УДК 111.1 + 004.8 + 530.1

А. И. Хесин
доктор технических наук, действительный член Российской академии естественных наук (РАЕН)

СИНЕРГЕТИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ И АДАПТИВНЫЕ ШЛЮЗЫ ЭВОЛЮЦИИ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье исследуются закономерности нелинейной эволюции сложных информационных систем при прохождении точек бифуркации и смене парадигмальных циклов развития. На основе синтеза синергетики Г. Хакена и И. Пригожина, теории самоорганизованной критичности и информационно-вычислительной онтологии анализируются космологические и эволюционные циклы энтропийной разгрузки, а также переходный режим «горячей перезагрузки» (Hot Reload), характеризующийся сосуществованием старых и новых регуляторных алгоритмов. Обосновываются критерий резонансной (частотно-фазовой) совместимости и принцип негэнтропийной полезности элементов сети, систематизируются четыре механизма работы адаптивных переходных «шлюзов» (событийные триггеры, индуцированный резонанс узлов, когнитивные инсайты и временной буфер адаптации), обеспечивающих плавную конверсию пластичных систем.

Ключевые слова: синергетика, фазовый переход, точка бифуркации, негэнтропия, резонансная совместимость, адаптивные шлюзы, эволюция сложных систем, когерентность, информационный отбор.

A. I. Khesin
Doctor of Technical Sciences, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences (RANS)

SYNERGETICS OF PHASE TRANSITIONS AND ADAPTIVE GATEWAYS IN THE EVOLUTION OF COMPLEX INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The article investigates the laws of nonlinear evolution of complex information systems when passing through bifurcation points and changing paradigmatic development cycles. Based on the synthesis of synergetics by H. Haken and I. Prigogine, the theory of self-organized criticality, and information-computational ontology, cosmological and evolutionary cycles of entropy unloading are analyzed, as well as the transitional mode of "hot reload", characterized by the coexistence of old and new regulatory algorithms. The criterion of resonant (frequency-phase) compatibility and the principle of negentropic utility of network elements are substantiated; four mechanisms of operation of adaptive transitional "gateways" (event triggers, induced node resonance, cognitive insights, and adaptation time buffer) ensuring smooth conversion of plastic systems are systematized.

Keywords: synergetics, phase transition, bifurcation point, negentropy, resonant compatibility, adaptive gateways, evolution of complex systems, coherence, information selection.

Введение

Исследование долгосрочной эволюции сложных неравновесных систем в физике, биологии и социологии показывает, что их развитие никогда не протекает строго линейно и равномерно [1, p. 1–14; 2, с. 54–62]. Периоды стабильного функционирования при неизменных граничных условиях закономерно сменяются фазами накопления системных противоречий, приближения к точкам бифуркации и скачкообразного перехода на качественно новый уровень организации [2, с. 224–238; 7, p. 1–32]. В рамках информационно-алгоритмической картины мира, рассмотренной в предыдущих статьях цикла, подобная цикличность приобретает глубокий онтологический смысл,

связывая термодинамику энтропийных процессов с обновлением регуляторных программ мироздания [8, p. 354–356; 9, p. 40–55].

Целью настоящей статьи является синергетический и кибернетический анализ фазовых переходов при смене эволюционных циклов, определение критериев резонансной устойчивости элементов сложной сети и систематизация механизмов адаптивных переходных шлюзов.

1. Цикличность развития, энтропийная разгрузка и режим «горячей перезагрузки»

Несмотря на строгую инвариантность фундаментальных констант внутри отдельного космологического или эволюционного цикла, макродинамика сложных систем подчиняется закону периодического обновления [6, с. 45–62; 10, с. 112–134]. В естествознании и философии истории данная закономерность находит отражение в моделях циклической Вселенной и смены технологических и когнитивных укладов [10, с. 185–210; 14, с. 28–45].

