

Синергетика

Не следует путать с [Синергия](#).

У этого термина существуют и другие значения, см. [Синергетика \(значения\)](#).

Синергѳтика (от др.-греч. συν- — приставка со значением совместности и ἔργον «деятельность»), или *теория сложных систем*^[1] — [междисциплинарное](#) направление [науки](#), изучающее общие закономерности явлений и процессов в сложных [неравновесных системах](#) (физических, химических, биологических, экологических, социальных и других) на основе присущих им принципов [самоорганизации](#)^[2]. Синергетика является междисциплинарным подходом, поскольку принципы, управляющие процессами самоорганизации, представляются одними и теми же безотносительно природы систем, и для их описания должен быть пригоден общий [математический аппарат](#).

Основное понятие синергетики — определение [структуры](#) как состояния, возникающего в результате многовариантного и неоднозначного поведения таких многоэлементных структур или многофакторных сред, которые не деградируют к стандартному для замкнутых систем [усреднению термодинамического типа](#), а развиваются вследствие открытости, притока энергии извне, нелинейности внутренних процессов, появления особых [режимов с обострением](#) и наличия более одного устойчивого состояния. В обозначенных системах неприменимы ни [второе начало термодинамики](#), ни [теорема Пригожина](#) о минимуме скорости производства [энтропии](#), что может привести к образованию новых структур и систем, в том числе и более сложных, чем исходные. В отдельных случаях образование новых структур имеет регулярный, волновой характер, и тогда они называются [автоволновыми процессами](#) (по аналогии с [автоколебаниями](#)).

Феномен появления структур часто трактуется синергетикой как всеобщий механизм повсеместно наблюдаемого в природе направления [эволюции](#): от элементарного и примитивного — к сложносоставному и более совершенному. С мировоззренческой точки зрения синергетику иногда позиционируют как [«глобальный эволюционизм»](#) или [«универсальную теорию эволюции»](#), дающую единую основу для описания механизмов возникновения любых новаций, подобно тому, как некогда [кибернетика](#) определялась, как «универсальная теория управления», одинаково пригодная для описания любых операций регулирования и оптимизации: в природе, в технике, в обществе и т. д. Однако время показало, что всеобщий кибернетический подход оправдал далеко не все возлагавшиеся на него надежды. Аналогичным образом, и расширительное толкование применимости методов синергетики также подвергается критике^[3].

Содержание

[\[убрать\]](#)

- 1 История
- 2 Предмет, методы и школы синергетики
 - 2.1 В России
- 3 Синергетический подход в естествознании
- 4 Псевдосинергетика
- 5 См. также
- 6 Примечания
- 7 Литература
- 8 Ссылки

История[\[править\]](#) | [править вики-текст](#)

Автором термина *синергетика* является **Хакен Герман** (*Hermann Haken*, род. 12 июля 1927 г.) — немецкий физик-теоретик. Хотя задолго до него [Ч. Шеррингтон](#) называл *синергетическим*, или интегративным, согласованное воздействие нервной системы (спинного мозга) при управлении мышечными движениями.

Убедившись на практике исследований сложных систем в ограниченности по отдельности как аналитического, так и численного подхода к решению нелинейных задач, [И. Забуский](#) в [1967 году](#) пришёл к выводу о необходимости единого «синергетического» подхода, понимая под этим «…совместное использование обычного анализа и численной машинной математики для получения решений разумно поставленных вопросов математического и физического содержания системы уравнений»^[4]. Определение термина «синергетика», близкое к современному пониманию, ввёл [Герман Хакен](#) в [1977 году](#) в своей книге «Синергетика»^[5].

