

*А. М. Хазен
(г. Нью-Йорк, США)*

**ЗАКОН ИЕРАРХИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
ДЕЙСТВИЯ-ЭНТРОПИИ-ИНФОРМАЦИИ
И КАТЕГОРИИ ФИЛОСОФИИ**

Хорошее представление о современной трактовке философских категорий материи, движения, живой и неживой, разумной и косной материи содержится в монографии [1]. Там же изложен на основе работ [3–8] закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации. Как и во многих других публикациях, в [1] его называют – закон Хазена. Цель данной статьи – дать краткую сводку этого закона и его приложений, отметив некоторые детали его связи с философскими категориями, которые не вошли в [1]. В списке литературы дана сводная подборка части публикаций [3–15] по теме этой статьи, включая интернетовские.

Фактически вся работа, краткий аннотационный обзор которой дан в этой статье, основана на принципиально новом подходе. Он присутствует в ней во всём – как крупном, так и в деталях. Одновременно, как и должно быть в любой серьёзной работе, это новое самым тесным образом переплетается с известным.

На титульной странице сайта автора «*Разум природы и разум человека*» (<http://www.kirsoft.com.ru/intell>), написано, что в понимании этого нового закона неизбежны трудности, но если оно достигнуто, то возникнет самая высокая для научной работы оценка – а разве кто-либо раньше мог думать иначе? Такое состоялось по отношению к следствиям этого закона для аксиоматической базы механики и логическим связям её с квантовой теорией [12], а также для места дарвинизма в общей картине природы [16].

1. Закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации

Закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации (закон иерархического развития [15], в биологии называемого эволюцией) относится к открытым системам, то есть к процессам и объектам, взаимодействующим с окружением. Он вошёл в научный обиход. Поясню его в этой статье в краткой упрощенной формулировке.

В основе методов и результатов, объединяемых понятием «наука», лежат аксиомы. Наиболее последовательно представление о них развито в

работах Д. Гильберта об основаниях геометрии. Аксиоматический метод признан основополагающим как в философии, так и в естественных науках.

Существуют аксиоматическая ключевая переменная науки – энтропия, обозначаемая обычно S . Энтропия является аддитивной количественной переменной, то есть нуль её отсчёта может быть выбран разным в соответствии с условиями данных постановок задач.

Энтропия подчиняется основополагающей для науки аксиоме – второму началу термодинамики. К сожалению, эта аксиома (в нарушении требований Гильберта к аксиомам) имеет больше двух десятков формулировок, описывающих разные свойства энтропии. Около 16 из них приведены с пояснениями в [3].

В составе закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации энтропия введена в известном виде:

$$S = K \ln \Omega \text{ или } S = -K \ln \psi$$

где Ω – число возможных состояний системы или ψ – их вероятности. Постоянная перед логарифмом имеет смысл переменной механики *действия*. Однако с использованием математических приёмов действие может быть введено в задачах, не относящихся к механике, –от, например, логики до социальных. На этой основе энтропия получает смысл триединой переменной, то есть остаётся классической энтропией в задачах физики, и одновременно становится синонимом действия в классической механике и в квантовой теории, а также синонимом меры информации. В последнем случае она понимается шире [5], чем общепринято на основе работ К. Шеннона.

Поясню сначала общее и различное в определении



Рис. 1.

информации в теории информации для средств связи и как физической переменной. Это в достаточно полной и краткой форме иллюстрирует схема рис. 1.

Для средств связи термин «информация» классически определен как *устранённая неопределённость в достижении цели*. Простейший пример – информация как адрес в городе. Одинаково звучащие термины в науке обязаны сохранять свой смысл для любых постановок задач. Потому, если вводить информацию в качестве переменной, описывающей развитие в природе, то она должна сохранять смысл устранённой неопределённости. Но *природа не имеет целей* (если не считать её целью сам рост энтропии, то есть действия-информации). Потому общее в своей основе определение информации в технике человека и в природе обязательно является *устранением неопределённости*. Теряется в этом определении только цель – развитие в природе происходит *самопроизвольно*.