Процесс глобальной перестройки сложной информационной системы разворачивается через две взаимосвязанные стадии:

1. **Фаза сворачивания и энтропийной разгрузки.** Подобно агротехническому выводу истощённой почвы под пары или космологическим циклам сворачивания материальных структур, система периодически нуждается в очистке от накопленного энтропийного шума — неэффективных связей, деструктивных паттернов и информационных ошибок [2, с. 196–215; 5, с. 84–98]. В этой фазе неустойчивые материальные конфигурации распадаются, однако структурно значимый, негэнтропийный опыт предыдущего цикла сохраняется в нелокальном пространстве состояний и структурируется для последующего развёртывания более совершенных форм организации [9, p. 165–175; 13, с. 214–238].
2. **Межцикловой фазовый скачок и режим «горячей перезагрузки» (Hot Reload).** Переход к новой парадигме редко происходит как мгновенное одномоментное разрушение прежней среды [14, с. 56–74]. Гораздо чаще наблюдается турбулентный переходный период, в котором прежние алгоритмы поведения и восприятия ещё продолжают исполняться по инерции, однако в глубинный вычислительный контур системы уже загружены новые приоритеты и параметры отклика [6, с. 118–135; 14, с. 92–115]. В этой фазе сокращаются причинно-следственные цепочки, возрастает темп событийности, а традиционные модели управления, опирающиеся исключительно на механическое принуждение и конфронтацию, утрачивают системную поддержку и начинают давать сбои [5, с. 192–214; 10, с. 224–245].

2. Резонансная совместимость и негэнтропийная пересборка связей

В условиях фазового сдвига и обновления системных приоритетов отбор устойчивых элементов осуществляется не по произвольным внешним признакам, а по строгим информационно-термодинамическим критериям [1, p. 191–215; 3, с. 68–76]:

- **Критерий резонансной (частотно-фазовой) совместимости.** Вхождение сложной подсистемы (индивида, коллектива, биосистемы) в созвучие с обновлённым регуляторным полем определяется её внутренней когерентностью [1, p. 105–132; 6, с. 88–104]. Если информационная архитектура подсистемы — её когнитивные установки, целеполагание и эмоционально-волевая настройка — согласована с гармониками макросистемы, происходит резонансный захват, обеспечивающий подсистеме доступ к распределённым вычислительным и энергетическим ресурсам целого [6, с. 142–158; 13, с. 265–288]. Напротив, элементы, генерирующие деструктивный шум страха, агрессии и фрагментации, оказываются в противофазе с новым циклом и постепенно утрачивают устойчивость [2, с. 235–252; 14, с. 120–136].

- **Трансфигурация связей на прежнем субстрате.** Ключевой особенностью информационного обновления является сохранение базового вещественного субстрата при радикальной перестройке архитектуры связей между его элементами [5, с. 112–128; 13, с. 185–204]. Атомы и молекулы остаются прежними, однако принцип их интеграции меняется: взаимодействие, ранее строившееся на жёсткой иерархии и дефиците, перестраивается на основе кооперативной синергии и минимальной диссипации энергии [1, p. 230–248; 2, с. 174–190].
- **Принцип негэнтропийной полезности.** Главным критерием эволюционной валидности узла в распределённой сети выступает его способность продуцировать порядок (негэнтропию) и повышать связность системы [3, с. 68–74; 4, с. 112–125]. В этой парадигме субъект перестаёт быть пассивным наблюдателем и становится активным узлом сети, подтверждающим свою жизнеспособность через уровень внутренней упорядоченности [8, p. 365–368; 11, с. 42–58].

