

Введение

Научный подход к изучению современной генетики находится на стыке нескольких дисциплин: молекулярной биологии, прикладной математики и физики [1–41]. Из этих трёх дисциплин физика как наука о природе обязана объяснить многие наблюдаемые явления общего характера на основе физических законов, которым подчиняется любой материальный объект, включая геном и его волновую (полевую) природу. С нашей точки зрения, для описания некоторых свойств волнового генома современной научной парадигмы недостаточно хотя бы потому, что большинство фундаментальных теорий физики базируются на понятии точечной частицы, что является идеализацией реальных частиц и порождает ряд трудностей полевой теории. Ещё А. Эйнштейн отмечал, что «в основе последовательной теории поля помимо понятия поля не должно быть никакого понятия, относящегося к частицам» [42].

Развивая идеи А. Эйнштейна [43–47] и др. [48, 49], связанные с поиском уравнений единого поля, мы приходим к выводу, что источником всех материальных объектов является физический вакуум (рис. 1) и основные свойства объектов можно

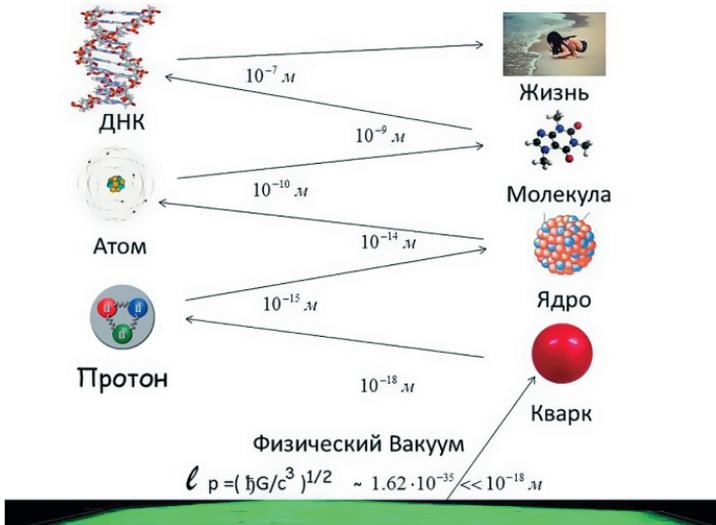


Рис. 1. Физический вакуум как источник материального мира

узнать, изучая физический вакуум. Поэтому на современном этапе развития физики программа Эйнштейна нашла своё воплощение в *теории физического вакуума* [50, 51].

Как показывает история науки, в создании новой фундаментальной теории принимают участие несколько человек, работы которых дают основной вклад. Наибольший вклад в развитие теории физического вакуума внесли математики Р. Пенроуз и Э. Ньюмен (Англия, США) [52–56], специалист по математической физике М. Кармели (Израиль) [57–61] и физик Г. Шипов (Россия) [50, 51]. В самом общем виде уравнения физического вакуума представляются в виде системы нелинейных спинорных уравнений, в которую входят [51]:

1) геометризированные нелинейные спинорные уравнения Гейзенберга

$$\begin{aligned} \nabla_{\beta\dot{\chi}} l_{\alpha} &= \nu o_{\alpha} o_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} - \lambda o_{\alpha} o_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} - \mu o_{\alpha} l_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} + \pi o_{\alpha} l_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} - \\ &- \gamma l_{\alpha} o_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} + \alpha l_{\alpha} o_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} + \beta l_{\alpha} l_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} - \varepsilon l_{\alpha} l_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}}, \end{aligned} \quad (A_{s^+}.1)$$

$$\begin{aligned} \nabla_{\beta\dot{\chi}} o_{\alpha} &= \gamma o_{\alpha} o_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} - \alpha o_{\alpha} o_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} - \beta o_{\alpha} l_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} + \varepsilon o_{\alpha} l_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} - \\ &- \tau l_{\alpha} o_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} + \rho l_{\alpha} o_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}} + \sigma l_{\alpha} l_{\beta} \bar{o}_{\dot{\chi}} - \kappa l_{\alpha} l_{\beta} \bar{l}_{\dot{\chi}}, \end{aligned} \quad (A_{s^+}.2)$$

$$\alpha, \beta \dots = 0, 1, \quad \dot{\chi}, \dot{\gamma} \dots = \dot{0}, \dot{1};$$