Второе отличие в том, что информация всегда передаётся с помощью сигналов, а они сами по себе никакой информации не несут, не могут устранить неопределённость до тех пор, пока им не предзадано в обязательном порядке значение этих сигналов. Это выполняют «книги сообщений», например, «шифровальные книги» в детективах или предварительное обучение. Принятые сигналы азбуки Морзе для того, кто её не знает, не способны изменить его действия, устранить неопределённость.

В природе «над ней» никого нет. *Предзаданная* «книга сообщений» невозможна, а потому не должна быть нужна. Её заменяет процесс синтеза информации, использующий запоминание случайного выбора в данных условиях. Например, в ДНК (вопреки кажущемуся многим) не записано никакой *информации*. Но она управляет образованием белков-катализаторов, которые при заданных условиях и в функции от них по сложной иерархической цепочке синтеза информации формируют наблюдаемое человеком – фенотипические и поведенческие признаки живых организмов и их сообществ. Цепочка *случайности-условия-запоминание* без предзаданной «книги сообщений» превращает в природе сигналы в информацию. Это возможно потому, что запоминание в природе выражается синонимом для него – устойчивостью, то есть воспроизводимостью. Константируют устойчивость её математические критерии (см. схему рис. 2).

Цифрой *1* на ней показан критерий создания вновь информации (устойчивости) для частного идеализированного случая замкнутых систем, находящихся в равновесии. Критерии *2, 3, 5–7* относятся к открытым системам, то есть обменивающимся с окружением веществами и энергией. Они составляют, например, подавляющее большинство существующих или возможных градаций жизни.



Рис. 2.

информации... главной причиной развития в природе, то на первый план выходит застарелое недоумение – каким образом совместимо, казалось бы, наблюдаемое человеком упорядочение в природе по мере её развития со вторым началом термодинамики, понимаемым как стремление, наоборот, к росту беспорядка?

2. Максимум действия-энтропии-информации как причина детерминизма в природе

Обычно противопоставляют «беспорядок», «хаос», количественной мерой которого является энтропия и её производство, – «упорядоченности», которую связывают с экстремумами термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы являются выражениями для взаимодействующих форм энергии, записанными с использованием разных независимых переменных. Равновесие систем характеризуют их экстремумы. Для неравновесных систем решающими являются динамические равновесия, то есть стационарные состояния при заданных потоках работы и веществ через систему.

Противопоставление «хаоса» и «упорядоченности» не вполне корректно, так как в природе и технике состояния при максимуме энтропии (действия-информации) и её производства относятся к детерминированным для систем из многих элементов с самой высокой известной человеку точностью. Лапласовское понимание детерминизма (упорядоченности) относится преимущественно к единичным объектам.

Особо надо обратить внимание на критерий **4**, который в отличие от всех остальных зависит не от энтропии и её производства, а от энергии, выражаемой термодинамическими потенциалами. В частности, на рис. 2 цифрой **4** показан критерий устойчивости, относящийся к экстремуму потенциала, называемого свободной энергией G .

Если принять второе начало термодинамики и закон иерархического синтеза действия-энтропии-

Кстати, лапласовское определение детерминизма впервые в работах [3; 12] сведено к определению детерминизма как экстремумов энтропии (действия-информации) и её производства тем, что действие как переменная механики является энтропией в механике. Потому принцип наименьшего действия Мопертюи определяет классическую лапласовскую траекторию движения материальной точки как экстремум энтропии (действия-информации).

Здесь надо подчеркнуть хотя и редко встречающуюся, но принципиальную ошибку – иногда вводят некую «иерархическую термодинамику». Если бы таковая существовала, то природа потеряла бы общность, единое, объединяющее все ступени иерархии её развития. Именно неизменность законов термодинамики на всех уровнях иерархии развития в природе гарантирует его реализуемость.

Как общеизвестно, *уравнения состояния* для систем (пример для тепловых процессов – уравнение состояния Клапейрона) **не могут быть получены средствами термодинамики**. Именно они (неопределимые на основе законов термодинамики) меняются (причём не связанными с термодинамикой способами) на разных уровнях иерархии роста действия-энтропии-информации в процессе развития в природе.

