

# ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНТРОПИЙНО-НЕГЭНТРОПИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**В.Н. Волкова**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*  
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29  
E-mail: [violetta\\_volkova@ilist.ru](mailto:violetta_volkova@ilist.ru)

**Г.В. Горелова**

*Южный Федеральный университет*  
Россия, 347933, Таганрог, ул. Чехова 49-38  
E-mail: [gorelova-37@mail.ru](mailto:gorelova-37@mail.ru)

**Ключевые слова** закономерности теории систем, инновационные технологии, информация, энтропийно-негэнтропийные тенденции, теория систем, устойчивое развитие.

**Аннотация:** Рассматриваются принципиальные особенности и закономерности функционирования и развития открытых систем с активными элементами. Обосновывается необходимость для развития социально-экономической системы преобладания негэнтропийных тенденций над энтропийными, роль научных коммуникаций и единого информационного пространства как основы негэнтропийных тенденций, для создания которого необходимо объединение всех информационных ресурсов общества (включая библиотеки, органы научно-технической информации, локальные базы данных, ресурсы интернет) и инновационных технологий, при внедрении которых важно регулировать проявление энтропийно-негэнтропийных процессов для обеспечения устойчивого развития системы.

## 1. Введение

Для исследования энтропийно-негэнтропийных процессов в социально-экономической системе (СЭС) предлагается отобразить ее как открытую самоорганизующуюся систему с активными элементами и применить закономерности теории систем. Это позволяет обосновать роль в развитии СЭС единого информационного пространства, инноваций и обеспечить устойчивое развития системы при их внедрении.

Анализ исследований сложных объектов с активными элементами показал, что основные из них можно объединить в ряд групп [1]: *способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды и помехам*, проявляющаяся в том числе по отношению к управляющим воздействиям; *принципиальная неравновесность*, открытая Э. Бауэром; *способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции*; *способность вырабатывать варианты поведения и изменять свою структуру*; *способность и стремлением к целеобразованию*.

Приводимые особенности имеют разнообразные проявления, которые иногда можно выделять как самостоятельные характеристики. Большинство из них обусловлены, как правило, наличием в системе активных элементов. Особенности противоречивы. Они в большинстве случаев носят двойственный характер, являются и положительными и отрицательными, желательными и нежелательными для социально-экономической системы. С одной стороны, в их числе есть свойства, полезные для существования системы, приспособляемости ее к изменяющимся условиям среды, но в то же время эти особенности вызывают *неопределенность, нестационарность параметров, неустойчивость функционирования системы, непредсказуемость поведения и уникальность* системы, что затрудняет управление социальными и социально-экономическими объектами в конкретных условиях.

Противоречивость особенностей СЭС затрудняют их понимание и управление ими. Их не сразу можно понять и объяснить, выбрать и создать требуемую степень их проявления. В то же время желаемые особенности класса социальных систем не всегда учитываются в социальных организациях. Например, при создании и организации управления предприятиями часто стремятся отобразить их, используя теорию автоматического регулирования и управления, разработавшуюся для закрытых, технических систем, что существенно искажает отображение систем с активными элементами и способно нанести вред социальной организации, сделать ее неживым «механизмом», неспособным адаптироваться к среде и вырабатывать варианты своего поведения.

Для объяснения приведенных особенностей предлагают и исследуют *закономерности систем*, основные из которых можно объединить в 4 группы [1, с. 92-97]: *закономерности взаимодействия части и целого*: целостность или эмерджентность, прогрессирующая систематизация, прогрессирующая факторизация, аддитивность, интеративность; *закономерности иерархической упорядоченности*: коммуникативность и иерархичность; *закономерности осуществимости систем*: эквифинальность, закон «необходимого разнообразия» У.Р. Эшби; потенциальная осуществимость Б.С. Флейшмана; *закономерности развития систем*: историчность и самоорганизация.

В модели открытой системы с активными элементами, отображающей в нашей концепции социально-экономические системы, проявляются все рассмотренные особенности и закономерности. В то же время рассмотрим более детально наиболее значимые для цели, поставленной в данной работе.

## **2. Наличие в системах с активными элементами энтропийных и негэнтропийных процессов одновременно**

Одна из основных принципиальных закономерностей сложных систем – способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции.

Понятие энтропии, введенное Р. Клаузиусом в термодинамике, трактовалось им как определение меры необратимого рассеивания энергии, как фундаментальный закон природы, так называемое «второе начало», согласно которому упорядоченность изолированной неравновесной системы должна убывать со временем, а энтропия возрастать, т.е. имеет место стремление системы занять минимальное энергетическое состояние, что должно приводить в результате к выводу о неизбежной «смерти Вселенной». Процесс возрастания энтропии в закрытых системах, изолированных от других систем, применительно к различным сферам объясняют таким образом: «... *В технике это называется амортизацией, в химии – деструкцией, а в биологии – старением*» [2, с. 5].