2) геометризированные спинорные уравнения Эйнштейна

$$2\Phi_{AB\dot{C}\dot{D}} + \Lambda \varepsilon_{AB} \varepsilon_{\dot{C}\dot{D}} = \nu T_{A\dot{C}B\dot{D}};$$

3) геометризированные спинорные уравнения Янга – Миллса с калибровочной группой $SL(2, C)$

$$\begin{aligned} C_{A\dot{B}\dot{C}\dot{D}} - \delta_{\dot{C}\dot{D}} T_{A\dot{B}} + \delta_{A\dot{B}} T_{\dot{C}\dot{D}} + (T_{\dot{C}\dot{D}})^F T_{F\dot{B}} + (T_{\dot{D}\dot{C}}^+)^{\dot{F}} T_{A\dot{F}} - \\ - (T_{A\dot{B}})^F T_{F\dot{D}} - (T_{\dot{B}\dot{A}}^+)^{\dot{F}} T_{\dot{C}\dot{F}} - [T_{A\dot{B}} T_{\dot{C}\dot{D}}] = -\nu J_{A\dot{C}B\dot{D}}, \end{aligned}$$

$$A, B \dots = 0, 1, \quad \dot{B}, \dot{D} \dots = \dot{0}, \dot{1};$$

плюс уравнения $\bar{A}_{s^+}, \bar{B}_{s^+}$ описывающие левую материю, плюс уравнения, описывающие левую материю A_{s^-}, B_{s^-} и левую антиматерию $\bar{A}_{s^-}, \bar{B}_{s^-}$.

Уравнения, $(\overset{+}{A}_{s^+}.1)$, $(\overset{+}{A}_{s^+}.2)$ являются фундаментальным обобщением конструктивных уравнений Иваненко — Гейзенберга с кубической нелинейностью [62–65]

$$\gamma^k \delta_k \psi + l^2 \gamma_k \gamma_5 \psi (\psi^* \gamma^k \gamma_5 \psi) = 0 \quad (1)$$

которые были использованы В. Гейзенбергом для построения теории элементарных частиц из частиц спина $s = \hbar/2$. Уравнения $(\overset{+}{B}_{s^+}.1)$ представляют собой фундаментальное обобщение феноменологических (в силу того, что тензор энергии-импульса не геометризован, а «записан руками» [66]) уравнений Эйнштейна

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \quad (2)$$

В отличие от уравнений Эйнштейна (2), тензор энергии-импульса в уравнениях $(\overset{+}{B}_{s^+}.1)$ геометризован и может быть вычислен для любого решения системы уравнений физического вакуума. Уравнения $(\overset{+}{B}_{s^+}.2)$ оказываются фундаментальным обобщением конструктивных уравнений Янга – Миллса

$$F^a_{ik} - \delta_i A^a_k + \delta_k A^a_i - g^{abc} A_{ib} A_{kc} = J^a_{ik}, \quad (3)$$

причём тензор тока J_{ACBD} в уравнениях $(\overset{+}{B}_{s^+}.2)$ геометризован и выражается через тензор энергии-импульса T_{ACBD} . Ток J_{ACBD} также вычисляется, если известно решение системы уравнений $(\overset{+}{A}_{s^+}.1)$, $(\overset{+}{A}_{s^+}.2)$, $(\overset{+}{B}_{s^+}.1)$ и $(\overset{+}{B}_{s^+}.2)$.

Уравнения физического вакуума описывают чисто полевой объект, состоящий из кривизны и кручения 10-мерного гиперпространства $A_4(6)$.

