

PACS numbers: 03.30.+p, 03.65.Ta, 05.45.-a, 05.65.+b, 89.75.-k, 95.35.+d, 98.80.Br

## Самосогласованная космология, динамическая относительность и каузальная квантовая механика как объединённые проявления симметрии сложности<sup>1</sup>

А. П. Кирилюк

*Институт металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины,  
бульв. Акад. Вернадского, 36,  
03680, ГСП, Киев-142, Украина*

Универсальная симметрия (или сохранение) динамической сложности системы или процесса взаимодействия лежит в основе любого физического закона или принципа и описывает непрерывное превращение динамической информации в динамическую энтропию как единственный путь сохранения их суммы — полной динамической сложности. В данной статье рассматриваются возникновение и динамика структуры реального мира как проявление универсальной симметрии сложности на её низших уровнях (от элементарных частиц до наносистем), начиная с однородной системы двух взаимодействующих протополей. Она раскрывает единую сложнодинамическую, каузально полную природу физически реального трёхмерного пространства, необратимо текущего времени, элементарных частиц, их внутренних свойств (таких как масса, заряд и спин), квантового, релятивистского и классического поведений, а также фундаментальных сил взаимодействия, включая естественно квантованную гравитацию. Старые и новые космологические проблемы (включая «тёмные» массу и энергию) изначально разрешены для этой непосредственно возникающей, самонастраивающейся структуры мира, характеризуемой строго позитивным (и большим) значением энергии–сложности. Получено общее соотношение между числом измерений мира и числом его фундаментальных сил, исключающее реальную возможность скрытых измерений. Объединённые, каузально объяснённые квантовые, классические и релятивистские свойства (и типы поведения) обобщены на все более высокие уровни сложной динамики мира. Структура, динамика и эволюция реального мира точно описываются вероятностным динамическим фракталом, который получен как истинно полное общее решение нередуцированной задачи взаимодействия многих тел и единая структура новой математики сложности. Кратко описываются конкретные, разрешающие

<sup>1</sup> Доклад, представленный на Шестой международной конференции ‘Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics’ (Киев, 20–26 июня 2005 г.), <http://www.imath.kiev.ua/~appmath/part2005.html>.

проблемы приложения всегда точной, но нерегулярно структурированной симметрии нередуцированной динамической сложности к динамике микромира, включая физику частиц, истинный квантовый хаос, реальную нанобиотехнологию и надёжную геномику.

Універсальна симетрія (або збереження) динамічної складності системи або процесу взаємодії лежить в основі будь-якого фізичного закону чи принципу та описує безперервне перетворення динамічної інформації в динамічну ентропію як єдиний шлях збереження їх суми — повної динамічної складності. У даній статті розглядаються виникнення та динаміка структури реального світу як прояв універсальної симетрії складності на її найнижчих рівнях (від елементарних частинок до наномасштабних систем), починаючи з однорідної системи двох взаємочинних протополів. Вона розкриває об'єднану складнодинамічну, каузально повну природу фізично реального тривимірного простору, часу, який необоротно спливає, елементарних частинок, їхніх внутрішніх властивостей (таких як маса, заряд і спіні), квантової, релятивістської та класичної поведінок, а також фундаментальних сил взаємодії, включаючи природно квантовану гравітацію. Старі та нові космологічні проблеми (включаючи «темні» масу й енергію) первісно розв'язано для цієї безпосередньо виникаючої, самоналагоджуваної структури світу, яка характеризується виключно позитивним (і великим) значенням енергії–складності. Одержано загальне співвідношення між числом вимірів світу та числом його фундаментальних сил, яке виключає реальну можливість прихованих вимірів. Об'єднані, каузально пояснені квантові, класичні та релятивістські властивості (та типи поведінки) узагальнено на всі більш високі рівні складної динаміки світу. Структура, динаміка та еволюція реального світу точно описуються ймовірнісним динамічним фракталом, який одержано як істинно повний загальний розв'язок нередукованої задачі взаємодії багатьох тіл та об'єднана структура нової математики складності. Стисло описуються конкретні, розв'язувані проблеми застосування завжди точної, але нерегулярно структурованої симетрії нередукованої динамічної складності до динаміки мікросвіту, включаючи фізику частинок, справжній квантовий хаос, реальну нанобиотехнологию та надійну геноміку.

The universal symmetry (or conservation) of complexity underlies any law or principle of system dynamics and describes the unceasing transformation of dynamic information into dynamic entropy as the unique way to conserve their sum—the total dynamic complexity. In a given article, the real world structure emergence and dynamics are described as manifestation of the universal symmetry of complexity at its lowest levels (from elementary particles to nanoscale systems), starting from homogeneous interaction between two protofields. It provides the unified complex-dynamical, causally complete origin of physically real 3D space, time, elementary particles, their properties (mass, charge, spin, etc.), quantum, relativistic, and classical behaviours as well as fundamental-interaction forces including naturally quantized gravitation. The old and new cosmological problems (including 'dark' mass and energy) are basically solved for this explicitly emerging, self-adjusting world structure characterised by strictly positive (and large) energy–complexity. A general relation is obtained between the numbers of world di-

mensions and fundamental forces, excluding plausible existence of hidden dimensions. The unified, causally explained quantum, classical, and relativistic properties (and types of behaviour) are generalised to all higher levels of complex world dynamics. The real world structure, dynamics, and evolution are exactly reproduced by the probabilistic dynamical fractal, which is obtained as the truly complete general solution of an unreduced problem and the unique structure of the new mathematics of complexity. Particular, problem-solving applications of always exact, but irregularly structured symmetry of unreduced dynamic complexity to microworld dynamics are outlined, including particle physics, genuine quantum chaos, real nanobiotechnology, and reliable genomics.

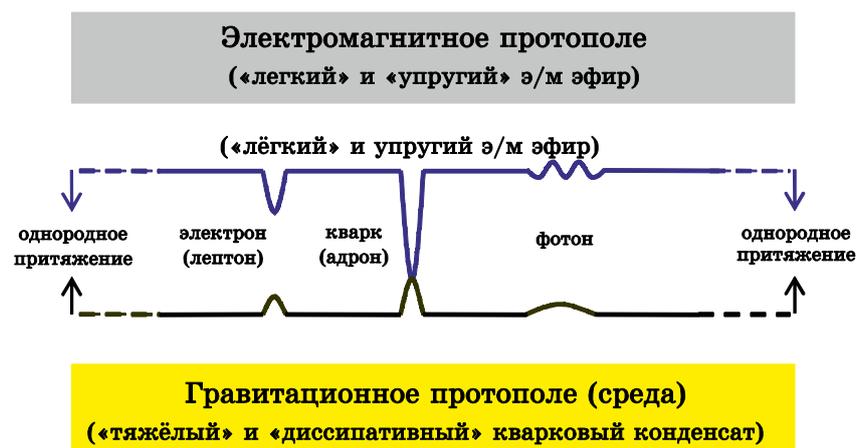
**Ключевые слова:** сложность, хаос, фрактал, самоорганизация, проблема многих тел, динамическая многозначность, природа времени, симметрия сложности, квантовая механика, теория относительности, космология, проблема иерархии масс, физика высоких энергий.

(Получено 31 мая 2013 г.)

## 1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТРУКТУРЫ ВСЕЛЕННОЙ БЛАГОДАРЯ СИММЕТРИИ СЛОЖНОСТИ

### 1.1. Нередуцированная динамика взаимодействия и структура элементарных частиц

*Универсальная симметрия (сохранение и превращение) сложности* лежит в основе развития любого реального процесса взаимодействия (т.е. динамики и эволюции любой системы). Она является как источником, так и результатом возникновения структуры на любом уровне динамики мира, включая *реальные наносистемы*, что даёт решение задач в широком спектре приложений [1–15]. В противоположность выражению обычных симметрий с помощью вводимых *извне* формальных операторов [16–18], симметрия сложности выражает *динамику реального взаимодействия* в виде непрерывных хаотических *переходов* между (таким образом, симметричными) реализациями системы и уровнями сложности [1, 2]. В этой работе мы рассматриваем непосредственное возникновение нижайших уровней сложности Вселенной (от элементарных частиц до наноструктур), представленных частицами, полями, всеми их свойствами и взаимодействиями, а также появление глобальных свойств Вселенной и космических структур (космология) [1, 4, 7–10]. Мы показываем, каким образом симметрия сложности определяет свойства структур *реального* мира и даёт *решение* фундаментальных и практических задач, остающихся нерешёнными или даже нарастающих (например, в космологии, квантовой и классической гравитации и теории поля).



**Рис. 1.** Схема конфигурации и развития нередуцированного взаимодействия протополей, приводящего к динамическому возникновению (последовательно выводимых) элементарных частиц, полей, их свойств и взаимодействий.

«Фундаментальные» структуры мира наиминимальной сложности возникают неизбежно из *наипростейшей* возможной конфигурации взаимодействия, которая уникально представлена, в масштабе вселенной, двумя однородными, физически реальными протополями, *равномерно притягивающимися* друг к другу (рис. 1). Плотное и диссипативное гравитационное протополе (или среда) играет роль инертной «матрицы» мира и, в конечном счёте, служит источником (динамически возникающей) универсальной гравитации. Тогда как лёгкое и эластичное электромагнитное (э/м) протополе является «быстрой» компонентой системы, определяющей э/м-свойства. Развитие взаимодействия в системе протополей приводит, прежде всего, к возникновению наиболее фундаментальных структур мира, элементарных частиц (и полей). И мы собираемся получить их *в явном виде* как *нередуцированные решения* уравнения довольно общего вида, называемого *уравнением существования*, и фактически лишь описывающего начальную конфигурацию системы (оно также обобщает различные «модельные» уравнения):

$$\left[ h_g(\xi) + V_{eg}(\xi, q) + h_e(q) \right] \Psi(\xi, q) = E \Psi(\xi, q), \quad (1)$$

где  $\Psi(\xi, q)$  — функция состояния системы, исчерпывающе выражающая её состояние и развитие (которое требуется определить);  $h_g(\xi)$  и  $h_e(q)$  — обобщённые гамильтонианы свободных (невзаимодействующих) гравитационного и э/м-протополей (выражающие меру динамической сложности, определённую ниже),  $V_{eg}(\xi, q)$  —

потенциал произвольного (но фактически притягивающего и связывающего) взаимодействия между полями  $\xi$  и  $q$ , а  $E$  — собственное значение обобщённого гамильтониана (энергия) всей системы. Гамильтонova форма уравнения существования обобщает различные линейные и нелинейные модели и самосогласованно подтверждается ниже (разд. 1.2) как *универсальное* выражение *симметрии сложности*. Изначальная формулировка задачи в уравнении (1) не содержит ни пространства, ни времени, которые будут получены как *возникающие*, физически реальные проявления формирования структуры вселенной (разд. 1.3.1).

Выражая  $\Psi(\xi, q)$  через собственные функции свободного э/м-протополя  $\{\varphi_n(q)\}$ , получаем:

$$\Psi(\xi, q) = \sum_n \psi_n(\xi) \varphi_n(q), \quad h_e(q) \varphi_n(q) = \varepsilon_n \varphi_n(q), \quad (2)$$

что после подстановки в (1) и стандартного разделения собственных функций даёт систему уравнений для  $\psi_n(\xi)$ , эквивалентную начальному уравнению существования (1) [1, 2, 7–9]:

$$[h_g(\xi) + V_{00}(\xi)] \psi_0(\xi) + \sum_n V_{0n}(\xi) \psi_n(\xi) = \eta \psi_0(\xi), \quad (3a)$$

$$[h_g(\xi) + V_{nn}(\xi)] \psi_n(\xi) + \sum_{n' \neq n} V_{nn'}(\xi) \psi_{n'}(\xi) = \eta_n \psi_n(\xi) - V_{n0}(\xi) \psi_0(\xi), \quad (3b)$$

где  $\eta_n \equiv E - \varepsilon_n$ ,

$$V_{nn'}(\xi) = \int_{\Omega_q} dq \varphi_n^*(q) V_{eg}(\xi, q) \varphi_{n'}(q),$$

и уравнение для  $\psi_0(\xi)$  отделено от остальных, так что здесь и далее  $n, n' \neq 0$  и  $\eta \equiv \eta_0 = E - \varepsilon_0$ . Отметим, что такая же система уравнений (3) получается из абсолютно общей начальной формы уравнения существования, явно учитывающего парные взаимодействия всех компонент системы (двух протополей в нашем случае) [3, 4, 6, 12–14]:

$$\left\{ h_0(\xi) + \sum_{k=1}^N \left[ h_k(q_k) + V_{0k}(\xi, q_k) + \sum_{l>k}^N V_{kl}(q_k, q_l) \right] \right\} \Psi(\xi, \mathbf{Q}) = E \Psi(\xi, \mathbf{Q}), \quad (4)$$

где  $N$  — полное число компонент и  $\mathbf{Q} \equiv \{q_1, \dots, q_N\}$ . Этот факт не должен казаться удивительным, ибо произвольное взаимодействие между элементами протополей подразумевается в (1) (но определяющим является представленное здесь в явной форме взаимодействие *между* протополями). Он также демонстрирует лежащую в основе глубокую *универсальность* возникновения структуры реального мира на всех уровнях, адекватно отражаемую настоящим

нередуцированным описанием.

Истинная сложность взаимодействия появляется в явном виде, если вместо обычного пертурбативного упрощения «неинтегрируемой» системы (3) мы попытаемся «решить» её путём выражения  $\Psi_n(\xi)$  через  $\Psi_0(\xi)$  из уравнений (3б) с помощью стандартной техники функции Грина и подстановки в уравнение (3а) для  $\Psi_0(\xi)$ . Это даёт *эффективное уравнение существования* обобщённого метода эффективного (оптического) потенциала [11, 19]:

$$[h_g(\xi) + V_{\text{eff}}(\xi; \eta)]\Psi_0(\xi) = \eta\Psi_0(\xi), \quad (5)$$

где *эффективный потенциал* (ЭП),  $V_{\text{eff}}(\xi; \eta)$ , даётся выражением

$$V_{\text{eff}}(\xi; \eta) = V_{00}(\xi) + \hat{V}(\xi; \eta), \quad \hat{V}(\xi; \eta)\Psi_0(\xi) = \int_{\Omega_\xi} d\xi' V(\xi, \xi'; \eta)\Psi_0(\xi'),$$

$$V(\xi, \xi'; \eta) = \sum_{n, i} \frac{V_{0n}(\xi)\Psi_{ni}^0(\xi)V_{n0}(\xi')\Psi_{ni}^{0*}(\xi')}{\eta - \eta_{ni}^0 - \varepsilon_{n0}}, \quad \varepsilon_{n0} = \varepsilon_n - \varepsilon_0, \quad (6)$$

а  $\{\Psi_{ni}^0(\xi)\}$ ,  $\{\eta_{ni}^0\}$  — полные наборы собственных функций и собственных значений для производной, урезанной системы уравнений:

$$[h_g(\xi) + V_{nn}(\xi)]\Psi_n(\xi) + \sum_{n' \neq n} V_{nn'}(\xi)\Psi_{n'}(\xi) = \eta_n\Psi_n(\xi). \quad (7)$$

Функция состояния (2) исходного уравнения существования (1) получается затем в виде [1, 4, 10, 11]:

$$\Psi(\xi, q) = \sum_i c_i \left[ \Phi_0(q) + \sum_n \Phi_n(q) \hat{g}_{ni}(\xi) \right] \Psi_{0i}(\xi),$$

$$\Psi_{ni}(\xi) = \hat{g}_{ni}(\xi) \Psi_{0i}(\xi) \equiv \int_{\Omega_\xi} d\xi' g_{ni}(\xi, \xi') \Psi_{0i}(\xi'),$$

$$g_{ni}(\xi, \xi') = V_{n0}(\xi') \sum_{i'} \frac{\Psi_{ni'}^0(\xi) \Psi_{ni'}^{0*}(\xi')}{\eta_i - \eta_{ni'}^0 - \varepsilon_{n0}}, \quad (8)$$

где  $\{\Psi_{0i}(\xi)\}$  — собственные функции, а  $\{\eta_i\}$  — собственные значения, найденные из уравнения (5), тогда как коэффициенты  $c_i$  определяются сшивкой функции состояния на границе, где эффективное взаимодействие исчезает. Наблюдаемая плотность системы  $\rho(\xi, Q)$  даётся квадратом модуля функции состояния,  $\rho(\xi, Q) = |\Psi(\xi, Q)|^2$  (для «квантовых» и других «волновых» уровней сложности), или самой функцией состояния,  $\rho(\xi, Q) = \Psi(\xi, Q)$  (для «корпускулярных» уровней) [1].

Формализм нередуцированного ЭП (5) раскрывает ключевое свойство *динамической многозначности* (или *избыточности*) лю-

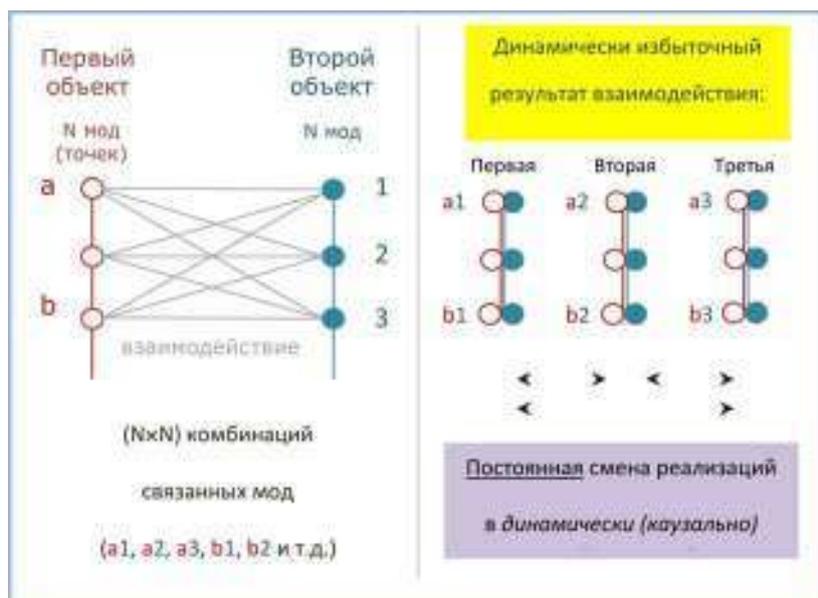
бого *реального* взаимодействия, которое остаётся скрытым в начальном выражении задачи (1)–(4) и искусственно сокращается в обычных, пертурбативных теориях (включая традиционные применения ЭП [19]). Оно связано с самосогласованной, *динамически* нелинейной зависимостью нередуцированного ЭП (6) от искомым собственным решений, вызывающей сильный рост максимального показателя степени собственного значения в характеристическом уравнении и соответствующее возрастание числа собственных значений такой нередуцированной задачи относительно их обычного набора в «единственном решении» [1–11]. Единственное, неполное решение пертурбативных интерпретаций заменяется *множеством одинаково реальных*, физически полных и потому *взаимно исключающих* решений нередуцированной задачи, называемых *реализациями* (системы), которые вынуждены *постоянно сменять друг друга* в определённом таким образом *динамически случайном*, или *хаотическом*, порядке. В дополнение к этому алгебраическому выводу динамической многозначности (подтверждённому геометрическим анализом [1, 10]), она может быть также обоснована в рамках естественной физической картины (рис. 2), отражающей ключевые особенности нередуцированного ЭП (6). Измеряемая плотность системы  $\rho(\xi, \mathbf{Q}) = |\Psi(\xi, \mathbf{Q})|^2$  получается затем в виде *динамически вероятностной* суммы плотностей всех реализаций,  $\{\rho_r(\xi, \mathbf{Q})\}$ , где каждая  $r$ -я реализация снабжена *динамически выведенным*, *априорным* значением  $\alpha_r$  вероятности её появления:

$$\rho(\xi, \mathbf{Q}) = \sum_{r=1}^{N_{\text{ЭП}}} \oplus \rho_r(\xi, \mathbf{Q}), \quad \rho_r(\xi, \mathbf{Q}) = |\Psi_r(\xi, \mathbf{Q})|^2, \quad (9)$$

$$\alpha_r = \frac{N_r}{N_R} \left( N_r = 1, \dots, N_R; \sum_r N_r = N_R \right), \quad \sum_r \alpha_r = 1, \quad (10)$$

где  $N_{\text{ЭП}}$  — полное число элементарных реализаций (равное числу  $N$  взаимодействующих мод протополей,  $N_{\text{ЭП}} = N$ , см. рис. 2),  $N_r$  — число элементарных реализаций внутри реально наблюдаемой, «составной»  $r$ -ой реализации, а знак  $\oplus$  служит для обозначения специального, динамически вероятностного смысла суммирования.

Динамически вероятностная сумма (9) по реализациям системы (вместе с её фрактальным расширением (17), см. ниже) даёт универсальное выражение *полного общего решения* задачи. В противоположность его обычной версии *суперпозиции совместимых* собственных функций, подобной (2), которая не содержит внутренне-го, динамически вероятностного изменения и получена как решение пертурбативного упрощения задачи типа «среднего поля»:



**Рис. 2.** Возникновение динамической многозначности в любом реальном процессе взаимодействия. Нередуцированное взаимодействие между двумя объектами (например, протополями) с  $N$  взаимодействующими точками или модами каждый (слева) даёт  $N^2$  комбинаций мод, что ведёт к  $N$ -кратной *избыточности* образовавшихся таким образом *несовместимых* реализаций системы (в соответствии с уравнениями (6), (11)). Она связана с *симметрией сложности*, ибо «число мест» для компонент и продуктов взаимодействия, определяемое полной сложностью системы, *не может измениться* в процессе взаимодействия. Поэтому все  $N_{\text{р}} = N$  одинаково реальных реализаций системы вынуждены, под действием того же движущего взаимодействия, *постоянно замещать друг друга* в определённом таким образом *динамически случайном* порядке (справа).

$$\left[ h_0(\xi) + V_{nn}(\xi) + \tilde{V}_n(\xi) \right] \psi_n(\xi) = \eta_n \psi_n(\xi).$$

Мы имеем здесь дело с *динамически однозначным*, или *унитарным*, приближением или моделью *всей* обычной науки, которая оставляет *только одну*, усреднённую реализацию системы из всего их реально существующего множества. Истинная сложность нередуцированного решения задачи становится очевидной из сравнения этой свехупрощённой унитарной модели с соответствующими выражениями для нередуцированного ЭП и функции состояния, полученными после прямой подстановки собственных значений уравнения для ЭП (5) в выражения (6) и (8):

$$V_{\text{eff}}(\xi; \eta_i^r) \psi_{oi}^r(\xi) = V_{00}(\xi) \psi_{oi}^r(\xi) +$$

$$+ \sum_{n,i'} \frac{V_{0n}(\xi) \psi_{ni'}^0(\xi) \int_{\Omega_\xi} d\xi' \psi_{ni'}^{0*}(\xi') V_{n0}(\xi') \psi_{oi}^r(\xi')}{\eta_i^r - \eta_{ni'}^0 - \varepsilon_{n0}}, \quad (11)$$

$$\Psi_r(\xi, q) = \sum_i c_i^r \left[ \psi_{oi}^r(\xi) \Phi_0(q) + \sum_{n,i'} \frac{\psi_{ni'}^0(\xi) \Phi_n(q) \int_{\Omega_\xi} d\xi' \psi_{ni'}^{0*}(\xi') V_{n0}(\xi') \psi_{oi}^r(\xi')}{\eta_i^r - \eta_{ni'}^0 - \varepsilon_{n0}} \right], \quad (12)$$

где последнее выражение для функции состояния должно использоваться в вероятностном общем решении (9).

Выражения для  $r$ -й реализации ЭП (11) и функции состояния (12) описывают конфигурацию появляющейся реализации, которая характеризуется автономным *динамическим сокращением* в системе протополей. Оно определяется резонансными знаменателями в сочетании с обрезающими интегралами в числителях формализма нередуцированного ЭП, приводящими к «концентрации»  $r$ -й реализации вокруг некоторого собственного значения  $\eta_i^r$ . Это можно интерпретировать как *динамически* возникающую *пространственную точку* и ядро элементарной частицы [1, 4, 7–9]. Интервал между собственными значениями  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r$  для разных  $r$  даёт элементарный (конечный) размер расстояния между такими «точками»-частицами, который (для электрона) оказывается близким к «редуцированной» комптоновской длине волны:  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r = \tilde{\lambda}_C = \lambda_C / 2\pi$ , тогда как интервал между собственными значениями для разных  $i$  даёт размер сжатого состояния, совпадающий с «классическим» радиусом электрона:  $\Delta_i \eta_i^r = r_e$  (см. подробности в разд. 1.3.4). Как следует из (11), (12), динамическое сокращение имеет самосогласованный характер, демонстрируя таким образом процесс и механизм реальной «самоорганизации» (структурообразования), где, чем больше локализация функции состояния в возникающей яме ЭП, тем глубже эта яма вокруг центра локализации функции состояния (и наоборот). Это строго выведенное свойство имеет ясную физическую интерпретацию: локальное повышение плотности (достаточно сильно) притягивающихся протополей будет расти вплоть до насыщения, ибо, чем больше локальная плотность протополей, тем больше их локальное притяжение, и наоборот.

Динамическое сокращение протополей насыщается тогда, когда притяжение протополей уравновешивается внутренними силами отталкивания между элементами протополей (обуславливающими конечную сжимаемость любой реальной среды). После чего самоусиливающийся коллапс, или «редукция», системы теряет силу и, благодаря той же неустойчивости взаимодействия протополей в со-

седних участках, развивается противоположное растяжение протополей. Система временно возвращается в своё первоначальное, квазисвободное состояние с последующим попаданием в следующую фазу редукции, дающую следующую, случайно выбранную реализацию (физическую «точку»). Мы получаем, таким образом, безостановочный процесс *квантовых биений*, состоящий в повторяющихся циклах сокращения и растяжения вокруг разных, хаотически меняющихся центров. Что эквивалентно динамически случайному блужданию сжатого, корпускулярного состояния, называемого *виртуальным солитоном* (в противоположность обычным, *постоянно* локализованным и регулярным солитонам). Полученный таким образом процесс квантовых биений в системе связанных протополей составляет *физически реальную структуру* любой (массивной) элементарной частицы, называемой также *поле-частицей* в силу этих постоянных *дуалистических* переходов между корпускулярным (локализованным) и волновым (протяжённым) состояниями системы [1, 4, 7, 8]. Отметим, что значительное изменение конфигурации затрагивает в основном э/м-протополе из-за его гораздо большей сжимаемости (меньшей эффективной плотности). В то время как относительно плотная и слабо сжимаемая гравитационная среда-матрица проявляет гораздо меньшую склонность к внешним изменениям свойств (подобно жидкости). Что ведёт к существенно э/м-природе непосредственно наблюдаемых структур и свойств.