Такие процессы наблюдаются на практике и в социально-экономических системах.

Однако уже Л. Больцман высказал предположение, что увеличение энтропии можно уменьшить благодаря внешней энергетической подпитке. А в последующем Л. фон Бергаланфи открыл закономерность, согласно которой в отличие от закрытых в открытых системах возможен «ввод энтропии», ее снижение; «...подобные системы могут сохранять свой высокий уровень и даже развиваться в сторону увеличения порядка сложности» [3, с. 42], т. е. в них проявляется закономерность, противоположная второму началу термодинамики. Именно поэтому одним из важных результатов исследований Л. фон Бергаланфи является понятие «открытой системы», постоянно обменивающейся со средой со средой массой, энергией и информацией.

Эта закономерность принципиально отличает развивающиеся открытые системы с активными элементами от закрытых систем. Она обусловлена наличием активных элементов, стимулирующих обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой и проявляющих собственные «инициативы», активное начало. Благодаря этому в таких системах нарушается закономерность возрастания энтропии и наблюдаются негэнтропийные тенденции, т. е. собственно самоорганизация, развитие, в том числе «свобода воли».

Реализация негэнтропийных тенденций обеспечивается наличием у систем с активными элементами *способности и стремления инновационной деятельности, к целеобразованию*. При этом в отличие от закрытых (технических) систем, которым цели задаются *извне*, в системах с активными элементами цели формируются *внутри* системы (впервые эта особенность применительно к экономическим системам была сформулирована Ю.И. Черняком [4]). Иными словами целеобразование — основа негэнтропийных процессов в социально-экономических системах.

На определенном этапе было осознано понимание информации как отражения материи [5], как категории парной материи [6], обеспечивающей развитие. В последующем было введено понятие «информационное общество» — социологической концепции, полагающей главным фактором общественного развития производство и использование научно-технической и другой информации. Особую роль играет *научно-техническая информация*, которая является основой развития науки, которая, в свою очередь, является основой негэнтропийных тенденций в социальной системе, основой развития всех сфер общества.

Осмысление роли энтропийно-негэнтропийных процессов в развитии общества позволяет глубже осознать роль *институтов социальной памяти и научных коммуникаций* как основы создания эмерджентных свойств системы, т. е. появления у нее принципиально новых, неожиданных свойств, способствующих развитию системы. Библиотеки, музеи, архивы и др. хранилища информации играют важнейшую роль. Они накапливают информацию и передают информацию от предшествующего поколения к последующему, сохраняя ее в течении длительных периодов с момента возникновения.

### **3. Осмысление информационно-коммуникационных процессов с точки зрения закономерностей теории систем**

Использование закономерностей теории систем позволяет глубже осознать роль информационно-коммуникационных процессов в развитии социальных систем.

**Закономерность целостности (эмерджентность)** приводит к появлению у системы новых свойств, которых не было у ее элементов, что усиливает действие возни-

кающих негэнтропийных факторов, которые в социально-экономических системах реализуются в форме инноваций. Абсолютная свобода приводит к распаду системы.

**Закономерность иерархичности** приводит к усилению процесса появления новых, в том числе непредсказуемых и неконтролируемых свойств любой системы. На основе информационного подхода А.А. Денисов [6] ввел сравнительные количественные оценки системы с точки зрения степени  $\alpha = -C_b/C_o$ , и коэффициента использования элементов в целом  $\beta = C_c/C_o$ , где  $C$  — оценка информационной сложности системы  $C = J \cap H$ ;  $J$  — информация восприятия;  $H$  — информационная сущность (потенциал);  $C_c$ ,  $C_o$ ,  $C_b$  — системная, собственная и взаимная сложности системы.  $C_c = C_o + C_b$ ,

Информация восприятия  $J$  и потенциал  $H$ , могут измеряться вероятностно и детерминировано [1, 6].

Любая развивающаяся система находится, как правило, между состоянием абсолютной целостности и абсолютной свободы элементов [1, 6]. Целостность обеспечивает устойчивость стабильность. В то же время, казалось бы, увеличение целостности системы повышает эффективность существования и развития общества. Однако исследования показывают, что эффективность функционирования системы вначале при возрастании степени регулирования (целостности) увеличивается, а при чрезмерном регулировании начинает снижаться, поскольку подавляются инициативы (негэнтропийные тенденции), способствующие развитию системы, а это отрицательно влияет на рост эффективности системы, а в последующем может привести систему к гибели.