Экстремумы термодинамического потенциала – свободной энергии – являются ключевыми для направлений и результатов химических реакций. Их исследования и использование в практических задачах являются одной из ведущих основ физической химии. Естественно, такие экстремумы участвуют и в задачах биохимии жизни. Но первопричиной жизни, её развития, называемого эволюцией жизни, они быть не могут. Тут спорить не о чем.

3. Новый источник случайностей – основа иерархического перехода к жизни

Главное отличие живой материи от косной (неживого физического мира, в котором развивается жизнь) состоит в «нарушении» основ физической химии – однозначность экстремумов термодинамических потенциалов (то есть видов и форм молекул химических соединений), которая характерна для неживой материи, заменяется энергетическим равноправием множества разных комбинаций кодонов в составе молекул РНК и ДНК. *Экстремумы энергии взаимодействия внутри биомолекул (в частности, свободной энергии) приводят к новому источнику случайностей – неоднозначности (в смысле последовательностей кодонов) форм специфических молекул РНК и ДНК.*

Например, последние расшифровки ДНК показали, что у многих видов жизни в составе ДНК содержатся участки, которые

суперконсервативны в одинаковости последовательностей кодонов. Их тождественность, несомненно, поддерживается благодаря малым энергетическим экстремумам. Но такие участки не всегда управляют образованием белков – они, как правило «молчат» в составе ДНК. Это ещё раз подчёркивает, что именно случайности в форме новых возможностей роста действия-энтропии-информации обязательны на уровнях иерархии, ответственных за существование живой материи.

Повторю: ДНК – это только сигналы, а не информация. Генетический код – это правильный термин, а генетическая информация – распространённый жаргон.

Даже малое введение энергетической однозначности может стать основой для исключения участков ДНК из последующих синтезов информации, определяющих фенотипические признаки видов жизни. Ещё пример. В состав ДНК входят последовательности генов, которые связываются с регуляторными функциями работы ДНК. Они закономерно воспроизводятся в ДНК разных биологических видов. Это свидетельствует о каких-то малых энергетических преимуществах их образования, зависящих от самой ДНК или её упаковки в хромосомах. Но среди них, как показывают расшифровки геномов последних лет, много одинаковых последовательностей, которые работают как исключения, не участвуя в большинстве случаев в фенотипических признаках видов.

Критерии устойчивости, необходимые для запоминания в результате цепочек синтеза информации, были проиллюстрированы на схеме рис. 2. Важно подчеркнуть, что в [3] энтропия (действие-информация) введена как функция комплексного (в смысле математики) переменного. Мнимая ось её отражает собственно действие-энтропию-информацию, а действительная – энергетические взаимодействия. Потому критерии устойчивости в комплексной плоскости (6 на рис. 2) устраняют необходимость волевых предположений о соотношении энергетических и энтропийных критериев устойчивости. Кстати, именно переход в плоскость функций комплексного переменного даёт эффективные методы решения задач устойчивости в автоматическом управлении.

Схемы рис. 1 и 2 поясняют в строгом виде как единое целое закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации.

4. Как рост энтропии (действия-информации) совместим с кажущейся упорядоченностью в процессе развития

Повторю предыдущие пояснения немного иначе. Возникновение упорядоченности за счёт уменьшения энтропии (действия-информации) с участием подводимой извне к системе энергии тривиально возможно путем

совершения над системой работы. В этом может участвовать достижение системой экстремумов энергии.

Закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации вводит в эти представления принципиально новое – детерминизм в смысле экстремумов энтропии (действия-информации) и её производства может возникать в результате продолжения её роста.

Причина такого, казалось бы, парадокса, в том, что в пределах признаков элементов системы и условий их взаимодействий на данном уровне иерархии могут возникать новые объекты (элементы для системы следующего уровня иерархии) и соответственно новые условия их взаимодействия как целого и новая энтропия (действие-информация) для них. Человек воспринимает такой рост «беспорядка» как увеличение упорядоченности по мере развития в природе. Причина в соотношении, известном из теории информации для средств связи – энтропия при дополнительных условиях меньше, чем без них. Потому каждая следующая ступень иерархии по «высоте» меньше, чем предыдущая. Человек в своих ощущениях и наблюдениях воспринимает дополнительный рост беспорядка при новых признаках элементов системы как рост порядка, так как **наблюдает беспорядок в более узком диапазоне**. Сочетание в этом роста «беспорядка» и кажущегося впечатления, что развитие должно сопровождаться