Переходное протяжённое состояние поле-частицы предлагает каузальную, физически реалистическую интерпретацию квантовомеханической *волновой функции*, которая в противном случае остаётся полностью загадочной и абстрактной в рамках унитарной теории. Найденная таким образом реалистичная волновая функция составляет отдельную, особую реализацию системы, которая называется *промежуточной, или основной, реализацией* и существенно отличается от всех остальных, «регулярных», локализованных реализаций. Она *получается в явном виде* в формализме нередуцированного ЭП как особое решение с эффективно слабым, пертурбативным взаимодействием («среднее поле»), для которого существенно нелинейные добавки к  $V_{00}(\xi)$  в общем выражении для ЭП (11) самосогласованно малы (в противоположность случаю регулярных, локализованных реализаций) [1, 4, 7]. Поэтому именно эта основная, эффективно линейная реализация слабого взаимодействия остаётся в обычной, динамически однозначной теории, в квантовой механике и других областях, тогда как все регулярные, существенно нелинейные реализации сильного взаимодействия игнорируются, что ведёт к общеизвестным «тайнам» и нерешённым проблемам.

*Динамически дискретная* (или *квантованная*) структура смены реализаций поле-частицы в процессе квантовых биений происхо-

дит от *целостного*, самосогласованного характера *нередуцированного* взаимодействия, где любое локальное смещение компоненты системы вызывает смещения соседних компонент и распространяется таким образом на всю систему, включая точку начального возмущения. Поэтому система может иметь только ограниченное число дискретных, более устойчивых, структурообразующих конфигураций, тогда как весь «континуум» других возможных конфигураций играет роль быстро меняющихся промежуточных фаз во время переходов системы между такими регулярными реализациями (и основной реализацией волновой функции).

Если производится измерение над системой на низжайшем, «квантовом» уровне сложности, то она может быть «поймана» только в одной из своих реализаций, но не «между» ними. Из-за этого пульсации квантовых биений не могут быть прослежены в деталях, но они могут быть зарегистрированы в целом, например с использованием резонансного эффекта. И специальный эксперимент по каналированию электронов [20] даёт ясное указание такого рода, подтверждающее *реальность квантовых биений* (см. также разд. 1.3.2).

Эта динамически выведенная дискретность процесса квантовых биений составляет каузальную, физически реальную основу для всех эффектов и свойств «квантования» и «неопределённости» (включая происхождение и универсальность постоянной Планка) [1, 4, 7, 8], которые постулируются как недоказуемые «тайны» в обычной теории (см. также разд. 1.3.4, 1.3.7). Следует отличать динамическую дискретность от механистической, нединамической дискретности, используемой в унитарной имитации квантованного поведения: «шаги» динамически дискретной смены реализаций *каузально определяются* процессом *нередуцированного взаимодействия* и не могут быть заменены произвольными величинами. На низжайшем уровне сложности динамическая дискретность представлена физически реальными *квантовыми скачками* виртуального солитона на расстояние  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r = \lambda_c$  для поле-частицы в состоянии глобального покоя.

Мы получаем также каузально определённые *события* сокращения и растяжения протополей (смены реализаций) и вместе с ними *возникающее изменение* и *время*, хотя ничего из этого не присутствовало и не было вставлено в начальную конфигурацию системы и формулировку задачи (см. уравнения (1)–(4)). После получения событий сокращения–растяжения в формализме *нередуцированного ЭП* время становится динамически определённым как *интенсивность* (выраженная *частотой*) этих процессов структурообразования. Конкретно, частота квантовых биений прямо связана с упомянутой выше длиной квантового скачка:  $\Delta t = \Delta x / c = \lambda_c / c = \tau = 1 / \nu$ , где  $c$  — скорость распространения

возмущений в *физически реальной* среде э/м-протополя, связанного с гравитационным протополем, или таким образом *каузально* введённая *скорость света*,  $\Delta t = \tau$  — период квантовых биений, а  $\nu$  — их частота. Процессы квантовых биений *внутри* каждой (массивной) элементарной частицы являются, таким образом, фундаментальными физическими *часами* вселенной [1], «механизм» которых приводится в движение нередуцированным взаимодействием двух первоначально однородных протополей (где величина взаимодействия определяет  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r$  и  $\Delta t = \Delta x / c$  согласно уравнениям (5)–(6)). Универсальность такого времени во всей вселенной обеспечивается естественной *синхронизацией* всех элементарных часов, также благодаря взаимодействию протополей (см. разд. 1.3.2).

Подчеркнём, что мы раскрываем здесь фундаментальную, универсальную и физически реальную *природу времени* как такового, представляющую собой старую нерешённую проблему унитарной науки, несмотря на большие затраченные усилия. Физически реальное время, которое мы получаем, обладает главным свойством *постоянного и внутренне необратимого* течения благодаря *беспрерывной* смене *множественных* реализаций в результате самого нередуцированного взаимодействия и *динамически случайному* порядку появления реализаций, соответственно. Оно динамически связано с естественно квантованной пространственной структурой, описанной выше. Как квантованное пространство, так и необратимо текущее время (см. также разд. 1.3.1) обладают последовательно возникающей *многоуровневой* структурой, следуя такой же структуре нередуцированной динамической сложности (разд. 1.3.7).

Ключевое свойство динамической многозначности нередуцированного процесса взаимодействия дополняется столь же важным *динамическим переплетением* взаимодействующих компонент (здесь протополей) внутри каждой возникающей реализации системы. Математически оно описывается динамически взвешенными, «неразделимыми» произведениями функций, зависящих от взаимодействующих степеней свободы  $\xi$  и  $q$ , в выражениях для полной функции состояния (8), (12). Принимая во внимание множественность реализаций, получаем *динамически многозначное переплетение* как результат и смысл нередуцированного взаимодействия. Физически реальное переплетение протополей (степень которого варьируется для разных видов частиц) составляет осязаемое материальное наполнение, или «текстуру», возникающих поле-частиц, определяя наблюдаемое *качество* их материи, которое получает, таким образом, своё строгое выражение (в противоположность чисто *абстрактным*, «бесплотным» величинам унитарных моделей).

Динамически многозначное переплетение дополнительно усиливается благодаря *динамически вероятностной фрактальности*

решения нередуцированной задачи [1, 4–6, 13], которая существенно расширяет понятие обычной, динамически однозначной фрактальности и даёт начало важным свойствам системы, таким как *динамическая адаптируемость*. Нередуцированная фрактальность, определяющая также понятия *несепарабельности* и *неинтегрируемости* любого реального взаимодействия, берёт начало от урезанной системы уравнений (7), решения которой входят в выражения (6), (8), (11), (12) ЭП формализма первого уровня. Применяя тот же *универсальный* метод ЭП к усечённой системе (7), получаем её эффективную, внешне «разделённую» версию:

$$\left[ h_g(\xi) + V_{\text{eff}}^n(\xi; \eta_n) \right] \psi_n(\xi) = \eta_n \psi_n(\xi), \quad (13)$$

где ЭП второго уровня  $V_{\text{eff}}^n(\xi; \eta_n)$  подобен версии первого уровня (6):

$$V_{\text{eff}}^n(\xi; \eta_n) \psi_n(\xi) = V_{nn}(\xi) \psi_n(\xi) + \sum_{n' \neq n, i} \frac{V_{nn'}(\xi) \psi_{n'i}^{0n}(\xi) \int_{\Omega_\xi} d\xi' \psi_{n'i}^{0n*}(\xi') V_{n'n}(\xi') \psi_n(\xi')}{\eta_n - \eta_{n'i}^{0n} + \varepsilon_{n0} - \varepsilon_{n'0}}, \quad (14)$$

а  $\{ \psi_{n'i}^{0n}(\xi), \eta_{n'i}^{0n} \}$  — полный набор собственных решений усечённой системы второго уровня:

$$h_g(\xi) \psi_{n'}(\xi) + \sum_{n' \neq n'} V_{n'n'}(\xi) \psi_{n'}(\xi) = \eta_{n'} \psi_{n'}(\xi), \quad n' \neq n, 0. \quad (15)$$

Подобно динамической многозначности ЭП первого уровня, его версия второго уровня расщепляется на множество несовместимых реализаций (нумеруемых индексом  $r'$ ) из-за самосогласованной зависимости от искомым собственных решений, что ведёт к соответствующему расщеплению решений системы (7):

$$\{ \psi_{ni}^0(\xi), \eta_{ni}^0 \} \rightarrow \{ \psi_{ni}^{0r'}(\xi), \eta_{ni}^{0r'} \}. \quad (16)$$

Подставляя теперь эти динамически расщеплённые решения усечённой системы (7) в выражения ЭП формализма первого уровня (6), (8), (11), (12), получаем двухуровневую структуру с динамической многозначностью, и значит случайностью, на *каждом* уровне. По мере продолжения процесса нахождения истинно полного решения задачи, получаем дальнейшее расщепление решений усечённой системы второго уровня (15), которое даёт третий уровень растущего вероятностного фрактала. И так далее, до тех пор пока не получим все  $N$  уровней динамически вероятностной фрактальности ( $N \gg 1$  — число взаимодействующих мод э/м-протополя). *Полное общее решение* задачи нередуцированного взаимодействия (9) мо-

жет теперь быть представлено в виде *динамически вероятностного фрактала*:

$$\rho(\xi, q) = \sum_{r, r', r'' \dots}^{N_{\text{ур}}} \oplus \rho_{rr'r'' \dots}(\xi, q), \quad (17)$$

где индексы  $r, r', r'', \dots$  нумеруют полученные реализации на последовательных уровнях динамически вероятностной фрактальности. Среднее, *ожидаемое* значение плотности динамически вероятностного фрактала (справедливое для достаточно длительного времени наблюдения) получается в виде

$$\rho_{\text{ex}}(\xi, q) = \sum_{r, r', r'' \dots}^{N_{\text{ур}}} \alpha_{rr'r'' \dots} \rho_{rr'r'' \dots}(\xi, q), \quad (18)$$

где  $\{\alpha_{rr'r'' \dots}\}$  — *динамически определённые вероятности* для соответствующих уровней динамического фрактала (ср. выражение (10)):

$$\alpha_{rr'r'' \dots} = \frac{N_{rr'r'' \dots}}{N_{\text{ур}}}, \quad \sum_{r, r', r'' \dots} \alpha_{rr'r'' \dots} = 1. \quad (19)$$

Полученный динамически вероятностный фрактал нередуцированного общего решения (17) существенно отличается от любого унитарного «ряда теории возмущений», так как любой член и уровень динамически вероятностной суммы (17) выражает точную, действительно существующую структуру объекта. Всё унитарное решение в лучшем случае приблизительно соответствует одному члену динамически вероятностной суммы. Важным физическим следствием полученного многозначного расширения обычной, динамически однозначной фрактальности является свойство *интерактивной динамической адаптируемости* нередуцированной структуры системы. Она способна *автономно* адаптироваться к меняющейся конфигурации взаимодействия и эффективно находить свой «путь» наиболее полного развития процесса взаимодействия, благодаря *постоянному* хаотическому, «поисковому» движению ветвей многозначного фрактала в любом масштабе (дающему структуру типа «живого дерева»). Многоуровневая, многозначная фрактальная структура динамического переплетения взаимодействующих сущностей даёт *физически реальную* версию и истинный смысл математической «несепарабельности» реального (типичного) процесса взаимодействия, тогда как *временное* разделение (расплетение) компонент локально происходит постоянно, во время переходов системы между реализациями (в фазе такой лишь *квазилинейной* волновой функции).

Теперь мы можем дать *каузально полное и универсально применимое* определение основной физической величины, (*динамической сложности*,  $C$ , как растущей функции полного числа  $N_{\text{э}}$  (полученных в явном виде) реализаций системы или скорости их смены, равной нулю для (нереального) случая только одной реализации системы:

$$C = C(N_{\text{э}}), \quad dC/dN_{\text{э}} > 0, \quad C(1) = 0. \quad (20)$$

В качестве конкретных примеров можно привести  $C(N_{\text{э}}) = C_0 \ln(N_{\text{э}})$ ,  $C(N_{\text{э}}) = C_0(N_{\text{э}} - 1)$ , обобщённые действие и энтропию, обобщённые энергию/массу (временной темп смены реализаций) и импульс (пространственный темп смены реализаций) [1, 4, 7, 13] (см. также разд. 1.2, 1.3).

Поскольку любое реальное явление, система или объект является результатом процесса взаимодействия хотя бы нескольких компонент и динамических мод, становится понятным, что *любая реальная сущность*, начиная с (массивной) элементарной частицы, такой как электрон, имеет строго *положительную* динамическую сложность (и на самом деле большое число реализаций,  $N_{\text{э}} \gg 1$ ). В силу того, что динамическая многозначность ( $N_{\text{э}} > 1$ ) составляет основу истинной, внутренней *хаотичности* (динамической случайности), приходим к выводу, что таким образом определённая динамическая сложность *включает* хаотичность как существенное содержание и проявление (в следующем разделе мы увидим, что хаотичность непосредственно выражается одной из двух форм сложности, *динамической энтропией*).

Очевидно также, что вся унитарная, динамически однозначная наука и парадигма ( $N_{\text{э}} = 1$ ,  $C = 0$ ), включая её версии «сложности» и «хаотичности», рассматривает исключительно свёрнутое, регулярные модели динамики реального мира с нулевой сложностью и хаотичностью, эквивалентные его эффективно нульмерной (точечной) проекции (которая иногда механически расширяется до одномерной проекции с использованием формально введённой переменной времени). Поэтому унитарные определения, например, «хаотичности» как экспоненциальной расходимости близких траекторий или бесконечно долгого периода движения (не говоря уже о полностью проигранном случае квантового хаоса) описывают, в лучшем случае, лишь «запутанные», «хаотические по внешнему виду» случаи регулярности, где отсутствует истинная, динамическая случайность и сложность. (Внутренняя противоречивость таких унитарных определений, использующих, в частности, некорректное расширение приближения теории возмущений, представляет собой отдельную тему, рассмотренную в другой работе [1]).

## 1.2. Универсальная симметрия и превращение сложности

Поскольку полное число реализаций системы  $N_{\text{р}}$ , определяющее её полную сложность  $C(N_{\text{р}})$  (см. (20)), зависит только от начальной конфигурации системы (например, от числа  $N$  взаимодействующих мод протополей,  $N_{\text{р}} = N$ , см. рис. 2), то *полная сложность системы остаётся неизменной* в течение развития взаимодействия,  $C = \text{const}$ ,  $\Delta C = 0$  [1, 2, 4–9, 13]. Этот *универсальный закон сохранения сложности* составляет как результат, так и источник нередуцированного взаимодействия, определяя таким образом возникновение и существование любой реальной структуры. В этом смысле он эквивалентен универсальной симметрии природы, называемой *симметрией сложности*. В противоположность унитарным законам сохранения, в универсальной науке сложности, описывающей *явное* (и беспрестанное) *развитие структуры*, нет разницы между *законом сохранения сложности* и *симметрией* возникающей в результате структуры.

Непосредственное, «горизонтальное» проявление универсальной симметрии сложности — это симметрия между всеми (элементарными) реализациями системы на данном уровне сложности: они одинаковы по происхождению и поэтому выбираются системой в *каузально случайном* порядке (разд. 1.1), так что (истинная) случайность *является проявлением* симметрии сложности. Последняя уникально и полностью реализуется в виде самой *динамики движения* (процесс смены реализаций), а не с помощью каких-либо формальных «операторов», преобразующих одну абстрактную структуру в другую (концепция унитарной симметрии). Всегда *точная* (ненарушенная) симметрия сложности между *нерегулярно структурированными* и *хаотически* сменяющимися элементарными реализациями приводит, в частности, к неравным, но *хорошо определённым* вероятностям (10) составных реализаций, содержащих разные количества элементарных реализаций.

Существует и менее прямое, «вертикальное» проявление симметрии сложности, включающее развитие процесса взаимодействия на многих *уровнях сложности*. Действительно, появляющиеся структуры системы (сгруппированные реализации) начинают взаимодействовать между собой, создавая многозначную структуру следующего уровня и т.д. Каждое такое *качественное* изменение конфигурации системы (также при каждом переходе между реализациями) соответствует *превращению*, или развитию, или развёртыванию, *сложности* из *постоянно уменьшающейся* потенциальной, скрытой формы *динамической информации*  $I$  в *постоянно возрастающую* реализованную, проявленную форму *динамической энтропии*  $S$ . Тогда как их сумма, *полная динамическая сложность*  $C = I + S$ , остаётся неизменной:  $\Delta C = 0$ ,  $\Delta I = -\Delta S < 0$  [1, 2, 4–7, 9,

13]. Это постоянное превращение сложности из динамической информации в динамическую энтропию лежит в основе любого процесса взаимодействия, и поэтому *симметрия (сохранение)* сложности может быть реализована только через *качественное изменение* её формы, определяющее динамику системы.

Для того чтобы вывести универсальное выражение этого соотношения, определим сначала *универсальную интегральную меру динамической сложности* в виде (обобщённого) действия  $\mathcal{A}$  как простейшей функции, приращение которой  $\Delta\mathcal{A}$  одновременно и независимо пропорционально возникающим элементам пространства  $\Delta x$  и времени  $\Delta t$ , полученным выше (разд. 1.1) как универсальные проявления процесса смены реализаций (то есть развития нередуцированного взаимодействия):  $\Delta\mathcal{A} = p\Delta x - E\Delta t$ , где  $E$  и  $p$  коэффициенты, которые немедленно отождествляются как *энергия* и *импульс* в результате сравнения с классической механикой. Их обобщённые, универсальные определения в терминах сложности-действия имеют *динамически дискретную* (квантованную) форму:

$$E = - \left. \frac{\Delta\mathcal{A}}{\Delta t} \right|_{x=\text{const}}, \quad (21)$$

$$p = \left. \frac{\Delta\mathcal{A}}{\Delta x} \right|_{t=\text{const}}, \quad (22)$$

где энергия и импульс приобретают новое *универсальное* значение дифференциальных мер сложности (энергия выражает временной, а импульс пространственный темп превращения сложности из динамической информации в динамическую энтропию). Динамическая дискретность прыжков системы между реализациями объясняется *целостным* характером процесса *реального*, нередуцированного взаимодействия и приводит к каузальной (динамической) и универсальной версии «(квантовых) соотношений неопределённости», если мы просто перепишем вышеприведённые определения энергии и импульса, как  $p\Delta x = |\Delta\mathcal{A}|$  и  $E\Delta t = |\Delta\mathcal{A}|$  [1].

Поскольку как динамическая информация, так и сложность-действие могут только *уменьшаться* при развитии любого взаимодействия (ср. (21)), то обобщённое действие выражает напрямую именно информационную, потенциальную форму сложности,  $I = \mathcal{A}$ , тогда как её дуальная форма динамической энтропии измеряется в тех же единицах, но выражает противоположный по знаку, всегда положительный инкремент сложности:

$$\Delta S = -\Delta I > 0, \quad \Delta\mathcal{A} = -\Delta S. \quad (23)$$

Это универсальное выражение сохранения и превращения сложности приводит к универсальному динамическому уравнению, если

разделить его на  $\Delta t|_{x=\text{const}}$  [1, 2, 4, 7, 9, 13]:

$$\frac{\Delta A}{\Delta t}|_{x=\text{const}} + H\left(x, \frac{\Delta A}{\Delta x}|_{t=\text{const}}, t\right) = 0, \quad (24)$$

где *Гамильтониан*  $H = H(x, p, t)$ , рассматриваемый как функция координаты возникающей пространственной структуры  $x$ , импульса  $p = (\Delta A / \Delta x)|_{t=\text{const}}$  (см. (22)) и времени  $t$ , выражает воплощённую энтропийную форму дифференциальной сложности:  $H = (\Delta S / \Delta t)|_{x=\text{const}}$ . Полученное обобщённое, *универсальное уравнение Гамильтона–Якоби* (24) реализует искомое динамическое выражение симметрии сложности и принимает ещё более простую форму для консервативных систем, где обобщённый Гамильтониан не зависит от времени явно:

$$H\left(x, \frac{\Delta A}{\Delta x}|_{t=\text{const}}\right) = E, \quad (25)$$

с обобщённой энергией  $E$  определённой согласно (21). Отметим, что распределение действия  $\mathcal{A}(x, t)$  соответствует полученной выше функции состояния  $\Psi(x, t)$  (см. (8), (12)) для регулярных, локализованных реализаций.

Унифицированное дифференциальное выражение симметрии сложности уравнениями (24)–(25) было бы неполным без явного выражения связанного с ней *превращения* сложности и его *направления* (от динамической информации к динамической энтропии). Из-за *беспреданного* появления реализаций в *каузально случайном* порядке информация–сложность системы  $I = \mathcal{A}$  может только *уменьшаться*, что означает, что не только её (дискретная) частная производная ( $-E$ ), но также и полная производная, или (обобщённый) *лагранжиан*  $L$ , отрицательна:

$$L = \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t}|_{x=\text{const}} + \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta x}|_{t=\text{const}} \frac{\Delta x}{\Delta t} = p\nu - H < 0, \quad (26)$$

$$E, H\left(x, \frac{\Delta A}{\Delta x}|_{t=\text{const}}, t\right) > p\nu \geq 0, \quad (27)$$

где  $\nu = \Delta x / \Delta t$  — скорость глобального, усреднённого движения системы (т.е. её движения как единого целого). В соответствии с раскрытой выше динамической природой времени, это динамическое выражение превращения сложности (в рамках её симметрии), или *динамически обобщённый второй закон термодинамики* («деградация энергии»), уравнение (27), даёт также фундаментальное, строго выведенное выражение *стрелы времени* [2, 4, 7, 9]. Поскольку  $\Delta \mathcal{A} < 0$ , время растёт,  $\Delta t > 0$ , в направлении растущей

(динамической) энтропии  $S$  и уменьшающейся информации  $\mathcal{A}$  (т.е.  $L < 0$ ). Мы видим, что наша динамически основанная симметрия сложности включает происхождение времени и каузально выведенное направление его безостановочного течения в виде развития сложности взаимодействия. Динамическое происхождение времени и его течения, постоянный рост нередуцированной динамической сложности–энтропии (за счёт уменьшающейся динамической сложности–информации) и сохранение полной динамической сложности фактически получены как тесно связанные проявления единой, целостной симметрии сложности.

Универсальное уравнение Гамильтона–Якоби (24), (25), разумеется, сохраняет справедливость и для случая динамики элементарной поле–частицы (разд. 1.1), но учитывает её нередуцированную сложность. Последняя включает каузально объяснённый квантовый дуализм, где локализованные, корпускулярные состояния процесса квантовых биений чередуются с протяжёнными, волновыми конфигурациями протополей в фазе волновой функции (промежуточной реализации). Соответственно, полученное выше «классическое», корпускулярное расширение формализма Гамильтона–Якоби должно иметь дуального партнёра в форме явного волнового уравнения для волновой функции. Оно может быть получено с помощью процедуры каузального квантования, которая описывает как раз те самые пространственно хаотические переходы между регулярными (локализованными) реализациями через протяжённую реализацию волновой функции и включает сохранение динамической сложности [1, 2, 4, 7–9, 13]. Иерархическая структура многоуровневого развития сложности подразумевает, что полная сложность нескольких соседних уровней равна произведению сложностей отдельных уровней. Поскольку процесс квантовых биений может рассматриваться как циклические переходы между соседними подуровнями сложности локализованных реализаций и волновой функции, его полная сложность  $S$  даётся произведением сложности локализованных реализаций  $\mathcal{A}$  и сложности промежуточной реализации, выражаемой волновой функцией  $\Psi$ :  $S = \mathcal{A}\Psi$ . Согласно сохранению сложности  $\Delta S = \Delta(\mathcal{A}\Psi) = \mathcal{A}\Delta\Psi + \Psi\Delta\mathcal{A} = 0$  или

$$\Delta\mathcal{A} = -\mathcal{A}_0 \frac{\Delta\Psi}{\Psi} = -i\hbar \frac{\Delta\Psi}{\Psi}, \quad (28)$$

где  $\mathcal{A}_0 = -i\hbar$  — характеристическое значение сложности–действия, которое может содержать также числовую константу (в данном случае мнимую единицу  $i$ ), отражающую специфические черты двух рассматриваемых подуровней сложности, а  $\hbar = h / 2\pi$  — постоянная Планка.

Отметим, что использованное выше сохранение сложности процесса квантовых биений отражает физически очевидный факт воз-

вращения системы в *то же самое* состояние волновой функции после каждого цикла биений. Каузальное квантование (28) выражает, таким образом, детали сложнодинамической смены реализаций, или каузально уточнённых «квантовых скачков», в процессе квантовых биений внутри элементарной поле–частицы, которые объясняют также присущую ей «квантовую неопределённость» (соответствующие правила неопределённости и квантования лишь формально постулируются в обычной квантовой механике и её унитарных модификациях, описывающих физически реальные частицы с помощью чисто абстрактных «векторов состояния»). Используя соотношение (28) в уравнении Гамильтона–Якоби (24), получаем *каузально выведенное уравнение Шредингера для реалистически интерпретируемой* волновой функции:

$$i\hbar \frac{d\Psi}{dt} = \hat{H}\left(x, \frac{\partial}{\partial x}, t\right)\Psi(x, t), \quad (29)$$

где оператор Гамильтона  $\hat{H}(x, \partial/\partial x, t)$  получен из функции Гамильтона  $H = H(x, p, t)$  уравнения (24) с помощью того же каузального квантования (28) и мы использовали обозначения непрерывной производной для краткости. Знаменитое уравнение Шредингера, содержащее в обычной теории целый ряд необъяснимых «квантовых тайн», исключаящих какую-либо реалистичную физику, получено теперь как *полностью каузальное* следствие универсальной симметрии сложности [1, 4, 7, 8].

