экономике. Эмпирически это зафиксировал Х. Кларк, а К. Маркс вписал гипотезу в более широкий контекст теории колебательного процесса капиталистического воспроизводства. Им были исследованы короткие циклы капитализма, завершающиеся периодическими кризисами перепроизводства. При капитализме отдельные производители стремятся к бесконечному расширению производства, в расчете продать свой товар на рынке, который кажется им также безграничным. Стремительное развитие производительных сил промышленности и рост производительности труда обещают потенциально беспредельное расширение. Радужные перспективы «прогресса» обычно рисуются общественным сознанием именно в качестве продолжения этой тенденции. Но рынок на деле оказывается не безграничным, и в итоге не на все произведенные товары находится платежеспособный покупатель. Это истина, которую Маркс вывел за несколько десятков лет до того, как

она, благодаря Кейнсу, получила право гражданства в буржуазной политической экономии.

В конце XIX – начале XX вв. идею долговременных (продолжительностью около 50 лет) колебаний в динамике отдельных экономических показателей рассматривали в английской науке – С. Джевонс, Р. Макдональд, Т. Уильяме, в России – М.И. Туган-Барановский, Парвус (А. Гельфанд), во Франции – Ж. Лескюр, А. Афталъон, М. Ленуар, а также немецкий экономист-социалист К. Каутский и итальянский социолог В. Парето. Наиболее существенным достижением этого периода стали работы голландского экономиста Я. Ван Гельдерена (псевдоним – Я. Феддер) и его продолжателя С. де Вольфа, которые включили в орбиту данной проблемы целый ряд различных экономических параметров в их совокупности и показали, что длинные циклы охватывают все стороны воспроизводственного процесса, представляя собой вполне самостоятельное интегральное экономическое явление.

И все же мировая наука связывает теорию длинных волн (с периодом 48-55 лет) с именем советского экономиста-статистика Н.Д. Кондратьева, исследовавшего в 1920-е годы фактический материал о рыночной конъюнктуре за два столетия. Именно в его работах теория длинных волн обрела черты целостного учения. Изучив динамику цен на мировых рынках за этот период, он пришел к выводу, что кроме «коротких» циклов, описанных Марксом, существуют еще и «длинные» циклы капиталистического производства. Если короткие циклы длятся 7-11 лет, то длинные включают в себя около пяти коротких и продолжаются 40-60 лет.

Сам длинный цикл делится на «повышающуюся» А-фазу и «понижающуюся» Б-фазу. В А-фазе кризисы оказываются более разрушительными, чаще происходят войны, социальные потрясения. Б-фаза, напротив, более спокойна. Самые сильные кризисы приходятся на переломные моменты – переходы от А-фазы к Б-фазе и от одного большого цикла к другому. В эти моменты чаще всего начинаются большие войны и поднимаются революционные волны, захлестывающие целые континенты.

Н.Д. Кондратьев впервые соединил в своей объяснительной модели и внутренне увязал все элементы цикла – фазы спада, подъема и периодов перехода между ними. Впервые он «нанизал» на экономические процессы (в разных стадиях цикла) различные социальные, политические феномены, вплотную подойдя к созданию теории колебательных процессов как *общесоциологической эволюционной закономерности* [5].

Таким образом, теоретическую и методологическую базу экономической динамики в аспекте циклического развития социально-экономических систем разработали Дж.М. Кейнс, Н.Д. Кондратьев, К. Маркс, П. Сорокин, Й. Шумпетер.