3. Механизмы адаптивных переходных «шлюзов»

Поскольку эволюционный алгоритм направлен на максимизацию сохранения структурно ценного опыта, в архитектуре фазового перехода предусмотрены специальные адаптивные механизмы — переходные «шлюзы», позволяющие пластичным подсистемам поэтапно усвоить новые регуляторные паттерны без мгновенного разрушения [5, с. 145–164; 6, с. 165–182]:

1. **Событийные триггеры (обучающие петли обратной связи).** Система формирует внешние и внутренние ситуации, в которых устаревшие энтропийные стратегии (агрессия, ригидный контроль, эгоцентрическая изоляция) перестают приносить результат и ведут в тупик [4, с. 152–168; 7, p. 49–64]. Это побуждает субъекта к поиску кооперативных и когерентных решений, осуществляя синхронизацию через практический опыт [5, с. 168–185].
2. **Эффект «тюнера» (индуцированный резонанс узлов).** Подсистемы, уже достигшие высокой внутренней когерентности, начинают выполнять функцию ретрансляторов упорядоченного сигнала [1, p. 118–132; 13, с. 292–310]. При взаимодействии с ними менее упорядоченные элементы сети непроизвольно подстраивают свои ритмы и когнитивные модели под эталонную частоту, что реализует групповую адаптацию через полевое и социальное сопряжение [6, с. 150–162; 11, с. 124–140].
3. **Информационные инъекции (когнитивные инсайты).** В моменты кризиса устаревших логических схем возникает состояние когнитивной открытости, в котором сознание скачкообразно усваивает целостные смысловые блоки [12, с. 184–205]. В результате происходит быстрая перестройка ценностной и целевой матрицы субъекта [12, с. 206–224; 14, с. 148–165].
4. **Временной буфер адаптации.** Переходный коридор, в течение которого старые и новые правила сосуществуют одновременно, предоставляет пластичным системам необходимый временной ресурс для реконфигурации внутренних структур и закрепления нового уровня когерентности [10, с. 212–223; 14, с. 166–182].

Субъект, успешно прошедший адаптацию через указанные шлюзы, обретает качественно новый уровень системной устойчивости — информационный иммунитет и помехоустойчивость по отношению к деструктивным внешним воздействиям, что открывает возможность перехода к изучению квантово-полевой организации живых биосистем [3, с. 77–86; 12, с. 235–258; 13, с. 315–338].

Заключение

Проведённое исследование завершает построение целостной онтологической и кибернетической модели до-материального кода и эволюции сложных систем [8, p. 354–368; 9, p. 176–192]. Показано, что периодическая энтропийная разгрузка и фазовые переходы являются необходимым условием развития мироздания, а устойчивость элементов в период парадигмального сдвига определяется их резонансной совместимостью и способностью генерировать негэнтропию [1, p. 191–215; 2, с. 196–215; 3, с. 68–76]. Наличие четырёх механизмов адаптивных переходных шлюзов обеспечивает эволюционную преемственность и плавную конверсию пластичных систем на новый уровень организации [5, с. 145–164; 6, с. 165–182; 14, с. 148–182].

Список источников (по ГОСТ Р 7.0.5–2008)

1. Haken H. Synergetics: An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin : Springer-Verlag, 1983. 371 p.
2. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М. : Прогресс, 1986. 432 с.
3. Шрёдингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки. М. ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. 92 с.
4. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М. : Наука, 1983. 344 с.
5. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М. : Наука, 1987. 304 с.
6. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики: Синергетическое мировидение. М. : КомКнига, 2005. 240 с.
7. Bak P. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. New York : Copernicus, 1996. 212 p.
8. Wheeler J. A. Information, physics, quantum: the search for links // Proceedings of the 3rd International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics. Tokyo : Physical Society of Japan, 1989. P. 354–368.
9. Lloyd S. Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos. New York : Alfred A. Knopf, 2006. 221 p.
10. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М. : Наука, 1997. 285 с.
11. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление. М. : Наука, 1991. 271 с.
12. Менский М. Б. Сознание и квантовая механика: жизнь в параллельных мирах (чудеса сознания — из квантовой реальности). Фрязино : Век 2, 2011. 320 с.
13. Бом Д. Целостность и импликативный порядок. М. : Ганга, 2021. 368 с.
14. Ласло Э. Макросдвиг (К устойчивости мира курсом перемен). М. : Тайдекс Ко, 2004. 208 с.