*Универсальная* версия уравнения Шредингера, применимая на *любом* уровне сложности, получается с помощью того же каузального квантования обобщённого уравнения Гамильтона–Якоби:

$$A_0 \frac{\Delta\Psi}{\Delta t} \Big|_{x=const} = \hat{H}\left(x, \frac{\Delta}{\Delta x} \Big|_{t=const}, t\right)\Psi(x, t), \quad (30)$$

где  $x$  обозначает соответствующую динамически выведенную конфигурацию системы (разд. 1.1), а обобщённая волновая функция, или функция распределения,  $\Psi(x, t)$  описывает состояние промежуточной реализации. Динамически выведенное уравнение Шредингера (29)–(30) сопровождается обобщённым, *каузально полученным правилом Борна* для вероятностей реализаций  $\{\alpha_r\}$ , выраженных через волновую функцию, которое дополняет динамическое происхождение вероятностей в терминах регулярных (локализованных) реализаций (10):

$$\alpha_r = |\Psi(x_r)|^2, \quad (31)$$

где  $x_r$  — конфигурация  $r$ -ой реализации, и для более высоких, корпускулярных уровней сложности в первой части может стоять само

значение обобщённой функции распределения. Обобщённое правило Борна, расширяющее соответствующий формальный постулат обычной квантовой механики, справедливо для динамики любого взаимодействия на любом уровне сложности и является результатом условий динамической сшивки регулярных реализаций и промежуточной реализации волновой функции, которые определяют значения коэффициентов  $c_i^r$  в выражении (8), (12) для функции состояния [1, 4]. Эта математическая процедура имеет ясное физическое происхождение в динамике квантовых биений и основополагающей симметрии сложности. Поскольку локализованные, «корпускулярные» реализации возникают в результате прямого динамического сокращения протяжённой реализации волновой функции к одному из избыточных центров редукции под действием взаимодействия, то вероятность выбора определённого центра будет пропорциональна интенсивности *физически реальной* волновой функции в его местоположении. Симметрия сложности определяет здесь само условие сшивки в виде естественного требования *непрерывности* превращения сложности в процессе смены реализаций.

*Динамические* правила для вероятностей реализаций (10), (19), (31), сопровождающиеся их *динамически фрактальной* структурой (разд. 1.1), описывают их «спонтанное», нередуцированное, но *интерактивное, целенаправленное, «разумное»* возникновение, которое лежит в основе важного свойства *динамической (вероятностной) адаптируемости* реального процесса взаимодействия [1, 4]. Система «автоматически» проникает повсюду, где может, и выбирает наилучший возможный способ развития своей сложности путём естественной «конкуренции» динамически получаемых вероятностей. Это *динамически вероятностное* развитие сложности от динамической информации к динамической энтропии составляет, таким образом, строго определённую *цель* системы и *телеологическую* силу/свойство универсальной симметрии сложности.

Уравнения (24)–(31) образуют основу *универсального формализма Гамильтона–Шредингера*, который объединяет расширенные версии *всех* частных (подтверждённых) динамических уравнений, постулируемых в различных областях унитарной теории (тогда как лежащая в основе симметрия сложности объединяет каузально расширенные версии *всех* обычных, постулированных законов и «принципов» [1]). Это можно продемонстрировать путём разложения Гамильтониана в степенной ряд по импульсу и действию, что приводит к следующей форме универсального уравнения Шредингера (30) [1, 2, 4, 13]:

$$\frac{\Delta\Psi}{\Delta t}\Big|_{x=\text{const}} + \sum_{\substack{m=0 \\ n=1}}^{\infty} h_{mn}(x,t) [\Psi(x,t)]^m \frac{\Delta^n\Psi}{\Delta x^n}\Big|_{t=\text{const}} = 0, \quad (32)$$

где коэффициенты разложения  $h_{mn}(x, t)$  могут быть произвольными функциями, и мы приняли во внимание дополнительную зависимость Гамильтониана от действия (или волновой функции) через «потенциальную энергию» или в общем случае благодаря динамически нелинейной зависимости ЭП от решений задачи (см. уравнения (6), (11), (14) в разд. 1.1). В универсальной науке сложности важно, что все динамические уравнения должны получить редуцированное, *динамически многозначное* и вероятностное общее решение (17)–(19), в противоположность динамически однозначным решениям обычной теории. Каузально выведенная гамильтонова форма универсального формализма даёт также решающее подтверждение начальных уравнений существования (1), (4), закрывающая, таким образом, лежащий в основе самосогласованный цикл симметрии сложности.

Мы видим, что различные линейные и «нелинейные» модели и уравнения, которые часто лишь полуэмпирически «угадываются» и постулируются в унитарной теории, на самом деле получаются как обрезанные версии общего разложения в ряд уравнения (32) (или аналогичного разложения для уравнения Гамильтона–Якоби (24)). Поэтому они могут рассматриваться как (редуцированные) следствия единого, универсального закона, симметрии сложности. Видно также ясное различие между имитационной унитарной «нелинейностью», задаваемой формальными высшими степенями обрезанного разложения в ряд, и истинной, *динамически возникающей, существенной нелинейностью* благодаря зависимости нередуцированного ЭП от искомых решений. В противоположность популярному заблуждению обычной «науки сложности», первая, имитационная «нелинейность» *не может* дать истинную сложность и хаотичность сама по себе, без надлежащего, нередуцированного анализа реального процесса взаимодействия, открывающего динамически вероятностный фрактал полного общего решения. Эта обычная нелинейность напоминает искусственно, сложно запутанную одномерную нить, которая, однако, может быть полностью распутана и не изменяет своих основных свойств при любом гладком изменении конфигурации. Но поскольку, с другой стороны, существенная нелинейность возникает даже для формально «линейной» начальной формулировки задачи (разд. 1.1), то можно предположить, что *любая* обычная, формальная «нелинейность» является лишь редуцированным образом истинной, динамической нелинейности реального процесса взаимодействия.

Как отмечено выше, симметрия сложности объединяет *каузально расширенные*, универсально применимые версии различных *разделённых*, индивидуально *постулированных* законов и «принципов» обычной фундаментальной науки, таких как сохранение энергии (или «первый закон термодинамики»), рост энтропии

(«второй закон термодинамики»), все «квантовые» и «релятивистские» постулаты и принципы (см. разд. 1.3.7). Многие из них связаны с соответствующими унитарными, абстрактными симметриями, которые кроме разделения между собой оказываются практически всегда «нарушенными» полномасштабной динамикой реального мира, что ограничивает их статус до нереальных, «приблизительных» и поэтому *ложных* симметрий, которые могут быть лишь «более или менее» справедливы в пределах узкого, плохо определённого диапазона параметров. Действительно, очевидная нерегулярность структур и динамики реального мира фундаментально отличается от «слишком симметричных», регулярных и гладких структур в парадигме унитарной, абстрактной науки. Универсальная симметрия сложности разрешает проблемы разделённости, нарушения и чрезмерной регулярности обычных симметрий путём введения не только *внутренне объединённой*, но также *всегда точной, ненарушенной* симметрии, описывающей нерегулярность реального мира с помощью своей собственной *динамической случайности* (благодаря хаотическим переходам между асимметричными реализациями). Поэтому теперь *все* структуры реального мира (описываемые существенно случайным общим решением вероятностного динамического фрактала (17)–(19)) получаются в явном виде как *абсолютно симметричные* результаты сохранения и развития сложности, поддерживаемые *всей совокупностью существующих наблюдений*.

Важное общее проявление универсальной симметрии сложности принимает форму *принципа соответствия сложности*, который может иметь различные конкретные проявления, но всегда подчёркивает тот факт, что результат любого взаимодействия зависит полностью и критически от относительных сложностей взаимодействующих сущностей [1, 4, 13]. Конкретно, взаимодействие между несколькими (сложными) системами может быть «эффективным» (вызывать существенные изменения) только для взаимодействующих систем сравнимой сложности. Более того, система с большей сложностью стремится «контролировать», или «подчинять», менее сложных партнёров взаимодействия, что приводит к *теории сложнодинамического контроля*, которая объединяет и существенно расширяет обычные, унитарные концепции контроля, демонстрируя в частности, что результат и механизм любого реального контроля *внутренне хаотичны* и поэтому контроль никогда не может быть абсолютным. Если сложности взаимодействующих систем достаточно близки между собой, то может возникнуть режим сильного, «глобального» хаоса.

Все частные случаи реальной (сложной) динамики взаимодействия могут быть удобно классифицированы и объединены в единой схеме и критерии для результатов нередуцированного взаимодей-

ствия [1, 3, 4, 10, 11, 13]. Если ключевые параметры взаимодействия (надлежащим образом представленные характеристическими частотами) достаточно близки друг к другу, получаем предельный случай *однородного, или глобального, хаоса* с быстро сменяющимися, существенно отличающимися реализациями системы и однородное распределение их вероятностей. Если же характеристические параметры системы существенно различны, то имеем противоположный предельный случай обобщённой, *динамически многозначной самоорганизации или самоорганизованной критичности (СОК)*, который объединяет, кроме этих двух понятий, расширенные версии других случаев «упорядоченной» динамики, такие как синхронизация, контроль хаоса, синхронизация мод и фрактальность. (Они остаются разделёнными в своих унитарных, динамически однозначных версиях). Он включает небольшое число редко меняющихся «составных» реализаций, которые, однако, содержат в себе множество быстро и хаотически сменяющихся, но внешне подобных «элементарных» реализаций. Почти полная *внешняя* регулярность предельных случаев СОК постепенно (хотя и неравномерно) переходит в максимальную нерегулярность глобального хаоса при соответствующем изменении отношения характеристических частот, так что таким образом можно описать и классифицировать в принципе *все* возможные динамические режимы в системах любого типа.

Более конкретно, точка перехода к сильному, однородному хаосу выражается *универсальным критерием наступления глобального хаоса*:

$$\kappa \equiv \frac{\Delta\eta_i}{\Delta\varepsilon_n} = \frac{\omega_\xi}{\omega_q} \cong 1, \quad (33)$$

где  $\kappa$  — вводимый параметр *хаотичности*, а  $\Delta\eta_i$ ,  $\omega_\xi$  и  $\Delta\varepsilon_n$ ,  $\omega_q$  — расстояния между энергетическими уровнями и частоты для межкомпонентных и внутриккомпонентных движений соответственно. При  $\kappa \ll 1$  получаем внешне регулярный режим многозначной СОК, который деградирует до глобального хаоса по мере того, как  $\kappa$  возрастает от 0 до 1, а максимальная нерегулярность при  $\kappa \approx 1$  снова превращается в структуру типа СОК (но с «обращённой» конфигурацией) при  $\kappa \gg 1$ .

Используя этот универсальный критерий хаоса, нетрудно в частности увидеть динамическую природу *фундаментальной квантовой случайности*, или «неопределённости», появляющаяся в форме *неизбежно* сильной (глобальной) хаотичности процесса взаимодействия протополей на таких *нижайших*, и потому «квантовых», уровнях сложности мировой структуры. Действительно, характеристические частоты или расстояния между собственными значе-

ниями на низжайших подуровнях сложности, содержащих только элементарные структуры (поле–частицы), совпадают по построению, поскольку другие, существенно отличные значения параметров просто «ещё не появились» в такой *существенно квантовой* реальности (их уверенное появление характеризует возникновение следующего уровня элементарных *классических, постоянно локализованных* структур с гораздо более регулярной динамикой типа СОЖ [1, 4, 7–9]; см. также разд. 1.3.8). В частности, частота квантовых биений определяет как внутреннюю динамику поле–частицы, так и её «внешнее» движение и взаимодействия. Более высокий подуровень квантовой сложности, включающий (*истинный*) *квантовый хаос* и (*каузальное*) *квантовое измерение* (разд. 1.3.8) [1, 4, 9], уже содержит возможность несколько более регулярной динамики типа СОЖ, которая в дальнейшем переходит в ещё более регулярный случай классического поведения.

### 1.3. Свойства вселенной и частиц, исходя из симметрии сложности

Используя *только* нередуцированный, универсально непертурбативный анализ достаточно сильного притягивающего взаимодействия двух физически реальных, первоначально однородных протополей, мы показали выше, в разд. 1.1, что в общем случае (при надлежаще выбранных, но не экзотических «материалах» протополей) из этого взаимодействия возникает элементарная поле–частица в виде *пространственно хаотического* процесса *квантовых биений*. Он может быть описан как *безостановочные* циклы сокращения–расширения протополей или, альтернативно, как *хаотические блуждания* неустойчивого корпускулярного состояния *виртуального солитона*. Получающаяся в результате динамически многозначная, внутренне *объединённая* и полностью *каузальная* (реалистическая) картина динамики микромира называется *квантово-полевой механикой* (quantum field mechanics) [1, 4, 7–9]. В отличие от различных неустранимо *разделённых* ветвей *нереалистичной (абстрактной)* и в основе *постулированной* (формально навязанной) *унитарной*, динамически однозначной теории, таких как квантовая механика, теория поля, физика частиц (высоких энергий), специальная и общая теория относительности и космология, включая их недавние «передовые» версии, которые всегда остаются, однако, в пределах одной и той же, эффективно *нульмерной проекции* реальности (например, теории «многих миров», «историй» и другие «интерпретации» квантовой механики, конструкции струн и спиновых сетей в современной теории поля, имитации типа миров на бранах, бесчисленные «космологические» трюки со «скрытыми» материальными сущностями, измерениями или целыми «мультивселенными» и т.д.). *Универсальная симметрия*

*сложности* (разд. 1.2) полностью определяет развитие нередуцированного взаимодействия. И мы продолжим выводить дальнейшие возникающие структуры мира и их свойства, демонстрируя тем самым возможности симметрии сложности по избеганию и разрешению накопившихся проблем унитарной теории и её упрощённых, регулярных (и потому «нарушенных») симметрий.

### 1.3.1. Динамическое происхождение трёхмерного пространства, времени и элементарных частиц: бритва Оккама

Мы начинаем наш анализ каузальной, физически реальной, явным образом возникающей и *всегда в точности симметричной* структуры мира с напоминания о динамическом происхождении естественно квантованной, *осязаемой структуры пространства и необратимо текущего, но нематериального времени*. Они были получены выше (разд. 1.1) из описания взаимодействия протополей как, соответственно, *расстояние между собственными значениями* эффективного уравнения существования (5)  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r = \lambda_C$  и *интенсивность* (конкретизированная как *частота*  $\nu$ ) появления/смены реализаций квантовых биений:  $\Delta t = \Delta x / c = \lambda_C / c = \tau = 1 / \nu$ . Пространственная «координата»  $x$  выражает, в общем случае, конфигурацию в явном виде возникающей реализации системы (в форме локализованного виртуального солитона). Тогда как «течение времени» (постоянно растущее  $t$ ) отражает неотвратимую *смену множественных и несовместимых* реализаций. Пространство и время появляются, таким образом, как универсальные, *основные проявления сложности* нередуцированного взаимодействия и её симметрии/превращения, *вместе с самой структурой и динамикой* системы (представленными здесь элементарной поле-частицей, такой как электрон, с *динамически определённым размером*  $\Delta_i \eta_i^r = r_e$ , совершающей *квантовые скачки* на расстояние  $\Delta x = \Delta_r \eta_i^r = \lambda_C$  с периодом  $\Delta t = \Delta x / c$ : см. разд. 1.1 и 1.3.4).

Унитарные симметрии пространства-времени *сильно нарушены* (и потому *иллюзорны*) *динамической дискретностью* (квантованием) пространства и *необратимым, ориентированным течением* (возрастанием) временной переменной в хорошо определённом направлении растущей сложности-энтропии (см. уравнение (27)). Тогда как симметрия сложности как раз лежит в основе этих свойств пространства и времени и *порождает* их, оставаясь абсолютно точной симметрией. Такое фундаментальное нарушение неустранимой «гладкости» (регулярности) унитарных проекций продолжается и включает более высокие уровни сложности и симметрии, например, из теорий относительности, гравитации и космологии (см. разд. 1.3.5, 1.3.7 и 2). В частности, любая *прямая смесь* пространственных и временных сущностей в рамках единой сим-

метрии (составляющая основу стандартной относительности) физически *бессмысленна*, уже из-за осязаемой, материальной структуры реального пространства и нематериальной природы времени. Реальное пространство и время связаны *только динамикой системы*, которая является не чем иным, как *прямой реализацией симметрии сложности*.

То же основанное на взаимодействии происхождение физически реальных пространства и времени показывает, что время не может «искривляться» или деформироваться, в каком бы то ни было смысле. Тогда как пространство формируется как глобально (в среднем) плоская и однородная структура, в соответствии с наблюдениями и в противоположность известным унитарным теориям (общая теория относительности и космология). Более того, любая неоднородность пространства, возникающая на высшем уровне сложности, является модификацией средней плотности/напряжённости протополей (см. также разд. 1.3.7). Она может быть описана «геометрически» только формально (и приблизительно), подобно любому другому дальнедействующему взаимодействию через (достаточно плотную) непрерывную среду.

Симметрия сложности прямо определяет также наблюдаемое число (*три*) пространственных измерений, а также устанавливает его *универсальное физическое происхождение* и связь с *интерактивной* основой *любого* реального мира. Действительно, начальная конфигурация взаимодействия включает *три* и только *три глобальных* сущности, два протополя и их физически реальную связь (взаимодействие) как таковую (рис. 1). Симметрия сложности говорит о том, что число столь же глобальных сущностей, появляющихся в результате этого взаимодействия протополей, должна быть такой же, т.е. равной трём. Но единственной появляющейся сущностью истинно *глобального* масштаба является само фундаментальное *пространство*, которое *должно* таким образом иметь *три и только три моды* или «измерения» согласно закону сохранения сложности, строго обоснованному и подтверждённому совокупностью всех экспериментальных наблюдений [1]. При этом мы получаем истинное, *физическое происхождение* этих пространственных «измерений» как таковых, сохраняющих лишь эмпирическое и формальное определение в обычной науке. Поскольку осязаемый «материал» пространства получается в результате динамически многозначного *переплетения* глобальных компонент взаимодействия, протополей (см. разд. 1.1), его *глобальные степени свободы* или «измерения» представляют собой не что иное, как *физически реальные*, эквивалентные «моды» или реализации, такой *сложно-динамической смеси* взаимодействующих э/м- и гравитационного протополей (включающей само связывающее взаимодействие).

Полученное правило для числа пространственных измерений и

их физической природы справедливо и для любой другой системы, включая высшие уровни пространственной структуры Вселенной и другие возможные вселенные. В частности, число (глобальных) пространственных измерений произвольной вселенной равно числу компонент начального взаимодействия (включая связывающие сущности). В зависимости от деталей движущего взаимодействия, возможно и дальнейшее расщепление на неоднородно структурированные «составные» измерения, где «модуль» трёхмерного пространства остаётся «минимальной», наиболее устойчивой комбинацией (в силу *невозможности* взаимодействия с числом компонент меньшим двух). Хотя, в общем, возможны разные сложные случаи, симметрия сложности даёт реалистичный и эффективный принцип упорядочения и понимания, в противоположность произвольным унитарным догадкам по этому предмету, основанных на «требованиях» чисто абстрактного, *постулированного* формализма, который, в конце концов, оказывается лишь эффективно нульмерной проекцией любой структуры реального мира. Таким образом, согласно симметрии сложности, вселенные большей размерности возникают из *взаимодействий большей сложности* в виде своего рода «возбуждённых состояний» над исключительно стабильным (и поэтому наиболее распространённым, а возможно и единственным) «основным состоянием» трёхмерного мира. Последнее может иметь *только одно* необратимо текущее *время*, что может также быть справедливым для любого *объединённого* мира высшей размерности. Однако более усложнённая подструктура глобальных пространственных измерений может дать начало множественным временным потокам в мире высшей размерности, которые могли бы реализовать большую сложность «возбуждённого состояния» в таком «многовременном» мире [1]. Несмотря на «чисто теоретический» характер этих возможностей, можно легко получить ситуации с «высшей размерностью» и «многими временами» для структуры *локальных* реализаций на *высших уровнях* сложности, пространства и времени существующего, *глобально* трёхмерного мира.

Ниже мы увидим (разд. 1.3.3), что число сил фундаментальных взаимодействий (и видов частиц) является частью того же физически прозрачного проявления симметрии сложности, что приводит к значительному сокращению (практически неограниченного) числа *формальных* возможностей унитарной теории, таких как «скрытые» измерения и другие странно «невидимые» сущности. Становится ясно, что пространство и его измерения имеют *физически реальную* природу в глобальном *процессе взаимодействия*. Поэтому они *не* должны вводиться искусственно, с помощью произвольных допущений, направленных на спасение противоречивой имитации реальности, как это делается в унитарной теории. Симметрия сложности предлагает, в этом смысле, *строгое и практически эф-*

*фактивное* расширение хорошо известной *бритвы Оккама, или принципа экономии*. Поскольку она уточняет как именно каждая реальная, наблюдаемая сущность возникает в *процессе взаимодействия* из других, столь же реальных сущностей, что даёт надёжный способ их определения [1]. Мы получаем также *реалистичное* расширение *теории неполноты Гёделя*, где «неполнота» любого результата взаимодействия связана с его внутренней неопределённостью (многозначностью) и (частично неизвестными) компонентами взаимодействия.

### 1.3.2. Универсальное динамическое происхождение массы, заряда и спина частиц

Поскольку мировые структуры первого уровня, элементарные поле-частицы, возникают вместе с физически реальным пространством и временем (рис. 1), тот же самый сложодинамический процесс квантовых биений должен давать «внутренние» свойства частицы, такие как масса, электрический заряд, спин и их наблюдаемые особенности. Начиная с основного свойства *массы*, можно утверждать, что его ключевое проявление в виде *инерции* универсально и согласованно объясняется *динамически хаотическим* характером пространственных блужданий виртуального солитона внутри любой (массивной) поле-частицы (процесса квантовых биений), *строго* выведенным выше (разд. 1.1). Действительно, именно это *уже существующее*, никогда не исчезающее *внутреннее* движение «материала» частицы определяет её «сопротивление» любой *внешней силе* (т.е. попытке *изменить* его) и гарантирует *конечные* значения приобретаемого *ускорения*. Отсюда становится особенно очевидно, что ничто отличное от *чисто динамической, внутренней хаотичности не может* решить проблему происхождения *внутренней инерции* в принципе, включая любое внешнее воздействие (например, «поля нулевых колебаний»), часто произвольным образом допускаемое в унитарной теории. Более того, мы показываем, что инерциальная масса, таким образом, *динамически возникающая* в нередуцированном взаимодействии протополей, аналогична или «эквивалентна» (с точностью до коэффициента или единицы измерения) полной, «релятивистской» *энергии* и поэтому выражает дифференциальную форму *сложности* системы (см. уравнение (21)) [1, 4, 7–9]. Следуя универсальным определениям сложности-действия, энергии и импульса (21), (22) в разд. 1.2, мы получаем для поле-частицы в *состоянии покоя* ( $p = 0$ ):  $\Delta\mathcal{A} = -E_0\Delta t$  и

$$E_0 = -\frac{\Delta\mathcal{A}}{\Delta t} = \frac{h}{\tau_0} = h\nu_0 = m_0c^2, \quad (34)$$

где  $E_0$  — энергия покоя частицы,  $\Delta A = -h$  — динамически дискретный прирост сложности-действия, равный на этом первом уровне сложности универсальной постоянной Планка  $h$  с отрицательным знаком (так как  $E_0, \Delta t > 0$ ),  $\tau_0$  — период, а  $\nu_0$  — частота квантовых биений для поле-частицы в покое;  $m_0$  — масса покоя частицы, введённая выше, и  $c^2$  — пока что просто коэффициент, но позже строго приравнённый к квадрату скорости света. Мы также получаем здесь явное выражение элементарных динамических *частот Вселенной* внутри каждой (массивной) частицы (разд. 1.1). Они имеют достаточно высокую частоту ( $n_0 \sim 10^{20}$  Гц для электрона) и обеспечивают каузальную, физически реальную основу для знаменитого соотношения  $h\nu_0 = m_0c^2$ , использованного Луи де Бройлем в его оригинальном выводе («дебройлевской») длины волны частицы [21, 22] и недавно подтверждённого в эксперименте по каналированию электронов [20]. Ниже мы развиваем эту объединённую каузальную интерпретацию массы, энергии и времени на случай движущихся частиц и получаем динамически выведенные эффекты (специальной) теории относительности (разд. 1.3.7).

Наблюдаемое *разнообразие* частиц, отражаемое в их *спектре масс*, получается как следствие фундаментальной *динамической многозначности* процесса взаимодействия протополей. Здесь семейство лёгких *лептонов*, представленных абсолютно стабильным электроном, получено как составная реализация с относительно небольшой амплитудой квантовых биений, так что пульсации э/м-протополя остаются относительно «недалеко» от невозмущённого состояния протополя на рис. 1. Противоположный случай наиболее сильного эффективного взаимодействия протополей получается как составная реализация тяжёлых частиц, *адронов*, представленных стабильным протоном. Их построение из не разделяемых непосредственно кварков соответствует составной структуре процесса квантовых биений, которые, однако, не могут быть разделены на индивидуальные взаимодействующие биения для отдельных кварков. Эти особенности кварков, их уникальная роль в сильном взаимодействии частиц, а также отсутствие сильного взаимодействия для лептонов могут быть объяснены исключительно тем фактом, что гравитационное протополе, или среда, представлена плотным кварковым конденсатом. (Возможно с «квантовыми» свойствами типа сверхтекучести и с неизвестной степенью индивидуальности отдельных кварков как локализованных, корпускулярных состояний). Недавние экспериментальные указания в пользу *кварк-глюонной жидкости* [23] как многочастичного кваркового состояния (*в отличие от плазмы*, ожидаемой в обычной теории) подтверждают этот вывод и всю картину квантово-полевой механики.