В зарубежной литературе проблема циклического развития социально-экономических систем разработана достаточно широко. За рубежом этой проблемой с разной степенью широты охвата и увязкой с теорией и практикой управления занимались и занимаются: В. Вайдлих, Т. Вашко, Я. Виницкий, Д. Гленн, Б. Икис, Дж. М. Кейнс, А. Клайнкнехт, Д. Кларк, В. Крелле, С. Кузнец, В. Леонтьев, П. Маляска, Ц. Маркетти, Г. Менш, У. Митчел, У. Ростои, Б. Санто, П. Сорокин, В. Тарасевич, Р. Хатчингс, П. Хейне, А. Шлезингер-младший, М. Элман и другие ученые. В их работах с разных точек зрения анализируются вопросы динамики социально-экономических систем, возникновения и развития циклических процессов, механизм

формирования точек перегиба волн, периодичность колебаний, их иерархия, приводятся различные экономические подходы и модели.

О КЛАССИФИКАЦИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

По длительности периода циклические колебания могут быть определены как краткосрочные – около 3-5 лет; среднесрочные – около 7-11 лет; долгосрочные – 20-60 лет; вековые – 100-200 лет; тысячелетние – 1000 и более лет. Кроме того, могут быть выделены сезонные колебания, которые сами по себе не несут кризисных явлений в экономике; также велика степень вероятности наличия в будущем "супер-колебаний" с более продолжительными периодами [6].

С точки зрения расположения элементов в структуре экономической системы и имманентности циклической динамики в определенной системе или отсутствия таковой циклы подразделяются на эндогенные (генерируются самой системой) и экзогенные (вызванные причинами внешнего характера по отношению к системе). Возможны смешанные эндоэкзогенные циклы, при которых внешняя (например, космического происхождения) причина ускоряет момент наступления цикла, или, входя в резонанс, увеличивает размах амплитуды от траектории эволюционного тренда.

В зависимости от степени отклонения от траектории равновесия циклы подразделяются на колебания с малой амплитудой (ниже обычной), средней (обычной для данного периода), большой (выше обычного).

В зависимости от масштабов и уровня иерархии экономических систем кризисы подразделяются на кризисы первого порядка (местные кризисы, кризисы предприятий и их групп), второго порядка (отраслевые и региональные кризисы), третьего порядка (национальные и групп стран), глобальные, или мировые кризисы.

По сфере, подверженной кризису хозяйственной деятельности, кризисы подразделяются на общехозяйственные, научно-технические (технологические), промышленные, сельскохозяйственные, финансовые, инвестиционные.

Вследствие того что не все кризисы имеют циклическую природу, выделяют: объективные (закономерные циклические кризисы), а также флуктуационные, или случайные, причем случайные кризисы могут иметь субъективную природу.

Основными параметрами цикличности являются период, характеризующий повторяемость формирующих ее элементов и измеряемый единицами длины при ее пространственном проявлении и единицами времени при временном ее проявлении, а также амплитуда и фаза. Амплитуда служит интегральной мерой числа различных состояний экономической системы или мерой ее определенных социально-экономических параметров. Фаза характеризует пространственную или временную отдаленность текущего этапа развития циклического процесса от начала его возникновения и измеряется в долях главного параметра цикличности – периода.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

На сегодняшний день, как показал обзор литературных источников, существует множество подходов к причинам и описанию экономических циклов. Большинство моделей отличаются своеобразной сложностью моделирования, иногда необоснованностью, стохастичностью и неадекватностью предположений. Не разработаны модели, которые учитывают экологическую составляющую.

Предложенная статья посвящена развитию простейшей экологической модели А.Лотки типа «хищник-жертва».

Альфреда Лотки можно считать нашим соотечественником, поскольку родился он в 1880 г. во Львове, который тогда находился на территории Австро-Венгрии и именовался Лембергом. Учился Лотки в Германии и во Франции, а степень бакалавра в области физики и химии получил в Англии. С дипломом бакалавра он для продолжения своего образования приезжает в 1901 г. в Лейпциг. В своей книге, вышедшей в 1925 г. «Элементы физической биологии» А.Лотки впервые предложил математические модели роста популяций. С помощью разработанных им моделей можно было определить равновесные уровни популяций, учитывая их взаимодействие и конкуренцию. Не существует ни одной популяции, численность которой не испытывала бы изменений, поэтому модель «хищник-жертва» очень широко применяется последние десятилетия в экологии.