уменьшением энтропии, то есть увеличением «порядка», отражает схема рис. 3. На ней видно уменьшение «высоты» ступеней иерархии в сочетании с ростом суммарной энтропии (действия-информации) в

полном соответствии со вторым началом тер

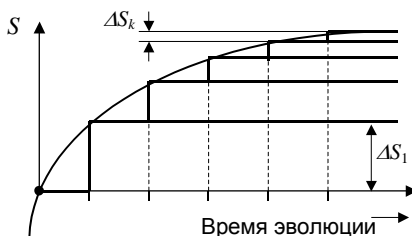


Рис. 3. о является

глобальной особенностью развития в природе. К этому надо добавить, что на каждой ступени иерархии существуют деструктивные процессы. Потому рост действия-энтропии-информации за счёт новых признаков элементов системы сопровождается ростом энтропии при распадах структур.

Наиболее общий признак каждой ступени иерархии роста действия-энтропии-информации задаёт адиабатический инвариант системы, определённый в смысле этого термина у П. Эренфеста. Он участвует в виде размерного множителя K в определении действия-энтропии-информации. На каждой укрупнённой ступени иерархии он свой. В частности, адиабатическим инвариантом является постоянная Планка.

Множественность, обязательность жизни во Вселенной (то есть самопроизвольного превращения косной материи в живую), высокая вероятность возникновения и развития жизни являются следствием закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации. На рубеже 90-х годов прошлого века, когда состоялись первые публикации о новом законе, такое казалось вызывающим. Сегодня, спустя около 20 лет, утверждения о множественности жизни во Вселенной стали обыденными.

Детализирует ведущую роль закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации в возникновении и развитии жизни (живой материи) схема рис. 4.

Углерод в роли элемента таблицы Менделеева отражает максимум «беспорядка» как экстремум энтропии (действия-информации) по отношению к числу разных химических реакций с участием других химических элементов (слева вверху на схеме рис. 4).

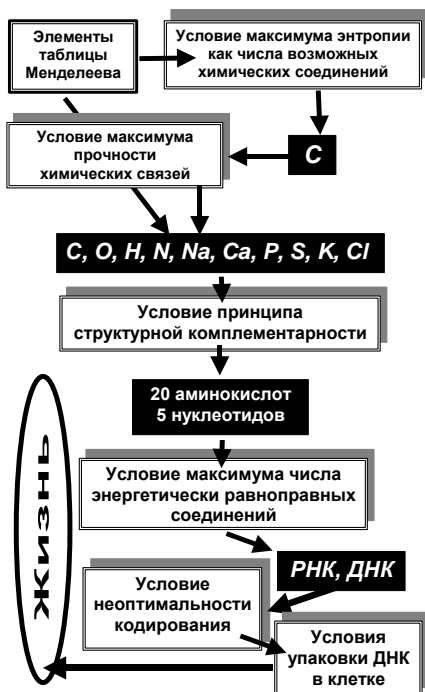


Рис. 4.

Дальше возникает характерная для закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации цепочка новых источников случайностей, ограничивающих их условия и критериев устойчивости (запоминания). В ней участвуют энергетические экстремумы для действия-энтропии-информации как функции комплексного переменного. В частности, условия прочности химических связей выделяют наиболее распространённые в живой природе элементы таблицы Менделеева. Далее включается известный в биохимии принцип структурной комплементарности (безотходность до 20 последовательных биохимических реакций в

живых существах, когда продукты предыдущих являются исходными для следующих). Он выделяет характерные для живых организмов

аминокислоты и нуклеотиды. Эти энергетические условия нужны для живых систем, но сами по себе слишком детерминированы, чтобы создать жизнь.

Ключевым для дальнейшего, для возникновения жизни, которую выделяют в категорию живой материи, становится новый источник случайностей, о котором были объяснения выше – энергетическое равновесие разных комбинаций кодов как главная специфика молекул РНК и ДНК.