Поскольку все массивные частицы живут внутри одного и того же, *физически объединённого* объёма протополей (воспринимаемого

в основном со стороны э/м-поля), их индивидуальные процессы квантовых биений должны быть *синхронизированы* во времени. Это необходимо как для *самосогласованного взаимодействия частиц* (особенно очевидного в случае *притяжения*), так и для *единого течения времени* для всей Вселенной. Такая сложнодинамическая синхронизация составляет предмет отдельного исследования. Но независимо от её деталей, известен конечный результат: временные фазы пульсаций всех процессов квантовых биений *совпадают* с точностью до обращения фазы (то есть могут иметь место либо совпадающие, либо прямо противоположные фазы квантовых биений)<sup>2</sup>. Кроме того, эта важная особенность приводит к динамической интерпретации следующего основного свойства, *электрического заряда*, который видится теперь как *фазочувствительная мера той же динамической сложности квантовых биений*. Действительно, синхронизированные с точностью до обращения фазы поле–частицы естественным образом подразделяются на два и только два «противоположных» вида в соответствии с фазой их квантовых биений, что объясняет существование ровно двух «противоположных» электрических зарядов. Одинаковые по знаку заряды, представленные процессами квантовых биений одной фазы, будут естественным образом *отталкиваться* между собой из-за своей прямой, «механической» конкуренции за общий материал э/м-протополя. Тогда как противоположные заряды будут столь же естественно *притягиваться* друг к другу, благодаря взаимной «помощи» их процессов сокращения–расширения, находящихся в противофазе [1]. Знаменитая «дискретность» элементарного заряда (его фиксированное наблюдаемое значение), остающаяся необъяснённой в обычной теории, происходит из той же глобальной *фазовой синхронизации* всех процессов квантовых биений (скорее всего, на частоте *электронных* квантовых биений) и, в конечном счете, *квантования* их сложной динамики (т.е. динамически дискретной структуры симметрии сложности).

Описанная прямая связь между элементарным электрическим зарядом  $e$  и квантованной сложностью процесса квантовых биений (выражаемой в соответствии с уравнением (34) квантом сложности–действия  $\hbar = h / 2\pi$ ) составляет истинное, каузальное содержание хорошо известного соотношения между  $e$  и  $\hbar$ ,  $e^2 = \alpha \hbar$ , где  $\alpha$  — по-

<sup>2</sup> Такая синхронизация даёт, в частности, возможное динамическое происхождение наблюдаемой *асимметрии между* (присутствующими) *частицами и античастицами*, противоречащей формальной симметрии их свойств. Распространяющаяся «волна» *неизбежной* сложнодинамической синхронизации процессов квантовых биений на начальных стадиях возникновения структуры мира во взаимодействии протополей автоматически оставит после себя только частицы (но не их античастицы) с одинаковыми/противоположными фазами квантовых биений, связанных также со спиновыми вихрями (см. ниже в этом разделе). Эта необходимая фаза динамического «упорядочения» содержимого материальной Вселенной подразумевает также существенные модификации в формулировке и решении проблем возраста, размера, изотропии Вселенной и др. (см. также разд. 2.3).

стоянная тонкой структуры. Ниже мы увидим (разд. 1.3.4), что оно даёт также новую интерпретацию последней (вместе с универсальностью постоянной Планка). Становится также очевидно, что *закон сохранения электрического заряда*, появляющийся в виде *отдельного* и *постулированного* (эмпирического) закона в обычной теории, получает теперь *каузальное* и *объединённое* расширение как частный случай *динамически обоснованной, единой* симметрии (сохранения) сложности.

Нетрудно видеть, что динамическое сокращение (сжатие) *физически реального* э/м-протополя в рамках каждого цикла квантовых биений элементарной поле-частицы должно включать сильное вихревое *вращение* сжимаемой материи протополя, уже в силу её *конечной сжимаемости*. Это явление может быть описано как сильно нелинейная (самоусиливающаяся) версия водоворота, возникающего в жидкости в ходе её вынужденного вытекания, обычно под действием гравитации, через небольшое отверстие. *Уникальной* особенностью *нередуцированного* взаимодействия квантовых биений и в частности самоусиливающегося динамического переплетения (разд. 1.1) является то, что оно производит, *чисто динамически*, «спонтанным» образом, бесконечную серию таких «отверстий» или центров сокращения протополей. Детальный механизм самого возникновения вихря протополя подобен обычной неустойчивости относительно локальной сдвиговой деформации потока жидкости/газа, где быстрее движущиеся части (ближе к «отверстию») испытывают боковые «закручивающие» отклонения под действием одновременно возникающих различий давления в неоднородно движущемся веществе. Возникающее вращение продолжается и в фазе расширения, и в целом получаем *физически реальное*, динамическое и *существенно нелинейное* происхождение универсального внутреннего свойства *спина* элементарной частицы. Сложная, многозначная динамика взаимодействия протополей даёт как раз *уникальное* сочетание свойств для этой самосогласованной каузальной интерпретации спина, в противоположность любым унитарным моделям «вращающихся шариков».

Более того, количественное выражение спина,  $s$  (и любого другого углового момента  $I$ ), в единицах кванта углового момента  $\hbar$  ( $s = \hbar / 2$  для электрона) представляет его как *другую форму* (естественно квантованной) *сложности* квантовых биений и выявляет природу глубокой динамической связи между квантом сложности-действия  $\hbar$  для *пульсации* квантовых биений и квантом углового момента  $\hbar$  для *спинового вращения* в рамках *одного и того же* процесса квантовых биений [1]. Универсальное выражение для прироста сложности-действия будет в общем случае содержать «вращательный» член,  $\Delta A = -E\Delta t + p\Delta x + I\Delta\phi$ , где  $\Delta\phi$  — инкремент угловой переменной, так что энергия покоя ( $p = 0$ ), например, для

электрона будет содержать вклад от энергии спинового вращения:

$$E_0 = \frac{h\nu_0}{2} + s\omega_0 = \frac{h\nu_0 + \hbar\omega_0}{2} = h\nu_0 = \hbar\omega_0,$$

где круговая частота спинового *вращения*  $\omega_0$  должна совпадать с круговой частотой *пульсации* квантовых биений,  $\omega_0 = 2\pi\nu_0$ , так как это *один и тот же процесс*, так что распределение его энергии на вклады от «пульсации» и «спинового вращения» может иметь лишь условный смысл, как показано выше. «Аномальные» значения спина и гиромангнитного отношения для электрона получают теперь каузальную интерпретацию с точки зрения двухфазной структуры процесса электронных квантовых биений [1]. Индуцированное спином вращение вещества э/м-протополя может теперь рассматриваться также как фундаментальное *физическое происхождение магнитного поля и эффектов* [1]. И подобно вышеописанному случаю электрического заряда, все законы сохранения, включающие угловой (спиновый и орбитальный) момент, теперь универсально расширяются на каузально обоснованную, единую симметрию сложности. Мы можем ясно, непосредственно видеть, каким образом все разнообразные величины, сохраняющиеся согласно *формально навязываемым (эмпирическим) законам сохранения* унитарной науки, получают и сохраняются как *меры* лишь *внешне различающихся* различных проявлений (или уровней) одной и той же *динамической сложности нередуцированного процесса взаимодействия*, что определяет *физически реальное, объединённое происхождение*, как сохраняющихся величин, так и самого их сохранения.

### 1.3.3. Динамически объединённые фундаментальные взаимодействия частиц, их число и свойства

Полученные выше внутренние свойства частиц связаны с фундаментальными взаимодействиями между частицами, которые естественно возникают в квантово-полевой механике, в их *динамически объединённом* состоянии и с наблюдаемыми свойствами [1, 4, 7, 8]. Объединённым динамическим источником всех взаимодействий частиц является системообразующее притяжение протополей, в его «воплощённой» форме процессов квантовых биений внутри каждой частицы. Поскольку каждая такая частица–процесс изменяет свойства окружающего протополя (из-за его деформации), она будет влиять на параметры квантовых биений любой другой частицы (в некоторой аналогии с «деформационным взаимодействием» между дефектами и возбуждениями твёрдого тела). В результате получаем два таких дальнедействующих фундаментальных взаи-

модействия, — э/м- и гравитационное, — через э/м- и гравитационное поля/среды соответственно, что теперь объясняет их названия. Силы э/м-взаимодействия представлены в предыдущем разделе. Получаемый таким образом динамический механизм гравитации даёт каузальную, *физически реальную* основу явления *универсальной гравитации* (отсутствующую в любом её унитарном описании). Она обладает всеми своими наблюдаемыми классическими свойствами, *внутренне квантовой* природой (благодаря дискретному характеру квантовых биений), лишённой проблем обычной квантовой гравитации (ср. [24]), и *релятивистскими* эффектами, без искусственной «геометризации» физически реального пространства и текущего времени (дальнейшие подробности см. в разд. 1.3.7). Две другие, короткодействующие силы взаимодействия, известные как «слабое» и «сильное» взаимодействия, возникают просто благодаря контактными силам взаимодействия между составляющими элементами э/м- и гравитационной сред соответственно (остающимися в основном за пределами разрешения). Таким образом, мы получаем в *точности наблюдаемое число (четыре)* фундаментальных взаимодействий с их *наблюдаемыми свойствами* (включая два короткодействующих и два дальнедействующих взаимодействия для двух протополей).

Более того, все четыре взаимодействия *естественным образом объединены* с самого начала внутри каждого процесса квантовых биений (полное объединение достигается в фазе максимального сокращения для наиболее массивных адронов). Это разрешает проблему знаменитого «великого объединения» (известного также как «теория всего»), или даже позволяет *избежать* каких-либо больших проблем вокруг такого объединения. Это *кажется* своего рода «волшебной мечтой» и невозможной «сверхзадачей» в *унитарной* теории именно из-за её *специфической*, эффективно нульмерной, *внутренне разделённой* и постулированной, абстрактной *имитации (проекции)* реальности. Ниже мы демонстрируем строгое выражение этого динамического объединения взаимодействий, дающее практически важное решение серии проблем, связанных со значениями и интерпретацией планковских единиц (разд. 1.3.4). Мы можем также подтвердить и объяснить *каузальную*, физическую природу «частичного» *объединения э/м- и слабого взаимодействий* через их общую материальную передающую основу э/м-протополя. Можно *предсказать* аналогичное (хотя возможно и отличное в деталях) *объединение гравитационного и сильного взаимодействий* через их *общую гравитационную среду* (протополе), фактически представленную, как упоминалось в предыдущем разделе, плотным кварковым конденсатом. Силы взаимодействия частиц, как таковые, возникают как общее следствие симметрии сложности, в форме *развития сложности от динамической ин-*

*формации к динамической энтропии.* А именно частицы вынуждены двигаться таким образом, чтобы сохранить полную сложность системы с помощью оптимального *возрастания динамической энтропии* (путём структурообразования) за счёт динамической информации (или «обобщённой потенциальной энергии»). Строгое выражение этого закона даётся универсальным формализмом Гамильтона–Шредингера (24)–(32), который может быть уточнён для объяснения релятивистских, гравитационных и квантовых эффектов (разд. 1.3.7).

Динамическая структура, таким образом, каузально выведенных фундаментальных взаимодействий частиц может быть далее уточнена, включая, например, *физически реальное* расширение процессов обмена *полноценными* фотонами для э/м-взаимодействий [1], которые в обычной теории описываются с помощью чисто абстрактных инструментов лишь как обмен «виртуальными» фотонами. Здесь, однако, мы сконцентрируемся на важном общем соотношении между *числами* наиболее *фундаментальных сущностей* (измерений, сил и частиц), справедливыми для *любой реальной* вселенной и следующими из симметрии сложности и её каузальных проявлений. В соответствии с динамической природой реальных пространственных измерений (разд. 1.3.1), мир, возникающий из взаимодействия  $n$  изначальных сущностей (протополей), будет иметь  $N_{\text{dim}} = n + 1$  *глобальных* пространственных измерений (и одно необратимо текущее время), что является прямым следствием симметрии сложности. Как показано выше, такой мир будет иметь  $N_F = 2n$  «фундаментальных» сил взаимодействия между его (динамически образующимися) частицами, физически передаваемых через эти  $n$  протополей и подразделённых на  $n$  короткодействующих и  $n$  дальнедействующих сил. Таким образом, мы получаем следующее соотношение между числами сил и (пространственных) измерений (любого) мира:

$$N_F = 2(N_{\text{dim}} - 1), \quad N_{\text{dim}} = \frac{N_F}{2} + 1, \quad (35)$$

где  $N_{\text{dim}} - 1$  сил взаимодействия (половина их полного числа) имеют дальнедействующий характер, тогда как остальные  $N_{\text{dim}} - 1$  сил являются короткодействующими (контактными). Это соотношение может быть более общим, чем исходные зависимости  $N_F$  и  $N_{\text{dim}}$  от числа протополей  $n$ . Действительно, возможная более сложная, «неглобальная» структура взаимодействия протополей может породить различные «частичные», (полу-) скрытые измерения и «редкие» силы, но соотношение (35) между числами *возникающих* сущностей будет оставаться справедливым, благодаря его хорошо определённой *физической* основе и связанной *абсолютно универсальной* симметрии сложности. Поскольку любая изначальная

сущность протополя может в принципе иметь более одного близко-, средне- и дальнедействующего типа возбуждений и пути передачи взаимодействия, следует учитывать и более общую форму соотношения (35), в виде *нижнего предела* для числа сил,  $N_F \geq 2(N_{\text{dim}} - 1)$ . Хотя строгое неравенство здесь надо рассматривать как более экзотическую возможность. Таковая вряд ли реализуется в нашем мире, для которого  $n = 2$ ,  $N_{\text{dim}} = 3$  и  $N_F = 4$ , в согласии с равенством (35). Для следующих вселенных с большим числом измерений будем иметь  $\{n = 3, N_{\text{dim}} \geq 4, N_F \geq 6\}$ ,  $\{n = 4, N_{\text{dim}} \geq 5, N_F \geq 8\}$  и т. д. Ещё одно соотношение, вытекающее из (35), может быть его ещё более универсальным следствием:  $N_F - N_{\text{dim}} = N_{\text{dim}} - 2 \geq 1 (= n - 1)$ , или  $N_F \geq N_{\text{dim}} + 1$ , где универсальное неравенство следует из того факта, что  $N_{\text{dim}} \geq 3$  (или  $n \geq 2$ ) для любого реального мира, *основанного на взаимодействии*, и показывает, что *любое дополнительное, реальное измерение приносит дополнительные силы взаимодействия* (и связанные с ними частицы).

Последнее утверждение представляет важное применение равенства (35) и аналогичных соотношений. Поскольку число сил взаимодействия может быть установлено экспериментально, оно *жёстко ограничивает* число *любых реальных* («больших», «малых» или «скрытых») измерений ( $N_{\text{dim}} \leq (N_F / 2) + 1$ ). Это обуславливает дополнительные сомнения в результатах обычной теории, связанные с её популярными нарушениями принципа бритвы Оккама (*следующего* из симметрии сложности) в виде произвольно вводимых дополнительных измерений, в соответствии с *внутренними*, «математическими» потребностями *абстрактных* «моделей» (например в теории струн, квантовой гравитации, моделях миров на бранах и т. д.). Эти сомнения ещё более усиливаются, если принять во внимание, что каждая новая сила подразумевает новые (наблюдаемые) частицы (или возбуждения), так что число частиц  $N_{\text{part}}$  будет в любом случае больше, чем число короткодействующих сил (или протополей), то есть  $N_{\text{part}} \geq N_F / 2 = N_{\text{dim}} - 1$  (что соответствует нереалистичному, абсолютному минимуму обменных частиц). Так, в нашем мире с *четырьмя* силами взаимодействия и *тремя* измерениями мы имеем действительно *две* таких «действительно неустрашимых» (и поэтому устойчивых) частицы в форме электрона и протона, происходящих из соответствующих протополей (не считая более эфемерного фотона и всех нестабильных частиц и «возбуждённых состояний»). Мир, возникший в результате взаимодействия  $n$  протополей, будет иметь, по крайней мере,  $N_F = 2n$  фундаментальных сил взаимодействия,  $N_{\text{dim}} = n + 1$  пространственных измерений и  $N_{\text{part}} = n$  «неустрашимых» (т.е. довольно стабильных и «уверенно» наблюдаемых) частиц. Совершенно очевидно, что все унитарные, «анти-оккамовы» теории, производящие новые сущности, прямо и сильно нарушают даже наименее ограничительные,

нереалистичные версии этих соотношений между числами измерений, фундаментальных сил и частиц. Вместо некорректного навязывания произвольных фантазий из чисто абстрактной «реальности», можно использовать следствия универсальной теории сложности, *каузально обоснованные* выше, для *вывода* полного числа измерений (любого) мира из числа его наблюдаемых фундаментальных сил и «основных» элементарных частиц (в противоположность любому «интуитивному» или формальному способу определения пространственных измерений и их числа).

#### 1.3.4. Сложнодинамическое происхождение универсальных постоянных и реалистичных планковских единиц

Благодаря внутренне созидательному, структурообразующему характеру симметрии сложности (разд. 1.2), *все* фундаментальные структуры и свойства мира имеют в квантово-полевой механике прямое *каузальное, динамическое* происхождение, включая такие «истинно абстрактные» величины обычной теории, как универсальные (физические) постоянные [7, 9]. Например, *скорость света*  $c$  вводится в нашем описании как *физически реальная скорость* распространения возмущений в э/м-протополе, связанном с гравитационным протополем (см. разд. 1.1), а не как «логическое» следствие *постулированного, абстрактного* «принципа относительности» унитарной теории. После чего мы строго выводим основные «релятивистские» эффекты как каузальные проявления основополагающей, сложной динамики взаимодействия (разд. 1.3.7). Другая универсальная константа, *постоянная Планка*  $h$ , появляется в нашем подходе как *динамически дискретная* порция, или «квант», универсальной меры сложности, сложности–действия  $A$  (разд. 1.2, 1.3.2). Её универсальность следует из *общей, физически объединённой* структуры основополагающей системы связанных протополей и того факта, что квант сложности–действия  $h$  появляется на самом первом, *наименее структурированном* уровне сложности мира. Однако, действительно неограниченная, поразительно широкая универсальность  $h$ , от энергии фотона, до ядерных, субъядерных и даже внутренних свойств частиц, имеет более детальное объяснение в рамках этой общей интерпретации. Оно включает также сложнодинамическое происхождение *постоянной тонкой структуры*  $\alpha$  и *элементарного заряда*  $e$  (см. также разд. 1.3.2).

Хорошо известное соотношение между  $h$ ,  $e$  и  $\alpha$   $e^2 = \alpha h / (2\pi)$  может быть представлено в виде:

$$m_0 c^2 = \frac{2\pi}{\alpha} \frac{e^2}{\lambda_c} = N_{\text{я}}^e \frac{e^2}{\lambda_c}, \quad \lambda_c = \frac{h}{m_0 c}, \quad N_{\text{я}}^e = \frac{1}{\alpha}, \quad \tilde{\lambda}_c = \frac{\lambda_c}{2\pi}, \quad (36)$$

где  $m_0$  — масса покоя электрона и  $\lambda_C$  — комптоновская длина волны. Поскольку  $E_0 = m_0 c^2$  представляет собой каузально определённую энергию покоя электрона (см. уравнение (34)). Тогда уравнение (36) означает, что величина  $\Delta x = \lambda_C$  может быть интерпретирована как *длина скачка виртуального солитона* в процессе квантовых биений (связанная с элементарной пространственной длиной  $\Delta x$ , введённой в разд. 1.3.1),  $N_{\text{э}}^e = 1/\alpha \approx 137$  как *число реализаций электрона (его квантовых биений)* и  $\alpha$  как *вероятность появления каждой реализации* (в соответствии с её общим динамическим определением, уравнение (10)). То же каноническое соотношение между  $\hbar$  и  $e$  может также быть записано в виде:

$$\hbar = N_{\text{э}}^e \frac{e^2}{c} = \tilde{\lambda}_C p_0, \quad \tilde{\lambda}_C = N_{\text{э}}^e r_e, \quad (37)$$

где  $p_0 = m_0 c = E_0/c$ , а  $r_e = e^2/m_0 c^2$  — обычный «классический радиус» электрона. Уравнение (37) даёт теперь прозрачную физическую интерпретацию постоянной Планка и её универсальности.  $\hbar$  (или  $\hbar$ ) измеряет «объём» (в единицах *сложности–действия*) потенциальной ямы ЭП квантовых биений, который *остаётся постоянным* для *любого* вида частиц (включая безмассовые возбуждения типа фотонов) и их комбинаций с когерентными биениями, благодаря как сохранению сложности, так и постоянству свойств связанных протополей. Тогда как *ширина* ЭП,  $\tilde{\lambda}_C$  ( $\lambda_C$ ) или  $N_{\text{э}}^e$  (с точностью до  $2\pi$ ), и его *глубина*,  $p_0$  или  $e^2/c$ , *варьируются* для разных частиц, но так, что при этом остаётся постоянным значение их определяемого сложностью произведения, объёма ЭП. Так как все равные реализации квантовых биений должны занимать ближайшую двумерную окрестность текущего центра редукции, т.е. двумерный круг радиуса  $\tilde{\lambda}_C$ . Тогда получаем оценку размера виртуального солитона (в состоянии максимального динамического сжатия):  $D_e = 2\pi r_e = \pi d_e$ , которая совпадает, с точностью до коэффициента  $\pi$ , с классическим диаметром электрона  $d_e = 2r_e$ . (Мы использовали этот результат при определении элементарной длины и размера поле–частицы в разд. 1.3.1.)<sup>3</sup>. Уравнение (37) даёт также ещё одну, зависящую от

<sup>3</sup> Заметим, что сходный результат для размера виртуального солитона следует непосредственно из уравнения (36), поскольку полная энергия частицы должна быть равна энергии кулоновского самодействия внутри сжатого состояния поле–частицы (как альтернативного выражения её столь же справедливого представления в виде энергии «динамического» взаимодействия через протяжённое состояние поле–частицы при  $N_{\text{э}}^e$  скачках виртуального солитона). Таким образом, мы получаем прямое расширение обычного, формального определения классического радиуса электрона, где мы уточняем *каузальное, физическое происхождение* «сжатого» состояния электрона (также как и его динамической неустойчивости и постоянного обновления). Надо также принимать во внимание, что полученная интерпретация не изменится, если изменить  $N_{\text{э}}^e$ ,  $\Delta x = \lambda_C$  и  $r_e$  пропорционально, в согласии с их соотношениями (36), (37). Это означает, что точное число реализаций поле–частицы и размер её виртуального солитона могут в принципе несколько отличаться от найденных выше значений. Однако последние должны быть верны, по крайней мере, приблизительно, с точностью до цифрового

вида частицы единицу квантованной сложности–действия,  $\hbar_e = \hbar/N_{\text{я}}^e = e^2/c$ , которая соответствует *одной* реализации (циклу сокращения–расширения).

Существенно то, что полученные выше соотношения, записанные формально для электрона, непосредственно расширяются на любые пространственно когерентные (или *квантовые*) частицы, их системы и возбуждения. Электрон соответствует довольно мелкой и широкой яме ЭП, в которой «горизонтально» помещается  $N_{\text{я}}^e \gg 1$  «корпускулярных» (локализованных) состояний частиц. Чего и следовало ожидать для этой *лёгкой* частицы со слабым вовлечением гравитационной (кварковой) среды. В противоположном случае наиболее тяжёлых адронных частиц с эффективным зарядом  $q$ , массой  $M_p$  и «классическим» радиусом  $r_p$ , получим очень узкую и глубокую яму ЭП с шириной  $\sim r_p$  (или  $N_{\text{я}} \sim 1$ ) и глубиной  $P_p = M_p c$  (или  $q^2/c$ ). Это соответствует наивысшей деформации/амплитуде взаимодействия протополей и  $\hbar_p \sim \hbar$  (квант сложности–действия в расчёте на одну реализацию). Таким образом, мы получаем каузально полное, сложнодинамическое объяснение удивительной универсальности (и физического происхождения) постоянной Планка. Это находит дополнительное подтверждение в случае многочастичной квантовой системы атомного ядра, в виде того факта, что наибольшие ядерные массы близки к наибольшей массе элементарных частиц,  $M_p c^2 \sim 200$  ГэВ [7–9].

Этот случай наиболее тяжёлых частиц подводит нас к каузально полной интерпретации третьей из основных универсальных постоянных, *гравитационной постоянной*  $\gamma$  из классического ньютоновского закона гравитации, и связанных с ней *реалистичных, модифицированных* значений *планковских единиц*. Поскольку никакая унитарная теория *не* даёт реального, физического механизма гравитации, то классическая гравитационная постоянная имеет чисто формальное происхождение в обычной теории. Это простой коэффициент в ньютоновском законе тяготения и его столь же формальном расширении на релятивистские и квантовые приложения. В квантово-полевой механике гравитационное взаимодействие каузально выведено как деформационное влияние одного процесса квантовых биений на другой, передаваемое через физически реальную материю гравитационного протополя (разд. 1.3.3). Гравитационная постоянная представляет собой «конденсированное», результирующее выражение этого сложнодинамического (и фундаментально квантованного) процесса передачи через гравитационный кварковый конденсат. Становится очевидным, что это *непрямое передаваемое* взаимодействие происходит, но остаётся *отличным*, от

---

коэффициента порядка 2л. Так как в противном случае будет трудно объяснить существенное отличие размера виртуального солитона от физического разумного (и теперь каузально обоснованного) классического радиуса (для электрона).

