

УДК 001.8:167.7

Аблязов Тимур Хасанович

кандидат экономических наук, доцент, доцент
кафедры экономики строительства и ЖКХ
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
Санкт-Петербург, Россия
3234969@mail.ru

Timur Kh. Ablyazov

Candidate of Economic Sciences, Associate
Professor, Associate Professor of the Department
of Construction Economics and Housing and
Public Utilities
Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering
Saint Petersburg, Russia

ОТРАСЛЕВАЯ АДАПТАЦИЯ ТЕОРИИ ЭМЕРДЖЕНТНОСТИ¹

INDUSTRY ADAPTATION OF EMERGENCE THEORY

Аннотация

Статья посвящена анализу применения теории эмерджентности в различных научных дисциплинах. Рассматривается адаптация концепций эмерджентности в нейробиологии, эволюционной биологии, экологии, социологии, экономической географии, исследованиях искусственного интеллекта, квантовой физике, климатологии и теории организации. Демонстрируется универсальность и эвристический потенциал теории для объяснения возникновения новых свойств в сложных системах. Обосновывается значимость междисциплинарного подхода в контексте современных научных вызовов.

Ключевые слова:

эмерджентность, междисциплинарность,
сложные системы, самоорганизация, адаптация

Abstract

The article is devoted to analyzing the application of emergent theory in various scientific disciplines. It considers the adaptation of emergent concepts in neurobiology, evolutionary biology, ecology, sociology, economic geography, artificial intelligence research, quantum physics, climatology and organization theory. The universality and heuristic potential of the theory to explain the emergence of new properties in complex systems is demonstrated. The significance of the interdisciplinary approach in the context of modern scientific challenges is substantiated.

Keywords:

emergence, interdisciplinarity, complex systems,
self-organization, adaptation

Применение теории эмерджентности в различных отраслях современной науки демонстрирует ее универсальность и значимость для понимания сложных систем и процессов. Междисциплинарный характер данной теории позволяет исследователям из разных областей адаптировать ее концепции для решения специфических задач и объяснения феноменов, не поддающихся анализу с помощью традиционных редуccionистских подходов.

В области нейробиологии и когнитивных наук теория эмерджентности нашла широкое применение для объяснения феномена сознания и когнитивных функций. Джеральд Эдельман, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине, в своей теории нейронального дарвинизма, изложенной в работе "Нейрональный дарвинизм: теория нейрональной группировки" (1987), предложил рассматривать сознание как

¹ Статья подготовлена в рамках гранта на выполнение научно-исследовательских работ научно-педагогическими работниками СПбГАСУ в 2024 г.

эмерджентное свойство, возникающее из взаимодействия множества нейронных групп. [1] Развивая идеи Эдельмана, Джулио Тонони в своей теории интегрированной информации, представленной в статье "Информационная интеграция: теория сознания" (2004), предложил количественный подход к измерению сознания как эмерджентного свойства, возникающего из интеграции информации в нейронных сетях [2]. Продолжая исследования в области нейронаук, Майкл Газзанига в своей работе "Кто за главного? Свободная воля с точки зрения нейробиологии" (2011) рассматривает феномен свободной воли как эмерджентное свойство, возникающее из взаимодействия различных нейронных систем [3]. Газзанига аргументирует, что свобода воли не может быть редуцирована к активности отдельных нейронов или мозговых структур, а является результатом сложных взаимодействий на различных уровнях организации нервной системы.

В сфере эволюционной биологии положения теории эмерджентности отражены в работах Стюарта Кауфмана. В своей книге "Происхождение порядка: самоорганизация и отбор в эволюции" (1993) Кауфман предложил концепцию самоорганизации как ключевого фактора эволюционных процессов, аргументируя, что сложность и упорядоченность биологических систем являются эмерджентными свойствами, возникающими из взаимодействия множества компонентов [4]. Развивая идеи Кауфмана, Джон Холланд в своей работе "Скрытый порядок: как адаптация строит сложность" (1995) применил принципы теории сложных адаптивных систем к анализу эволюционных процессов, показывая, как эмерджентные свойства возникают на различных уровнях биологической организации [5].

В исследованиях экологии и экосистем теория эмерджентности раскрыта в работах Роберта Юрика. В своей книге "Природный эксперимент: экосистемы, Земля и эволюция окружающей среды" (2009) Юрик рассматривает экосистемы как сложные адаптивные системы, обладающие эмерджентными свойствами, которые возникают из взаимодействия множества видов и абиотических факторов [6]. Развивая эти идеи, Брайан Уокер и Дэвид Солт в своей работе "Устойчивость мышления: поддержание экосистем в меняющемся мире" (2006) применили концепцию эмерджентности для анализа устойчивости экосистем, показывая, как способность к адаптации и трансформации возникает из сложных взаимодействий между компонентами экосистемы [7].