Предмет, методы и школы синергетики[\[править\]](#) | [править вики-текст](#)

Область исследований синергетики чётко не определена и вряд ли может быть ограничена, так как её интересы распространяются на все отрасли естествознания. Общим признаком является рассмотрение динамики любых необратимых процессов и возникновения принципиальных новаций. Математический аппарат синергетики скомбинирован из разных отраслей [теоретической физики](#): [нелинейной неравновесной термодинамики](#), [теории катастроф](#), [теории групп](#), [тензорного анализа](#), [дифференциальной топологии](#), неравновесной [статистической физики](#). Существуют несколько школ, в рамках которых развивается синергетический подход:

1. Школа [нелинейной оптики](#), [квантовой механики](#) и [статистической физики](#) [Германа Хакена](#), с 1960 года профессора Института теоретической физики в Штутгарте. В 1973 году он объединил большую группу учёных вокруг шпрингеровской серии книг по синергетике, в рамках которой к настоящему времени увидели свет 69 томов с широким спектром теоретических, прикладных и научно-популярных работ, основанных на [методологии](#) синергетики: от физики твёрдого тела и лазерной техники и до биофизики и проблем искусственного интеллекта.
2. [Физико-химическая](#) и [математико-физическая](#) [Брюссельская школа](#) [Ильи Пригожина](#), в русле которой формулировались первые теоремы (1947 г.), разрабатывалась математическая теория поведения [диссипативных структур](#) (термин Пригожина), раскрывались исторические предпосылки и провозглашались мировоззренческие основания теории самоорганизации, как парадигмы универсального эволюционизма. Эта школа, основные представители которой работают теперь в США, не пользуется термином «синергетика», а предпочитает называть разработанную ими методологию «теорией диссипативных структур» или просто «[неравновесной термодинамикой](#)», подчёркивая преемственность своей школы пионерским работам [Ларса Онзагера](#) в области необратимых химических реакций (1931 г.).

В России [\[править\]](#) | [\[править вики-текст\]](#)

Концептуальный вклад в развитие синергетики внёс академик [Н. Н. Моисеев](#) — идеи универсального эволюционизма и [коэволюции](#) человека и природы.

Математический аппарат [теории катастроф](#), пригодный для описания многих процессов [самоорганизации](#), разработан российским математиком [В. И. Арнольдом](#) и французским математиком [Рене Томом](#).

В рамках школы академика [А. А. Самарского](#) и члена-корреспондента РАН [С. П. Курдюмова](#) разработана теория самоорганизации на базе математических моделей и вычислительного эксперимента (включая теорию развития в [режиме с обострением](#)).

Синергетический подход в [биофизике](#) развивается в трудах членов-корреспондентов РАН [М. В. Волькенштейна](#) и [Д. С. Чернавского](#).

Синергетический подход в теоретической истории (*историческая математика*) с подразделами [клиодинамика](#) и [клиометрика](#), развивается в работах [Д. С. Чернавского](#), [Г. Г. Малинецкого](#), [Л. И. Бородкина](#), [С. П. Капицы](#), [А. В. Кортаева](#), [С. Ю. Малкова](#), [П. В. Турчина](#), [А. П. Назаретяна](#) и др.^[6]

Приложения синергетики распределились между различными направлениями^[источник не указан 1200 дней].

- [теория динамического хаоса](#) исследует сверхсложную, скрытую упорядоченность поведения наблюдаемой системы; напр. явление [турбулентности](#);
- теория [фракталов](#) занимается изучением сложных самоподобных структур, часто возникающих в результате самоорганизации. Сам процесс самоорганизации также может быть фрактальным^[источник не указан 1200 дней];
- [теория катастроф](#) исследует поведение самоорганизующихся систем в терминах [бифуркация](#), [аттрактор](#), [неустойчивость](#);
- лингвистическая синергетика и прогностика (труды профессора [Р. Г. Пиотровского](#)^{[7][8]} и его учеников и последователей^{[9][10][11][12]});
- семантическая синергетика^[источник не указан 1200 дней].

Синергетический подход в естествознании [\[править\]](#) | [\[править вики-текст\]](#)

Основные принципы^{[13][14][15][16][17][18][19][20][21]}.