лежащего в основе *прямого притяжения* двух протополей, которое даёт начало процессам квантовых биений *внутри* каждой частицы. Это означает, что формальные комбинации трёх универсальных констант в планковских единицах фактически описывают параметры *внутренних* квантовых биений *одной* частицы. А именно *прямого* притяжения протополей, и поэтому должны содержать другое, модифицированное значение «гравитационной» постоянной,  $\gamma_0$ , чьё обычное значение  $\gamma$  относится к *гораздо более слабому, непрямому* взаимодействию между *различными* частицами-биениями. Мы получаем, таким образом, новые, модифицированные (или «ренормализованные») значения планковских единиц длины  $L_P (= r_P)$ , времени  $T_P$  и массы  $M_P$ , которые как раз (примерно) совпадают с экспериментально наблюдаемыми предельными значениями соответствующих величин  $l_{\text{exp}}$ ,  $t_{\text{exp}}$  и  $m_{\text{exp}}$ :

$$\begin{aligned} L_P &= \sqrt{\frac{\gamma_0 \hbar}{c^3}} \simeq 10^{-17} - 10^{-16} \text{ см} = l_{\text{exp}}, \\ T_P &= \sqrt{\frac{\gamma_0 \hbar}{c^5}} \simeq 10^{-27} - 10^{-26} \text{ с} = t_{\text{exp}}, \\ M_P &= \sqrt{\frac{\hbar c}{\gamma_0}} \simeq 10^{-22} - 10^{-21} \text{ г} (10^2 - 10^3 \text{ ГэВ}) = m_{\text{exp}}, \end{aligned} \quad (38)$$

где соотношение между  $\gamma_0$  и  $\gamma$  может быть определено, например, с использованием значений *обычной* планковской единицы  $l_P$  и измеряемой длины  $l_{\text{exp}}$ :  $\gamma_0 = (l_{\text{exp}}/l_P)^2 \gamma \simeq (10^{33} - 10^{34}) \gamma$ .

Такая *существенная*, каузально выведенная (т. е. *неотвратимая*) модификация планковских единиц и их новое, реалистичное происхождение приводят к самосогласованному решению различных стагнирующих проблем. Одна из наиболее заметных проблем этого рода — это так называемая *проблема иерархии* (в спектре частиц), т. е. проблема гигантского разрыва между значениями обычных планковских единиц и наблюдаемыми величинами, особенно заметного для спектра масс частиц. Мы видим, что этот разрыв в иерархии свойств частиц полностью исчезает для модифицированных, *каузально обоснованных* планковских единиц, которые показывают, что *весь* спектр частиц *уже фундаментально покрывается* существующими экспериментальными данными и установками, с очевидными и практически важными следствиями для *физики высоких энергий* [7–9]. Отметим отличие нашего *внутренне экономного* решения проблемы иерархии от анти-оккамовых, унитарных имитаций в моделях «миров на бранах» [25–27], произвольно постулирующих наличие дополнительных (и полностью *абстракт-*

ных), но странно «скрытых» измерений, которые должны были бы породить дополнительные, экспериментально наблюдаемые силы и частицы (разд. 1.3.3). Нетрудно видеть, что такие искусственные, нереальные сущности из этой и многих других моделей унитарной науки возникают как неизбежное замещение некорректно отброшенных реальных, естественно множественных сущностей и (динамических) «измерений».

Другие применения модифицированных планковских единиц включают важные и фатальные следствия для концепций стандартной теории, существенно опирающихся на обычные планковские единицы, таких как теории космологической инфляции и квантовой гравитации. Мы получаем также самосогласованное, физически прозрачное объяснение относительной слабости гравитации (как следствия малого отношения  $\gamma/\gamma_0$ ), динамическое объединение всех фундаментальных сил и каузальную теорию «чёрных дыр» и других плотных «квантовых конденсатов» [1] (см. также ниже, разд. 1.3.5). В частности, описанное выше каузальное различие между  $\gamma$  и  $\gamma_0$  эффективно исчезает в фазе динамического объединения (адронного) виртуального солитона (разд. 1.3.3) и на соответствующих расстояниях порядка  $L_p (= r_p)$ . Здесь речь идёт о предельно плотном состоянии исходной кварковой материи гравитационного протополя (так что  $L_p = r_p$  должно быть близко к «классическому радиусу кварка»). Становится также ясно, что модифицированные планковские единицы и их практическая реализация внутри процессов квантовых биений для более тяжёлых частиц представляют собой реальную, каузально полную версию различных «микроскопических/квантовых чёрных дыр» (решения Керра–Ньюмена и т.п.). Они формально вводятся в унитарную теорию как особые, экзотические возможности и модели, нулевая динамическая сложность которых часто сопровождается дополнительными, «необъяснимо множественными» измерениями (см. например [28, 29] и дальнейшие ссылки в этих работах).

### 1.3.5. Самонастраивающаяся, адаптируемая вселенная на основе созидательной симметрии сложности

Теперь мы можем подытожить эти первые «материальные», структурообразующие результаты разворачивания симметрии сложности в «космологическом» масштабе всей Вселенной. Заметим, что, благодаря внутренне созидательному характеру процесса нередуцированного взаимодействия и его симметрии сложности, возникающая из него Вселенная, будет автоматически обладать самонастраивающейся, внутренне согласованной структурой и свойствами, в противоположность внутренне «антропным», как будто специально «подстроенным» свойствам любой унитарной картины

Вселенной. Эта динамическая самосогласованность структуры реальной, сложнодинамической Вселенной выражается общим свойством *динамической адаптируемости* процесса нередуцированного взаимодействия (разд. 1.1). Это происходит от *самосогласованной зависимости* формализма *нередуцированного* ЭП от искомым решений (уравнения (5)–(12)), усиленной *вероятностной динамической фрактальностью* интерактивного структурообразования (уравнения (13)–(19)). Важно то, что такое «самонастраивающееся» разворачивание симметрии сложности включает даже *наиболее фундаментальные*, «внутренние» структуры и свойства (такие как универсальные константы и внутренние свойства частиц). Они получают теперь как *динамически возникающие, глобально объединённые и физически реальные* сущности (разд. 1.3.1–1.3.4), в противоположность их произвольно *навязанному*, постулированному и *абстрактному* статусу в любой версии унитарной теории.

Дифференциальная форма «потенциальной» сложности в начале процесса взаимодействия, то есть динамической информации, даётся обобщённой, *положительно* определённой *потенциальной энергией*  $V_{\text{init}} = -(\Delta A / \Delta t) \Big|_{x=\text{const}}$  и входит в начальное уравнение существования (1) через потенциал  $V_{\text{eg}}(\xi, q)$ . Появление реализаций системы в виде процессов пространственно хаотических квантовых биений внутри элементарных частиц превращает потенциальную энергию в полную массу–энергию–сложность Вселенной  $M_{\text{univ}} c^2$  с фундаментальным равенством между ними, следующим из симметрии (сохранения и превращения) сложности:

$$V_{\text{init}} = M_{\text{univ}} c^2. \quad (39)$$

Это значит, что в соответствии с основополагающим формализмом ЭП (уравнения (5)–(19)) возникновение элементарных поле–частиц приводит к росту внутреннего натяжения э/м-протополя до тех пор, пока оно не становится больше, чем (достаточное) притяжение между протополями. Так что новые частицы больше не могут возникать. Дальнейшее развитие сложности переходит на её высшие уровни, определяемые взаимодействием между образовавшимися таким образом частицами (структурами первого уровня) (см. также рис. 1). Это многоуровневое, фрактально структурированное развитие сложности Вселенной, всегда сохраняющее своё главное свойство самонастройки, может быть схематически представлено как

$$M_{\text{univ}} \rightarrow \sum_{\text{part}} N_{\text{part}} m_{\text{part}} + \frac{V_{\text{fund}}}{c^2} \rightarrow \sum_{\text{atom}} N_{\text{atom}} m_{\text{atom}} + \frac{V_{\text{chem}}}{c^2} \rightarrow \dots, \quad (40)$$

где ‘part’ и ‘atom’ обозначают последовательно возникающие виды элементарных частиц (и их взаимодействий  $V_{\text{fund}}$ ), атомов (и их

взаимодействий  $V_{\text{chem}}$ ) и так далее.

Уравнения (39), (40) показывают, что чем больше первоначальная величина взаимодействия протополей, тем больше материи появится в получаемой таким образом Вселенной. Это является главным проявлением свойства самонастраиваемости интерактивного формирования структуры Вселенной. Отметим, что невозможность удовлетворения соотношений (39), (40) мгновенно во *всех* местах Вселенной и для этих внутренне *хаотических* процессов взаимодействия даёт каузальное объяснение существования формально «избыточных» видов и поколений *неустойчивых* элементарных частиц. Они могут эффективно «заполнять (малые) пробелы» в симметрии сложности, в соответствии с её *динамически фрактальной* структурой.

Таким образом, образ «антропной» Вселенной унитарной теории с *необъяснимо уникальным* выбором параметров заменяется как в реальности, так и в каузально полной картине универсальной науки сложности, *типично успешным* возникновением и развитием Вселенной, с естественно, *самосогласованно варьирующимися* специфическими свойствами и количеством её материального содержания<sup>4</sup>. Эти *типичные* случаи нередуцированного взаимодействия протополей могут быть ещё лучше поняты через их *каузально* определённые *нетипичные пределы* со стороны как максимально сильных, так и слишком слабых взаимодействий.

Чрезмерно *сильное* притяжение протополей создало бы *макроскопически большую* область коллапса протополей (в противоположность переходящему *микроскопическому* коллапсу внутри любого процесса квантовых биений). Хотя такое особое состояние качественно отличается от любой «обычной» материи, оно может быть каузально описано как *частично когерентный, плотный конденсат* пульсаций квантовых биений со многими дискретными состояниями («фазами») различной плотности. Они дают каузально полные, *физически точные* версии таких «противоречивых» звёздных объектов как чёрные дыры и нейтронные звёзды [1], которые вводятся лишь «феноменологически» (макроскопически) и описываются лишь *формально* в обычной теории, оставляя слишком много места для неопределённости и связанных с ней (часто оправданных) сомнений. В пределе неограниченно сильного взаимодействия протополей такие локальные плотные состояния переходят в глобаль-

<sup>4</sup> Отметим, однако, что для жизнеспособной Вселенной с *любыми* параметрами взаимодействия протополей необходимы определённые «механические» свойства материала протополей и, в частности, достаточная «эластичность» э/м-протополя. Такие требования не кажутся экзотическими на этом «субквантовом» уровне реальности (внутренняя механика протополей) и в любом случае фундаментально отличаются от динамических или концептуальных ограничений «антропного» происхождения. Необходимые механические свойства материала протополей составляют *неустранимый минимум* чисто *физических и реалистичных* «постулатов» нашей теории, в противоположность *многочисленным абстрактным* и «*мистическим*» (*противоречивым*) допущениям унитарной теории.

ный (вероятно «кварк-глюонный») конденсат неразделённых протополей.

Предельно *слабое* притяжение протополей недостаточно для возникновения истинных, хаотических квантовых биений и может дать начало лишь малым, квазилинейным флуктуациям протополей. Это состояние «первобытного эфира» в системе связанных протополей, которое может иметь современную реализацию на достаточном удалении от массивных частиц, в (физически реальном) «вакууме». Здесь оно может давать реалистичную, фундаментально обоснованную версию «микроволнового фонового излучения». Последнее выглядит не как «явный» признак прошлого события Большого Взрыва и связанного с ним состояния горячей Вселенной, а как *типичное вакуумное состояние для любой реальной Вселенной*. Причём такие фотонные «вакуумные флуктуации» происходят от *слабого взаимодействия протополей* и конфигурируются в деталях в ходе их многочисленных взаимодействий *в пределах*  $\varepsilon/m$ -протополя, приводящих к *равновесному, термодинамически определённом* состоянию в достаточно старой Вселенной (такой как наша), с уже в основном созданным наполнением массивных частиц.<sup>5</sup> Интересно отметить, что *оба* этих случая предельно сильного и слабого взаимодействия протополей реализуются также *внутри каждой* массивной поле-частицы (процесса квантовых биений), но ограничены там очень малыми объёмами и короткими (постоянно чередующимися) периодами времени.

Описывая космологические результаты динамической адаптируемости процесса нередуцированного взаимодействия, надо в заключение упомянуть её каузально обоснованную *экспоненциально огромную эффективность* [4, 6, 12–14]. Она связана с процессами *автономного динамического ветвления в иерархии фрактальных реализаций* и приводит к чрезвычайно эффективному, *внутренне завершённому* структурообразованию с помощью процессов сложнодинамического поиска и роста. Они приводят к наблюдаемым «неограниченным» разнообразию и сложности структур, которые демонстрируют *созидательную эффективность* лежащей в основе *симметрии сложности* и неизбежно выглядят «сверхъестественными» (необъяснимыми) в рамках *любого* динамически однозначного описания.

---

<sup>5</sup> Эта интерпретация микроволнового фонового излучения как флуктуаций протополей показывает также, почему гораздо *большие* флуктуации, в виде «виртуальных» *массивных* частиц, на самом деле *невозможны*, в противоположность их формальному введению в унитарной теории. Такие большие, массивные флуктуации не могут возникнуть уже из-за прямой, механической невозможности достаточной деформации протополей в «зрелой» Вселенной, но также потому, что их существование противоречит симметрии сложности (в противоположность случаю фотонов с эффективно нулевой сложностью). Мы получаем, таким образом, самосогласованное решение ещё одной группы стагнирующих проблем унитарной теории (в физике частиц и космологии), связанных с некорректными, расходящимися энергетически вкладками от таких «сильных» вакуумных флуктуаций.

### 1.3.6. Положительная энергия—сложность Вселенной и космологическая стрела времени

Как показано в разд. 1.2, универсальная симметрия сложности любого реального взаимодействия *неизбежно* подразумевает *необратимое* течение времени в направлении растущей динамической энтропии. Это эквивалентно строго отрицательному знаку обобщённого лагранжиана  $L$  и *положительному* знаку полной энергии  $E$  (см. (26)–(27)),  $L = \Delta A / \Delta t = pv - H < 0$ ,  $E = H > pv \geq 0$ . В применении ко всей Вселенной (системе взаимодействующих протополей) последнее неравенство налагает ограничение её строго позитивной полной энергии, в противоположность доминирующему унитарному допущению нулевого значения полной энергии Вселенной. Оно получается в результате точной взаимной компенсации положительной «кинетической» энергии (движения) и отрицательной энергии гравитационного притяжения. Последнее утверждение, часто под названием «гамильтоновой связи», широко используется в различных космологических моделях (таких как знаменитое уравнение Уилера–Де Витта в квантовой космологии). Оно определяет возможность возникновения Вселенной «из ничего» путём самоусиливающегося «туннелирования» из состояния «флуктуации» (истинного) вакуума.

Мы видим теперь, что истинной основой допущения нулевой полной энергии в стандартной космологии является «приближение» унитарной науки, сводящее строго положительную (и *большую*) динамическую сложность реального мира к *нулевой сложности* его *динамически однозначной проекции*.

Механизмом, который обеспечивает невозможность существования любой (полностью *регулярной*) Вселенной нулевой сложности, является фундаментальная динамическая многозначность каждого реального взаимодействия (разд. 1.1). Это означает, что конфигурация любого воображаемого мира с нулевой сложностью мгновенно изменилась бы к варианту с положительной сложностью, как только все его взаимодействия были бы включены в их нередуцированной, *динамически хаотической* (многозначной) версии, дающей постоянно *растущую энтропию* и *положительную* полную энергию.

Отсюда следует, что никакая «гамильтонова связь» с нулевой энергией или другая модель, основанная на исходном «ничто», не может в принципе быть верной, независимо от деталей, что даёт важное ограничение на приемлемые космологические теории. Более того, даже если положительное значение энергии формально вставлено в унитарную теорию, оно едва ли может привести к правильному описанию. Потому что динамически однозначная проекция мира в таких теориях *не может* раскрыть истинное, сложно-

динамическое содержание и смысл энергии–массы, в *прямой связи* со всё более острыми, «неразрешимыми» проблемами *тёмной массы* и *тёмной энергии* (см. ниже разд. 2). Из-за высокой доли случайности в массово-энергетическом содержании Вселенной, её положительная полная энергия столь же велика, как и всё это материальное содержание (и поэтому не может сводиться к относительно небольшому «несбалансированному остатку»).

Как отмечалось выше, положительная энергия–масса (или динамическая сложность) содержания Вселенной *эквивалентна стреле реального времени*. Поскольку для (замкнутой) Вселенной  $E = \Delta A / \Delta t$  (скорость глобального движения  $v = 0$ ) и  $\Delta A < 0$  (индуцированная хаосом потеря динамической информации), то время в реальной Вселенной *может нарастать*,  $\Delta t > 0$  (и таким образом Вселенная *может существовать*), если и только если  $E > 0$ <sup>6</sup>. Полученная ориентация стрелы времени в сторону *всегда растущей* сложности–энтропии (или уменьшающейся сложности–информации) решает также все связанные с энтропией проблемы. Поскольку она подразумевает, что энтропия растёт в процессах *любого* типа, включая образование *внешне* «упорядоченных» структур (в этом последнем случае мы имеем дело с режимом СОК многозначной динамики; см. разд. 1.2).

Таким образом, строго определённая *асимметрия* течения времени и роста энтропии составляет неотъемлемую часть и *неизбежный результат* глобальной *симметрии* сложности (тогда как унитарная симметрия *противоположна* своему асимметричному «нарушению»).

Примечательно, что «старая» проблема стрелы времени Вселенной (и происхождения времени) каузально решена *вместе* с проблемами энергии–массы и энтропии–информации, без игры с «квантовыми» или другими «тайнами» и связанной с ними двусмысленной «философии». Просто благодаря *нередуцированному* решению задачи взаимодействия, раскрывающему ключевое, *качественно* новое явление *динамической многозначности* и связанную с ним универсальную *симметрию* сложности.

Отметим также каузально выведенную *прямую связь* между *течением реального времени* и *истинной динамической случайностью*. Фундаментально *регулярный*, хотя и произвольно запутанный, «лапласовский» мир унитарной науки не может существовать уже потому, что в нём отсутствует любое реальное, поступательное течение времени. (Вот почему эта прямая и фундаментальная взаимосвязь между временем и случайностью остаётся «скрытой» в рамках обычной, динамически однозначной науки).

<sup>6</sup> В случае наличия (заведомо небольшого) глобального вращения Вселенной с энергией  $E_{вр} > 0$  ( $E_{вр} \ll E$ ), получим здесь  $E > E_{вр} > 0$ , что не меняет полученных выводов.

### 1.3.7. Объединённое сложнодинамическое происхождение релятивистских и квантовых свойств

В предыдущих разд. 1.3.1–1.3.6 мы видели, каким образом структура и глобальные свойства Вселенной (пространство, время, энергия), её универсальные постоянные, элементарные поле–частицы, их внутренние свойства (масса–энергия, заряд, спин) и силы взаимодействия каузально возникают как *универсальные проявления симметрии сложности*, лежащего в основе процесса взаимодействия протополей с типичными параметрами и простейшей возможной начальной конфигурацией. Теперь мы продолжим отслеживать естественное развитие сложности *того же* взаимодействия к фундаментальным внешним, *динамическим* свойствам полученных таким образом поле–частиц, в виде их *объединённых релятивистских и квантовых свойств*. Они будут выведены как *полностью каузальные, реалистичные* проявления той же нередуцированной *динамической сложности* и её симметрии. Более того, именно грубый *отказ* от рассмотрения сложной динамики лежащего в основе взаимодействия в стандартной, унитарной теории объясняет статус «необъяснимой тайны» для официальных квантовых и релятивистских постулатов. Все «релятивистские» и «квантовые» эффекты появляются как *неизбежные, стандартные и полностью каузальные* проявления истинной, нередуцированной динамики взаимодействия и поэтому могут быть обобщены на высшие уровни сложности [1, 2, 4, 6, 13] (см. также разд. 1.2 и ниже в данном разделе).

Мы начинаем с каузально выведенного внутреннего свойства инертной *массы покоя* частицы  $m_0$ , определённой уравнением (34) (разд. 1.3.2). Оно уже содержит естественное, *динамическое* объединение каузального *квантования* процесса квантовых биений и сложнодинамической природы *релятивистской «эквивалентности»* между массой/инерцией и её энергетическим содержанием<sup>7</sup>. Если поле–частица не изолирована и взаимодействует с другими частицами посредством каузально возникающих сил взаимодействия (разд. 1.3.3), то это приводит к (дальнейшему) *росту сложности–энтропии*, проявляющемуся как *движение* частицы. Другими словами, теперь мы можем *строго и универсально* определить само *состояние движения* системы, как любое состояние с (обобщённой) энергией–сложностью, *превосходящей* своё *минимальное* значение в *состоянии покоя* (также получающее таким образом фундаментальное и универсальное определение). Поскольку энергия–сложность является положительно определённой величиной (см.

<sup>7</sup> Поэтому не случаен тот факт, что эвристически постулированная версия этого соотношения была использована Луи де Бройлем в его оригинальном, реалистично обоснованном выводе знаменитой формулы для длины волны частицы [21, 22].

уравнение (27)), такой минимум всегда существует.

Из-за максимальной однородности начальной конфигурации системы (протополь), дающей начало возникающей структуре (частице) в состоянии покоя, это последнее состояние соответствует *максимальной однородности* распределения вероятностей реализаций (ср. обобщённое правило Борна (31)). С другой стороны, поскольку число реализаций фиксировано, то рост энергии–сложности в состоянии движения возможен только благодаря возникающей (или растущей) *неоднородности* распределения вероятностей реализаций (в передвигающейся структуре системы). Это означает, что величина акции–сложности  $\mathcal{A}$  движущейся системы приобретает зависимость от координаты  $x$  (конфигурации возникающего пространства; см. разд. 1.3.1), в дополнение к её зависимости от времени  $t$  в состоянии покоя. Поэтому обычная (дискретная) производная действия по времени в уравнении (34) для состояния покоя должна быть заменена на полную (дискретную) производную действия по времени для состояния движения:

$$\frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t} \Big|_{x=\text{const}} + \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta x} \Big|_{t=\text{const}} \frac{\Delta x}{\Delta t},$$

или

$$E = -\frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t} + \frac{\Delta \mathcal{A}}{\lambda} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{h}{T} + \frac{h}{\lambda} v = hN + pv, \quad (41)$$

где

$$E = -\frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta t} \Big|_{x=\text{const}} = \frac{h}{\tau} = hv \quad (42)$$

— *полная энергия* движущейся системы (в соответствии с её предыдущим определением (21)), для конкретного случая движущейся поле–частицы,

$$p = \frac{\Delta \mathcal{A}}{\Delta x} \Big|_{t=\text{const}} = \frac{h}{\lambda} \quad (43)$$

— универсально определённый импульс системы (см. уравнение (22)), здесь для конкретного случая движущейся поле–частицы<sup>8</sup>,

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Lambda}{T}$$

<sup>8</sup> Выражения, содержащие импульс–сложность, могут в общем случае пониматься в смысле соответствующих *векторных* определений и операций. Однако в рассматриваемом простейшем случае движения одной частицы, можно интерпретировать  $p$  и  $v$  как модули соответствующих векторов.

— *скорость глобального движения*,  $\tau = \Delta t|_{x=\text{const}}$  — период квантовых биений в фиксированной точке пространства,  $v = 1/\tau$ ,  $\lambda = \Delta x|_{t=\text{const}} = \lambda_B = h/p$  — элемент пространства (неоднородность), связанный с глобальным движением поле-частицы и известный как её *дебройлевская длина волны*  $\lambda_B$ ,  $T = \Delta t$  — «полный» период квантовых биений,  $N = 1/T$  и  $\Lambda = \Delta x$ .

Уравнение (41) описывает распределение полной энергии для глобально движущейся поле-частицы (процесса квантовых биений), отражающее её реальную, сложнодинамическую структуру, которая остаётся скрытой в унитарной теории. Нетрудно видеть, что второй член,  $pv$ , соответствует *глобальному*, усреднённому, и поэтому *регулярному* движению процесса квантовых биений (блужданий виртуального солитона). Тогда как первое слагаемое, лагранжиан с отрицательным знаком  $-L = -\Delta A/\Delta t = h/T$  (см. также ниже), описывает вклад в полную энергию от *чисто случайных* отклонений в блужданиях виртуального солитона от этой тенденции среднего, глобального движения (это энергия сложной динамики системы в её *движущейся системе отсчёта*). Мы видим, что *любое* глобальное движение появляется только как *средняя тенденция* внутреннего *хаотического* (динамически многозначного) процесса структурообразования. Здесь динамически выведенная выше дебройлевская волна движущейся частицы является соответствующей (регулярной) пространственной структурой этой тенденции глобального движения. Однако каждый единичный прыжок виртуального солитона внутри процесса квантовых биений характеризуется *внутренней неопределённостью динамически избыточного* выбора следующего центра редукции. И поэтому *всё* содержание полной энергии  $E$  обладает ключевым свойством *инерции*:  $E = mc^2$ , где  $m$  — полная («релятивистская») масса, а  $c^2$  — коэффициент, который будет строго уточнён ниже.

В соответствии с нашим *каузальным* определением скорости света  $c$  (разд. 1.1), каждый прыжок виртуального солитона внутри глобально движущейся поле-частицы происходит со скоростью  $c$ . Теперь становится очевидным, что скорость глобального движения  $v$  (обычно существенно) отличается от  $c$  как раз из-за (обычно доминирующей) тенденции чисто случайного блуждания виртуального солитона «вокруг» тенденции глобального движения. Так что только часть (обычно очень небольшая) хаотических квантовых прыжков попадает в эту глобальную, «систематическую» тенденцию, которая образует *непосредственно наблюдаемую* структуру. Конкретно, поле-частица, движущаяся как целое со скоростью  $v$ , совершает (в среднем) квантовый прыжок в глобальной тенденции на расстояние  $\Delta x = \lambda = \lambda_B$  за *то же* время  $\tau_v = \lambda/c$ , которое включает  $n_v = c/v$  чисто случайных прыжков вокруг глобальной тенденции. Поскольку продолжительность каждого такого прыжка равна  $\tau$ , мы

получаем  $\tau_v = n_v \tau$ , или  $\lambda = V_{ph} \tau$ , где  $V_{ph} = c^2/v$  — фиктивная «фазовая скорость» распространения «волны материи», формально превышающая скорость света и появляющаяся, если не принимать во внимание нерегулярную, «многозначную» часть динамики полечастичцы [21]. Определения энергии и импульса (42), (43) превращают это соотношение между  $\lambda$  и  $\tau$  в знаменитое *релятивистское дисперсионное соотношение* (теперь полученное как *каузальный результат* лежащей в основе *сложной* динамики взаимодействия):

$$p = E \frac{v}{c^2} = mv, \quad (44)$$

где  $m = E/c^2$ , теперь согласно *строго выведенному* определению, содержащему *физически реальную* скорость света  $c$  (таким образом, мы подтверждаем также соответствующую эквивалентность массы и энергии для массы покоя, уравнение (34)). *Истинный* смысл знаменитой эквивалентности массы и энергии,  $E = mc^2$ , проясняется теперь благодаря её *каузальному, динамическому выводу* в квантово-полевой механике (тогда как в обычной теории она лишь постулируется). Энергия частицы (и любого тела) обладает свойством инерции благодаря её хорошо определённой *содержанию* в виде *сложнодинамических* квантовых биений.