На рис. 2 наглядно представлено решение Алькубьерре [67], техническое воплощение которого позволит путешествовать в космическом пространстве со сверхсветовыми скоростями, не используя традиционный реактивный двигатель. Вверху слева на рис. 2 приведена символическая запись уравнений физического вакуума, которая содержит кривизну Римана R_{ijkm} и кручение Риччи Ω^i_{jk} [68]. Чисто полевой объект, представ-

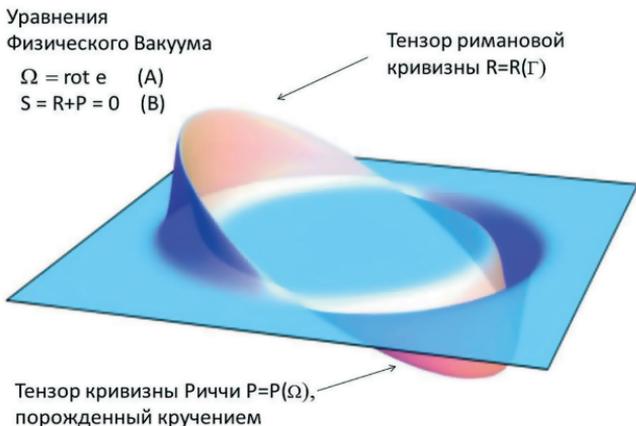


Рис. 2. Пример решения уравнений физического вакуума

ленный на рис. 2, далёк от образа точечной частицы и в общем случае описывается системой уравнений $(A_{s^+}^+, .1)$, $(A_{s^+}^+, .2)$, $(B_{s^+}^+, .1)$ и $(B_{s^+}^+, .2)$, содержащей кривизну и кручение пространства. Примерно 150 лет назад английский математик У. Клиффорд высказал идею о том, что «в мире не происходит ничего, кроме изменения кривизны пространства», и что материя представляет собой «сгустки пространства» [69, 164]. Основываясь на уравнениях физического вакуума, мы теперь можем сказать, что в мире не происходит ничего, кроме изменения кривизны R_{ijkm} и кручения пространства Ω_{jk}^{-i} [51].

Любое решение уравнений физического вакуума носит триплетный характер, а именно: каждое решение описывает брадион (объект, движущийся с досветовой скоростью), люксон (объект, движущийся со световой скоростью) и тахион (движущийся со сверхсветовой скоростью). Это свойство уравнений вакуума предсказывает возможность наблюдать движение объектов внутри светового конуса будущего, на световом конусе будущего и прошлого, а также внутри светового конуса прошлого (рис. 3) [51].

Экспериментальное подтверждение существования сверхсветовой передачи сигнала было найдено тремя независимыми группами исследователей: 1) в Пулковской обсерватории профессором Н. Козыревым [70]; 2) в обсерватории Академгородка Новосибирска академиком М. Лаврентьевым с сотрудниками

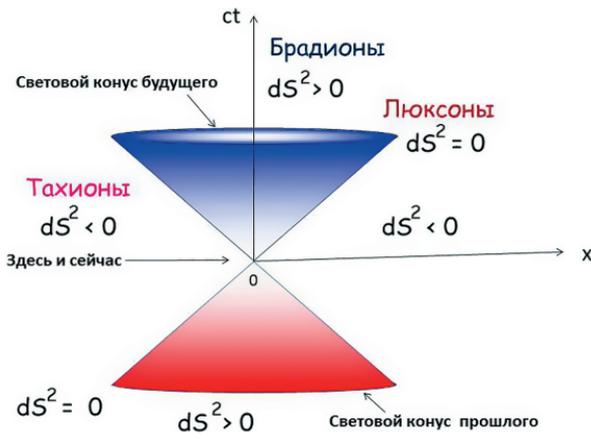


Рис. 3. Решения уравнений физического вакуума охватывают все области пространства

[71–73]; 3) в обсерватории Крыма А. Акимовым с сотрудниками [74]. Все три группы зарегистрировали сигналы от астрономических объектов, идущих со сверхсветовыми скоростями и явно не электромагнитной природы.

Наблюдение относительной динамики некоторых космических объектов также обнаруживает их сверхсветовые движения. Например, сверхсветовое относительное движение разлетающихся компонент галактики NGC1275 происходит со скоростью $\sim 5c$ [75]. Сверхсветовая скорость оказывается в данном случае следствием наблюдаемого расширения Вселенной.