- Природа иерархически структурирована в несколько видов открытых нелинейных систем разных уровней организации: в динамически стабильные, в адаптивные, и наиболее сложные — эволюционирующие системы.
- Связь между ними осуществляется через хаотическое, неравновесное состояние систем соседствующих уровней.
- Неравновесность является необходимым условием появления новой организации, нового порядка, новых систем, то есть — **развития**.
- Когда нелинейные динамические системы объединяются, новое образование не равно сумме частей, а образует систему другой организации или систему иного уровня.
- Общее для всех эволюционирующих систем: неравновесность, спонтанное образование новых микроскопических (локальных) образований, изменения на макроскопическом (системном) уровне, возникновение новых свойств системы, этапы самоорганизации и фиксации новых качеств системы.
- При переходе от неупорядоченного состояния к состоянию порядка все развивающиеся системы ведут себя одинаково (в том смысле, что для описания всего многообразия их эволюций пригоден обобщённый математический аппарат синергетики).
- Развивающиеся системы всегда открыты и обмениваются энергией и веществом с внешней средой, за счёт чего и происходят процессы локальной упорядоченности и самоорганизации.
- В сильно неравновесных состояниях системы начинают воспринимать те факторы воздействия извне, которые они бы не восприняли в более равновесном состоянии.
- В неравновесных условиях относительная независимость элементов системы уступает место корпоративному поведению элементов: вблизи равновесия элемент взаимодействует только с соседними, вдали от равновесия — «видит» всю систему целиком и согласованность поведения элементов возрастает.
- В состояниях, далёких от равновесия, начинают действовать бифуркационные механизмы — наличие кратковременных точек раздвоения перехода к тому или иному относительно долговременному режиму системы — аттрактору. Заранее невозможно предсказать, какой из возможных аттракторов займёт система.

Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом:

1. Система должна быть открытой. Закрытая система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции.
2. Открытая система должна быть достаточно далека от точки термодинамического равновесия. В точке равновесия сколь угодно сложная система обладает максимальной энтропией и не способна к какой-либо самоорганизации. В положении, близком к равновесию и без достаточного притока энергии извне, любая система со временем ещё более приблизится к равновесию и перестанет изменять своё состояние.
3. Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем. Такие флуктуации обычно подавляются во всех динамически стабильных и адаптивных системах за счёт отрицательных обратных связей, обеспечивающих сохранение структуры и близкого к равновесию состояния системы. Но в более сложных открытых системах, благодаря притоку энергии извне и усилению неравновесности, отклонения со временем возрастают, накапливаются, вызывают эффект коллективного поведения элементов и подсистем и, в конце концов, приводят к «расшатыванию» прежнего порядка и через относительно кратковременное хаотическое состояние системы приводят либо к разрушению прежней структуры, либо к возникновению нового порядка. Поскольку флуктуации носят случайный характер, то состояние системы после бифуркации обусловлено действием суммы случайных факторов.
4. Самоорганизация, имеющая своим исходом образование через этап хаоса нового порядка или новых структур, может произойти лишь в системах достаточного уровня сложности, обладающих определённым количеством взаимодействующих между собой элементов, имеющих некоторые критические параметры связи и относительно высокие значения вероятностей своих флуктуаций. В противном случае эффекты от синергетического взаимодействия будут недостаточны для появления коллективного поведения элементов системы и тем самым возникновения самоорганизации. Недостаточно сложные системы не способны ни к спонтанной адаптации ни, тем более, к развитию и при получении извне чрезмерного количества энергии теряют свою структуру и необратимо разрушаются.
5. Этап самоорганизации наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями. Функционирование динамически стабильных, неэволюционирующих, но адаптивных систем — а это и гомеостаз в живых организмах и автоматические устройства — основывается на получении обратных сигналов

от [рецепторов](#) или [датчиков](#) относительно положения системы и последующей корректировки этого положения к исходному состоянию исполнительными механизмами. В самоорганизующейся, в эволюционирующей системе возникшие изменения не устраняются, а накапливаются и усиливаются вследствие общей положительной реактивности системы, что может привести к возникновению нового порядка и новых структур, образованных из элементов прежней, разрушенной системы. Таковы, к примеру, механизмы [фазовых переходов](#) вещества или образования новых социальных формаций.