Комбинируя уравнения (44) и (45), мы получаем стандартное выражение для длины волны де Бройля движущейся частицы:

$$\lambda = \lambda_B = \frac{h}{mv}. \quad (45)$$

Теперь это знаменитое соотношение, лежащее в основе всей квантовой физики, не формально постулировано (как в стандартной, унитарной теории) или «феноменологически» объяснено (как в оригинальном подходе де Бройля [21]), а *строго выведено* как целиком *последовательное* следствие лежащей в основе *сложной, многозначной динамики взаимодействия* внутри каждой массивной элементарной частицы. Этот результат и его вывод включают, в частности, замечательное *внутреннее объединение* «релятивистских» и «квантовых» свойств частиц, остающихся непреодолимо разделёнными в унитарной теории, но в действительности происходящих, как мы ясно видим теперь, от одной и той же сложной динамики процесса квантовых биений [1, 4, 7, 8]. Это вездесущее объединение появляется, например, как в противном случае «странная» комбинация *классической* величины  $v$ , *квантовой* постоянной Планка  $h$  и *релятивистской* полной массы  $m$  в одном и том же соотношении (45), или как полученное выше сложнодинамическое происхождение инерционного свойства полной энергии  $E$  благодаря её внутреннему квантованию.

Мы приходим также к выводу, что фундаментальное дисперсионное соотношение (44) происходит от *симметрии сложности*, поскольку последняя определяет лежащую в основе *эквивалентность* между всеми множественными реализациями, включая реализации, как из тенденции глобального движения, так и из нерегулярных отклонений от неё. Это очень знакомое и, казалось бы, «простое» соотношение  $p = mv$ , как мы видели, содержит в себе всю сложность динамики нередуцированного взаимодействия и даёт дальнейшие фундаментальные и *универсально справедливые* следствия. В частности, взяв его производную по времени, получаем *строго выведенную, каузально релятивистскую* и универсально расширенную версию ньютоновских законов «классической» динамики (обычно просто постулируемых), без какой-либо специально вводимой классичности или эмпирически определяемых величин (масса, энергия, импульс и т.д.):

$$\frac{\partial(mv)}{\partial t} = \mathcal{F}(x, t), \quad \mathcal{F}(x, t) = \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial x \partial t} = -\frac{\partial \mathcal{U}}{\partial x}, \quad \mathcal{U}(x, t) = -\frac{\partial A}{\partial t},$$

где сила  $\mathcal{F}(x, t)$  и потенциальная энергия–сложность  $\mathcal{U}(x, t)$ , таким образом, *каузально* определены и для краткости использованы обозначения непрерывных производных, в общем случае со смыслом *динамически дискретных* производных. Поэтому законы Ньютона тоже являются *следствием симметрии сложности* (и лежащей в её основе *многозначной* динамики), если требовать их *строгого вывода*. Такие каузально расширенные законы Ньютона *универсально* применимы к *любой* системе и уровню сложности, хотя они могут быть более уместны и эффективны в случаях достаточно однородной, *псевдоунитарной* динамики.

Подставляя теперь полученное релятивистское дисперсионное соотношение (44) в сложодинамическое распределение энергии частицы (41) и используя определение энергии (42), получаем явное выражение *динамически выведенной относительности времени*:

$$\tau = T \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right). \quad (46)$$

Поскольку время  $T$  даёт период реального (динамического) времени для *внутренних* часов движущейся частицы (системы), мы приходим к выводу, что время замедляется *внутри* движущейся полчастицы ( $T > \tau$ ) потому, что течение времени непосредственно *производится тем же*, сложодинамическим (многозначным) процессом взаимодействия, который даёт начало *глобальному движению*. Комбинируя уравнение (46) с соотношением, включающим частоту  $\nu_0$  и период  $\tau_0$  квантовых биений в состоянии покоя [1, 7],

$$Nv = (v_0)^2, T\tau = (\tau_0)^2, \quad (47)$$

получаем каноническое выражение относительности времени (но теперь *каузально выведенное* из нижележащей сложной динамики):

$$N = v_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, T = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (48)$$

Отметим, что соотношение (47) также следует из симметрии (сохранения) сложности: оно означает, что число реализаций системы, заполняющих прямоугольную область  $N \times v$ , остаётся неизменным. Относительность сложнодинамического времени, строго выведенная из симметрии сложности, легко обобщается на другие эффекты специальной теории относительности.

Полученное *естественное объединение* каузально выведенных версий *релятивистской* и *квантовой* динамик в одном, *сложнодинамическом* процессе квантовых биений для движущейся поле-частицы может быть резюмировано путём подстановки выражения относительности времени (48), дисперсионного соотношения (44) и формулы для длины волны де Бройля (45) в распределение полной энергии (41):

$$E = hv_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + \frac{h}{\lambda_B} v = hv_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + hv_B = m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + \frac{m_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (49)$$

где  $hv_0 = m_0 c^2$  в соответствии с уравнением (34) и частота де Бройля  $v_B$  определена как

$$v_B = \frac{v}{\lambda_B} = \frac{pv}{h} = \frac{v_{B0}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = v \frac{v^2}{c^2}, v_{B0} = \frac{m_0 v^2}{h} = v_0 \frac{v^2}{c^2} = \frac{v}{\lambda_{B0}}, \lambda_{B0} = \frac{h}{m_0 v}. \quad (50)$$

Физическая *реальность* волны де Бройля (появляющейся как *сложнодинамическая структура поле-частицы*) подтверждена теперь стандартным соотношением между её длиной, частотой и скоростью,  $\lambda_B v_B = v$ , которое описывает *случайные квантовые скачки* волнового поля движущейся частицы на расстояние  $\lambda_B$ , происходящие со *средней частотой*  $v_B$  и сопровождающиеся обширным *хаотическим блужданием* центра редукции частицы (виртуального солитона) вокруг глобального движения. Последнее

сокращает её скорость от  $c$  (для любого единичного скачка) до  $v$ . Поскольку частоты в уравнении (49) относятся к *каузально случайным* квантовым скачкам, приходим к выводу, что величины  $\alpha_1 = v^2/c^2$  и  $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 = 1 - v^2/c^2$  являются не чем иным, как *динамически* полученными *вероятностями (составных) реализаций* соответственно глобальной (средней) и полностью случайной тенденций динамики движущейся частицы, в соответствии с их общим определением (10). Это ещё раз подтверждает *внутреннее единство «квантовых» и «релятивистских» проявлений сложности нередуцированного взаимодействия.*

Уравнение (49) даёт также *релятивистское преобразование (полной) массы* и дебройлевской длины волны (45), где последняя демонстрирует динамическое и «квантовое» происхождение *релятивистского сокращения длины* глобально движущегося тела (его можно также вывести из релятивистского замедления времени):

$$m = \frac{E}{c^2} = m_0 \left( \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + \frac{\frac{v^2}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (51a)$$

$$\lambda_B = \frac{v}{\nu_B} = \frac{h\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v} = \lambda_{B0} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (51b)$$

Первый член окончательного сложнодинамического распределения энергии (49), взятый с обратным знаком, даёт *каузально выведенное* выражение для *лагранжиана релятивистской частицы*,  $\Delta A/\Delta t = pv - E = L$  (см. также уравнение (26) и выше в этой и предыдущей секциях), которое остаётся справедливым, конечно, для любого макроскопического тела (агломерата частиц):

$$L = -hN = -h\nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (52)$$

Мы получаем также каузальную, сложнодинамическую интерпретацию лагранжиана как энергии *чисто случайной* части динамики системы (поле-частицы), или её «(внутренней) тепловой энергии». Она уточняет соответствующие эвристические идеи Луи де Бройля о «скрытой термодинамике» единичной частицы [30], так же как и его предсказание *реалистичного расширения* обычного «принципа наименьшего действия», описывающего теперь *реальные*, динамически хаотичные блуждания системы вокруг тенденции среднего (глобального) движения, а не просто формальные «вариации»

функционала действия [1, 7]. Минимизация действия соответствует в нашем описании превращению действия–сложности в энтропию–сложность, в рамках *сохранения* (симметрии) полной сложности. Вспоминая, что релятивистский лагранжиан (52) лишь механистически угадан и постулирован в стандартной специальной теории относительности, а затем использован, вместе с искусственно навязанным «принципом относительности» и другими постулатами, для «вывода» относительности времени и других связанных эффектов. Мы можем теперь утверждать, что симметрия сложности даёт *объединённое каузальное расширение всех* этих абстрактных и разделённых принципов унитарной теории, включая принципы наименьшего действия и относительности, квантовые постулаты (см. также ниже), первое и второе начала термодинамики.

Ясно, что полученное *динамическое единство* физически реального пространства (*структуры*) и времени (*явлений* его прямого возникновения) исключает их механистическое смешение в одной, «геометрической» конструкции. Соответственно, симметрия сложности, лежащая в основе динамики реального мира, намного богаче («менее симметрична»), чем унитарные симметрии стандартной теории относительности. Это позволяет найти естественное решение всех проблем их «нарушения» (включая квантование, нерегулярности и т.д.). Так что симметрия сложности остаётся всегда точной и даёт реальную, несколько ограниченную и нерегулярную «относительность», которая может также быть расширена на любые уровни физически реального пространства и времени (т.е. сложной динамики мира, см. ниже) [1]. Эти общие выводы касаются также естественно возникающих, *динамически* основанных эффектов *общей относительности*.

Действительно, мы видели в разд. 1.3.3, что гравитационное взаимодействие между любыми материальными частицами (возмущениями протополей) возникает неизбежно и универсально благодаря их «деформационному взаимодействию» через среду гравитационного протополя, повсюду связанного со столь же вездесущим э/м-протополем. Эта физически реальная гравитация имеет естественное *динамическое* и *квантовое*, но не «геометрическое», происхождение (даже если формальное геометрическое *описание* может применяться и давать корректные результаты в области его применимости, подобно другим случаям деформационного взаимодействия через квазинепрерывную среду). Очевидно, что возмущение гравитационной среды и сила взаимодействия будут расти с каузально определённой выше инертной массой взаимодействующих тел. Это даёт обобщённый, *каузально обоснованный* «принцип эквивалентности», в противоположность его формально постулированной версии в обычной общей теории относительности. В обычном случае не очень плотной конфигурации взаимодействия, существенно за пре-

делами ситуации модифицированных планковских единиц (разд. 1.3.4), та же самая величина *инерционной* массы (временной темп изменения действия–сложности, разд. 1.3.2) будет также играть роль *гравитационной* массы (т.е. «гравитационного заряда»). Эти гравитационные массы–заряды и их взаимодействие через гравитационную среду производятся *теми же самыми, сложнодинамическими* процессами квантовых биений, которые служат источниками электрических зарядов и их взаимодействия через э/м-протополе. Это является ещё одним проявлением универсальной симметрии сложности и её «естественно нарушенного» характера. Последний связан здесь с *различными физическими свойствами* э/м- и гравитационного протополей (разд. 1.1, 1.3.3) и проявляется, например, в том факте, что не существует «знака» гравитационных масс–зарядов, и они всегда притягиваются друг к другу (за пределами случая объединения взаимодействий на модифицированном планковском масштабе) [1].

Естественно *квантованный* динамический источник массы, определяющий локальное *течение времени* (см. также разд. 1.3.1, 1.3.2), непосредственно ведёт к *каузально объяснённым, динамическим* эффектам общей теории относительности, ещё раз демонстрируя *неразрывное единство квантовых и релятивистских проявлений* динамической сложности в квантово-полевой механике [1, 7, 8]. В частности, частота квантовых биений  $\nu$  (см. (34), (42)) прямо зависит от локальной плотности/напряжённости гравитационного протополя, создаваемой другими материальными объектами (квантовыми биениями составляющих их частиц) и описываемой как «потенциал гравитационного поля»:

$$M(x)c^2 = h\nu(x) = mc^2\sqrt{g_{00}(x)}, \quad (53)$$

где  $\nu(x)$  — локальная частота квантовых биений для «пробной» частицы, а «метрика»  $g_{00}(x) = 1 + 2\phi_g(x)/c^2$  описывает в действительности плотность/напряжённость гравитационного протополя, где  $\phi_g(x)$  — классический гравитационный потенциал (мы используем стандартное соотношение для случая слабого поля [31]). Поскольку  $\nu(x)$  определяет каузально выведенное течение времени и  $\phi_g(x) < 0$  ( $g_{00}(x) < 1$ ) для *притягивающего* гравитационного взаимодействия, то уравнение (53) даёт каузальную, динамически выведенную версию «релятивистского замедления времени» в гравитационном поле.

Единое сложнодинамическое происхождение релятивистских и квантовых эффектов станет ещё полнее, если мы дадим прямой каузальный вывод основных квантово-механических волновых уравнений. Так как они наиболее тесно связаны со специфическим «квантовым» (волновым) типом поведения. Такое сложнодинами-

ческое происхождение и каузальный вывод уравнения Шредингера из лежащей в основе симметрии сложности даны в разд. 1.2, вместе с каузальным разрешением унитарных «квантовых тайн» и обобщением формализма Шредингера на любые высшие уровни сложности (см. уравнения (23)–(32)).

Ключевое соотношение каузального квантования (28), отражающее динамику квантовых биений, даёт правила «квантования Дирака», которые получают теперь динамическое объяснение [1, 7, 8], оставаясь лишь формальными постулатами в унитарной теории:

$$p = \frac{\Delta A}{\Delta x} \Big|_{t=\text{const}} = -\frac{1}{\Psi} i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial x}, \quad p^2 = -\frac{1}{\Psi} \hbar^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2}, \quad (54)$$

$$E = -\frac{\Delta A}{\Delta t} \Big|_{x=\text{const}} = \frac{1}{\Psi} i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad E^2 = -\frac{1}{\Psi} \hbar^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2}. \quad (55)$$

Подставляя эти каузально выведенные правила в релятивистские уравнения того же сложнодинамического происхождения, получаем различные релятивистские волновые уравнения. Так, сложнодинамическое распределение энергии движущейся частицы (49) может быть записано как

$$E = m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + \frac{p^2}{m}, \quad \text{или} \quad E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2. \quad (56)$$

Комбинируя уравнения (54)–(56), получаем уравнение Клейна–Гордона или Дирака для свободной частицы:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \omega_0^2 \Psi = 0,$$

где  $\omega_0 = m_0 c^2 / \hbar = 2\pi\nu_0$  — «круговая» частота пульсаций квантовых биений в состоянии покоя (см. (34)), которая фактически описывает вращение спинового вихря (см. разд. 1.3). Более сложные версии релятивистских волновых уравнений для взаимодействующих поле–частиц могут быть получены таким же образом как каузальные следствия лежащей в основе симметрии сложности. Тогда как их нерелятивистский предел снова приводит к каузально обоснованному уравнению Шредингера [1].

Непосредственный анализ показывает также, что уравнение Шредингера (29) с гамильтонианом  $H(x, p, t) = p^2/2m + V(x, t)$ , где  $U(x, t)$  — *связывающая* потенциальная яма, может быть удовлетворено только для *дискретного* набора конфигураций волновой функции  $\Psi(x, t)$ , определяемых *целыми* числами *того же самого* кванта действия–сложности  $\hbar$ , который описывает *цикл квантовых биений*, или «смену реализаций системы» (см. разд. 1.3.4). Это объясняет знаменитую квантово-механическую *дискретность*

*энергетических уровней* (например, в атомах) на основе *сложнодинамической дискретности* (или *каузального квантования*) лежащего в основе процесса взаимодействия протополей [1] и показывает, почему та же самая постоянная Планка появляется также на этом *более высоком подуровне* квантовой динамики.

Ещё одна «постулированная тайна» унитарной квантовой механики, *линейная суперпозиция* различных *вероятностно* появляющихся состояний, включая частный случай *квантового переплетения* для многочастичной системы, отражает *реальную*, но *многозначную* динамику лежащего в основе взаимодействия. Здесь система совершает непрерывную серию циклов редукции–расширения, или *реальных квантовых скачков*, между соответствующими *реализациями* с теперь *динамически* определёнными вероятностями (см. уравнения (9)–(12), (31)). *Квазилинейность* поведения волновой функции обусловлена *переходно* слабым, пертурбативным характером взаимодействия *только* в пределах промежуточной (основной) реализации системы. Она составляет *физически реальную* версию волновой функции, тогда как *возникновение* фактически *измеряемых* собственных значений из реализации волновой функции, затемнённое «необъяснимыми» общепринятыми постулатами, связано с её *существенно нелинейной* и *физически реальной* редукцией к соответствующим регулярным, локализованным реализациям (разд. 1.1). Симметрия сложности между *всеми* реализациями системы даёт естественное и необходимое *динамическое объединение* таких «противоположных», линейных и нелинейных, волновых и корпускулярных, распределённых и локализованных, типов поведения в рамках одного, целостного процесса взаимодействия.

Раскрытое единое, каузальное происхождение квантовых, специально-релятивистских и общерелятивистских эффектов в сложной (многозначной) динамике лежащего в основе взаимодействия находит дальнейшее подтверждение в его прямом *обобщении на* (*произвольные*) *высшие уровни сложности*. Здесь также наблюдается динамическая дискретность (квантование) и «релятивистская» модификация соответствующих скоростей течения времени и масштабов длины [1]. Строгий вывод объединённых квантового и релятивистского поведения для произвольного (многокомпонентного) процесса взаимодействия начинается с уравнения существования (4) для такого процесса. Оно обобщает все (корректные) «модельные» уравнения (см. также разд. 1.2) и ведёт к той же основополагающей системе уравнений (3), что и уравнение существования для протополей (1) на первом уровне сложности (разд. 1.1) [1, 2, 4, 6, 13, 14]. Затем мы следуем стандартному анализу развития сложности с помощью метода нередуцированного ЭП, разд. 1.1, 1.2, и получаем *универсальную динамическую дискретность* (кванто-

вание) нeredуцированной, сложной динамики взаимодействия и её детальное описание с помощью *объединённого формализма Гамильтона–Шрёдингера* (24)–(32).

Универсальное физическое происхождение *дискретной* структуры динамики *нeredуцированного* взаимодействия объясняет само основополагающее явление *динамической многозначности* и принимает форму вездесущей *динамической неустойчивости* из-за петли обратной связи взаимодействия (разд. 1.1). При этом самосогласованная зависимость ЭП от искомого решения (уравнения (5)–(6)) делает невозможной эволюционное, плавное изменение конфигурации системы, которая испытывает вместо этого серию сильно *неоднородных*, «квантовых» скачков между своими несовместимыми реализациями. Главное выражение квантования нeredуцированного взаимодействия на любом уровне сложности даётся квантованными элементами возникающей пространственной структуры  $\Delta x$  (расстояние между конфигурациями соседних реализаций) и связанными с ними инкрементами времени  $\Delta t$  (длительность переходов между реализациями, или события смены реализаций). Они задаются в соответствии с универсальными определениями энергии–сложности и импульса–сложности (21), (22) (см. также уравнения (42), (43) для квантового уровня сложности):

$$\Delta x = \frac{A_0}{p}, \quad \Delta t = \frac{A_0}{E},$$

где  $A_0 \gg h$  — характеристическая величина действия (по модулю), которая не столь уникальна/универсальна для этого уровня сложности, как его значение  $h$  на нижайшем, квантовом уровне сложности. Динамически определённый инкремент времени  $\Delta t = \tau$  является периодом «обобщённых квантовых биений», и для системы в состоянии глобального покоя он прямо связан с обобщённой инерционной массой (покоя)  $m_0$  и энергией покоя  $E_0$  (ср. (34)):

$$E_0 = m_0 v_0^2 = -\frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{A_0}{\tau_0} = A_0 v_0, \quad (57)$$

где  $v_0$  — скорость распространения возмущений в структуре нижнего уровня (аналогичная скорости света для первого уровня сложности), а  $v_0 = 1/\tau_0$  — частота обобщённых квантовых биений (смены реализаций), определяющая соответствующий *уровень каузального, необратимого течения времени*.

*Обобщённая (специальная) теория относительности* этого времени (и пространства) *верхнего уровня* для *глобально движущейся системы* следует из универсальной симметрии сложности таким же образом, как и соответствующие релятивистские эффекты на первом уровне сложности (см. выше в этом разделе). Универсальные

определения *состояний покоя и движения* как соответственно минимального и большего минимального значения дифференциальной временной сложности (энергии) остаются непосредственно применимыми на любом уровне сложности. Связанное с этим *хаотическое блуждание* глобально движущейся системы вокруг её тенденции среднего движения приводит к *существенной разнице* между её *полной* дифференциальной временной сложностью (полной энергией  $E$ ) и её частью для *псевдорегулярного, усреднённого* движения (определяемого импульсом  $p$ ), которая выражается (обобщённым) «релятивистским дисперсионным соотношением» между  $E$  и  $p$  (см. (44)):

$$E = pV(v), \quad (58)$$

где  $V(v) > v, v_0$  — обобщённая, «сверхсветовая» (и в действительности фиктивная) «фазовая скорость»; например, в простейшем случае однородного хаотического блуждания имеем  $V(v) > (v_0)^2/v$  (это справедливо для динамической относительности на первом уровне сложности при  $v_0 = c$ ).

Используя теперь обобщённое дисперсионное соотношение (58) в комбинации с универсально применимыми уравнениями (41), (42) и (47), получаем *универсальную динамически выведенную относительность* (замедление) времени для глобально движущейся системы *любого* уровня сложности и времени (ср. уравнения (46), (48) для первого уровня сложности):

$$\tau = T \left( 1 - \frac{v}{V(v)} \right), \quad T = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v}{V(v)}}}, \quad N = v_0 \sqrt{1 - \frac{v}{V(v)}}.$$

Поскольку  $N < v_0$ , объективное, реальное время *течёт относительно медленнее* внутри глобально движущейся, или в общем случае *развивающейся*, системы из-за переноса части полной энергии—сложности в эту тенденцию глобального движения и соответствующего уменьшения «производящей время» энергии чисто случайных блужданий вокруг этой глобальной тенденции. Подобно фундаментальной относительности первого уровня, ключевым моментом здесь является *сложнодинамическое происхождение* самого *реального физического времени* (отсутствующее в принципе в любой унитарной, динамически однозначной теории).

Взаимодействие системы с распределённой средой, или (обобщённым) «полем», ведёт к универсальным эффектам общей теории относительности. Используя обобщённое определение массы—энергии (57), мы можем непосредственно расширить выражение для первого уровня сложнодинамического замедления времени в

гравитационном поле (53) на произвольный уровень сложности:

$$M(x)v_0^2 \equiv A_0 v(x) = mv_0^2 \sqrt{1 + \Phi(x)}, \quad (59)$$

где  $x$  — обобщённая координата «пробной» системы,  $v(x)$  — частота её обобщённых квантовых биений (смены реализаций), определяющая скорость течения её внутреннего, физически реального времени соответствующего уровня, а  $\Phi(x)$  — (безразмерный) потенциал поля среды ( $|\Phi(x)| < 1$ ). В противоположность притягивающему гравитационному полю, мы можем иметь как  $\Phi < 0$ , так и  $\Phi > 0$  на произвольных уровнях сложности, и поэтому «внутреннее» время системы может как замедляться, так и ускоряться в зависимости от свойств среды и её взаимодействия с «пробной» системой.

Универсальные релятивистские модификации длины (пространственного размера) и обобщённой массы получаются естественным образом вместе с соответствующей относительностью времени. По аналогии с уравнением (51), «обобщённая дебройлевская длина волны»  $\Lambda_B$ , или характерный размер глобально движущейся системы (на произвольном уровне сложности), и её обобщённая масса преобразуются как

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v}{V(v)}}}, \quad \Lambda_B = \frac{A_0}{mv} = \frac{A_0}{m_0 v} \sqrt{1 - \frac{v}{V(v)}}.$$

Универсальные общерелятивистские преобразования массы и длины следуют из уравнения (59):

$$M(x) = m \sqrt{1 + \Phi(x)} = m_0 \frac{\sqrt{1 + \Phi(x)}}{\sqrt{1 - \frac{v}{V(v)}}},$$

$$\Lambda_B(x) = \frac{A_0}{mv \sqrt{1 + \Phi(x)}} = \frac{A_0}{m_0 v} \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{V(v)}}{1 + \Phi(x)}}.$$

Объединённые квантовые и релятивистские проявления симметрии сложности на первом и высших уровнях сложности дают каузально полное, реалистичное и демистифицированное понимание соответствующих типов поведения, которые выглядят неумолимо «странно» и лишь формально постулируются в традиционном, унитарном описании. Таким образом, теперь можно дать точный, *физически реальный* ответ на вопрос о том, почему (любой) механизм движущихся часов идёт медленнее по сравнению с покоящимся ме-

ханизмом. Так происходит потому, что (растущая со скоростью) доля полной динамики движущейся системы (измеряемой её энергией–сложностью) переходит в эту тенденцию глобального движения из внутреннего движения. Оно как раз и определяет скорость течения «собственного» времени для *любого* механизма его измерения и *тем же самым образом* на *любом уровне* динамики этого механизма. Более того, полученное расширение эффектов каузальной относительности на динамику *любой* системы даёт *строго обоснованное* и *количественно выраженное* объяснение даже таким традиционно «субъективным» эффектам как изменение течения индивидуального, «психологического» времени сознающего субъекта под действием среды («общая теория относительности») и внутреннего развития («специальная теория относительности») [1]. Таким образом, убедительно продемонстрированы практически неограниченные *возможности* универсальной симметрии сложности в *решении проблем реального мира*, в дополнение ко многим другим примерам, описанным в этой работе.