Как было сказано выше, уравнения физического вакуума предсказывают существование сверхсветовых объектов, а эксперименты это подтверждают [70–74]. В теории относительности известна теорема Терлецкого [76], которая доказывает существование отрицательных энергий, если в природе существуют сверхсветовые частицы. Частицы, обладающие отрицательной энергией, движутся вспять по времени. Движение вспять по времени впервые обнаружил Дирак после того, как он вывел из уравнения Клейна – Гордона уравнение Дирака [77]. Как известно, решение уравнения Дирака описывает состояния с отрицательной энергией (решение для позитрона), которое можно рассматривать как движение электрона вспять по времени, что приводит к нарушению классической причинности: сначала причина, потом следствие. При движении вспять по времени классический принцип причинности расширяется, допуская

описание событий, в которых сперва появляется следствие, а потом причина. Такой обобщённый принцип мы будем называть *суперпричинность*. Из психофизического опыта известно, что сознание способно получать информацию как из будущего, так и из прошлого. Это побудило многих исследователей использовать в теоретических исследованиях не только запаздывающие, но и опережающие решения волновых квантовых уравнений. В современной квантовой теории поля отрицательные энергии (и движение вспять по времени) в микромасштабах вполне допустимо. Однако принято считать, что при усреднении по большому ансамблю частиц (т.е. в макромасштабах) стрела времени всегда направлена только в будущее [80]. Однако эксперименты Н. Козырева и др. [70–75] показывают, что суперпричинность возможна и на макроуровне.

Уравнения физического вакуума ($A_{s^+}^+.1$), ($A_{s^+}^+.2$), ($B_{s^+}^+.1$) и ($B_{s^+}^+.2$) не содержат никаких физических констант, поскольку изначально средние значения всех физических характеристик вакуума равны нулю. Физические константы (или функции) появляются в уравнениях после того, как уравнения физического вакуума будут проинтегрированы [51]. Конкретный физический смысл найденных таким образом констант определяется после того, как решения уравнений физического вакуума сопоставляются с решениями уже известных фундаментальных уравнений физики. После того как найдены физические значения констант интегрирования, необходимо использовать принцип соответствия уравнений физического вакуума фундаментальным уравнениям физики, разлагая их по найденным физическим константам. Действуя подобным образом, мы получаем из уравнений ($A_{s^+}^+.1$), ($A_{s^+}^+.2$), ($B_{s^+}^+.1$) и ($B_{s^+}^+.2$) вакуумную механику, которая называется четвёртым обобщением механики Ньютона [78–80]. Действительно, в XX веке механика Ньютона обобщалась три раза: в 1905 году А. Эйнштейном [81] (специальная теория относительности) для скоростей материальной частицы, сравнимых со скоростью света; в 1915 году А. Эйнштейном [82] (общая теория относительности) для движения массивных частиц в сильных гравитационных полях; в 1926 году Э. Шредингером [83], М. Планком, А. Эйнштейном и Л. де Бройлем (квантовая ме-

ханика) для описания движения материальных частиц в микромире. Уравнения физического вакуума необходимо рассматривать как четвёртое обобщение механики Ньютона, из которого в частном случае следуют все перечисленные выше обобщения. Такая механика сводит всю физику к полевым взаимодействиям трёх физических полей: гравитационного, электромагнитного и поля инерции [51], причём поле инерции является первичным по отношению к другим физическим полям в силу универсальности явления инерции.

Пожалуй, самым впечатляющим следствием уравнений физического вакуума является *субквантовая механика* [84, 85], обобщающая ортодоксальную квантовую механику Шредингера – Дирака. В субквантовой механике *волновая функция (волна де Бройля) оказалась полем инерции*, нормированным на единицу, что соответствует интуитивному представлению Э. Шредингера, Л. де Бройля и А. Эйнштейна о связи волновой функции квантовой механики с реальным физическим полем. В субквантовой механике таким полем оказалось поле инерции [85].

На рис. 2 изображён простейший объект, который подчиняется уравнениям субквантовой механики. Для описания его движения как целостной полевой системы обычной квантовой механики — и тем более механики Ньютона или Эйнштейна — недостаточно. Полную информацию о его движении содержат уравнения физического вакуума ($\overset{+}{A}_{s^+}.1$), ($\overset{+}{A}_{s^+}.2$), ($\overset{+}{B}_{s^+}.1$) и ($\overset{+}{B}_{s^+}.2$). Чтобы сравнить полученные из теоретических расчётов характеристики движения с наблюдаемыми экспериментальными данными, необходимо: а) найти конкретное решение уравнений физического вакуума; б) используя найденное решение, вычислить плотность поля инерции T_{jk}^i для данного решения по формуле [51]

$$\rho(T_{jk}^i) = \frac{2g^{jm}}{v c^2} \left\{ \nabla_{[i} T_{|j|m]}^i + T_{s[i}^i T_{|j|m]}^s \right\}, \quad i, j, k, \dots = 0, 1, 2, 3; \quad (4)$$

