

УДК 50:378.147.88

**САМООРГАНИЗАЦИЯ В ДИСЦИПЛИНЕ «КОНЦЕПЦИИ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ****Ерофеева Г.В., Немирович-Данченко Л.Ю.***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: egv@tpu.ru*

Современную динамику социально-экономических систем в условиях нестабильности представляют с учетом бифуркаций как элементов нелинейной неравновесной термодинамики. В курсе «Концепции современного естествознания» (КСЕ), который преподается студентам экономических направлений, с позиции нелинейной неравновесной термодинамики рассматриваются элементы самоорганизации социально-экономических систем. В связи с этим в курсе КСЕ целесообразно рассмотреть также понятия самоорганизации, синергетики, бифуркации, аттрактора и др. В статье рассматриваются открытые и закрытые системы, обратимые и необратимые процессы, обратные связи, колебания, циклы Кондратьева, вероятностный смысл второго закона термодинамики как универсальные понятия, позволяющие применять теорию бифуркаций к различным системам, включая социально-экономические. Изучение явления самоорганизации и связанных с ним понятий существенно расширяют кругозор студентов экономических направлений.

Ключевые слова: концепции современного естествознания, синергетика, самоорганизация**SELF-ORGANIZATION IN DISCIPLINE OF «THE CONCEPT OF MODERN
NATURAL SCIENCES» FOR STUDENTS OF THE ECONOMIC DIRECTIONS****Erofeeva G.V., Nemirovich-Danchenko L.Y.***Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: egv@tpu.ru*

The modern dynamics of socio-economic systems in the conditions of instability are considering bifurcations as elements of nonlinear nonequilibrium thermodynamics. The course «Concepts of modern science» from the standpoint of nonlinear nonequilibrium thermodynamics are considered elements of the self-organization of social and economic systems. In this connection, in this course appropriate to consider also concepts self-organization and synergy, bifurcation, attractor, and others. The article deals with public and private systems, reversible and irreversible processes, feedbacks, vibrations, Kondratieff cycles, probabilistic sense as the second law of thermodynamics universal concepts, allowing to apply the theory of bifurcations of various systems, including socio-economic. Studying the phenomenon of self-organization and related concepts significantly broadens the mind of students of economic trends.

Keywords: concepts of modern natural sciences, synergetics, self-organization

«Образование должно быть истинным, полным, ясным и прочным»

Ян Амос Коменский (1592–1670 гг.)

Самоорганизованные структуры, рассматриваемые в синергетике, возникают не только в физических и химических системах, но и в биологических, в том числе в социальных системах, к которым относится экономика. Синергетика показывает, как законы природы приводят к появлению определенного порядка в неупорядоченных системах и затем к усложнению и развитию образовавшихся упорядоченных структур [9]. В сложных сильнонеравновесных системах возможно возникновение записи информации в виде некоторого кода, с помощью которого управляется самовоспроизведение образовавшихся структур [10].

Экономические системы относятся к открытым сильнонеравновесным нелинейным системам, в которых происходят процессы, подчиняющиеся законам самоорганизации. В связи с этим студентам, обучающимся по экономическим направлениям, необходимо

изучать характеристики и свойства нелинейных неравновесных систем.

По утверждению Мальцева В.А. [5], студентам следует знать, что проблема оптимизации экономических систем заключается не в произвольном, искусственном навязывании оптимизирующих критериев, а в корректировке и точной настройке тех оптимальных параметров, к которым система приходит в результате своей неравновесной самоорганизации.

**Самоорганизация в дисциплине
«Концепции современного
естествознания»**

Системы, как правило, развиваются в колебательном режиме, в том числе и процессы, происходящие в экономике. Проникновение идей естествознания в гуманитарные науки привело к использованию самоорганизации в качестве источника порядка и развития экономических систем. В качестве использования идей естествознания в экономике можно привести циклы Кондратьева [3]; понятия обратных связей,

которые были разработаны в биологии; эволюционные процессы; понятие энтропии; экономическая генетика и др.