### **1.3.8. Истинный квантовый хаос, каузальные квантовые измерения и сложнодинамическое возникновение классичности в замкнутых системах**

В предыдущих разд. 1.3.1–1.3.7 мы строго вывели нижайшие, «квантовые» подуровни структуры и сложности мира, в форме физически реального пространства и времени, элементарных частиц, их внутренних и динамических свойств, а также фундаментальных сил взаимодействия. При этом все они появляются как объединённые следствия универсальной симметрии (сохранения и превращения) сложности лежащего в основе взаимодействия между двумя первоначально однородными протопольями. Следующие подуровни сложности мира естественным образом возникают в результате того же типа нередуцированного взаимодействия уже между этими элементарными структурами. Они появляются как дальнейшее, динамически непрерывное развитие того же, единого взаимодействия протопольей (следующего подуровня его *динамически фрактальной* иерархии). Они содержат элементы *как квантового* (волнового, нелокального), *так и естественно появляющегося классического* (корпускулярного, локализованного) поведения. Они могут принимать форму (*истинного*) *квантового хаоса* для случаев существенно недиссипативного (гамильтонова) взаимодействия, или *каузального квантового измерения* для слегка диссипативных систем, или *сложнодинамического возникновения классичности* в элементарных (замкнутых) *связанных системах* (таких как атомы) [1, 4, 7, 8, 10, 11, 32].

Ситуация *квантового хаоса* [1, 4, 10, 11] описывается частным

случае общего уравнения существования (4), уравнением Шредингера (теперь каузально выведенным) для многих (в общем случае) частиц, взаимодействующих между собой и с внешним(и), зависящим(и) от времени полем (полями), например:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \left[ \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N -\frac{\hbar^2}{2m_i} \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} + V_{ij}(x_i, x_j) + U_i(x_i, t) \right] \Psi(X, t),$$

где  $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  — вектор координат всех частиц ( $x_i$  в общем случае также векторы);  $U_i(x_i, t)$  — потенциал зависящего от времени внешнего поля, действующего на  $i$ -ю частицу с массой  $m_i$ ,  $V_{ij}(x_i, x_j)$  — потенциал взаимодействия между  $i$ -й и  $j$ -й частицами, а  $N$  — число частиц. Периодические по времени внешние поля  $U_i(x_i, t)$  представляют особый практический и фундаментальный интерес для проблемы гамильтонова хаоса. Где периодическая зависимость от времени в общем случае эквивалентна периодической зависимости внешнего воздействия от одной из пространственных координат. В этом «каноническом» случае внешнее поле может быть представлено в виде ряда Фурье:

$$U_i(x_i, t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} U_{in}(x_i) \exp(i\omega_n t) = U_{i0}(x_i) + \sum_{n \neq 0} U_{in}(x_i) \exp(i\omega_n t),$$

где  $\omega_n$  — частота возмущения,  $n$  принимает только целые значения. И мы можем считать, без ограничения общности, что  $U_{i0}(x_i)$  представляют собой интегрируемые, связывающие потенциалы для движения «свободных» частиц (т.е. их движения в отсутствие существенного, несущего хаос взаимодействия).

Наш общий анализ (разд. 1.1) показывает, что как взаимодействие между частицами, так и их взаимодействие с внешним полем ведут к динамической многозначности и связанной с ней истинной случайности в любой квантовой системе с взаимодействием. Однако гамильтонов хаос, возникающий при взаимодействии интегрируемой системы с периодическим по времени и в пространстве полем, представляет собой основной, наиболее прозрачный случай, особенно для проблемы квантового хаоса. Применение анализа и результатов нередуцированного ЭП к этой ситуации действительно обнаруживает *истинную, динамическую случайность* в *чисто квантовой* системе (которая может быть *далека* от квазиклассического предела). В той же, универсальной форме многочисленных, несовместимых реализаций, вынужденных постоянно сменять одна другую в определённом таким образом каузально случайном (вероятностном) порядке [1, 4, 10, 11]. Проблема *истинной* квантовой хаотичности, сохраняющаяся в обычной теории, получает прямое,

универсальное и прозрачное решение.

Универсальный критерий начала глобального хаоса (33) остаётся справедливым для квантового хаоса. Но характеристическая частота  $\omega_q$  и расстояние между энергетическими уровнями  $\Delta\varepsilon_n$  внутри-компонентного движения заменяются соответственно частотой  $\omega_\pi$  и «энергией кванта»  $\hbar\omega_\pi$  возмущения:

$$\kappa \equiv \frac{\Delta\eta}{\hbar\omega_\pi} = \frac{\omega_0}{\omega_\pi} \cong 1, \quad (60)$$

где  $\Delta\eta$  — расстояние между энергетическими уровнями в невозмущённой гамильтоновой системе (с определённым выше интегрируемым потенциалом  $U_{i_0}(x_i)$ ) и  $\omega_0 = \Delta\eta/\hbar$  — её характерная частота. Важно подчеркнуть, в частности, что критерий глобального гамильтонового хаоса (60), полученный с помощью чисто *квантово-механического* анализа, имеет классическую форму (отношения частот). Она совпадает (в пределе  $\hbar \rightarrow 0$ ) с соответствующим критерием хаоса, полученным в рамках *классической механики* [1, 10, 11], и подтверждает обычный *принцип соответствия* для *реальных, хаотических* систем. Это составляет хорошо известную нерешённую проблему в унитарном описании квантового хаоса. Мы приходим к выводу, что симметрия сложности (здесь между всеми реализациями гамильтоновой квантовой системы) даёт решение практически важной и по-другому «неразрешимой» проблемы.

Проблема квантового измерения отличается от ситуации гамильтонова квантового хаоса локальной, малой, но конечной *диссипацией* энергии в направлении измеряющего прибора Последний *не* обладает специальным «классическим» или «макроскопическим» характером в нашем анализе, но лишь нуждается в этой начальной диссипации как источнике *реального изменения* его состояния. Анализ и результаты метода нередуцированного ЭП остаются в основном неизменными. Но локальная диссипация нарушает равенство реализаций системы и создаёт неустойчивую составную реализацию типа СОК (разд. 1.2). Она сопровождается пространственной редукцией системы (её динамическим сжатием) к центру диссипации (ср. разд. 1.1), которая объясняет все свойства квантового измерения *каузальной, но сложной (многозначной) динамикой взаимодействия* [1, 32]. Важно, что *до* (так же, как и *после*) *динамически случайного* возникновения события квантового измерения измеряемая квантовая система совершает *беспрестанные переходы, а именно, физически реальные «квантовые скачки»* между *всеми своими собственными состояниями* (с соответствующими, *теперь динамически определёнными* вероятностями), что даёт *каузальное, динамическое объяснение формальным* квантовым постулатам о «линейной суперпозиции» собственных состояний (см. также разд.

1.3.7). Самоусиливающееся сложнодинамическое превращение *внешне* «линейной» комбинации в «классическую», некогерентную сумму вероятностей даёт самосогласованное решение знаменитого парадокса «кота Шредингера» [4].

*Классический*, постоянно локализованный тип динамики возникает *динамически* как естественный «продвинутый» случай квантового измерения, где переходное состояние СОЖ во время события измерения становится *постоянным*. Фактически даёт начало *следующему, более высокому уровню динамической сложности*. Такие элементарные классические состояния возникают как *связанные состояния элементарных частиц* (таких как атом), которые проявляют тенденцию классического поведения в конфигурации полностью замкнутой системы, без каких бы то ни было эффектов «декогеренции под действием среды», неизбежно используемых в стандартной квантовой механике и её унитарных модификациях. Роль сложности нередуцированного взаимодействия существенна в понимании этого *качественного* перехода («обобщённого фазового перехода» [1]) на более высокий уровень сложности. Именно процессы *динамически случайных*, «квантовых» блужданий виртуальных солитонов *каждой из связанных* компонент определяют *исчезающе малую вероятность* серии прыжков на большее расстояние *всех* компонент в *одном и том же* направлении (которая давала бы «квантовое» делокализованное поведение системы) [1, 4, 7, 8]. Та же *внутренняя динамическая сложность* классической системы (в виде состояния типа СОЖ) объясняет «асимптотический», фрактальный характер границы между квантовым и классическим поведением и отдельные *динамические* возвращения квантового поведения для классических, иногда макроскопических систем под влиянием подходящих взаимодействий (в противоположность всем теориям «декогеренции»).

В терминах нашего строгого критерия хаотичности (33) классическое связанное СОЖ состояние описывается параметром хаотичности  $\kappa = \omega_\xi / \omega_q \approx U_\xi / m_q c^2$ , где  $\omega_\xi$  — частота связанного движения,  $\omega_q$  — частота квантовых биений связанной компоненты,  $U_\xi = \hbar\omega_\xi$  — энергия связи и  $m_q c^2 = \hbar\omega_q$  — полная энергия–масса компоненты. Во всех «обычных» связанных системах с хорошо определёнными компонентами, включая атомы, энергия связи намного меньше, чем энергия–масса:  $U_\xi \ll m_q c^2$  или  $\omega_\xi \ll \omega_q$ , что определяет *сложнодинамическую природу* «классического», *локализованного* и *внешне* квазирегулярного, СОЖ-типа конфигурации системы:  $\kappa \ll 1$  (разд. 1.2) [4]. В «релятивистских» элементарных системах, где энергия связи сравнима с энергией покоя,  $U_\xi \sim m_q c^2$  (так что индивидуальная компонентная структура не может быть обеспечена), параметр хаотичности не мал:  $\kappa \sim 1$ . И поэтому хорошо определённая классичность *не* возникает, что даёт нетривиальное объяс-

нение глобально *квантового* поведения адронов как «релятивистских» связанных кварковых систем.

В простейшем случае атома водорода  $\omega_\xi$  совпадает с боровской частотой, а  $U_\xi = \hbar\omega_\xi$  с атомной единицей энергии  $\varepsilon_0 = m_e e^4 / \hbar^2$ , тогда как  $m_q = m_e$  — масса электрона, и мы имеем  $\kappa = U_\xi / m_q c^2 = \varepsilon_0 / m_e c^2 = e^4 / \hbar^2 c^2 = \alpha^2 \ll 1$ , где  $\alpha = e^2 / \hbar c \approx 1/137$  — постоянная тонкой структуры. Таким образом, мы подтверждаем сложнодинамическое происхождение классичности атома водорода и развиваем полученную выше интерпретацию постоянной тонкой структуры в терминах числа реализаций электрона  $N_{\text{э}}^e$ ,  $\alpha = 1/N_{\text{э}}^e$  (разд. 1.3.4). Если частота квантовых биений электрона является синхронизированной частотой блужданий виртуального солитона как для электрона, так и для протона в атоме водорода (ср. разд. 1.3.2), то вероятность их *коррелированного* квантового скачка в *одном и том же направлении* будет порядка  $(N_{\text{э}}^e)^{-2} = \alpha^2 = \kappa$ . Это подтверждает полученную интерпретацию классичности в терминах *многозначной* динамики СОК. Вероятность  $\alpha(x)$  коррелированных квантовых блужданий двух виртуальных солитонов в связанной системе на расстояние  $x$  от их «равновесной» конфигурации глобального движения определяется величиной  $(N_{\text{э}}^e)^{-2x/\Delta x}$ , где  $\Delta x$  — длина квантового скачка ( $\Delta x \approx \lambda_c$  для электрона; см. разд. 1.3.4), а  $N_{\text{э}}^e$  в общем случае среднее (геометрическое) число блужданий для двух компонент. Так что  $\alpha(x)$  спадает экспоненциально с расстоянием  $x$ . Хорошо выраженное классическое, локализованное поведение простейшей связанной системы из двух частиц получается, если  $N_{\text{э}}^e \gg 1$  и взаимодействие не настолько сильно, чтобы нарушить индивидуальность компонент. (Эти два условия должны в значительной мере совпадать для нашей объединённой конструкции мира, см. рис. 1). Для системы из многих связанных частиц появляется дополнительный параметр малости вероятности коррелированных блужданий, связанный с числом частиц.

Мы получаем каузальную, реалистическую интерпретацию «размытой» структуры атомов, с «электронными облаками» и т.д., которая может иметь лишь неточный, фигуральный и, как теперь становится ясно, некорректный смысл в обычной теории. В действительности, все регулярные электронные «орбиты» (конфигурации шрёдингеровских волновых функций) отражают лишь *среднюю* (и относительно слабую) тенденцию *глобального движения* внутри постоянного *хаотического блуждания* корпускулярного электронного состояния, или виртуального солитона (ср. разд. 1.3.7). Как мы видели выше, более далёкие отклонения от «орбиты» глобального движения экспоненциально подавляются, что объясняет реальность и хорошо определённую форму орбиты (особенно для основного состояния), но при этом относительное *число* (малых) отклонений *велико*. Полученное выражение для хаотично-

сти связанной системы  $K$  определяет её также как меру «релятивистскости» глобального движения. Сравнение со сложнодинамической интерпретацией релятивистского фактора  $v^2/c^2$  в разд. 1.3.7 показывает, что  $\alpha = 1/N_{\text{я}}$  — это также *вероятность (доля)* квантовых скачков *в рамках* тенденции глобального движения. (Чего следовало ожидать ввиду структуры многозначной динамики). Нетрудно проверить, что для электрона  $\Delta x = \lambda_C = \alpha a_B$ , или  $a_B = N_{\text{я}}^e \lambda_C$ , где  $a_B = \hbar^2/m_e e^2$  — радиус Бора и «средний» радиус орбиты основного состояния атома водорода. Это хорошо известное соотношение приобретает теперь новый смысл. Оно показывает, что размер главной электронной орбиты тонко подогнан к сложнодинамическому «циклу» из  $N_{\text{я}}^e$  (хаотических) квантовых скачков вокруг неё. Вся внутренняя динамика атома выглядит теперь как хаотический, *сложнодинамический двигатель*, каузально приводимый в движение лежащим в основе *притяжением протополей*, в противоположность фиксированным, абстрактным конфигурациям «вектора состояния», связанным с ними «точным решением» и *неустрашимым* квантовым тайнам унитарной атомной физики.

## 2. СЛОЖНОДИНАМИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

### 2.1. Эффекты тёмной массы: унитарная проекция многозначной динамики

В предыдущих разделах мы описали первые, наиболее фундаментальные уровни непосредственного возникновения структуры Вселенной в процессе сложнодинамического, нередуцированного взаимодействия двух протополей, управляемого универсальной симметрией сложности. Эта единая симметрия определяет возникновение структуры самонастраивающейся, динамически адаптирующейся Вселенной без «антропных» проблем (разд. 1.3.5). Она обеспечивает строгую позитивность (и большое значение) полной энергии Вселенной, определяющую также динамически необратимое течение физически реального времени (разд. 1.3.6). Теперь мы продолжим изучать *космологические проявления* симметрии сложности на её более высоких, *макроскопических* уровнях, подтверждающие её статус единого Мирового Порядка. В данном разделе мы показываем, что *та же* нередуцированная динамическая сложность, которая определяет ненулевое материальное содержание Вселенной (её положительную массу–энергию), даёт также естественное и универсальное решение многочисленных проблем кажущейся сильно избыточной, скрытой, или «тёмной», массы основных космологических объектов (галактики, кластеры и др.).

Проблема тёмной массы включает различные наблюдения, пока-

зывают, что динамика структуры Вселенной, в основном в масштабе галактик и связанных с ними структур, нуждается в больших и часто намного больших количествах массивной материи, чем те, которые удаётся фактически обнаружить (см. например [33–36]). Большая *изменчивость* эффекта недостающей массы является серьёзным дополнительным усложнением проблемы. Мы показываем, что эти трудности *унитарной интерпретации* являются на самом деле ложными и происходят от некорректного *пренебрежения основной, хаотической* частью динамики *реальной* системы, в этом случае на уровне динамики космического объекта. Если рассмотреть нередуцированное, *динамически многозначное* поведение системы, то проблема даже не возникает. И истинно хаотическая динамика реальных объектов объясняет наблюдаемые динамические особенности при «видимых», обычных значениях массы. При этом важно, что надо учитывать именно *истинный*, динамически многозначный хаос, а не одну из его унитарных имитаций в виде «запутанного», но по сути регулярного поведения.

Основная идея очевидна. Из-за искусственного обрезания всех реализаций системы кроме одной в унитарной теории (это *экспоненциально большое* сокращение для системы многих тел, см. разд. 1.3.5), неизбежно получаем проблему *недостающего движения*, которая интерпретируется как необъяснимо «отсутствующая масса». Этот результат можно выразить разными способами. Мы начнём с демонстрации неполноты применения стандартной вириальной теоремы к реальной, многозначной динамике системы многих тел. Поскольку она показывает, каким образом ключевой баланс между потенциальной и кинетической энергией может быть изменён при наличии истинного хаоса.

Если компоненты системы движутся под влиянием гравитационного притяжения, например в галактике, то обычная вириальная теорема даёт следующее соотношение между усреднёнными по времени значениями кинетической  $T$  и потенциальной  $U$  энергии системы или любой её подсистемы (см. например [37]):

$$2\bar{T} = -\bar{U}, \quad (61)$$

тогда как на самом деле эта кинетическая энергия *регулярного* движения,  $\bar{T} = \bar{T}_{\text{reg}}$ , является лишь *малой* частью её истинного, *хаотического* содержания  $T_{\text{real}}$ :

$$\bar{T}_{\text{real}} = \bar{T}_{\text{reg}} N_{\text{эп}},$$

где  $N_{\text{эп}} > 1$  — *эффективное* число реализаций для заданного типа наблюдения и усреднения (обычно  $N_{\text{эп}} \gg 1$ , тогда как  $N_{\text{эп}} = 1$  для унитарных моделей стандартной теории).

Наблюдаемая потенциальная энергия  $U_{\text{obs}}$  даёт реальную кинетическую энергию:

$$2\bar{T}_{\text{real}} = -\bar{U}_{\text{obs}}. \quad (62)$$

Однако если наблюдения интерпретируются в унитарной, *дефектной* версии динамики (61), подразумевающей, что

$$2\bar{T}_{\text{reg}} = -\bar{U}_{\text{obs}}, \quad (63)$$

то получаем «таинственное» *расхождение*  $\delta$  между (62) и (63):

$$\delta = \frac{\bar{T}_{\text{real}}}{\bar{T}_{\text{reg}}} = N_{\text{gr}}.$$

В рамках унитарной модели оно объясняется существованием «невидимой», но реальной, или «тёмной», массы  $M_{\text{dark}} = M_{\text{real}} - M_{\text{reg}}$ , относительная величина которой может быть оценена как

$$\frac{M_{\text{real}}}{M_{\text{reg}}} = \frac{\bar{T}_{\text{real}}}{\bar{T}_{\text{reg}}} = \delta = N_{\text{gr}}.$$

В соответствии с нередуцированной, *сложнодинамической интерпретацией*, наблюдаемое расхождение  $\delta$  может быть использовано для оценки эффективных значений  $N_{\text{gr}}$ . Поскольку  $\bar{T} \propto Mv^2$ , то можно сказать, что в действительности в системе имеется *слишком много движения*, или (отклоняющейся) *скорости*, по сравнению с унитарными ожиданиями. Так что имеет место скорее эффект «тёмной скорости (или кинетической энергии)»:

$$\bar{v}_{\text{real}}^2 = N_{\text{gr}} \bar{v}_{\text{reg}}^2.$$

Нетрудно распространить этот результат на случай *зависимости от расстояния*,  $N_{\text{gr}} = N_{\text{gr}}(r)$  (где  $r$  — координата внутри системы), в терминах кривых зависимости скорости от расстояния, или «кривых вращения», для галактик. В этом случае «аномальная» зависимость  $v(r)$  связана *не* с аномальным распределением массы,  $M(r)$  (приписываемым «галло тёмной материи»), а с «неожиданным» (в унитарной модели) вкладом в среднюю скорость от *хаотических* компонент движения, так что  $v(r)$  пропорционально не  $\sqrt{M_{\text{reg}}(r) + M_{\text{dark}}(r)}$ , а  $\sqrt{N_{\text{gr}}(r)}$ . В общем случае

$$v(r) = \sqrt{\frac{\gamma N_{\text{gr}}(r) M_{\text{obs}}(r)}{r}} \quad \text{или} \quad N_{\text{gr}}(r) = \frac{rv^2(r)}{\gamma M_{\text{obs}}(r)}, \quad (64)$$

где  $M_{\text{obs}}(r) = M_{\text{real}}(r)$  — обычная, «видимая» масса внутри радиуса  $r$ . Мы можем вывести свойства хаотической динамики системы,  $N_{\text{я}}(r)$ , из наблюдаемых зависимостей  $\nu(r)$  и  $M_{\text{obs}}(r)$  для видимых, «нормальных» компонент объекта.

Как можно было ожидать,  $N_{\text{я}}(r)$ , а значит и хаотичность, будет обычно обладать широким максимумом, часто неправильной формы, в более «свободных» частях системы, таких как галактические гало и центральные, межкомпонентные области в кластерах. Этот результат коррелирует с эмпирически основанной, формально-механистической гипотезой MOND, интерпретирующей «необычное» движение в этих областях слабого взаимодействия с точки зрения модификации самого фундаментального ньютоновского закона гравитации (и динамики) в области малых ускорений (см. например [35, 36, 38–40]). Можно даже увидеть более глубокую связь между нашим подходом нередуцированного ЭП и чисто формальной гипотезой MOND, раскрывающую истинное происхождение последней. В реальной системе многих тел мы всегда имеем дело с эффективным, а не прямым, взаимодействием, которое содержит самосогласованное влияние всех компонент системы, существенно отличается от прямого взаимодействия и обладает многими участвующими, хаотически меняющимися реализациями. Наоборот, если принять любое допущение типа MOND без ссылки на лежащую в основе сложную динамику рассматриваемой системы, то любое его объяснение должно неизбежно опираться на дополнительную (и универсальную) «диссипацию» неизвестной природы.

Наблюдаемые большие вариации эффектов тёмной массы для различных объектов представляют собой «тяжёлую» проблему для любого объяснения с помощью дополнительных, «невидимых» сущностей, но наоборот неизбежны при вышеизложенном универсальном объяснении с точки зрения эффектов истинного (многозначного) хаоса. Такая «неограниченная» изменчивость и видимая «асимметрия» являются как раз уникальными свойствами симметрии сложности (разд. 1.2), проявляющимися на всех, но особенно на более высоких уровнях сложности. Более того, можно проследить хорошо определённую качественную корреляцию между ожидаемой хаотичностью объекта (степенью его нерегулярности), её пространственной зависимостью и наблюдаемой величиной эффектов «недостающей массы» (дальнейшая широкая проверка, несомненно, желательна). Представляется также намного более логичным объяснять наблюдаемое, переменное свойство системы фундаментальной особенностью её динамики, а не наличием дополнительной, странно ускользающей и неизбежно фиксированной сущности. (Эта ситуация вполне аналогична интерпретации происхождения массы на первом уровне сложности; см. разд. 1.3.2). Необхо-

димо также принимать во внимание пространственную зависимость эффектов хаотического распределения массы (или «структурный» хаос), которые проявляют тенденцию аккумуляции как раз за пределами основной концентрации массы и взаимодействия в системе, в соответствии с интерпретацией данных на основе уравнения (64).

В заключение, подчеркнём ещё раз уникальность найденного *единого решения*, в рамках *симметрии сложности*, проблем недостающей массы на различных уровнях динамики мира, включая массу элементарных частиц (разд. 1.3.2), (полную) массу–энергию Вселенной (разд. 1.3.6) и эффекты «тёмной массы» на уровне галактических структур (данный разд.), где все они основаны на самосогласованном решении *задачи нередуцированного взаимодействия* (разд. 1.1, 1.2).

## 2.2. Сложнодинамическое решение проблем тёмной энергии и Большого взрыва

Происхождение *глобально* недостающей, «распределённой» энергии Вселенной или «тёмной энергии» [33–35] прямо связано с порочным кругом схемы *унитарной* космологии, построенной вокруг *предположения о нулевой энергии Вселенной* и связанной *гипотезы Большого взрыва*, или решения «взрывающегося вакуума». Действительно, последнее начинается с *постулированной* пустоты масс-энергетического содержания Вселенной (см. разд. 1.3.6), в виде динамически однозначной редукции Вселенной к динамике нулевой сложности (независимо от деталей отдельных «моделей» и включая некоторые модели с формально положительной энергией, но всегда нулевой динамической сложностью). Из-за *неизбежной внутренней неустойчивости* этой фундаментально *фиксированной*, статической конструкции, возникает необходимость навязывать механическое «общее расширение» (или обратное сжатие) Вселенной как единственный остающийся способ её (полностью иллюзорной) динамической «эволюции». Выбор в пользу расширения, или Большого взрыва, обосновывается *специальной интерпретацией* наблюдающегося эффекта «красного смещения». (Что само по себе уже включает ряд *серьёзных противоречий*). Однако концептуальная неустойчивость *любой* унитарной модели (отсутствие реально эволюционирующих, адаптирующихся степеней свободы, в противоположность абстрактным «параметрам») продолжается в виде многочисленных проблем модели Большого взрыва. Предложенные «решения» проблем лишь переводят их в другие формулировки или сводят к произвольным, искусственно вводимым сущностям. Проблема тёмной энергии представляет собой лишь последний в списке, хотя и скандально большой и долгое время скрытый,

разрыв в *фундаментально противоречивой* конструкции. Открытая *слегка* неровная зависимость красного смещения от расстояния приводит к *огромному* дефициту источника неравномерного расширения, в виде предполагаемых распределённых залежей таинственной, невидимой энергии Она должна принимать очень экзотические, обычно *невозможные* формы.

Этот *окончательный тупик* недостающего энергетического (и массового) содержания Вселенной (см. также предыдущий разд.) просто возвращает нас к началу унитарного порочного круга, где эта пустота содержания Вселенной была *явным образом навязана* самой унитарной парадигмой. Фактически мы имеем здесь дело с ещё одним, хотя и нереально упрощённым, случаем *симметрии (сохранения) сложности*, поразительным в крайности своей хронической редукции,  $0 = 0$ , применённой здесь ко *всему содержанию Вселенной*. Симметрия сложности даёт строгое и вполне универсальное обоснование того, что *все* искусственно редуцированные *динамически однозначные* модели Вселенной с нулевым значением истинной динамической сложности должны *неизбежно и существенно* провалиться в описании *реальной, динамически многозначной* структуры Вселенной, характеризуемой *положительным (и высоким)* значением нередуцированной динамической сложности [1, 2, 9]<sup>9</sup>.