в) найти среднее значение физической величины X с помощью соотношения

$$\langle X \rangle = \int \rho \sqrt{g} X dV = \frac{2}{c^2} \int \frac{g^{jm} X}{v} \left\{ \nabla_{[i} T_{|j|m]}^i + T_{s[i}^i T_{|j|m]}^s \right\} \sqrt{g} dV, \quad dV = dx^1 dx^2 dx^3. \quad (5)$$

Для тензора энергии-импульса материи вида $T_{jk} = \rho c^2 u_j u_k$, $u_k u^k = 1$ плотность (4) удовлетворяет следующим уравнениям полей динамики

$$\nabla^*_{i}(\rho u^i) = \partial_i(\rho u^i) + \rho u^n \Gamma^j_{nj} + \rho u^n T^j_{nj} = 0, \quad (6)$$

$$\rho \frac{du^k}{ds} + \rho \Gamma^k_{mn} u^m u^n + \rho T^k_{mnu^m} u^n = 0, \quad (7)$$

$$\nabla^*_{i} \rho = \partial_i \rho = 0, \quad (8)$$

которые позволяют рассматривать физический вакуум как некую упругую среду с плотностью (4), уравнением непрерывности (6), уравнениями движения (7) и уравнением несжимаемости (8).

Поскольку поле инерции, определяющее плотность материи (4), связано с волновой функцией квантовой механики, то перепутывание волновых функций (ЭПР-эффект) вызывает перепутывания плотностей взаимодействующих объектов. Это свойство субквантовой физики порождает *гиперпричинность*, что означает постоянную связь между когда-либо взаимодействующими объектами, как далеко бы они ни находились.

Теория физического вакуума проявляет себя как *постматериалистическая* теория, поскольку, кроме четырёх материальных уровней реальности (рис. 4), изучаемых современной ма-

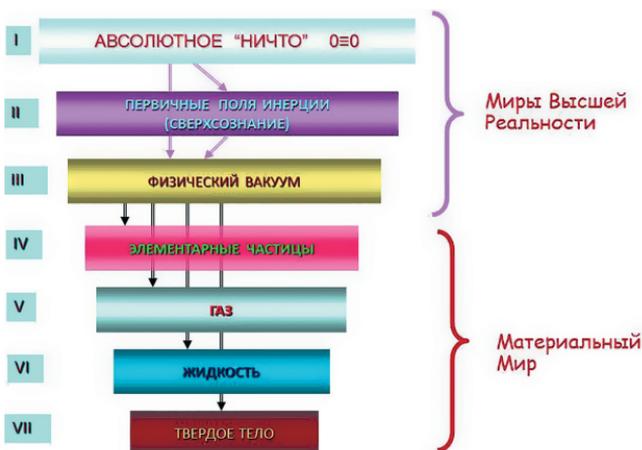


Рис. 4. Уровни реальности в теории физического вакуума

териалистической физикой, в ней существуют добавочно три уровня, относящихся к миру Высшей Реальности.

Первый уровень реальности описывается тождеством вида. С точки зрения современной науки (в рамках двоичной логики «да» и «нет») это тождество бессодержательно, поскольку не позволяет сказать об Абсолютном «ничто» ничего конкретного. Тем не менее именно этот уровень реальности порождает уровень II первичных полей инерции и уровень III физического вакуума. Уровень Абсолютного «ничто» *обладает максимальной устойчивостью*. Действительно, уровень физического вакуума описывается системой уравнений ($A_{s^+}^+$.1), ($A_{s^+}^+$.2), ($B_{s^+}^+$.1) и ($B_{s^+}^+$.2). Эти уравнения переходят в уравнения первичных полей инерции, когда риманова кривизна R_{ijkl} обращается в нуль [51].