В социологии и исследованиях социальных систем теория эмерджентности является точной опорой в работах Никласа Лумана. В своей теории социальных систем, изложенной в книге "Социальные системы: очерк общей теории" (1984), Луман рассматривает общество как самореферентную систему, обладающую эмерджентными свойствами, возникающими из коммуникативных процессов [8]. Развивая идеи Лумана, Дирк Бакер в своей работе "Социальные системы и дизайн" (2017) применил концепцию эмерджентности к анализу социального дизайна, показывая, как целенаправленные интервенции могут влиять на эмерджентные свойства социальных систем [9].

В области экономической географии и исследований пространственного развития теория эмерджентности нашла отражение в работах Пола Кругмана. В своей теории новой экономической географии, представленной в книге "География и торговля" (1991), Кругман показал, как пространственные экономические структуры возникают как эмерджентные свойства из взаимодействия экономических агентов в условиях возрастающей отдачи от масштаба и транспортных издержек [10]. Также Майкл Сторпер в своей работе "Региональные миры: территориальное развитие в глобальной экономике" (1997) применил концепцию эмерджентности к анализу региональных инновационных систем, демонстрируя, как локальные институциональные структуры и социальные взаимодействия приводят к возникновению уникальных региональных компетенций и конкурентных преимуществ [11].

В сфере исследований искусственного интеллекта и машинного обучения теория эмерджентности нашла применение в работах Юргена Шмидхубера. В своей концепции искусственного любопытства, изложенной в статье "Формальная теория креативности, веселья и внутренней мотивации" (2010), Шмидхубер рассматривает креативность и способность к обучению как эмерджентные свойства, возникающие из взаимодействия простых алгоритмических принципов [12]. Развивая эти идеи, Йошуа Бенджио в своих исследованиях глубокого обучения, в частности, в работе "Обучение глубоким архитектурам для ИИ" (2009), показал, как сложные представления и абстрактные концепции могут возникать как эмерджентные свойства многослойных нейронных сетей [13].

В исследованиях фундаментальных свойств материи и квантовой физики теория эмерджентности нашла отражение в работах Ксяо-Ганга Вена. В своей теории топологического порядка, представленной в статье "Топологический порядок: от

долгосрочного запутывания до квантового стекла" (2004), Вен рассматривает экзотические квантовые фазы материи как эмерджентные явления, возникающие из коллективного поведения квантовых частиц. [14] Продолжая эти исследования, Субир Сачдев в своем труде "Квантовые фазовые переходы" (2011) применил концепцию эмерджентности к анализу критических явлений в квантовых системах, показывая, как универсальные свойства возникают на границе между различными фазами материи [15].

В рамках исследований климата и глобальных изменений теория эмерджентности отражена в работах Тимоти Лентона. В своей концепции планетарных границ, представленной в статье "Планетарные границы: исследование безопасного операционного пространства для человечества" (2009), Лентон рассматривает глобальные климатические и биогеохимические циклы как сложные адаптивные системы с эмерджентными свойствами, которые могут претерпевать резкие переходы при превышении критических порогов [16]. Развивая эти идеи, Ханс Йоахим Шелльнхубер применил концепцию эмерджентности к анализу взаимодействий между биосферой, атмосферой, гидросферой и антропосферой, показывая, как глобальные изменения возникают из сложных обратных связей между различными компонентами земной системы в своей работе "Земная система: анализ и управление" (2004) [17].

В области исследований организационного поведения и управления теория эмерджентности применяется в работах Карла Вейка. В своей теории смыслообразования в организациях, изложенной в книге "Смыслообразование в организациях" (1995), Вейк рассматривает организационную культуру и идентичность как эмерджентные свойства, возникающие из процессов интерпретации и взаимодействия между членами организации [18]. Опираясь на исследования Вейка, Мэри Джо Хэтч в своей работе "Организационная теория: современный, символический и постмодернистский подходы" (2006) применила концепцию эмерджентности к анализу организационных изменений, показывая, как новые организационные формы и практики возникают из взаимодействия между формальными структурами, культурными нормами и индивидуальными действиями [19].

В сфере исследований инноваций и технологического развития теория эмерджентности нашла применение в работах Уилльяма Митчелла. В своей концепции "умных городов", представленной в книге "Умные города: поглощение больших данных, гражданские хакеры и поиск новой утопии" (2013), Митчелл рассматривает городские инновации как эмерджентные феномены, возникающие из взаимодействия

между цифровыми технологиями, городской инфраструктурой и социальными практиками [20]. Карло Ратти и Мэтью Клодел расширили границы понимания и применения теории эмерджентности в своей работе "Город завтрашнего дня: датчики, сети, хакеры и будущее городской жизни" (2016), показывая, как новые формы городского управления и взаимодействия возникают из интеграции информационных технологий в городскую среду [21].