Развитие экологической модели А.Лотки в экономике позволит комплексно оценить динамику экономических процессов, выйти на равновесные уровни исследуемых конкурирующих систем и теоретически спрогнозировать и управлять поведением основных параметров модели.

Модель Лотки-Вольтерры хорошо иллюстрирует смену состояний эколого-экономической системы при изменении ее управляющих параметров [7].

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДЕЛИ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» В ЭКОНОМИКЕ

Развивая синергетическую модель «хищник-жертва» в экономическом аспекте, в основу можно положить наблюдение, свидетельствующее о том, что получение доходов и осуществление расходов не совпадают во времени. Тогда нелинейная цикличность будет вызвана простейшими психологическими мотивами поведения людей, которые заключаются в принятии взвешенных управленческих решений, оценивании влияния внешних факторов и оптимальном управлении существующим состоянием системы.

При исследовании динамического изменения капитала эколого-экономической системы разработанная модель может учитывать:

x – удельные доходы на единицу капитала;

y – удельные расходы на единицу капитала;

$\gamma_1 x$ – увеличение скорости роста удельных доходов, зависящее от источника доходов; γ_1 – коэффициент «монопольности». Чем выгоднее положение подсистемы, тем больше γ_1 .

$\gamma_2 xy$ – снижение скорости роста удельных доходов из-за связи с дополнительными расходами. Обеспечивает отрицательную обратную связь;

αx^2 – снижение скорости роста удельных доходов, связанное с «конкуренцией» за ресурсы (трудовые, природные, информационные и т.д.), где α – коэффициент доступности ресурсов;

βy – снижение скорости роста удельных расходов, не связанных с доходами (обеспечивается отрицательной обратной связью);

$\gamma_3 xy$ – прирост удельных расходов в подсистемах, обеспеченных доходами.

Таким образом, приходим к системе двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \gamma_1 x - \gamma_2 xy - \alpha x^2 \\ \frac{dy}{dt} = -\beta y + \gamma_3 xy \end{cases} \quad (1)$$

Численным решением системы дифференциальных уравнений (1) может быть как замкнутая фазовая траектория [8] при отсутствии конкуренции за ресурсы, так и спираль в виде аттрактора. Важно заметить, что как раз спираль «разрывает» замкнутый круг Парето, когда поток ресурсов будет распределен так, что любое последующее их перераспределение уже не сможет улучшить благосостояние одного человека, не ухудшив благосостояния другого человека. Таким образом, решение системы уравнений даст возможность приблизиться к динамическому равновесию системы, преодолевая принцип Парето. На практике это можно осуществить, к примеру, совершенствуя технологические достижения [9]:

$$W = P \cdot T^n, \quad (2)$$

где W – богатство;

P – естественные ресурсы;

T – технология;

n – степень влияния технических достижений на них самих.

Использование предложенной модели позволит описывать циклы, вызванные различными причинами.

Причинами цикла могут быть как слабые, так и сильные воздействия на систему. При слабом воздействии возникает «равновесный» цикл, при сильном – «неравновесный». Под «неравновесным» циклом будем понимать цикл с большим отклонением амплитуды параметров системы от равновесного состояния, соответственно «равновесному» циклу будут соответствовать небольшие отклонения амплитуды с более равномерными по времени фазами. Соответственно при «неравновесном» цикле энтропия будет гораздо больше, чем при «равновесном». Исследуемая модель будет описывать развитие обеих видов цикла во времени.