Уровень II представляет собой некоторую первичную материю, согласно которой будет возникать первичное поле инерции. По своим свойствам первичное поле инерции отличается от обычной материи тем, что не искривляет пространство, т.е. не участвует в силовых взаимодействиях.

Уравнения уровней II и III носят характер тождеств, поскольку в общем случае удовлетворяют любому набору искомым переменных. После того как из Абсолютного «ничто» возникли уровни II и III, на уровне II рождается «тонкая материя», представленная первичными полями инерции. Анализ уравнений первичных полей инерции показывает, что *тензор энергии-импульса этих полей равен нулю*, хотя сами поля отличны от нуля. Поля с нулевым тензором энергии-импульса не искривляют пространство, не имеют энергии и несут информацию о вращательных свойствах материи. В общем случае «вращательная» информация может менять величину и направление вращения собственного углового момента материальных объектов без изменения их энергии. Решения уравнений первичных полей инерции показывают, что в природе существуют объекты, у которых нет ни массы, ни заряда, а есть только спин. Из-за отсутствия потенциальной энергии взаимодействия у этих объектов их проникающая способность оказывается значительной.

В современной физике известна элементарная частица нейтрино, которая (теоретически), подобно первичному полю инерции, обладает только спином. Экспериментально установлена высокая проникающая способность нейтрино. У первичного поля инерции энергия и импульс равны нулю с самого начала, поэтому говорить о скорости распространения этого поля, вообще говоря, не имеет смысла. Если такое поле появляется, то оно *накрывает* сразу всё пространство. Оно как бы сразу есть везде и всегда. Такое свойство первичного поля инерции можно определить как *мегапричинность*, поскольку это свойство делает первичное поле инерции прекрасным инструментом для управления процессами, происходящими во Вселенной.

Уровень II можно определить как сверхсознание или как банк данных обо всех событиях, происходивших, происходящих и которые произойдут в будущем. Подобный банк данных содержит все законы мироздания, известные человечеству, и те, которые ещё предстоит познать.

В 1991 году Джон Хагелин, специалист по теории элементарных частиц, ученик индийского философа и физика Махариши Махеш Йоги, пытается построить теорию единого поля, исходя из того, что во Вселенной существует поле сознания (или суперсознание), которое несёт в себе все законы мироздания [86]. В состоянии медитации сознание человека способно подключаться к полю сознания и получать знания об устройстве Мира напрямую, не производя обычного физического опыта. Опираясь на индийские древние учения, Д. Хагелин выписывает лагранжиан поля сознания в виде довольно сложного выражения, подобно тому, как это делается в стандартной модели. Интересную идею высказал М. Питканен [87] в его концепции топологической геометродинамики (TGD-model), в которой вся Вселенная есть одно огромное суперсознание. Всё это говорит о том, что человечество находится в поиске постматериальной теории Мироздания.

1. Застой и аномальные эксперименты в классической механике

Уравнения физического вакуума ($\overset{+}{A}_{s^+} .1$), ($\overset{+}{A}_{s^+} .2$), ($\overset{+}{B}_{s^+} .1$) и ($\overset{+}{B}_{s^+} .2$) достаточно абстрактны, и создаётся впечатление, что они «слишком математизированы» и вряд ли имеют отношение к физическим явлениям. Основная методика, которая привела одного из авторов к этим уравнениям, состояла в том, чтобы избавиться от трудностей фундаментальных физических теорий — классической механики (Ньютона, Эйлера), классической электродинамики (Максвелла – Лоренца) и классической гравитационной динамики (Ньютона, Эйнштейна). Эти фундаментальные теории составляют примерно, 1 % от всего массива существующих в настоящее время теорий. Остальные 99 % составляют полужуравнения (квантовая механика, квантовая теория поля), феноменологические (теория ядерных сил, слабых взаимодействий, электромагнитных форм-факторов), полужуравнения (спонтанное нарушение симметрии вакуума, стандартная модель), конструктивные (поля Янга – Миллса, суперсимметрии и т.д.) и академические (теория струн, теория твисторов и др.) теории [88], которые носят предварительный характер и которые со временем будут заменены фундаментальной теорией. Последняя фундаментальная физическая теория — общерелятивистская теория гравитации — была создана А. Эйнштейном в 1915 году, и вот прошло уже 100 лет, как не было создано ни одной новой фундаментальной физической теории, что указывает на застой в фундаментальной физике.