В области экономики и финансов теория эмерджентности применяется для объяснения сложных рыночных феноменов и экономических циклов. Джозеф Стиглиц, лауреат Нобелевской премии по экономике, в своих работах по асимметрии информации и рыночным несовершенствам, в частности, в книге "Ревущие девяностые" (2003), показал, как макроэкономические явления, такие как финансовые кризисы, могут рассматриваться как эмерджентные свойства, возникающие из взаимодействия множества экономических агентов с неполной информацией [22]. Развивая эти идеи, Дидье Сорнетте применил концепции теории сложных систем и эмерджентности к анализу финансовых рынков, демонстрируя, что ценовые пузыри и крахи могут возникать как эмерджентные явления в результате коллективного поведения инвесторов и сложных обратных связей в финансовой системе [23].

В заключение следует отметить, что проведенный анализ отраслевой адаптации теории эмерджентности демонстрирует ее широкую применимость и значимость для понимания сложных систем в различных научных дисциплинах. Междисциплинарный характер данной теории позволяет исследователям эффективно использовать ее концептуальный аппарат для объяснения феноменов, не поддающихся анализу с помощью традиционных редукционистских подходов.

Рассмотренные примеры адаптации теории эмерджентности в нейробиологии свидетельствуют о ее универсальности и эвристическом потенциале. Во всех этих областях теория эмерджентности позволяет объяснить возникновение качественно новых свойств и явлений на основе взаимодействия компонентов низшего уровня.

Список использованных источников

1. Edelman G. M. Neural Darwinism: the theory of neuronal group selection. New York: Basic Books, 1987. 371 p.
2. Tononi G. An Information Integration Theory of Consciousness // BMC Neuroscience. 2004. Issue 5(1):42.

3. Gazzaniga M. S. Who's in Charge?: Free Will and the Science of the Brain. New York: Ecco, 2011. 272 p.
4. Kauffman S. A. The Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution. Oxford: Oxford University Press, 1993. 709 p.
5. Holland J. H. Hidden order: how adaptation builds complexity. Cambridge, Mass.: Perseus Books, 1996. 185 p.
6. Urie B. The ecology of human development: experiments by nature and design. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996. 356 p.
7. Walker B., Salt D. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Washington: Island Press, 2006. 174 p.
8. Луман Н. Социальные системы. Очерк общей теории. Санкт-Петербург: Наука, 2007. 641 с.
9. Baecker D. Systems are theory // Cybernetics & Human Knowing. 2017. Vol. 24. № 2. P. 9-39.
10. Krugman P. R. Geography and trade. Leuven, Belgium: Leuven University Press; Cambridge, Mass.: MIT Press, 1991. 142 p.
11. Storper M. The Regional World: Territorial Development in a Global Economy. New York: Guilford Press, 1997. 338 p.
12. Schmidhuber J. Formal Theory of Creativity, Fun, and Intrinsic Motivation (1990-2010) // IEEE Transactions on Autonomous Mental Development. 2010. № 2 (3). P. 230-247.
13. Bengio Y. Learning Deep Architectures for AI // Foundations and Trends in Machine Learning. 2009. Vol. 2. No. 1. P. 1-127.
14. Wen Xiao-Gang. Quantum field theory of many-body systems: From the origin of sound to an origin of light and electrons. Oxford; New York: Oxford University Press, 2004. 505 p.
15. Sachdev S. Quantum phase transitions. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2001. 353 p.
16. Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F. S., Lambin E., Lenton T. M., et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity // Ecology and Society. 2009. Vol. 14. № 2. P. 1-33.
17. Рамсторф Ш., Шельнхубер Х. Й. Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия. М.: ОГИ, 2009. 271 с.

18. Вейк К. Смыслопроизводство в организациях. М.: Гуманитарный центр, 2015. 320 с.
19. Cunliffe A. L., Hatch M. J. Organization Theory: Modern, Symbolic, and Postmodern Perspectives. Oxford; New York: Oxford University Press, 2013. 384 p.
20. Таунсенд Э. Умные города: большие данные, гражданские хакеры и поиски новой утопии. М.: Издательство Института Гайдара, 2019. 400 с.
21. Ратти К., Клодел М. Город завтрашнего дня. Сенсоры, сети, хакеры и будущее городской жизни. М.: Издательство Института Гайдара, 2017. 248 с.
22. Стиглиц Д. Ю. Ревущие девяностые. Семена развала. М.: Современ. экономика и право, 2005. 421 с.
23. Сорнетте Д. Почему рынки акций рушатся: Критические события в сложных финансовых системах. М.: И-трейд, 2011. 400 с.