К факторам, влияющим на цикличность развития экономики, можно отнести следующие [10]:

- 1) большие инвестиционные вложения в первоначально многообещающие направления или отрасли, но в последствии имеющие ограниченную отдачу капитала;
- 2) неадекватная экономическая политика государства, ее прямое или косвенное воздействие на производство, спрос и потребление;
- 3) войны, революции и другие политические потрясения;
- 4) качественная перестройка системы в результате изменения производительных сил. Смещаются параметры равновесия и начинается цикл перехода к новому положению равновесия;
- 5) открытия крупных месторождений нефти, золота, урана и т. п.;
- 6) освоение новых территорий и связанная с этим миграция населения;
- 7) мощные прорывы в технологии, изобретения и инновации, позволяющие коренным образом изменить структуру общественного производства. Парадоксально, но зачастую первоначальные успехи приводят к последующим срывам и спадам экономики. Это происходит в результате неправильной оценки реальных пределов выгод от новых технологий, что приводит от подъема к спаду;
- 8) катастрофы, стихийные бедствия;
- 9) увеличение валютных резервов в результате благоприятной внешнеторговой конъюнктуры.

С одной стороны, модель носит обобщенный характер, не учитывая многих тонкостей, ввиду феноменологического описания, но с другой – она отличается своей универсальностью и в той или иной степени применимостью для разнообразных нелинейных процессов, которые вынуждают людей манипулировать простейшими приемами для

формирования оптимального алгоритма поведения. Такая модель позволит:

- сгенерировать экономический цикл;
- учесть конкуренцию вложений, приводящую к затуханию колебаний коэффициента прибыльности и его росту;
- показать, каким образом влияют рассматриваемые коэффициенты на длительность цикла, на коэффициенты прибыльности, расходности и т.д.;
- смоделировать системы как на макро-, так и микроуровнях;
- увидеть движение капитала во времени;
- спрогнозировать величину затрат и получение прибыли;
- принять правильные решения путем манипулирования предложенными коэффициентами в неравновесных состояниях системы;
- смоделировать разнообразные циклы, не зависимо от причин их возникновения;
- оценить время на возвращение системы в состояние равновесия;
- рассмотреть все фазы цикла во времени и т.д.

ВЫВОДЫ

Использование модели «хищник-жертва» для описания развития эколого-экономических систем позволит не только определять равновесные уровни в перспективе, но и, манипулируя управляющими коэффициентами, переводить систему из одного состояния динамического равновесия в другое.

При формировании модели можно учитывать также и эколого-экономические составляющие, влияющие на систему. К примеру, доступность ресурсов или скорость их воспроизводства.

Предложенную модель можно применять в антикризисном управлении, при изучении популистских и спекулятивных экономик, а также при инновационном моделировании.

Дальнейшие исследования предполагают более детальное формирование самой модели и исследование ее поведения.

SUMMARY

In the paper presented a brief analysis of main types of cyclic fluctuations in economy is given. For theoretical simulation and prognostication of cycles it is suggested to use the "predator-victim" model. This model helps to achieve equilibrium dynamic levels, managing main environmental and economic parameters. There is a perspective of further investigation of the problem.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранцев Р.Г. Синергетика в современном естествознании. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 144 с.
2. Ларуш Л. Физическая экономика как патоновская эпистемологическая основа всех отраслей человеческого знания. – М.: Научная книга, 1997.
3. Мельник Л.Г. Экономика развития: Монография. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2006. – 662 с.
4. Дорошенко М.Е. Анализ неравновесных процессов в макроэкономических моделях: Дис... д-ра экон. наук: 08.00.01. – М.: РГБ, 2003.
5. Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: (Синергетика и теория социальной самоорганизации). – СПб.: Издательство «Лань», 1999. – 480 с.
6. Гусаров Ю.В. Управление: динамика неравновесности. – М.: Экономика, 2004. – 382 с.
7. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
8. Томпсон Дж. М. Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 254 с.
9. Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология / Под ред. В.Л. Иноземцева. – М.: Academia, 1999. 640 с.
http://www.dvgups.ru/METDOC/EKMEM/ETEOР/EK_TEOR/METHOD/O_EK_TEOR/Krav3.htm – Причины экономических циклов.

Поступила в редакцию 22 декабря 2006 г.