Генетический код далеко не оптимален в математическом смысле. В нём присутствует, например, избыточность. Возникает следующая ступень иерархии признаков с участием для них новых случайностей. Этим источники случайностей для геномов не ограничиваются. Молекулы ДНК сложным образом упаковываются в хромосомы, что вводит как ограничения, так и возможности новых случайностей. В результате показанной на схеме рис. 4 цепочки источников случайностей для синтеза информации и ограничивающих их условий возникает жизнь. Однако для формирования фенотипических признаков видов нужны последующие цепочки синтеза информации в виде случайностей-условий-запоминания, которые обозначены овалом «Жизнь» на схеме рис. 4.

5. Причина, по которой (вопреки недоумениям дарвинизма) в соответствующих условиях близка к единице вероятность возникновения жизни и нового видообразования

Почему сложнейшие последовательные цепочки случайностей приводят к жизни и её удивительно согласованному сосуществованию? Впервые в [3] было открыто, что поскольку в синтезе информации участвует устойчивость, то для достижения динамических и статических равновесий (как её выражения) необходимо участие не только спонтанных (случайных), но и индуцированных переходов. Понятие о них впервые ввёл А. Эйнштейн при повторном по отношению к Планку выводе закона излучения абсолютно черного тела. Кстати, индуцированные переходы составляют основу современных лазеров всех типов.

Реализация их аналогов для молекул РНК и ДНК гарантирует, что если условия допускают всю многоступенчатую иерархию образования вида живого организма, то он при всех нагромождениях случайностей в этой цепочке возникнет с вероятностью, которая близка к единице!

Этим устранены парадоксы и противоречия при классическом для дарвинизма описании жизни (остававшиеся даже с участием современных молекулярной биологии и генетики).

6. Ответ на вопрос – что такое мысль и память в мозге животных и человека?

Философия вводит категорию разумной материи. С участием закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации эта категория сводится к физико-химическим процессам.

Дело в том, что энергия солнца и пищевых (в широком смысле) химических реакций превращается в разные виды работы живого организма на основе промежуточных электрических процессов и электрической энергии. Всем привычен цикл Карно как источник механической работы. Достоверно, что он в энергетике жизни не участвует. Энергетические циклы в живых системах – электрохимические. На их основе возникли специфические клетки и их связи, примером которых являются нейроны, их дендриты и аксоны. Например, мозг человека и высших животных (и его часть – сетчатка глаза) содержит клетки, генетика которых отлична от генетики всего организма. Они – генетически чуждые симбионты в организме. Потому существование мозга возможно только под защитой мембраны гематоэнцефалического барьера. При его повреждениях иммунная система уничтожит нейроны.



Рис. 5.

В передаче нервных импульсов участвуют химические синапсы и взаимные превращения в них электрической энергии в специфические вещества – нейромедиаторы и нейропептиды. Эти вещества (для краткости дальше просто медиаторы) выделяются в синаптическую щель, присоединяются к рецепторам постсинаптической мембраны и возбуждают новый нервный импульс, продолжающий первичный. Синапсы специализированы по видам медиаторов. Дополнительно они

могут попадать в синаптические щели с током крови и других жидкостей в мозге. Этим они влияют на пороги возбуждения новых импульсов. Медиаторы вырабатываются и в организме, поступая в кровь, как результат его метаболизма (например, совершённых движений и подобного).

Мозг и нервные системы структурированы, но в их частях преимущественно реализуется хаос случайных связей с участием

медиаторов. Он функционирует и описывается в терминах закона иерархического синтеза действия-энтропии-информации.

За время после публикации работ [3; 13] возникли методы визуализации работающих областей нервных клеток в мозге. Потому изменение действия-энтропии-информации по отношению к ним видны непосредственно, однако в таком смысле исследователями ещё не поняты.

Укрупнено совместную работу мозга и всего живого организма иллюстрирует схема рис. 5. Она позволяет дать ответ на «вечный вопрос» (в том числе и в философии) – что такое мысль?

Организм, обладающий мозгом, взаимодействует с окружением движениями (в широком смысле, включая, например, химические ответы внутри организма и во внешнюю среду). С помощью органов чувств организм передаёт в мозг сигналы, связанные с окружением и его реакцией на движения организма (в указанном выше смысле). Конечным итогом этого в мозге является перераспределение медиаторов как путём «передачи» их по проводам-нервам, так и с током крови. Это изменяет характер и положение в мозге экстремумов действия-энтропии-информации и её производства для коллективов нервных клеток и их связей.