6. Самоорганизация в сложных системах, переходы от одних структур к другим, возникновение новых уровней организации материи сопровождаются нарушением симметрии. При описании эволюционных процессов необходимо отказаться от симметрии времени, характерной для полностью детерминированных и обратимых процессов в классической механике. Самоорганизация в сложных и открытых — [диссипативных системах](#), к которым относится и [жизнь](#), и [разум](#), приводят к необратимому разрушению старых и к возникновению новых структур и систем, что наряду с явлением [неубывания энтропии в закрытых системах](#) обуславливает наличие «[стрелы времени](#)» в Природе.

Псевдосинергетика[[править](#) | [править вики-текст](#)]

Наблюдаются случаи использования терминологии синергетики для придания веса псевдонаучным изысканиям^[22]. Отмечается, что некоторые учёные стали представлять себе и широкой общественности синергетику как «панацею», решающую коренные вопросы во всех науках, в том числе — в гуманитарных, при этом зачастую на фоне не критического отвержения классических и апробированных подходов и теорий:

Опасность такого интенсивного внедрения «синергетики» в науки, особенно в общественные, заключалась в полном непонимании того, что такое синергетика, в неизбежном назывании применением синергетического подхода простого сопровождения словом «синергетика» различных необоснованных утверждений, выдаваемых за научные, и результирующем отбрасывании нормальных наработанных методов конкретных наук. И это формальное и поверхностное «обращение к синергетике», становясь по понятным причинам массовым, должно было порождать и породило целое, вполне самостоятельное и даже обособленное, сообщество взаимно довольных, друг друга поддерживающих и никем не критикуемых деятелей, занимающихся схоластической псевдонаукой.

[...] заявляемые предложения новых, каких-то синергетических подходов здесь в действительности оборачиваются, в первую очередь, отбрасыванием прежних, уже апробированных подходов и теорий, прерыванием естественного развития познания и наук и предложением взамен прежнего теперь в лучшем случае пустышек — просто неконкретной предисловий и обещаний, а в худшем — отвлечением внимания от нормальной науки и её дискредитацией.

— Бюллетень №1 альманаха «[В защиту науки](#)» [Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований](#). — М: Наука, 2006.

Как отмечает Чернавский, «в синергетике владение математическим аппаратом ([теорией динамических систем](#), [математическим моделированием](#)) считается необходимым условием.»^[23]

См. также[[править](#) | [править вики-текст](#)]

- [Аттрактор](#)
- [Синергия](#)
- [Нелинейная динамика](#)
- [Общая теория систем](#)
- [Теория хаоса](#)

Примечания[[править](#) | [править вики-текст](#)]

Литература ↑ [Показывать компактно](#)

- ↑ *Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С.* *Основы теории сложных систем.* — М.-Ижевск: *Институт компьютерных исследований*, 2007. — 620 с.
- ↑ *Князева Е. Н.* Энциклопедия эпистемологии и философии науки. — М.: «Канон+», РООИ «Реабилитация», И. Т. Касавин, 2009.
- ↑ *Болдачев А. В.* Новации. Суждения в русле эволюционной парадигмы Спб.:Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. — 256 с. ISBN 978-5-288-04227-0