1.1. Застой в механике твёрдого тела и кручение пространства

«Мы все что-то прозевали, что-то очень важное, — пишет Роджер Пенроуз на последней странице своей фундаментальной книги „Путь к реальности“» [53]. Здесь будет кратко изложено представление о том, «что мы все прозевали» в механике

ке твёрдого тела. Последствия этого фундаментального «зевка» привели к застою во всей фундаментальной физике и к низкой эффективности научных исследований.

Физика начинается с механики, и дальнейшее развитие фундаментальной физики всегда связано с изменением основ механики. Так было, когда механика материальной точки Ньютона [93], базирующаяся на трёх уравнениях Ньютона и трёх законах Ньютона, *была обобщена Л. Эйлером до механики твёрдого тела*. В механике Эйлера вместо материальной точки Ньютона [89] рассматривается (абсолютно) твёрдое тело конечных размеров, состоящее из множества материальных точек, расстояние между которыми не меняется. В инерциальной системе отсчёта вместо трёх уравнений Ньютона Л. Эйлер вводит шесть уравнений для описания движения твёрдого тела: три поступательных и три вращательных уравнения движения

$$\frac{d}{dt}\vec{P} = \vec{F}_e, \quad \vec{P} = m\vec{v}_m = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i, \quad \vec{F}_e = \sum_{i=1}^N \vec{F}_{ei}, \quad (i=1,2,\dots,N) \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt}\vec{L} = \vec{M}_e, \quad \vec{L} = \sum_{i=1}^N \vec{L}_i, \quad \vec{L}_i = m_i [\vec{r}_i' \vec{v}_i'] = m_i [\vec{r}_i' [\omega \vec{r}_i']], \quad \vec{M}_e = \sum_{i=1}^N M_{ei}. \quad (10)$$

В уравнениях (9) и (10) искомыми переменными оказываются три трансляционные координаты x, y, z и три неголономные координаты $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

$$\varphi_1 = \varphi = \angle \vec{e}_1 \vec{e}_\xi, \quad \varphi_2 = \theta = \angle \vec{e}_3 \vec{e}'_3, \quad \varphi_3 = \psi = \angle \vec{e}_\xi \vec{e}'_1, \\ 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \quad 0 \leq \theta \leq \pi, \quad 0 \leq \psi \leq 2\pi$$

— углы Эйлера (рис. 5). Необходимо было сразу поставить вопрос: как связаны между собой голономные трансляционные координаты x, y, z и неголономные координаты $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ в координатном многообразии, на котором заданы уравнения Эйлера (9) и (10)? Формальный вывод уравнений (9) и (10), полученный впервые Л. Эйлером [90, 91], создаёт впечатление, что они являются следствием механики Ньютона. Но, как известно, группа трансляционных преобразований $T(3)$ Галилея — Ньютона, действующая на множестве трансляционных координат x, y, z и группа трёхмерных вращений $O(3)$, действующая на множестве вращательных координат $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, имеют разные

топологические свойства. Это различие приводит к тому, что геометрия пространства событий механики твёрдого тела отлична от геометрии Евклида [92], лежащей в основе механики Ньютона. Кроме того, при переходе во вращающуюся систему отсчёта S' , жёстко связанную с твёрдым телом, уравнения (9) и (10) принимают вид

$$\frac{d'}{dt} \bar{P} + [\bar{\omega} \bar{P}] = \bar{F}_e, \quad (11)$$

$$\frac{d'}{dt} \bar{L} + [\bar{\omega} \bar{L}] = \bar{M}_e, \quad (12)$$

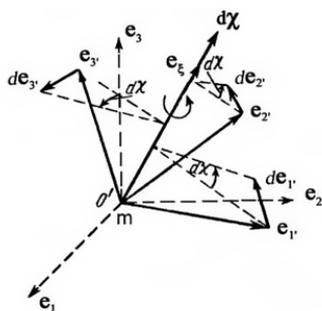
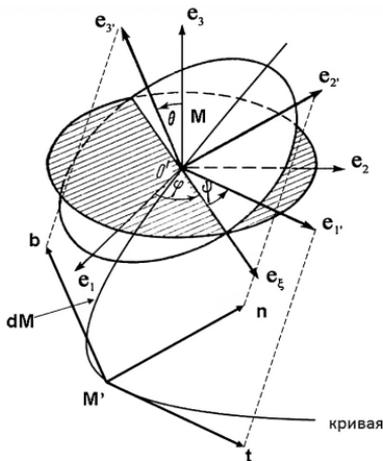