И наоборот, нередуцированная, динамически многозначная и вероятностно фрактальная структура динамики реального взаимодействия приводит к *глобально устойчивой* концепции развития структуры Вселенной. Так как она основана на вездесущей и массово адаптируемой *локальной, динамической неустойчивости непосредственного структурообразования* (см. также разд. 1.3.5). Явное возникновение структуры Вселенной в *первоначально однородной* системе взаимодействующих протополей, начиная с физически реального пространства, времени и элементарных частиц, естественно объединённых со своими фундаментальными свойствами и взаимодействиями (разд. 1.3), может быть описано как распределённый *внутренний взрыв* вездесущего, фрактально структурированного *созидания*. Что является противоположностью механистическому и неизбежно *разрушительному разрыву* унитарных схем Большого взрыва (и «инфляции»).

Поэтому проблема «тёмной энергии» *даже не возникает* в слож-

<sup>9</sup> Отметим, что любая обычная космология с нулевой сложностью неизбежно предполагает, в силу своей динамической однозначности, полную фундаментальную *регулярность* и таким образом нулевую энтропию Вселенной и любой её квазизакрытой подсистемы, в противоречии с принципом роста энтропии. Любая наблюдаемая или описываемая «хаотичность» или случайность содержания такой Вселенной, на любом масштабе, неизбежно сводится лишь к «запутанной регулярности», в соответствии со старой лапласовой версией полностью механистического, *фундаментально предсказуемого*, но возможно *практически невычислимого* мира.

нодинамической, внутренне созидательной космологии, вполне аналогично всем проблемам «антропного» типа (разд. 1.3.5). Самонастраивающаяся структура Вселенной, освобождённая от искусственных унитарных неустойчивостей и связанных с ними «антропных» подходов, возникает естественно и самосогласованно, просто благодаря нередуцированной, *истинно точной* картине *лежащего в основе* процесса взаимодействия.

Что же касается природы наблюдаемого *эффекта красного смещения* в спектрах излучения удалённых объектов. Он получает самосогласованное объяснение с точки зрения *естественно нелинейных* свойств распространения излучения в системе связанных протополей (см. разд. 1.3.2 и рис. 1). Где некоторая (относительно слабая) потеря энергии солитоноподобных фотонов, распространяющихся в среде э/м протополя, является *неизбежной* из-за их слабой, но конечной связи с гравитационным протополем. Отметим существенное отличие этого универсального нелинейного рассеяния энергии от линейных и неуниверсальных (зависящих от пути) эффектов в любой обычной модели. Солитоноподобный фотон сохраняет стабильность благодаря взаимодействию с гравитационным протополем. Он может *медленно* отдавать свою *энергию* гравитационным степеням свободы (вполне вероятно конденсированным кваркам) *без* сколько-нибудь заметного изменения направления распространения (т. е. без эффектов «размытия» изображений удалённых объектов). Характерные свойства «пронизывания» и «огибания» при взаимодействии солитонов с достаточно малыми препятствиями могут объяснить аномально малые потери и исчезающее угловое отклонение для фотонов, а также для частиц очень высоких энергий (см. ниже).

Необходимо также принимать во внимание возможный вклад от модифицированных параметров протополя вокруг очень больших концентраций массы и различных «специальных» объектов, так же как и распространение «более старых» фотонов на ранних стадиях развития структуры Вселенной. Детальные расчёты этих эффектов неизбежно потребуют использования многих неизвестных параметров системы. Но *качественные* свойства и *непротиворечивость всей картины* предоставляют убедительные свидетельства в пользу этого *фундаментально нового* типа объяснения эффекта красного смещения (также в рамках более широкого спектра подхода «истощённого света») и его ожидаемого уточнения. Оно включает необходимое прояснение *детальной физической природы фотона* (которая устойчиво отсутствует в рамках унитарной теории).

Нелинейная зависимость красного смещения от расстояния, которая даёт *катастрофические* последствия в унитарной космологии, может быть лишь естественной в сложнодинамической, *существенно нелинейной* картине (разд. 1.1). Механизм нелинейной по-

тери энергии солитоноподобных фотонов объясняет, почему эта потеря растёт с расстоянием медленнее, чем в любом обычном механизме диффузного рассеяния (ср. замечание выше о динамике рассеяния солитонов). Подобная динамика могла бы, между прочим, раскрыть сохраняющуюся загадку эффекта ГЗК для ультрарелятивистских частиц. Поскольку при таких сверхвысоких энергиях движение массивной частицы приближается к распространению (группы) фотонов, согласно результатам квантово-полевой механики [1, 7, 8]. Ещё одной, хотя возможно менее специфической, особенностью данных красного смещения, коррелирующей с нашим объяснением, является (повышенный) рост среднего разброса данных с расстоянием.

### 2.3. Сложнодинамическая космология: глобальное развитие структуры Вселенной

Возвращаясь к общей картине возникающей Вселенной (разд. 1), отметим ещё раз, что в соответствии с лежащей в основе *симметрии сложности*, она не может содержать обычную динамику типа «движения по кругу», на любом масштабе создания структуры. Так что первоначальное, *положительное* количество *динамической информации*, в форме взаимодействия протополей, даёт начало обобщённому, *сложнодинамическому рождению системы*, с последующим неравномерным, *необратимым* и глобальным *превращением* этой информации в *динамическую энтропию* (развитая структура) в процессе *универсально* определённой, *конечной жизни системы*. Она заканчивается состоянием её *обобщённой смерти*, или *равновесия*, в районе полного превращения начальной динамической информации в энтропию. (Если только дополнительная динамическая информация не вводится в систему извне) [1].

Обобщённая «потенциальная энергия» (дифференциальная форма динамической информации) взаимодействующих протополей может быть введена, например, с помощью их непосредственного разделения из ранее существующего состояния «полностью соединённых» (смешанных) протополей. Оно могло бы иметь форму в целом инертного кварк-глюонного конденсата в его «абсолютном» основном состоянии. Хотя эти «доисторические» предположения подвержены неизбежной и повышенной неопределённости, они могут быть оценены достаточно объективно. При этом используются принципы общей согласованности и экономии, теперь *строго определённые и обоснованные* с помощью универсальной симметрии сложности (см. разд. 1.3.1). Однако гораздо более точной представляется необходимость начальной формы «потенциальной» энергии взаимодействия, в виде положительно определённой «динамической информации». Поскольку рождение структурированной, ре-

альной Вселенной из абсолютного «ничто», без истинного развития взаимодействия (что является доминирующей догмой общепринятой унитарности), противоречит фундаментально обоснованной и *универсально* подтверждённой симметрии (сохранению) сложности (разд. 1.2).

К этому можно добавить другие перспективы нашего сложнодинамического описания Вселенной, развитие которых в рамках парадигмы стандартной, унитарной космологии представляется гораздо менее вероятным (ср. например [41]). Высоко неоднородная концентрация различных аномальных, сверхинтенсивных источников энергии на дальних расстояниях, так же как и «особая» тенденция их красных смещений, указывает на (вероятно подвижную) «форму мира». Это выглядит довольно естественно в логике наших взаимодействующих протополей, в то время как в логике «взрывающейся пустоты» Большого взрыва это потребовало бы дополнительных, «неестественных» предположений. Растущие проблемы *возраста Вселенной* могут быть естественно решены в нашей сложнодинамической космологии, поскольку она прослеживает в *явном* виде *реальную динамику жизненного* цикла возникающих структур, тогда как унитарная теория встречает здесь ещё одну серию своих *врождённых* «неустойчивостей» (из-за жёстко фиксированных, навязанных «моделей» и механической подгонки данных). То же относится и к структурным трудностям вездесущего расширения и естественному устранению в нашем подходе этой и других «старых» проблем унитарной космологии. К ним относятся средняя *плоскость* и *однородность пространства* (разд. 1.3.1), «антропные» проблемы (разд. 1.3.5), каузальное происхождение объектов высокой плотности, реальных планковских единиц и фонового микроволнового излучения (разд. 1.3.4). Естественное включение *реалистичного, объединённого* решения стагнирующих проблем квантовой механики, теории поля и относительности (разд. 1.1, 1.3) составляет *уникальную особенность* нашей теории, которая, будучи весьма желательной и фактически необходимой, не может даже предполагаться для любого унитарного подхода. Наконец, *нередуцированная сложная* динамика детального образования и эволюции галактик, звёзд и планетарных систем входит в число естественных дальнейших приложений данной теории. Они сходным образом выигрывают от универсальной способности решения проблем симметрии сложности, продемонстрированной выше.

### **3. НОВАЯ МАТЕМАТИКА СЛОЖНОСТИ И ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТРУКТУР**

В предыдущих разделах мы продемонстрировали, каким образом *универсальная симметрия сложности*, включающая *сохранение* и

непрерывное *развитие* нередуцированной динамической сложности, описывает *явное возникновение* и *свойства реальных* структур Вселенной. Начиная с элементарных частиц, их свойств и взаимодействий, она даёт *самосогласованные* и *объединённые* решения многих стагнирующих проблем в рамках обычных моделей нулевой сложности. Эта способность решения проблем симметрии сложности, сосредоточенная вокруг полученного свойства явного возникновения структур, с необходимостью включает качественно новое, расширенное применение знакомых математических инструментов и идей [1, 2, 6]. В этом разделе мы резюмируем основные черты полученной таким образом *новой математики развития* (или *возникновения, или сложности*). Сделаем ссылку на предыдущие разделы, представляющие её более детальную схему (разд. 1.1–1.2), и на приложения к фундаментальным (разд. 1.3, 2.1–2.3) и более сложным [1, 2, 6, 13–15] структурам и свойствам.

Наиболее существенной, всеохватывающей особенностью новой математики сложности и развития является то, что она представлена единой структурой динамически вероятностного фрактала, полученной как прямое, каузально полное решение проблемы реального, нередуцированного взаимодействия (разд. 1.1). Все её свойства, описывающие точную структуру и динамику мира такой, как она есть, объединены в одну, абсолютно точную (никогда не нарушаемую) симметрию, или сохранение, сложности, включающую её непрерывное превращение из сложности–информации в сложность–энтропию (разд. 1.2). Это означает, в частности, что все структуры реального мира, а значит и мир/Вселенная в целом, абсолютно симметричны (и динамически сложны). И в этом смысле представляют симметрию сложности как таковую, где последняя непосредственно производит, среди прочего, все наблюдаемые нерегулярности. Наоборот, вездесущие нарушения обычных унитарных симметрий неизбежно возникают из-за их искусственно сокращённой, динамически однозначной основы, включая все имитационные модели обычной, унитарной «науки сложности» (ср. [43, 44]).

Можно подчеркнуть несколько *специфических, но универсально появляющихся особенностей* этой объединённой структуры и закона новой математики, существенно отличающих её от унитарной схемы [1, 6].

— *Неединственность* решения *любой реальной, нередуцированной* проблемы (взаимодействия), в виде её *динамической многозначности (избыточности)*. Исключительно *сложнодинамическое* (многозначное, внутренне *хаотическое*) существование любой реальной системы или объекта (ср. обычные «теоремы существования и единственности»).

— Вездесущее, *явное возникновение качественно новой* структуры и *динамическое происхождение времени* (изменения) и *собы-*

*тий*:  $A \neq A$  для любой структуры/элемента  $A$  в новой математике и в реальности, тогда как  $A = A$  (постулат самоидентичности) во *всей* обычной математике, которая таким образом исключает любое *реальное* изменение в принципе.

— Фрактально структурированное *динамическое переплетение* решения нередуцированной проблемы (определяемое взаимодействием, *физически реальное* перепутывание взаимодействующих степеней свободы системы *внутри каждой регулярной реализации*): это *строгое* выражение *материального качества* реальной структуры в математике (в противоположность «нематериальным», качественно «нейтральным», «мёртвым» структурам обычной математики).

— Фундаментальная недостаточность господствующей парадигмы «точного решения» и теории возмущений. Нередуцированное решение задачи *динамически случайно* (постоянно, хаотически меняется), *динамически переплетено* (внутренне текстурированное и «живое») и *фрактально* (иерархически структурировано). Получаем *единое динамическое происхождение* и *каузально определённый* смысл таких фундаментальных свойств нередуцированных проблем и соответствующих реальных систем как *неинтегрируемость*, *несепарабельность*, *невыхислимость*, (*истинная*) *случайность*, *неопределённость*, *неразрешимость*, «*нарушенная симметрия*» и т. д. Проблема реального взаимодействия неинтегрируема и несепарабельна, но решается. Реалистичная математика сложности *хорошо определена* (*точна, объединена и полна*, ср. [42]), но её структуры естественно «размыты» (*динамически случайны* и реально *флуктуируют*), а также должным образом *разнообразны* (*не сводимы к числам или геометрии*).

— *Динамическая дискретность* (*каузальное квантование*) продуктов нередуцированного взаимодействия (реализаций), происходящая просто от *целостного* характера любого процесса нередуцированного взаимодействия. Она появляется как *качественная* неоднородность, или *неунитарность*, структуры и эволюции любой системы и даёт универсальное *динамическое происхождение* (фрактально структурированного) *пространства*. Она демонстрирует *качественную недостаточность* обычной унитарности, непрерывности и разрывности, исчисления бесконечно малых и *всех* обычных математических структур (операторов эволюции, операторов симметрии, *любых* унитарных операторов, показателей Ляпунова, интегралов по траекториям и т. д.).

#### **4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ: РЕШЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ С ПОМОЩЬЮ СИММЕТРИИ РЕАЛЬНОГО МИРА**

Строго выведенная концепция *универсальной динамической слож-*

ности и связанной с ней *симметрии сложности* включает качественно расширенные и объединённые свойства систем. Они позволяют получить *каузально полное*, то есть целиком реалистичное и самосогласованное, описание поведения структуры мира на любом уровне сложности с помощью *решения проблемы нередуцированного взаимодействия* (разд. 1.1, 1.2, 3). Однако эта строго обоснованная согласованность универсальной симметрии сложности должна также быть *подтверждена* различными *применениями* к конкретным системам и уровням сложности.

Часть этих прикладных аспектов достигается уже благодаря *расширенной, каузально полной интерпретации* хорошо известных (но часто необъяснённых) результатов наблюдений. А также связанного с этим непосредственного *объединения* традиционно разделённых явлений и уровней динамики мира. Получаем, например, не только *каузальное, динамически обоснованное* объяснение основных *квантовых и релятивистских эффектов*, но также их *естественное объединение* в рамках симметрии сложности и *расширение* на любой уровень динамики мира (разд. 1.3.7). Все канонические «тайны» и «необъяснимые», формально навязываемые «постулаты» и абстрактные «принципы» естественно появляются теперь как *неизбежные*, полностью реалистичные проявления *истинного, сложнодинамического* (многозначного) содержания *любой* структуры и динамики, скрытого в рамках общепринятого унитарного описания. Поскольку это содержание всегда подчиняется точной симметрии сложности, то оказывается, что *всё* содержание реального мира, включая все изменения и процессы возникновения структур, *абсолютно и точно симметрично*. То есть представляет собой объединённое, но должным образом разнообразное проявление лежащей в основе универсальной и никогда не нарушаемой симметрии, а именно симметрии сложности.

*Способность решения проблем* универсальной симметрии сложности подтверждается далее растущим числом её *успешных применений* к различным конкретным системам. Они покрывают всю иерархию сложности мира и включают явные решения как «старых», так и новых, иногда срочных проблем, возникающих как для старых, так и для новых типов систем (и остающихся «всё более» нерешёнными в рамках парадигмы унитарной науки) [1, 5–15]. Можно следующим образом кратко резюмировать такие применения к системам как нижайших уровней сложности (рассмотренных в данной работе), так и более высоких уровней сложности (рассмотренных в других работах).

— В *физике частиц и квантовой физике* мы получаем *каузальное, объединённое* происхождение и структуру *элементарных частиц*, всех их свойств («внутренних», квантовых, релятивистских) и взаимодействий (разд. 1.3) [1, 4, 7–9, 22]. *Сложнодинамическое*

*происхождение массы* (разд. 1.3.2) не нуждается в каких-либо дополнительных, абстрактных сущностях (бозонах Хиггса, поле нулевых колебаний, дополнительных измерениях и т. д.). *Перенормированные планковские единицы* дают состоятельные решения проблемы *спектра масс* и других стагнирующих проблем, включая каузально полное объяснение *физического* происхождения *универсальных постоянных* и самой их *универсальности* (разд. 1.3.4). *Сложнодинамическая космология* (включающая и более высокие уровни сложности) решает проблемы тёмной массы и энергии без «невидимых» сущностей (разд. 2.1, 2.2), вместе с другими старыми и новыми проблемами унитарной космологии (разд. 1.3.5, 1.3.6, 2.3). Установленная *фундаментальная связь между числами (реалистично определённых) пространственных измерений и сил взаимодействий* (разд. 1.3.3) не оставляет места для произвольно вводимых «дополнительных» сущностей (например «скрытых измерений»).

— На более высоком подуровне сложности *взаимодействующих частиц* [1, 4, 7, 8, 10, 11, 32] (разд. 1.3.8) получаем *истинный, чисто динамический квантовый хаос* для гамильтоновой (недиссипативной) динамики и *корректный принцип соответствия* для (реальных) *хаотических систем* (естественный переход от квантового к классическому поведению при  $\hbar \rightarrow 0$ ). Динамика слегка диссипативного взаимодействия приводит к *каузально полному* пониманию *квантового измерения* в терминах *одной лишь* (каузальной) *квантовой* динамики. *Внутренняя классичность* возникает как *более высокий уровень сложности* в *замкнутой*, связанной системе, такой как атом, без какой-либо сомнительной «декогеренции под действием среды».

— Реалистичное, каузально полное основание нанобиотехнологии даётся строгим описанием произвольного взаимодействия на наномасштабе, раскрывающим неустранимую роль истинной хаотичности именно на этом наименьшем масштабе [4, 12]. Экспоненциально огромная мощность нередуцированной, сложной динамики нанобиосистем объясняет существенные свойства жизни и прямо связана с развитием сложных информационных и коммуникационных систем (см. пункт (5) ниже).

— Каузально полное описание нередуцированных взаимодействий генома ведёт к надёжной, строго обоснованной генетике и состоятельному пониманию связанных с ней эволюционных процессов [6].

— Приложения более высокой сложности включают *общее решение задачи многих тел* и связанное с ним описание «трудных» случаев *физики твёрдого тела*, нередуцированную динамику и эволюцию *живых организмов* (каузально полное понимание состояния жизни как достаточно высокого уровня нередуцированной динамики).

ческой сложности), интегральную (каузально полную) медицину, возникающие (истинные) интеллект и сознание, динамику сложных информационных и коммуникационных систем, созидательную экологию и практически эффективную концепцию устойчивого развития, строго определённые этику и эстетику [1, 4–6, 13–15].

Эти результаты демонстрируют в явном виде предполагаемые преимущества применения (точной) симметрии реального мира к решению реальных проблем и намечают практически неограниченные перспективы развития универсальной симметрии сложности и её применений.

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. P. Kirilyuk, *Universal Concept of Complexity by the Dynamic Redundancy Paradigm: Causal Randomness, Complete Wave Mechanics, and the Ultimate Unification of Knowledge* (Kyiv: Naukova Dumka: 1997); см. также ArXiv:physics/9806002.
2. A. P. Kirilyuk, *Proceedings of Institute of Mathematics of NAS of Ukraine*, **50**, Part 2: 821 (2004); ArXiv:physics/0404006.
3. A. P. Kirilyuk, *Solid State Phenomena*, **97–98**: 21 (2004); ArXiv:physics/0405063.
4. A. P. Kirilyuk, *Dynamically Multivalued, Not Unitary or Stochastic, Operation of Real Quantum, Classical and Hybrid Micro-Machines*, ArXiv:physics/0211071.
5. A. P. Kirilyuk, *Fractals in Biology and Medicine. Vol. III* (Eds. G. A. Losa, D. Merlini, T. F. Nonnenmacher, and E. R. Weibel) (Basel: Birkhäuser: 2002), p. 271; ArXiv:physics/0305119.
6. A. P. Kirilyuk, *Fractals in Biology and Medicine. Vol. IV* (Eds. G. A. Losa, D. Merlini, T. F. Nonnenmacher, and E. R. Weibel) (Basel: Birkhäuser: 2005), p. 233; ArXiv:physics/0502133; hal-00004330.
7. A. P. Kirilyuk, *Quantum Field Mechanics: Complex-Dynamical Completion of Fundamental Physics and Its Experimental Implications*, ArXiv:physics/0401164.
8. A. P. Kirilyuk, *100 Years of Quanta: Complex-Dynamical Origin of Planck's Constant and Causally Complete Extension of Quantum Mechanics*, ArXiv:quant-ph/0012069.
9. A. P. Kirilyuk, *Complex-Dynamical Approach to Cosmological Problem Solution*, ArXiv:physics/0510240.
10. A. P. Kirilyuk, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **21**, Iss.4: 455 (1996); ArXiv:quant-ph/9511034, quant-ph/9511035, quant-ph/9511036.
11. A. P. Kirilyuk, *Nucl. Instr. and Meth. B*, **69**, Iss. 2–3: 200 (1992).
12. A. P. Kirilyuk, *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*, **2**, Iss. 3: 1085 (2004); ArXiv:physics/0412097.
13. A. P. Kirilyuk, *Emerging Consciousness as a Result of Complex-Dynamical Interaction Process*, ArXiv:physics/0409140.
14. A. P. Kirilyuk, *Network Control and Engineering for QoS, Security, and Mobility, IV, IFIP. Vol. 229* (Ed. D. Gaïti) (Boston: Springer: 2007), p. 1; ArXiv: physics/0603132; hal-00020771.

15. A. P. Kirilyuk, *The Future of Life and the Future of Our Civilization. Vol. IV* (Ed. V. Burdyuzha) (Dordrecht: Springer: 2006), p. 411; ArXiv:physics/0509234; hal-00008993.
16. G. W. Bluman and S. Kumei, *Symmetries and Differential Equations* (New York: Springer: 1989).
17. V. I. Fushchich, V. M. Shtelen, and N. I. Serov, *Symmetry Analysis and Exact Solutions of Equations of Nonlinear Mathematical Physics* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: 1993).
18. J. P. Elliott and P. G. Dawber, *Symmetry in Physics* (London: Macmillan Press: 1979).
19. P. H. Dederichs, *Solid State Physics: Advances in Research and Applications. Vol. 27* (Eds. H. Ehrenreich, F. Seitz, and D. Turnbull) (New York: Academic Press: 1972), p. 136.
20. M. Gouanère, M. Spighel, N. Cue, M. J. Gaillard, R. Genre, R. Kirsch, J. C. Poizat, J. Remillieux, P. Catillon, and L. Roussel, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **30**, Iss. 1: 109 (2005).
21. L. de Broglie, *Annales de Physique* (10e Série), **III**: 22 (1925); L. de Broglie, *Recherches sur la théorie des quanta* (Paris: Fondation Louis de Broglie: 1992) (re-printed edition).
22. A. P. Kirilyuk, *75 Years of Matter Wave: Louis de Broglie and Renaissance of the Causally Complete Knowledge*, ArXiv:quant-ph/9911107.
23. J. Adams et al. (STAR Collaboration), *Nucl. Phys. A*, **757**: 102 (2005); ArXiv:nucl-ex/0501009.
24. T. Rothman and S. Boughn, *Can Gravitons Be Detected?*, ArXiv:gr-qc/0601043.
25. L. Randall and R. Sundrum, *Phys. Rev. Lett.*, **83**, Iss. 17: 3370 (1999); ArXiv:hep-ph/9905221.
26. L. Randall and R. Sundrum, *Phys. Rev. Lett.*, **83**, Iss. 23: 4690 (1999); ArXiv:hep-th/9906064.
27. V. Sahni and Yu. Shtanov, *Int. J. Mod. Phys.*, **D11**, Iss. 10: 1515 (2000); ArXiv:gr-qc/0205111.
28. A. Burinskii, *Wonderful Consequences of the Kerr Theorem*, ArXiv:hep-th/0506006.
29. A. Burinskii, *The Dirac-Kerr Electron*, ArXiv:hep-th/0507109.
30. L. de Broglie, *La Thermodynamique de la Particule Isolée (Thermodynamique Cachée des Particules)* (Paris: Gauthier-Villars: 1964).
31. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, *Теория поля* (Москва: Наука: 1989).
32. A. P. Kirilyuk, *Causal Wave Mechanics and the Advent of Complexity. IV. Dynamical Origin of Quantum Indeterminacy and Wave Reduction*, ArXiv:quant-ph/9511037.
33. S. Khalil and C. Munoz, *Contemp. Phys.*, **43**, Iss. 2: 51 (2002); ArXiv:hep-ph/0110122.
34. K.A. Olive, *TASI Lectures on Dark Matter*, ArXiv:astro-ph/0301505.
35. V. Sahni, *The Physics of the Early Universe* (Ed. E. Papantonopoulos) (New York: Springer: 2005), p. 141.
36. M. R. Merrifield, *Dark Matter on Galactic Scales (Or the Lack Thereof)*, ArXiv:astro-ph/0412059.
37. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, *Механика* (Москва: Наука: 1988).
38. M. Milgrom, *Acta Physica Polonica B*, **32**, Iss. 11: 3613 (2001); ArXiv:astro-

- ph/0112069.
39. R. H. Sanders and S. S. McGaugh, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **40**: 263 (2002); ArXiv:astro-ph/0204521.
  40. R. Scarpa, *1st Crisis in Cosmology Conference, CCC-I* (Eds. E. J. Lerner and J. B. Almeida) (Melville: AIP: 2006), p. 253; ArXiv:astro-ph/0601478.
  41. M. Lypez-Corredoira, *Recent Research Developments in Astronomy & Astrophysics. Vol. 1* (Ed. S. G. Pandalai) (Kerala: Research Signpost: 2003), p. 561; ArXiv:astro-ph/0310214.
  42. M. Kline, *Mathematics: The Loss of Certainty* (New York: Oxford University Press: 1980).
  43. J. Horgan, *Scientific American*, **272**: Iss. 6: 74 (1995).
  44. J. Horgan, *The End of Science. Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age* (Helix: Addison-Wesley: 1996).