Объекты окружающей природы выражают экстремумы действия-энтропии-информации и его производства для образующих их элементов, например, микрокристаллов или атомов и молекул. Объект в мозге формируется с участием медиаторов аналогичными экстремумами. Он основан на тех же принципах синтеза информации, но состоит из элементов, несопоставимых с реальными объектами – нейронов, их состояний и связей. В таком смысле можно сказать, что в мозге формируются фантомы окружения. Логика является распространением на работу мозга принципов энергетических экстремумов как составляющих синтеза действия-энтропии-информации. Фантом в виде результата физико-химического синтеза информации с участием элементов – нервных клеток и их связей – со всеми его взаимодействиями, описываемыми в терминах теории функций комплексного переменного, является мыслью в физико-химических терминах.

Второй «вечный вопрос» – что такое память в мозге и как она осуществляется?

Для ответа на него учтём, что мысль в конечном итоге определяется динамическим распределением медиаторов. Пока оно сохраняется неизменным – мысль запомнена. Но передача импульса в химическом синапсе преимущественно сопровождается быстрым разрушением выполнившего свои функции медиатора с помощью «эстераз», которые индивидуальны по видам медиаторов. Потому запоминание мысли как фантомов возможно только на то время, пока активно поддерживается нервными импульсами данное распределение медиаторов в коллективах

нервных клеток, образующих фантомы реальности. Например, в работе мозга обнаружены непонятные «закольцованные» нервные импульсы, непрерывно генерируемые и распространяющиеся в течение дня и разрушающиеся при сне. Объяснённое выше показывает, что такие «закольцованные» импульсы могут реализовать кратковременную память, так как динамически поддерживают длительное время нестойкое распределение медиаторов, однократно заданное органами чувств и работой логики. Независимые от этого эксперименты установили, что у человека действительно существует кратковременная память только на интервал бодрствования!

Нобелевским результатом 2000 г. явилось открытие А. Калссоном, П. Грингардом, Э. Кенделом процессов, которые приводят к необратимым синаптическим химическим реакциям с участием медиаторов. Авторы этого открытия, как и его комментаторы, отмечают, что это должно иметь отношение к загадке памяти в мозге человека, но какое – не знают. Изложенное выше объяснение понятия «мысль» с участием возможности необратимого действия медиаторов впервые даёт однозначное объяснение долговременной памяти в мозге человека. Поскольку мысль является синтезом информации в мозге, достаточно участия в нём необратимого действия медиаторов, чтобы она во всей сложности была запомнена, в частности, пожизненно, когда необратимость химических реакций с участием медиаторов сохраняется пожизненно. Подчеркну ещё раз: открытие необратимых медиаторных реакций А. Калссоном, П. Грингардом, Э. Кенделом ещё не является ответом на загадку памяти! Но его учёт в составе синтеза действия-энтропии-информации устраняет её навсегда.

Разум однородно в природе и для живых организмов является иерархическим синтезом информации. Но для животных и человека, обладающих двойной сигнальной системой, существует еще понятие «сознание». Дело в том, что мысль не обязательно должна завершаться командами организму, как на рис. 5. Если организм имеет вторую сигнальную систему, мысли могут оставаться фантомами-мыслями в самом мозге. Он может осуществлять на их основе синтеза информации с участием логики как эквивалента действительной составляющей действия-энтропии-информации. Такие фантомы сколь угодно долго могут не выходить за пределы мозга в виде команд организму. Именно они и их взаимодействия являются тем, что называют «сознание».

7. Долгожданное объединение классической механики и квантовой теории

Ещё один «вечный вопрос», ответ на который даёт закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации, относится к поискам непротиворечивой интерпретации современной квантовой теории.

Существуют три интерпретации квантовой механики. Первая из них исторически и по распространённости принадлежит Н. Бору. Он связывает квантовую и классическую механику предельным переходом в функции от масштабов систем и процессов. Вторую называют вероятностной и соотносят её с именем А. Эйнштейна (хотя сам Эйнштейн ею не был удовлетворен и скорее считал её вопросами о существующих представлениях, чем ответами на них). Третья, называемая многомировой, принадлежит Эверетту. Она больше раскручена СМИ, чем содержит в себе рационального смысла. Из физиков в терминах философии описал эти три интерпретации квантовой механики М. А. Марков [2].