Рис. 5. Слева — углы Эйлера и движение центра масс твёрдого тела вдоль произвольной кривой; справа — графическое изображение теоремы Эйлера: бесконечно малые повороты вокруг трёх осей можно заменить поворотом вокруг оси, направленной по вектору \bar{e}_χ

и становятся взаимно зависимыми, поскольку содержат силы инерции $[\bar{\omega} \bar{P}]$ и моменты сил инерции $[\bar{\omega} \bar{L}]$, зависящие от частоты $\bar{\omega}$.

Л. Эйлер прекрасно понимал, что он открыл новый принцип механики [91], над которым он работал 25 лет и который воплощён в уравнениях (12). Но Л. Эйлер работал как математик и не сформулировал физические принципы механики твёрдого тела, как это обычно происходит при обобщении фундаментальной физической теории. Например, исходя из опыта, необходимо сформулировать закон вращательной инерции твёрдого тела так: *вращающееся тело будет вращаться сколь угодно долго по инерции, если на него не действуют внешние силы и моменты сил.* Закон вращательной инерции и уравне-

ния (11), (12) нужно рассматривать как обобщение закона поступательной относительности механики Ньютона, дополненного *вращательной относительностью* [51]. Действительно, поступательная относительность, основанная на трансляционных координатах x, y, z , рассматривает пространство событий механики Ньютона как пространство Евклида с трансляционной метрикой $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$, заданной на группе трансляций $T(3)$. Но в механике твёрдого тела существует дифференциал бесконечно малого поворота (рис. 5), определяемый через углы Эйлера

$$\vec{d}\vec{\chi} = d\chi \vec{e}_x + \vec{e}_3 d\varphi + \vec{e}_2 d\theta + \vec{e}_1 d\psi. \quad (13)$$

Квадрат соотношения (13) образует *вращательную метрику* [92, 93]

$$d\tau^2 = (\vec{d}\vec{\chi})^2 = d\chi^\alpha d\chi^\beta g_{\alpha\beta} = T^\alpha_{\beta\gamma} T^\beta_{\alpha\sigma} dx^\gamma dx^\sigma = \Omega^\alpha_{\beta\gamma} \Omega^\beta_{\alpha\sigma} ds^2, \quad \alpha, \beta, \gamma, \dots = 1, 2, 3, \quad (14)$$

которую Л. Эйлер упустил из вида и на которую до сих пор не обращают внимания специалисты по теоретической механике. Эта метрика задана на группе пространственных вращений $O(3)$. В метрике (14) $T^\beta_{\alpha\gamma} = e^\beta_A \delta_\gamma^\alpha e^A_\alpha = -e^A_\beta \delta_\gamma^\alpha e^A_\alpha$ — коэффициенты вращения Риччи, введённые в науку в конце XIX века [64], $e^A_\alpha e^\alpha_B = \delta^A_B$, $e^A_\alpha e^\beta_A = \delta^\beta_\alpha$, $A, B, C, \dots = 1, 2, 3$ — нормированная триада Эйлера, $\Omega_{\beta\alpha} = -\Omega_{\alpha\beta} = T_{\beta\alpha\gamma} dx^\gamma/ds$ — тензор угловой скорости вращения триады Эйлера, матрица которой имеет вид [51]

$$\Omega_{\alpha\beta} = -\Omega_{\beta\alpha} = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_3 & \omega_2 \\ \omega_3 & 0 & -\omega_1 \\ -\omega_2 & \omega_1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Здесь $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — компоненты (псевдо)вектора угловой скорости вращения триады Эйлера или 3D ускоренная система отсчёта, жёстко связанная с твёрдым телом. Если вместо Декартовых трансляционных координат x, y, z мы перейдём к произвольным криволинейным координатам, то получим вместо коэффициентов вращения Риччи $T^\beta_{\alpha\gamma}$ связность [51]