4. ↑ [Забуский И.](#) Nonlinear partial differential equations — N. Y.: Acad. press, 1967, с. 223
5. ↑ [Хакен Г.](#) Синергетика. М.: Мир, 1980
6. ↑ См., например: [История и синергетика. Методология исследования.](#) М.: Издательство ЛКИ/URSS, 2009, 2-е изд.
7. ↑ [Пиотровский Р. Г.](#) Синергетика текста. Минск: МГЛУ, 2005.
8. ↑ [Пиотровский Р. Г.](#) Лингвистическая синергетика: исходные положения, первые результаты, перспективы. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2006.
9. ↑ [Беляева Л. Н.](#) Синергетика текста и проблемы перевода // Актуальные проблемы теоретической и прикладной лингвистики и оптимизация преподавания иностранных языков. Материалы II международной научной конференции. — Тольятти: ТГУ, 2010, с. 20-26.
10. ↑ [Беляева Л. Н., Бородина О. А.](#) Синергетика текста и адекватность перевода терминологии // материалы конференции «Синергетическая лингвистика vs. Лингвистическая синергетика». — Пермь: ПГТУ, 2010.
11. ↑ [Камшилова О. Н.](#) Глобальный английский: к формированию синергетической гипотезы // V Международная научная конференция «Прикладная лингвистика в науке и образовании» СПб, Лема, 2010, сс.152-157 (0,25 п.л.) — Кафедра образовательных технологий в филологии РГПУ им. А. И. Герцена. Наши публикации — 2010. <https://sites.google.com/site/kotphil52/nasi-publikacii/-2010>.
12. ↑ Синергетическая лингвистика vs лингвистическая синергетика: материалы международной научно-практической конференции (г. Пермь, 8-10 апр. 2010 г.) http://books.google.ru/books/about/Синергетическая_линр.html
13. ↑ [Николис Г., Пригожин И.](#) Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. М.: Мир, 1979. — 512 с.
14. ↑ [Хакен Г.](#) Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985
15. ↑ [Пригожин И., Стенгерс И.](#) Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.
16. ↑ [Пригожин И.](#) От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М.: Наука, 1985.
17. ↑ [Николис Г., Пригожин И.](#) Познание сложного. — М.: Мир, 1990
18. ↑ [Хакен Г.](#) Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991
19. ↑ [Пригожин И., Стенгерс И.](#) Время, хаос, квант: К решению парадокса времени. М.: Прогресс, 1994
20. ↑ [Хакен Г.](#) Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: Изд-во Per Se, 2001. — 353 с.
21. ↑ [Хакен Г.](#) Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 320 с.
22. ↑ [Губин В. Б.](#) [О методологии лженауки.](#) — М.: ПАИМС, 2004. — 172 с.
23. ↑ [Чернавский, 2004.](#) с. 82.

Энтропия

Энтро́пия (от др.-греч. ἐντροπία — поворот, превращение) — широко используемый в [естественных](#) и [точных науках](#) термин. Впервые введён в рамках [термодинамики](#) как [функция состояния термодинамической системы](#), определяющая меру необратимого рассеивания энергии. В [статистической физике](#) энтропия является мерой [вероятности](#) осуществления какого-либо [макроскопического состояния](#). Кроме физики, термин широко употребляется в математике: [теории информации](#) и [математической статистике](#). Энтропия может интерпретироваться как мера неопределённости (неупорядоченности) некоторой системы (например, какого-либо опыта (испытания), который может иметь разные исходы, а значит, и количество [информации](#)^{[1][2]}). Другой интерпретацией этого понятия является информационная ёмкость системы. С данной интерпретацией связан тот факт, что создатель понятия энтропии в теории информации [Клод Шеннон](#) сначала хотел назвать эту величину информацией. В широком смысле, в каком слово часто употребляется в быту, энтропия означает меру неупорядоченности системы; чем меньше элементы системы подчинены какому-либо порядку, тем выше энтропия.

Величина, [противоположная](#) энтропии, именуется [негэнтропией](#) или, реже, *экстропией*.

Содержание

[\[убрать\]](#)

- 1Употребление в различных дисциплинах
 - 1.1В термодинамике
- 2См. также
- 3Примечания
- 4Литература

[Термодинамические потенциалы](#)



[Термодинамика](#)

- [Внутренняя энергия](#)
- [Энтропия](#)
- [Энтальпия](#)
- [Свободная энергия Гельмгольца](#)
- [Энергия Гиббса](#)
- [Большой термодинамический потенциал \(Ω\)](#)

Разделы

- [Начала](#)
- [Уравнение состояния](#)
- [Величины](#)
- [Потенциалы](#)
- [Циклы](#)
- [Фазовый переход](#)

См. также «[Физический портал](#)»

Употребление в различных дисциплинах[[править](#) | [править вики-текст](#)]

- [Термодинамическая энтропия](#) — термодинамическая функция, характеризующая меру необратимой [диссипации энергии](#) в ней.
- [Информационная энтропия](#) — мера неопределённости источника сообщений, определяемая вероятностями появления тех или иных символов при их передаче.
- [Дифференциальная энтропия](#) — энтропия для непрерывных распределений.
- [Энтропия динамической системы](#) — в теории динамических систем мера хаотичности в поведении траекторий системы.
- Энтропия отражения — часть информации о дискретной системе, которая не воспроизводится при отражении системы через совокупность своих частей.
- Энтропия в [теории управления](#) — мера неопределённости состояния или поведения системы в данных условиях.