Поскольку указанные понятия используются в экономически науках, то в дисциплине «Концепции современного естествознания» (КСЕ) необходимо рассмотреть информационный материал, объясняющий эти понятия и дать представление об их применении в экономике. Изучение процессов самоорганизации связано с нелинейной неравновесной термодинамикой открытых систем [7]. Поскольку контингент студентов не подготовлен к изучению нелинейной неравновесной термодинамики, сначала рассматриваются элементы системного подхода и неравновесные линейные термодинамические системы, в том числе явления переноса. В явлениях переноса присутствуют элементы самоорганизации и эти явления и закономерности не являются очень сложными для восприятия и наглядными в модельном представлении (разработаны модели диффузии и внутреннего трения).

Для рассмотрения процессов самоорганизации в экономике [6] студентам необходимо изучать понятия: открытых и закрытых систем, энтропии, обратимых и необратимых процессов, положительной и отрицательной обратных связей, колебаний и циклов, эволюции и др. Поэтому, прежде чем рассматривать явления самоорганизации в экономике, рассматриваются элементы неравновесной нелинейной термодинамики, включая второй закон термодинамики по Клаузиусу и Больцману. Поскольку в социальных коллективах, в том числе в экономике, развитие идет в сторону увеличения порядка, то рассматривается также характеристика порядка негэнтропия (по Шредингеру).

В курсе КСЕ рассматриваются длинноволновые циклы Кондратьева, так как они создают необходимые основы для оценки развития экономики и ее будущее состояние. Особенностью этих циклов является отличие в определении обратимых и необратимых процессов от этих понятий в термодинамике. По Кондратьеву: обратимыми называются такие процессы, которые могут изменять свое направление, носят волнообразный или циклический характер [3]. А необратимые – это такие процессы, направление которых не изменяется. Студентам указывается, какие процессы в экономике Н. Кондратьев относит к обратимым и необратимым. К обратимым относятся длинноволновые циклы продолжительностью 40–60 лет (например: движение цен,

изменение заработной платы и процентов капитала и др.). Проявление процесса замещения технологических укладов происходит периодически в соответствии с ритмом длинноволновых колебаний мировой экономической активности [1].

Было показано, что среднесрочные циклы (11–22 года) являются фазами длинноволновых циклов Кондратьева. Представляет интерес, что продолжительность среднесрочных циклов совпадает с длительностью цикла солнечной активности А.Л. Чижевского – 22 года.

Помимо циклов Кондратьева, в экономической теории рассматривается проявление самоорганизации в рыночном хозяйстве, а именно возникновение спонтанного динамического порядка из полного хаоса. В нашем курсе изучается динамический порядок, который проявляется в установлении равновесия между спросом и предложением и в смене одного порядка другим. Адам Смит (1723–1790) говорил, что рынок регулируется «невидимой рукой» [4]. Когда в биологии ввели понятие обратных связей, в качестве «невидимой руки» была названа отрицательная обратная связь. К. Майнцер [4] утверждает, что предложенная Адамом Смитом модель свободного рынка может быть объяснена с помощью самоорганизации.

Кроме того, в курсе КСЕ самоорганизация рассматривается как основа эволюции экономических систем. Применение самоорганизации в экономике строится на общности биологической эволюции и самоорганизации, которая рассматривается как экономическая эволюция [8]:

- Обе эволюции совершаются постепенно, без скачков и резких изменений.

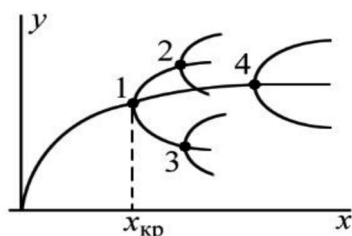
- Эволюционные изменения в той и другой эволюциях обусловлены изменением окружающей среды и являются результатом адаптации, т.е. приспособления живых организмов, а также социальных коллективов к ней (окружающей среде).

- Существенная роль в той и другой эволюциях принадлежит случайностям: в биологической эволюции – это мутации; в социальных коллективах (цивилизациях) – стихийные бедствия и кризисы.

- Спонтанный, или самопроизвольный, порядок, который устанавливается при функционировании рыночного механизма, является устойчивым. Изменения в биологической эволюции закрепляются в дальнейшем.

- Та и другая эволюции идут в сторону увеличения порядка, т.е. являются низкоэнтропийными.

Наряду с эволюционным развитием цивилизаций, рассматривается и теория катастроф, которая предполагает смену одной цивилизацией другой в результате катастрофических происшествий. Рене Том разработал теорию катастроф для сложных нелинейных термодинамических систем. Показал, что в таких системах при критических значениях параметров возникает множественность решений нелинейных уравнений (точка бифуркации) [2]. В синергетике изучаются свойства точек бифуркаций и устанавливаются закономерности развития самоорганизующихся открытых систем, их переходы от хаоса к порядку и, наоборот, от порядка к хаосу. Универсальность термодинамики и синергетики позволяет применять теорию бифуркаций к различного рода системам: физическим, химическим, биологическим, социальным. В синергетике достаточно строго показывается, что никакими внешними воздействиями нельзя «навязать» системе нужное кому-либо поведение, можно только выбрать наиболее подходящий из потенциально заложенных в ней путей. Если этот принцип в реальной жизни нарушается, то это может привести к тяжелым последствиям в политике, экономике, экологии и т.д. или, что еще более опасно, к катастрофам [7].



Точки бифуркаций и аттрактор

Представляет интерес для студентов экономических направлений понятие аттрактора, связанное с явлением самоорганизации. Аттрактор (от лат. *Attraho* – притягиваю к себе) – одно из ключевых понятий синергетики, потенциальное состояние системы, к которому она постепенно эволюционирует, и которое рассматривается как сочетание внутренних и внешних условий системы, способствующих «выбору» самоорганизующейся системой одного из вариантов устойчивого развития. В этом плане аттрактор может рассматриваться как идеальное конечное состояние, к которому стремится система в своем развитии. В курсе рассматриваются примеры аттракторов, которыми могут являться стабильные состояния групп экономических вузов.

На рисунке представлена множественность решений нелинейных уравнений, которые возникают при критических значениях параметров (точки бифуркаций 1–4). Примерами бифуркаций может служить состояние, в котором находится абитуриент при выборе учебного заведения, состояние студента при выборе ответа при тестировании и т.д.

В качестве контроля знаний и проверки самостоятельной работы студентов в данном курсе предусмотрено проведение научной студенческой конференции по вопросам самоорганизации. Студенты докладывают по темам, как заданным преподавателем, так и выбранным самостоятельно. Темы докладов утверждаются на первых лекциях. Разработаны рекомендации по подготовке докладов. Доклады представляются в виде презентаций с использованием технологий веб 2.0.

Выводы

В литературных источниках широко представлено явление самоорганизации в различных системах, в том числе социально-экономических. Студенты, обучающиеся по экономическим направлениям, в курсе КСЕ изучают процессы, подчиняющиеся законам самоорганизации, которые необходимо учитывать при оптимизации экономических систем. Для учета влияния процессов самоорганизации студентам необходимо изучить элементы нелинейной неравновесной термодинамики, рассматриваемые на базе курса «КСЕ», в котором представлены идеи естествознания, в том числе идеи синергетики, основой изучения которых являются элементы нелинейной неравновесной термодинамики.

Список литературы

1. Глазьев С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов // Вопросы экономики / – 2009. – № 3. – С. 26–38.
2. Грицанов А., Румянцев Т., Можейко М. История философии: Энциклопедия. – М.: Интерпрессервис; Книжный Дом. 2002. – 1376 с.
3. Кондратьев Н.Д. Избранные сочинения. – М.: Экономика, 1993. – 543 с.
4. Майнцер К. Сложносистемное мышление: Материя, разум, человечество. Новый синтез. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 464 с.
5. Мальцев В.А. Рыночный аттрактор и инновационное развитие российской экономики // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10. – С. 47–48.
6. Мясников А.А. О синергетической природе экономической цикличности // Российское предпринимательство. – 2008. – № 9 Вып 2(119). – С. 30–36.
7. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: пер. с англ. / под ред. Ю.Л. Климоновича. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
8. Рузавин Г. Самоорганизация и организация экономики и поиск новой парадигмы экономической науки // Вопросы экономики. – 1993. – № 11. – С. 24–32.
9. Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1993. – 360 с.
10. Эйген М., Шустер П. Гиперциклы. – М.: Мир, 1982. – 270 с.