На сегодня закон иерархического синтеза действия-энтропии-информации в [12] ввёл четвёртую интерпретацию квантовой механики как варианта классической механики, когда в неё введено уравнение состояния не для самих основных переменных – импульсов, конфигурационных координат и времени, – а для их конечных приращений. При этом в нём учтено, что движение в классической механике может быть адекватно описано только на языке математической теории групп. Эта новая интерпретация квантовой механики понята и признана активно работающими физиками.

Почему неживая природа, а также жизнь, разум, сознание, столь совершенны?

Ответ: потому, что *в природе главное возникает не в результате противодействия случайностям, а на основе роста энтропии (действия-информации), отображающего случайности.*

Поэтому комбинации условий дают возможность путём самопроизвольного иерархического роста энтропии (действия-информации) найти объекты и связи, запомнить в них, казалось бы, самые невероятные комбинации, учитывающие мельчайшие детали условий.

Литература

1. *Базалук О. А.* Мироздание: живая и разумная материя (историко-философский и естественно научный анализ в свете новой космологической концепции): Монография. – Днепропетровск: Пороги, 2005.

2. *Марков М. А. О трёх интерпретациях квантовой механики.* – М.: Наука. Гл. ред. физико-математической литературы, 1991.

**Подборка части публикаций
о законе иерархического синтеза действия-энтропии-информации**

3. *Хазен А. М. Разум природы и разум человека.* – М.: РИО «Мособлполиграфиздат» (в части тиража: М.: НТЦ Университетский), 2000.
4. *Хазен А. М. Время в механике и эволюция.* – Режим доступа: <http://www.kirsoft.com.ru/intell/index.htm>.
5. *Хазен А. М. О термине действие-энтропия-информация.* – Режим доступа: <http://www.kirsoft.com.ru/intell/index.htm>.
6. *Хазен А. М. О лженауке, её последствиях и об ошибках в науке.* – Режим доступа: <http://www.phys.web.ru>.
7. *Хазен А. М. Иерархический синтез информации – ключевое решение для сведения жизни и разума к законам физики и химии.* – Режим доступа: <http://www.kirsoft.com.ru/intell/index.htm>.
8. *Хазен А. М. Почему обязательна множественность жизни во Вселенной и что ограничивает время её существования.* – Режим доступа: <http://www.kirsoft.com.ru/intell/index.htm>.
9. *Хазен А. М. Особенности применения второго начала термодинамики к описанию работы мозга // Биофизика.* – Т. 36. – 1991. – № 4. – С. 714–724.
10. *Хазен А. М. Происхождение и эволюция жизни и разума с точки зрения синтеза информации // Биофизика.* – Т. 37. – 1992. – № 1. – С. 105–122.
11. *Хазен А. М. Принцип максимума производства энтропии и движущая сила прогрессивной биологической эволюции // Биофизика.* – Т. 38. – 1993. – № 3. – С. 531–551.
12. *Хазен А. М. Введение меры информации в аксиоматическую базу механики.* – М.: РАУБ, 1998. (Первое издание: М.: ПАИМС, 1996).
13. *Хазен А. М. Первые принципы работы мозга, гарантирующие познаваемость природы // Серия: «Теоретическая биология».* – Вып. 12. – М., 2001.
14. *Хазен А. М. Развитие на основе иерархического роста энтропии // Научный электронный журнал МГУ «Физико-химическая кинетика в газовой динамике».* – 2005. – Режим доступа: <http://www.chemphys.edu.ru/pdf/2005-10-06-006.pdf>.
15. *Хазен А. М. Функции разума и сознания в неживой и живой природе и их совместная эволюция.* – Режим доступа: http://www.kirsoft.com.ru/intell/KSNews_112.htm.
16. *Хазен А. М. Место дарвинизма в общей картине природы. Препринт.* – Режим доступа: http://www.kirsoft.com.ru/intell/KSNews_120.htm; http://www.kirsoft.com.ru/intell/KSNews_121.htm