В термодинамике[[править](#) | [править вики-текст](#)]

Понятие энтропии впервые было введено [Клаузиусом](#) в [термодинамике](#) в [1865 году](#) для определения меры необратимого [рассеивания энергии](#), меры отклонения реального процесса от идеального. Определённая как сумма приведённых теплот, она является [функцией состояния](#) и остаётся постоянной при замкнутых [обратимых процессах](#), тогда как в [необратимых](#) — её изменение всегда положительно.

Математически энтропия определяется как функция состояния системы, равная в [равновесном процессе](#) количеству теплоты, сообщённой системе или отведённой от системы, отнесённому к термодинамической температуре системы:

где — приращение энтропии; — минимальная теплота, подведённая к системе; — абсолютная температура процесса.

Энтропия устанавливает связь между макро- и микро- состояниями. Особенность данной характеристики заключается в том, что это единственная функция в физике, которая показывает направленность процессов. Поскольку энтропия является функцией состояния, то она не зависит от того, как осуществлён переход из одного состояния системы в другое, а определяется только начальным и конечным состояниями системы.

См. также[[править](#) | [править вики-текст](#)]

- [Хаос](#)
- [Закон неубывания энтропии](#)
- [Энергия](#)
- [Второе начало термодинамики](#)
- [Принцип Ландауэра](#)
- [Телеономия](#)

Примечания[[править](#) | [править вики-текст](#)]

- ↑ *Д. Н. Зубарев, В. Г. Морозов. Энтропия // Физическая энциклопедия / Д. М. Алексеев, А. М. Балдин, А. М. Бонч-Бруевич, А. С. Боровик-Романов, Б. К. Вайнштейн, С. В. Вонсовский, А. В. Гапонов-Грехов, С. С. Герштейн, И. И. Гуревич, А. А. Гусев, М. А. Ельяшевич, М. Е. Жаботинский, Д. Н. Зубарев, Б. Б. Кадомцев, И. С. Шапиро, Д. В. Ширков*; под общ. ред. [А. М. Прохорова](#). — М.: Советская энциклопедия, 1988—1999.
- ↑ Энтропия // *Большая советская энциклопедия* : [в 30 т.] / гл. ред. [А. М. Прохоров](#). — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.

Литература[[править](#) | [править вики-текст](#)]

- *Шамбадаль П.* Развитие и приложение понятия энтропии. — М.: Наука, 1967. — 280 с.
- *Мартин Н., Инглэнд Дж.* Математическая теория энтропии. — М.: Мир, 1988. — 350 с.

- [Хинчин А. Я. Понятие энтропии в теории вероятностей](#) // Успехи математических наук. — 1953. — Т. 8, вып. 3(55). — С. 3-20.
- [Гленсдорф П., Пригожин И.](#) Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. — М., 1973.
- [Пригожин И., Стенгерс И.](#) Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. — М., 1986.
- [Брюллюэн Л.](#) Наука и теория информации. — М., 1960.
- [Винер Н.](#) Кибернетика и общество. — М., 1958.
- [Винер Н.](#) Кибернетика или управление и связь в животном и машине. — М., 1968.
- [Де Гроот С., Мазур П.](#) Неравновесная термодинамика. — М., 1964.
- [Зоммерфельд А.](#) Термодинамика и статистическая физика. — М., 1955.
- [Петрушенко Л. А.](#) Самодвижение материи в свете кибернетики. — М., 1974.
- [Эшби У. Р.](#) Введение в кибернетику. — М., 1965.
- [Яглом А. М., Яглом И. М.](#) Вероятность и информация. — М., 1973.
- [Волькенштейн М. В.](#) Энтропия и информация. — М.: Наука, 1986. — 192 с.