References

1. Haken H. Synergetics: An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin, Springer-Verlag, 1983. 371 p.
2. Prigogine I., Stengers I. Poryadok iz khaosa: Novyi dialog cheloveka s prirodoi [Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature]. Moscow, Progress Publ., 1986. 432 p.

3. Schrödinger E. Chto takoe zhizn'? Fizicheskii aspekt zhivoi kletki [What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell]. Moscow, Izhevsk, RKhD Publ., 2002. 92 p.

4. Wiener N. Kibernetika, ili Upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine [Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine]. Moscow, Nauka Publ., 1983. 344 p.

5. Moiseev N. N. Algoritmy razvitiya [Algorithms of Development]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 304 p.

6. Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P. Osnovaniya sinergetiki: Sinergeticheskoe mirovidenie [Foundations of Synergetics: Synergetic Worldview]. Moscow, KomKniga Publ., 2005. 240 p.

7. Bak P. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. New York, Copernicus, 1996. 212 p.

8. Wheeler J. A. Information, physics, quantum: the search for links. Proceedings of the 3rd International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics. Tokyo, Physical Society of Japan, 1989, pp. 354–368.

9. Lloyd S. Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos. New York, Alfred A. Knopf, 2006. 221 p.

10. Kapitsa S. P., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G. Sinergetika i prognozy budushchego [Synergetics and Forecasts of the Future]. Moscow, Nauka Publ., 1997. 285 p.

11. Vernadskii V. I. Nauchnaya mysl' kak planetnoe yavlenie [Scientific Thought as a Planetary Phenomenon]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 271 p.

12. Menskii M. B. Soznanie i kvantovaya mekhanika: zhizn' v parallel'nykh mirakh [Consciousness and Quantum Mechanics: Life in Parallel Worlds]. Fryazino, Vek 2 Publ., 2011. 320 p.

13. Bohm D. Tselostnost' i implikativnyi poryadok [Wholeness and the Implicate Order]. Moscow, Ganga Publ., 2021. 368 p.

14. Laszlo E. Makrosdvig (K ustoichivosti mira kursom peremen) [Macroshift: Navigating the Transformation to a Sustainable World]. Moscow, Taideks Ko Publ., 2004. 208 p.

НАУЧНАЯ РЕЦЕНЗИЯ

на статью А. И. Хесина, доктора технических наук, действительного члена РАЕН, «Синергетика фазовых переходов и адаптивные шлюзы эволюции сложных информационных систем»

Актуальность темы. Рецензируемая статья завершает второй тематический цикл исследований автора и посвящена актуальнейшей междисциплинарной проблеме — закономерностям прохождения сложными системами точек бифуркации и механизмов их адаптации в период смены эволюционных и парадигмальных циклов. В условиях стремительной трансформации глобальных информационных и социальных структур осмысление критериев устойчивости и когерентности приобретает особую научную и практическую значимость.

Научная новизна и теоретическая значимость. Автор успешно интегрирует понятийный аппарат классической синергетики, неравновесной термодинамики и информационно-вычислительной онтологии. К наиболее значимым научным результатам работы относятся:

1. Обоснование двухфазной динамики обновления сложных систем, включающей стадию энтропийной разгрузки и переходный режим «горячей перезагрузки» (*Hot Reload*), в котором сосуществуют инерционные и новые регуляторные алгоритмы.
2. Формулировка критерия резонансной (частотно-фазовой) совместимости и принципа негэнтропийной полезности элементов распределённой сети при пересборке информационных связей на прежнем вещественном субстрате.
3. Систематизация четырёх механизмов работы адаптивных переходных «шлюзов» (событийных триггеров, индуцированного резонанса узлов, когнитивных инсайтов и временного буфера адаптации), обеспечивающих эволюционную преемственность пластичных систем.