Снижение эффективности функционирования системы при возрастания регулируемой можно объяснить тем, что в числе новых свойств системы (в том числе общества), появляющихся в результате проявления закономерностей *эмерджентности* и *иерархичности*, могут быть не только *способствующие развитию системы*, но и свойства, *опасные для ее существования*, несущие разрушающие факторы.

При этом целостность обеспечивается не только регулированием «сверху», но и усилением связности, ограничивающей свободу элементов. Например, в компьютерных сетях в результате увеличения связности проявляются негативные процессы, ограничивающие свободу компонентов сети. Существуют точки зрения, в соответствии с которыми концепция цифровизации вызывает критику со стороны гуманистически ориентированных философов и ученых, указывающих на негативные последствия компьютеризации общества (см., напр., [7, с. 128]). В частности, Э. Тоффлер одним из первых отметил произошедшие за последнее время коренные изменения в культуре общества, особенно западного. Нарастающая сила потока информационного обмена между людьми породила новый тип культуры, в которой все подчинено необходимости классификации, унификации с целью повышения эффективности при передаче от человека к человеку через средства массовой информации. В настоящее время это осознается и проявляется как «коммуникативный тоталитаризм», основу которого составляют, казалось бы, весьма позитивные процессы, обеспечиваемые социальными сетями.

Закономерности, регулирующие энтропийно-негэнтропийные процессы в системе полезно также учитывать при управлении инновационной деятельностью предприятий в условиях внедрения технологических инноваций третьей и четвертой промышленных революций. На основе учета этих закономерностей следует принимать решение о целесообразности внедрения инноваций, которые в соответствии с исследованиями Й. Шумпетера и В. Зомбарта создают ситуацию «креативного разрушения» или по К. Кристенсену представляют собой особый вид «подрывных инноваций» Поэтому необходимо разрабатывать и применять модели управления устойчивым развитием предприятий и организаций (например, [8, 9]).

Интересные и полезные результаты получаются также при применении закономерностей осуществимости систем, таких как *эквивинальность*, которую важно учитывать

при организации процессов целеобразования в социальных системах, закон «необходимого разнообразия» У.Р. Эшби, закономерность *потенциальной осуществимости* Б.С. Флейшмана.

## 4. Заключение

Таким образом, исследование энтропийно-негэнтропийных и коммуникационных процессов с точки зрения закономерностей теории систем позволяет сделать вывод о том, что для развития социально-экономических систем необходимо создание единого информационного пространства, объединяющего все информационные ресурсы общества и системы социальной памяти, включая библиотеки, органы НТИ, музеи, архивы, локальные базы данных, хранилища информации, ресурсы интернет. При этом в настоящее время осознается возрастающее влияние новых технологий на информационно-коммуникационные процессы, увеличение степени целостности за счет увеличения взаимосвязей в социальных сетях, в большой степени за счет компьютеризации, что иногда квалифицируют как «коммуникативный тоталитаризм». Следовательно, необходимо искать формы управления энтропийно-негэнтропийными процессами.

Представляется целесообразным создание системы управления информационно-коммуникационными процессами, но не на основе жестких принципов управления, а на основе принципов, исследуемых в междисциплинарных научных направлениях, и в частности, в тектологии (всеобщей организационной науке), предложенной А.А. Богдановым [10], теории координации М. Месаровича [11], обеспечивающих возможность постоянного анализа состояния системы и корректировки ее на основе координирующих воздействий. В настоящее время уже ведется поиск таких форм – создание кибердружин, общественных организаций типа «Медиа Гвардия», обсуждаются, в том числе по телевидению и в интернете их взаимодействие с государственными формами регулирования единого информационного пространства.

## Список литературы

1. Волкова В.Н. Денисов А.А. Теория систем и системный анализ / Учебник. М.: Юрайт, 2014. 616 с.
2. Граве П.С., Растринин Л.А. Кибернетика и психика. Рига: Зинатне, 1973. 96 с.
3. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23-82.
4. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. 191 с.
5. Урсул А.Д. Проблема информации в современной науке. М.: Наука, 1975.
6. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: учебник СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. 304 с.
7. Черный Ю.Ю. Общественные эффекты развития киберпространства // Субкультуры и коммуникативные стратегии информационного общества: Труды Междунар. науч.-теор. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. С. 62-65.
8. Problems of Sustainable Development of Socio-Economic Systems in the Implementation of Innovations / V.N. Volkova, A.V. Loginova, L.V. Chernenkaja, E.V. Romanova, Y.Y. Chernyy, V.E. Lankin // Proceedings of the 3rd International Conference on Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018. P. 53-56.
9. Волкова В.Н., Ланкин В.Е. Проблема устойчивости социально-экономической системы в условиях внедрения инноваций четвертой промышленной революции // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. Май. Т. VII. С. 25-29.
10. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука: Тектология | В 2-х кн. М.: Экономика, 1989.
11. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 344 с.