Логика изложения и оформление. Статья характеризуется строгой внутренней логикой, ясностью формулировок и высоким теоретико-методологическим уровнем. Выводы автора аргументированы и опираются на фундаментальные работы в области синергетики и теории сложных систем (Г. Хакена, И. Пригожина, Н. Н. Моисеева, С. П. Курдюмова, П. Бака и др.). Библиографический список из 14 источников и блок *References* оформлены в точном соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Заключение. Статья А. И. Хесина «Синергетика фазовых переходов и адаптивные шлюзы эволюции сложных информационных систем» является самостоятельным, оригинальным научным исследованием и рекомендуется к опубликованию в рецензируемом научном издании.

Рецензент:
Учёная степень, учёное звание: _____
Должность, место работы: _____
Подпись: _____ / _____ /
Дата: «____» _____ 2026 г. *(М.П.)*

«Персональные данные рецензента скрыты на основании Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных»

СВОДНАЯ НАУЧНАЯ РЕЦЕНЗИЯ

на тематический цикл научных статей А. И. Хесина, доктора технических наук, действительного члена Российской академии естественных наук (РАЕН), «Онтология до-материального кода и эволюция сложных информационных систем» (Статьи II.1–II.3)

Общая характеристика и актуальность цикла. Представленный на рецензирование тематический цикл из трёх взаимосвязанных научных статей (*«Онтология до-материального кода: информация без носителя, "чертёж пустоты" и архитектура Бэкенда Вселенной»*; *«Алгоритмический "автопилот" мироздания: рекурсия, эмерджентность и процессуальная природа реальности»*; *«Синергетика фазовых переходов и адаптивные шлюзы эволюции сложных информационных систем»*) представляет собой целостное философско-методологическое и кибернетическое исследование субстанциальной роли информации в устройстве и эволюции мироздания. Тематика цикла находится на переднем крае современной философии науки, цифровой физики, квантовой теории информации и синергетики.

Концептуальная целостность и научная новизна. Все три статьи цикла объединены сквозной авторской концепцией информационной первичности и процессуальной природы реальности, последовательно раскрываемой от фундаментальных онтологических оснований до динамики фазовых переходов:

- В **первой статье цикла (II.1)** убедительно обоснован онтологический статус информации без вещественного носителя как пространства чистых математических и логических возможностей, предложена системно-архитектурная модель мироздания (*Front-end* и *Back-end*), а также введена категория топологического каркаса пространства состояний («чертежа пустоты»).
- Во **второй статье цикла (II.2)** раскрыты пять системных механизмов саморазвивающегося алгоритма Вселенной (голографическая локализация, фрактальная рекурсия, эмерджентность, кибернетическая обратная связь и квантовая стохастичность), показано сочетание инвариантности мировых констант внутри цикла с процессуальной телеологией вычисления в реальном времени и антропным самопознанием кода.
- В **третьей статье цикла (II.3)** исследование закономерно завершается анализом нелинейной эволюции и синергетики фазовых переходов, формулировкой критериев резонансной совместимости и негэнтропийной полезности, а также классификацией четырёх адаптивных «шлюзов», обеспечивающих конверсию пластичных систем при смене эволюционных циклов.

Методологическая обоснованность и оформление. Автор демонстрирует глубокое владение категориальным аппаратом теоретической физики, кибернетики, синергетики и философии науки. Междисциплинарные аналогии используются корректно, в рамках строгой философско-методологической экспликации. Все статьи цикла структурированы по единому академическому стандарту (УДК, русскоязычные и англоязычные аннотации и ключевые слова, логически выверенные разделы, заключения, списки источников по ГОСТ Р 7.0.5–2008 и транслитерированные блоки *References*).

Общий вывод. Тематический цикл статей А. И. Хесина «Онтология до-материального кода и эволюция сложных информационных систем» обладает высокой теоретической новизной, внутренней логической стройностью и междисциплинарной ценностью. Цикл представляет собой весомый вклад в развитие современной информационной онтологии и рекомендуется к публикации в рецензируемых научных журналах (включая издания перечня ВАК при Минобрнауки России).

Рецензент:
Учёная степень, учёное звание: _____
Должность, место работы: _____
Подпись: _____ / _____ /
Дата: «____» _____ 2026 г. *(М.П.)*

«Персональные данные рецензента скрыты на основании Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных»