

ПРИНЦИП МАХА И НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В 5-МЕРНОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ

Б.Г. Алиев

г. Хемниц, Германия

Аннотация. Рассмотрено дальнейшее развитие пятимерной теории поля и показано, что она содержит ещё немало всё более новых и весьма перспективных возможностей, которые касаются влияния размерности нашей Вселенной и её геометрии на имеющиеся в ней физико-геометрические характеристики, а также выявления связи между полевыми уравнениями данной теории и различными старыми и новыми проблемами современной физики, астрофизики и космологии.

Ключевые слова: общая теория относительности, пятимерные теории типа Калуцы и Клейна, скалярно-тензорные теории, принцип Маха, пятимерные тождества Риччи, уравнения Максвелла, монополь Дирака, эффект Казимира

Полна, полна чудес могучая Природа...

*Каватина царя Берендея из оперы
Н.А. Римского-Корсакова «Снегурочка»*

Уделяй время Мечте! И тогда ты непременно
найдёшь свою дорогу к звёздам!

Старинная ирландская поговорка

Введение

В статье анализируются различные старые и новые обобщения общей теории относительности (ОТО) на основе пятимерного подхода, а также их связь со скалярно-тензорными теориями гравитации и, следовательно, принципом Маха [1]. Кроме того, выходя за рамки 5-оптики, в которой имеет место, как показали В.А. Фок [2] и Ю.Б. Румер [3], условие $e/m_0 = const$, нами здесь вводится обобщённая концепция массы покоя m_0 пробной частицы: $m_0 \rightarrow \hat{m}_0$ (см. подробности в [4–7]), тесно связанная с изменением размерности риманова пространства, в котором движется рассматриваемая частица. Эта концепция однозначно приводит к переменности отношения e/\hat{m}_0 и ещё, как вполне возможному здесь варианту, комплексности данной массы покоя \hat{m}_0 , а также даёт нам явную функциональную зависимость её от некоего нового, фундаментального скалярного гравитационного поля φ , которое порождается

в нашем 5-мерном случае компонентой G_{55} 5-метрики $G_{AB} = g_{AB} - \lambda_A \cdot \lambda_B$, где индексы принимают значения: $A, B = 0, 1, 2, 3, 5$. Здесь λ_A – пространственно-подобный единичный вектор: $\lambda_A \cdot \lambda^A = -1$, который к тому же касателен к координатной линии x^5 и ортогонален к пространственно-временной гиперповерхности V_4 с 4-метрикой g_{AB} (см. подробности в [4–8]). Этот факт позволяет установить связь между пятимерным подходом и всем известным принципом Маха [1]. Более того, именно полученная явная формула для обобщённой массы \hat{m}_0 [4–7] свидетельствует о том, что в Природе выполняется некий *Принцип Экономии*, в силу которого, как оказывается, электрический заряд Q_{El} одновременно выполняет и функции скалярного заряда Q_{Sc} ($Q_{El} \equiv Q_{Sc}$), что убедительно говорит об отсутствии в нашей Вселенной этого таинственного и так до сих пор и не найденного скалярного заряда. Интригующая гипотеза о возможности в конечном итоге комплексной структуры обобщённой массы покоя \hat{m}_0 также убедительно приводит к вполне допустимой мысли о том, что возможна реальная связь пятимерного подхода с квантовой теорией [7; 9].

Также очень интересно рассмотреть вклад этой концепции в реальность давно уже высказываемой идеи о существовании пятой силы, особенно в свете полученных совсем недавно на ускорителе в Батавии обнадёживающих экспериментальных данных. Обсуждается роль этой силы как одной из возможных причин расширения Вселенной [7; 9; 10]. Кроме того, в этой связи возникают вполне допустимые идеи о возможном вкладе новой концепции массы покоя \hat{m}_0 в решение появившихся в последние десятилетия проблем, связанных с тёмной материей и тёмной энергией [7; 9; 10].

Как следствие и иллюстрация изложенного выше рассматривается (4+1)-редукция пятимерных тождеств Риччи [6; 7; 9; 10], подтверждающая, что полученные физико-геометрические характеристики пятимерной теории и связывающие их уравнения соответствуют идеям выдающегося математика конца XIX в. В. Клиффорда [11] о римановой структуре как нашего пятимерного Мира так, конечно, и его четырёхмерного пространственно-временного сечения. При этом возникает новый взгляд на подлинные истоки обеих пар уравнений Максвелла, а также на вопрос об их, как оказывается, кажущейся симметрии и в то же время, как далее выясняется, удивительной взаимосвязи между ними [9]. Кроме того, всё это приводит к новому взгляду на старую и весьма известную проблему так называемого и до сих пор также так нигде и не найденного магнитного монополя Дирака [6; 7; 9; 10]. И, кроме того, анализ этих тождеств наводит нас на мысль о том, что процесс перехода Вселенной к нашему цилиндрическому по пятой координате Миру аналогичен фазовому переходу второго рода в гелии и порождает гипотезу о том, что скалярный бозонный «океан», в который погружён наш Мир, в итоге приобретает в результате этого перехода некое новое свойство, весьма аналогичное сверхтекучести, что проливает новый свет на наше видение и понимание

обнаруженного сравнительно недавно на опыте эффекта ускоренного расширения нашей Вселенной [6; 7; 9; 10].

Краткий обзор пятимерных обобщений ОТО

Как известно, вскоре после создания А. Эйнштейном ОТО появился ряд работ, в которых была предпринята попытка геометризации не только гравитации, но и другого, уже хорошо известного всем на тот момент времени фундаментального взаимодействия – электромагнетизма. К наиболее интересным из них следует отнести работу Г. Вейля [13], в которой объединение двух взаимодействий осуществляется на базе более общей геометрии, чем риманова, а также пионерские работы Т. Калуцы [14] и О. Клейна [12], в которых геометризация двух взаимодействий производилась за счёт введения дополнительного, пятого измерения. Здесь подробнее остановимся на пятимерном подходе, так как подход Вейля, как показал в своей работе Ю.С. Владимиров [15], может быть получен из пятимерного подхода с помощью введения в рассмотрение конформного соответствия двух пятимерных римановых пространств. К тому же пятимерный подход был также ещё и прародителем скалярно-тензорного обобщения ОТО, подробный обзор и анализ которого приводится в монографии Г. Тредера [16]. Мы коснёмся этого вопроса также немного позже.

Рассмотрим основные аспекты пятимерных теорий. В основе этого подхода лежит тот факт, что пятимерная скалярная кривизна при осуществлении $(4+1)$ -редукции $V_5 \rightarrow V_4$ пятимерного риманова пространства-времени с помощью монадного метода в хронометрической калибровке и наложении условия цилиндричности по пятой координате [8] просто может быть представлена в виде суммы четырёхмерной скалярной кривизны и некоего аналога квадрата тензора электромагнитного поля. Полевые уравнения в этом случае распадаются на аналоги уравнений гравитационного поля и уравнений Максвелла.

Здесь возможны два варианта для диагональной компоненты G_{55} пятимерной метрики. Рассмотрим, как наиболее предпочтительный, только вариант с сигнатурой $(+ - - - -)$: в одном случае полагаем, что она постоянна и равна минус единице (в этом случае тут получается просто тривиальное объединение гравитационной и электромагнитной теорий), а вот во втором случае мы полагаем, что она является переменной величиной, $\varphi \equiv \sqrt{-G_{55}}$, тесно связанной с неким новым, фундаментальным скалярным гравитационным полем (этот случай мы назовём его пятимерной теорией со скалярным полем, даёт значительно более широкие возможности для построения пятимерной и единой на тот момент времени теории поля). Остановимся более подробно именно на данном варианте пятимерной единой теории со скалярным полем.

Следует отметить, что вариант с постоянной величиной G_{55} и сигнатурой $(+ - - - +)$ рассмотрел в своей работе от 1927 г. ещё Луи де Бройль [17]. В ней

он пришёл в итоге к интересным, но довольно противоречивым и не вполне ясным результатам. К его работе вернёмся несколько позже. А пока же вернёмся к сигнатуре (+---). Как уже было сказано выше, в этом случае уравнения поля также включают в себя, с одной стороны, систему уравнений Эйнштейна–Максвелла, но при этом ещё дополнительно получается также и уравнение типа Клейна–Гордона–Фока для фундаментального скалярного гравитационного поля φ . Отметим, что это уравнение неоднозначно и может иметь различный вид, если учитывать комбинации его со свёрткой уравнений гравитационного поля [8; 18].

Кроме того, полученные уравнения могут менять свой вид, если рассматривать варианты теории с конформным отображением двух римановых пространств с помощью некоего общего конформного фактора $\sigma(\varphi)$: $\hat{V}_5 \rightarrow \sigma(\varphi) \otimes V_5$. Здесь, как оказывается, можно также показать, что для определённого вида конформного фактора: $\sigma(\varphi) = \varphi^2$ – стандартное условие цилиндричности вдоль пятой координаты переходит в известное условие квазицилиндричности, предложенное Ю.С. Владимировым [15]. Это, как легко можно показать, геометрически соответствует трансформации обычного вектора Киллинга, касательного к координатной линии x^5 , в касательный также к x^5 конформный вектор Киллинга [18].

Анализ уравнений геодезических в пятимерной теории

Известно, что уравнения движения пробных частиц всегда являются неким своеобразным математическим инструментом для исследования как свойств и даже структуры самих частиц, так и свойств и структуры того же пространства-времени, в котором эти частицы движутся. В этом смысле представляется очень интересным произвести (4+1)-редукцию пятимерного уравнения геодезических линий в данном варианте единой теории. Она даёт нам такую, уже достаточно давно известную, систему уравнений [4–7; 9]:

$$\frac{D^+(\varphi \cdot \hat{p})}{ds} = 0 \Rightarrow \varphi \cdot \hat{p} = const = \frac{n \cdot e}{2 \cdot \sqrt{k_0}} = n \cdot \hat{m}_{pl}; \quad (1)$$

$$\frac{D^+ \hat{p}^\alpha}{ds} = \frac{Q_0}{\hat{m}_0 \cdot c^2} \cdot \hat{p}^\beta \cdot F_{\beta \cdot}{}^\alpha + \partial^{\alpha+} \hat{m}_0. \quad (2)$$

Здесь $Q_0 = n \cdot e$ – электрический заряд пробной частицы, e – заряд электрона, а c – скорость света [9; 18] (см. также и ниже). В этой системе учтён интеграл уравнения движения (1) вдоль пятой координаты, который приводит уже к получению уравнения движения (2). В таком, новом виде (4+1)-редукцию пятимерного уравнения геодезических мы получили впервые [4–7]. При этом можно уверенно заявить, что здесь вполне обоснованно введен в обращение новый объект: $\hat{m}_0 = m_0 / \sqrt{1 - \hat{u}^2}$ [4–7], который также можно назвать ещё и эффективной или обобщённой массой покоя. Ранее он никем не

рассматривался, и получить его можно лишь в рамках выбранной здесь сигнатуры. Добавим, что Луи де Бройль в своей работе [17] не пришёл к этому результату именно из-за неправильного выбора сигнатуры, хотя и был близок к нему. Можно здесь, правда, справедливости ради добавить, что уже немного позже профессором Т. Джангом был получен некий фактор $f = 1/\sqrt{1-\hat{u}^2}$ [20], который, как очевидно, очень просто связан с указанной выше расширенной концепцией массы покоя: $\hat{m}_0 = m_0 \cdot f$.

Правда также и в том, что автор этой работы, из-за использования более громоздкого математического аппарата и стремления сохранить постоянным отношение заряда к массе, так и не понял (или не заметил), что у него тут получается обобщённая масса \hat{m}_0 , а потому его пятимерные уравнения геодезических (см. [20. С. 29], формулы (77) и (78)) выглядят очень громоздкими и не имеют того ясного физического смысла, как полученное нами уравнение (2). Возвращаясь к работе Луи де Бройля [17], считаем необходимым отметить, что, выбрав неверную сигнатуру 5-метрики и даже попытавшись выйти за пределы 5-оптики, он всё же не смог получить правильное выражение для обобщённой массы, но при этом, рассматривая переход от пятимерия к квантовой теории, он со свойственной ему гениальной интуицией понял и отметил в заключение своей статьи [17], что пятимерный подход, по его мнению, «значительно более плодотворен, чем подход Вейля, особенно если как следует вникнуть в проблему материи и её атомной структуры», и что для заряженной пробной частицы вместо стандартного выражения для массы вида m_0 в уравнении Гамильтона–Якоби должно появиться некое новое выражение, содержащее мировые константы e, c, m_0, k_0 и, вообще говоря, \hbar . Он обозначает его следующим образом:

$$I = \sqrt{m_0^2 + \frac{e^2}{16 \cdot \pi \cdot k_0}}. \quad (3)$$

При этом он с великой убеждённостью заявил: «Если мы сможем понять, каким образом эти константы проявляются в пятимерном волновом уравнении, то нам удалось бы раскрыть наиболее загадочные тайны Природы». Поэтому здесь этот объект назван эффективной или обобщённой пятимерной массой покоя в силу того, что эта эффективная или обобщённая масса покоя по структуре своей очень уж напоминает известную релятивистскую четырёхмерную массу частицы $m = m_0 / \sqrt{1-\bar{v}^2}$, которая в пятимерном случае примет весьма похожий вид: $\hat{m} = \hat{m}_0 / \sqrt{1-\bar{v}^2}$. Поэтому можно назвать этот объект пятимерной релятивистской массой покоя. Здесь по аналогии введены обозначения: $\hat{p} = \hat{m}_0 \cdot \hat{u}$, $\hat{m}_0 = m_0 \cdot \hat{\beta}$, $\hat{\beta} = 1/\sqrt{1-\hat{u}^2}$, где $\hat{\beta}$ – пятимерный фактор Лоренца, квадрат пятимерного интервала $dI^2 = ds^2 - d\lambda^2$, где масса m_0 – обычная масса покоя пробной частицы, $\hat{u} = d\lambda/ds$, $\bar{v} = dl/d\tau$. Пятимерный

фактор Лоренца $\hat{\beta}$ появляется в данной теории стандартным образом благодаря увеличению размерности V_4 на единицу: $V_4 \rightarrow V_5$. Аналогичное, как давно известно, происходит при переходе от нашего трёхмерного пространства V_3 к четырёхмерному пространству-времени Минковского:

$$V_3 \rightarrow V_4 \Rightarrow dl \rightarrow ds : ds^2 = d\tau^2 - dl^2; m = m_0 \cdot / \sqrt{1 - \bar{v}^2} = m_0 \cdot \beta; d\tau = c \cdot dt.$$

Легко показать, что подобный же фактор Лоренца появится при каждом увеличении размерности: $V_n \rightarrow V_{n+1}$. С философской точки зрения этот факт являет собой яркую иллюстрацию философского закона о переходе количественных изменений в качественные. Эффективная или обобщённая масса покоя при учёте вышеупомянутого нами интеграла движения в этом случае примет следующий вид [4–7]:

$$\hat{m}_0 = \sqrt{m_0^2 + \frac{Q_0^2}{4 \cdot k_0 \cdot \varphi^2}} = \sqrt{m_0^2 + \frac{n^2 \cdot \hat{m}_{Pl}^2}{\varphi^2}}, \quad (4)$$

где для удобства через $\hat{m}_{Pl} = e / (2 \cdot \sqrt{k_0}) \approx 10^{-6} e$ обозначена некая новая обобщённая масса покоя, скажем, пятимерного «планкеона» или какой-либо другой «экзотической» частицы типа магнитного монополя, X- или Y-бозона, а k_0 – ньютоновская гравитационная постоянная. Как видно из сравнения формул (3) и (4), величины I и \hat{m}_0 совпадают между собой лишь при $n = 1$ и $\varphi = 2 \cdot \sqrt{\pi}$. То есть формула (3) является лишь частным случаем более общей формулы (4).

При наложении условия цилиндричности вдоль пятой координаты, что эквивалентно наличию вектора Киллинга, касательного к координатной линии x^5 , проекция уравнения геодезической на данный касательный единичный пространственно-подобный вектор λ_A (будем обозначать эту проекцию чёрточкой и галочкой сверху) даёт интеграл движения, связанный с электрическим зарядом Q_0 пробной частицы. Кроме того, в этот интеграл входит также обобщённый импульс движения пробной частицы вдоль координатной линии x^5 , равный произведению эффективной или обобщённой массы покоя на соответствующую скорость движения вдоль пятой координаты \hat{u} . Формулу (4) можно также представить ещё и в следующем интересном и важном виде [6]:

$$\hat{m}_0 = m_0 \cdot ch\chi_n, \text{ где } sh\chi_n = \frac{n \cdot e}{2 \cdot \sqrt{k_0} \cdot m_0 \cdot \varphi} = \frac{n \cdot \hat{m}_{Pl}}{m_0 \cdot \varphi} \cdot m_0 \neq 0, \text{ если } n \neq 0. \quad (5)$$

Под величиной χ_n здесь можно понимать некий массовый угол. Интересно, что при этом в случае $n = 0$ ($Q_0 = 0$) мы получаем $\hat{m}_0 = m_0$. Иначе можно эту формулу записать ещё и так:

$$\hat{m}_0 = m_0 \cdot \sec \delta_n, \quad (6)$$

$$\hat{m}_0 = m_0 \cdot \cos ec \rho_n. \quad (7)$$

При этом здесь ещё удобно ввести следующие формулы перехода: $tg \delta_n = sh \chi_n$ или $ctg \rho_n = sh \chi_n$.

Кроме того, напрашивается также идея представить эффективную или обобщённую пятимерную массу покоя (4) как модуль комплексной величины следующего вида: $\hat{m}_0 = \sqrt{m_{0z} \cdot \bar{m}_{0z}}$. Здесь комплексная масса $m_{0z} = m_0 + i \cdot n \cdot \hat{m}_{Pl} / \varphi = \hat{m}_0 \cdot e^{i\psi_n}$, где также имеют место дополнительные условия в виде формул (6) и (7). Можно эти формулы записать ещё и так, что для фазы ψ_n имеют место следующие стандартные формулы: $\cos \psi_n = m_0 / \hat{m}_0$; $\sin \psi_n = n \cdot \hat{m}_{Pl} / (\varphi \cdot \hat{m}_0)$. Отметим также, что уравнение (2) имеет удивительно простую и компактную форму, обладающую ясным физическим смыслом, удовлетворяющим принципу Маха [1], так же как и уравнения движения в скалярно-тензорной теории, с той лишь разницей, что здесь зависимость массы \hat{m}_0 от скалярного гравитационного поля φ осуществляется не через мифический и до сих пор так и не найденный скалярный заряд Q_{Sc} , а через давно уже всем известный электрический заряд Q_{El} . Тем самым можно достаточно уверенно считать вопрос о скалярном заряде Q_{Sc} окончательно закрытым и постулировать, что в Природе имеет место Принцип Экономии, который, в частности, заключается в том, что, как, например, в нашем случае $Q_{El} \equiv Q_{Sc}$. То есть электрический заряд исполняет «по совместительству» роль и скалярного заряда. Вспоминается запись, сделанная некогда мелом на одной из стен кабинета кафедры теоретической физики физфака МГУ П.А.М. Дираком: «The physical law should have the mathematical beauty»¹.

Легко видеть, что уравнение (2) несомненно отвечает этому требованию великого английского физика. Можно также, кроме того, с большой вероятностью предположить, что полученная здесь нами предполагаемая комплексность эффективной или обобщённой массы покоя \hat{m}_0 возможно связана с квантовыми свойствами материи. Записывая здесь это комплексное число, как принято, в общем виде в алгебраической форме, мы тогда получаем такую запись: $(m_{0x}; m_{0y})$, откуда ясно, что фотон является комплексной ноль-частицей, то есть для него $m_{0z} = (0; 0)$. Для нейтрино же получаем частицу с вещественной массой: $m_{0z} = (m_\nu; 0)$, а для гипотетического тахиона масса будет чисто мнимой: $m_{0z} = (0; m_\tau)$. Далее, можно показать, что эта проекция пятимерного уравнения геодезической на пространственно-временную гиперповерхность V_4 (отметим здесь, что у нас спроектированные величины принято обозначать или галочкой, или же чёрточкой сверху) даёт, как и ожидалось,

¹ Физический закон должен обладать математической красотой (англ.).

обычную четырёхмерную геодезическую, правда с обобщённым 4-импульсом $\hat{p}^\alpha = \hat{m}_0 \cdot \bar{u}^\alpha$, но зато уже со стандартной и знакомой нам 4-силой Лоренца:

$$f_L^\alpha = \frac{Q_0}{c^2} \cdot \bar{u}^\beta \cdot F_{\beta}^\alpha = \frac{Q_0}{\hat{m}_0 \cdot c^2} \cdot \hat{p}^\beta \cdot F_{\beta}^\alpha, \quad (8)$$

что вызвано появлением эффективной или обобщённой массы покоя \hat{m}_0 , новой, уже скалярной гравитационной четырёхмерной силой нового типа, которую мы предлагаем назвать силой Бранса–Дикке [6]:

$$f_{BD}^\alpha = -\frac{Q_0^2 \cdot P^{\alpha\beta} \cdot \Phi_\beta}{4 \cdot k_0 \cdot \hat{m}_0 \cdot \varphi^2}. \quad (9)$$

В результате уравнение (2) примет следующий вид:

$$\hat{m}_0 \cdot \frac{D^+ \bar{u}^\alpha}{ds} = f_L^\alpha + f_{BD}^\alpha. \quad (10)$$

Отметим, что, несмотря на малую величину f_{BD}^α , она может быть очень даже значительной в космологических масштабах, так как, в отличие от силы f_L^α , зависит квадратично от электрического заряда Q_0 и поэтому может претендовать на роль генератора так называемых тёмной материи и тёмной энергии [7; 9]. В данном случае такая сила зависит от появившегося в пятимерной теории нового, назовём его ещё раз, скалярного гравитационного поля φ , и появляется она во всех так называемых скалярно-тензорных теориях гравитации, в первую очередь, из необходимости точно соответствовать принципу Маха [1], суть которого рассмотрена ниже. Следует также отметить, что ещё одним важным фактором в пользу введения эффективной или обобщенной массы \hat{m}_0 является тот интересный математический факт, что дальнейшее (3+1+1)-расщепление уравнения геодезической (2) на этот раз с выделением времениподобной координаты x^0 оказывается возможным лишь только в случае введения \hat{m}_0 [4; 6]. В противном случае совершенно невозможно расцепить получающиеся при данном расщеплении уравнения: проекции уравнения (2) на времениподобное направление, задаваемое касательным к x^0 единичным времениподобным вектором τ_A , и ещё на пространственное сечение V_3 с 3-метрикой $h_{ik} : i, k, = 1, 2, 3$. Необходимо также добавить, что эта сила отрицательна и, видимо, она и приводит в итоге к известному уже давно процессу расширения нашей Вселенной. Более того, она, как будет показано далее, может быть также и причиной обнаруженного недавно процесса её ускоренного расширения [6; 7; 9; 10].

Принцип Маха и его интерпретации

По мнению Маха, инерциальная система отсчёта (ИСО) может быть задана с помощью некоего распределения масс во Вселенной, причём сила инерции, действующая на тело, есть результат гравитационного воздействия на это тело удалённой материи, и к тому же инертная масса тела определяется всей материей во Вселенной [1]. При этом, как уже упоминалось, в различных вариантах таких теорий нередко предполагается наличие некоего гипотетического скалярного заряда, ответственного за взаимодействие со скалярным полем. В нашей пятимерной теории, повторим это ещё раз, масса покоя \hat{m}_0 пробной частицы также зависит от данного скалярного гравитационного поля, но в ней роль скалярного заряда, как видно из вышеприведённой формулы (4), оказывается, берёт на себя «по совместительству» электрический заряд пробной частицы. В этом, как уже отмечалось, проявляется присущий Природе Принцип Экономии. Кроме того, структура формулы (4) наводит на мысль, что истинно электрически нейтральные частицы по природе своей четырёхмерны и отличаются лишь наличием или отсутствием массы покоя, как, например, фотон и нейтрино. Все остальные же частицы, по нашему мнению, образующие в нашем мире видимую материю (а также, может быть, ещё и тёмную тоже), включая и электрически нейтральные, являются, как нам представляется, составными, то есть содержат в себе электрический заряд явно или в связанном виде, как, скажем, нейтрон. Это вытекает из выдвинутого нами и кажущегося здесь естественным требования выполнения принципа эквивалентности не только в гравитационном, но и во введённом в данном подходе фундаментальном скалярном гравитационном поле φ [4–7; 9].

Добавим к этому, что с помощью уравнения геодезических (2) можно также вывести выражение для силы тормозного излучения в пятимерном случае, которая будет состоять из трёх слагаемых: электромагнитного, скалярного и смешанного (см. подробности в [6]):

$$g^\alpha = g_E^\alpha + g_{Sc}^\alpha + g_{ESc}^\alpha. \quad (11)$$

Пятимерные тождеств Риччи и их анализ

Перейдём теперь к следующей теме, связанной также с влиянием геометрии на физику. Как известно, ещё Б. Риман в своей знаменитой лекции коснулся этого вопроса [19]. Позднее об этом писал и В. Клиффорд [11]. Всё это свидетельствует о необходимости рассмотреть и проанализировать пятимерные тождества Риччи [6; 7; 9], характеризующие также и пятимерную риманову геометрию. Для этого необходимо произвести их (4+1)-редукцию: $V_5 \rightarrow V_4$. В результате этой редукции тогда, естественно, получаются сначала четырёхмерные тождества Риччи, а уж затем и некоторые соотношения между электромагнитными и скалярными гравитационными величинами [6; 7; 9; 10]:

$$\sqrt{\bar{\kappa}_0} \cdot \partial_{\Lambda}^+ \varphi \cdot F_{\alpha\beta} = \Phi_{\alpha;\beta} - \Phi_{\beta;\alpha} = -\mu_{\alpha\beta}. \quad (12)$$

И в конце концов получается первая пара уравнений Максвелла с правой частью, которая сразу исчезает при наложении условия цилиндричности по пятой координате [6; 7; 9; 10]. Она будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} F_{(\alpha\beta;\gamma)} &\equiv F_{\alpha\beta;\gamma} + F_{\gamma\alpha;\beta} + F_{\beta\gamma;\alpha} = \\ &= \frac{2}{\sqrt{\bar{\kappa}_0} \cdot \partial_{\Lambda}^+ \phi} \cdot (\Phi_{\alpha} \cdot \mu_{\beta\gamma} - \Phi_{\beta} \cdot \mu_{\alpha\gamma} + \Phi_{\gamma} \cdot \mu_{\alpha\beta}) \equiv R_{(\alpha\beta\gamma)}. \end{aligned} \quad (13)$$

В правой части получается линейная комбинация скалярных вихрей $\mu_{\alpha\beta}$, которые, по нашему мнению, тесно связаны с квазичастицами типа солитонов или магнитных монополей двух видов: $\mu_{\alpha\beta} \rightarrow n$ (север) и $\mu_{\beta\alpha} \rightarrow s$ (юг) [9]. Можно также показать, что и вторая пара уравнений Максвелла, которая получается из пятимерного вариационного принципа [9; 18], связана с этими токами магнитных монополей и с обычными электронными токами, так что вторая пара уравнений Максвелла может быть обобщена следующим образом, если использовать функцию единичного скачка Хевисайда:

$$H(t) = 0, \text{ если } t < 0 \text{ и } H(t) = 1, \text{ если } t \geq 0.$$

Отсюда получаем [9]:

$$\bar{\nabla}_{\nu}^+ F^{\mu\nu} = -\frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot [H(t_0 - t) \cdot \bar{j}_m^{\mu} + H(t - t_0) \cdot \phi^{-2} \cdot \bar{j}_e^{\mu}]. \quad (14)$$

Здесь t_0 – момент времени перехода Вселенной в состояние цилиндричности относительно x^5 , а \bar{j}_m^{μ} и \bar{j}_e^{μ} – плотности магнитного и электронного токов (см. подробности в [9; 21]). Первая пара уравнений Максвелла [9; 18] также может быть записана с помощью функции Хевисайда:

$$F_{(\alpha\beta;\gamma)} = H(t_0 - t) \cdot R_{(\alpha\beta\gamma)}. \quad (15)$$

Переход от турбулентности к ламинарности для этого вихревого скалярного гравитационного поля является, скорее всего, следствием процесса остывания Вселенной или, возможно, какого-то макроквантового эффекта, как, например, эффекта Казимира в пятимерной Вселенной [22]. То есть одного из великого множества всевозможных эффектов квантовых флуктуаций, проявлявшихся, по-видимому, на ранней стадии её эволюции, что и привело в конечном итоге к установлению цилиндричности нашего пространственно-временного Мира относительно пятой координаты, а в дальнейшем, как результат перехода в состояние с минимумом потенциальной энергии, и к компактификации этой пятой координаты. Как нами было показано, анализируя пятимерные тождества Риччи, установление цилиндричности четырёхмерного пространства-времени относительно пятой координаты приводит к исчезновению скалярных вихрей и переходу от эпохи магнитных «монополей» к эпохе «электронов» [7; 10].

Всё это, по нашему мнению, чем-то очень напоминает фазовый переход 2-го рода в таких квантовых субстанциях, как, скажем, гелий. Действительно, как и в случае гелия, в скалярном бозонном «океане», заполняющем Вселенную, как показал вышеприведённый анализ редуцированных пятимерных тождеств Риччи, сначала возникают вихревые возбуждения наподобие ротоннов, а затем, по мере постепенного остывания Вселенной, в этом скалярном «океане», видимо, устанавливается индуцированная цилиндричностью ламинарность и остаётся лишь аналог фононной составляющей. При этом, похоже, что у этой скалярной субстанции, состоящей из квазичастиц бозонного типа, всё больше и больше проявляются свойства сверхтекучести, что, как представляется, приводит к обнаруженному недавно процессу ускоренного расширения Вселенной. Это ещё раз даёт повод полагать, что данное скалярное гравитационное поле как-то связано с так называемой тёмной материей и, соответственно, тёмной энергией. В рамках пятимерной модели с метрикой казнеровского типа мы можем попытаться по массам частиц оценить время, когда этот процесс начался и сравнить с полученными другим путём оценками этого времени примерно в 7–8 миллиардов лет. Ряд работ, посвящённых проявлению эффекта Казимира в космологии для многомерных теорий [22; 23], показывают, что кривая для нормированного энергетического спектра аналога скалярного «океана» очень напоминает аналогичную кривую для жидкого гелия.

Заключение

Таким образом, в итоге можно сделать следующие выводы.

1. В результате наших исследований удалось, наконец, установить, что при выборе сигнатуры V_5 явное предпочтение следует отдать сигнатуре $(+ - - - -)$, так как при этом получается вполне естественная транзитивность понятия релятивистской массы покоя, которая даёт возможность привести эти уравнения движения пробной частицы в полное соответствие с принципом Маха и получить затем явную формулу для эффективной или обобщённой массы покоя пробной частицы, а также установить связь между пятимерными и скалярно-тензорными теориями. Переход от турбулентности к ламинарности для вихревого скалярного гравитационного поля даёт возможность подойти с новой стороны к вопросу о расширении Вселенной и скорости этого расширения. Далее, вышеприведённые результаты позволяют с высокой вероятностью утверждать, что в Природе имеет место Принцип Экономии, позволяющий констатировать, что в ней нет больше места неуловимому и до сих пор так и не найденному скалярному заряду, роль которого, в силу этого принципа, играет электрический заряд. Эти же результаты дают также возможность расширить и углубить представление о природе тормозного излучения. К тому же найденная явная формула для обобщённой массы покоя позволяет проникнуть в комплексную структуру этого нового понятия и тем самым найти путь к возможному объяснению квантовых свойств материи.

2. Изучение геометрической структуры V_5 приводит к исследованию путём (4+1)-редукции пятимерных тождеств Риччи, характеризующих риманову структуру нашего Мира. Это даёт возможность понять истоки первой пары уравнений Максвелла, которые, с одной стороны, очень сильно отличаются от истоков второй пары этих же уравнений, а с другой стороны, демонстрируют тесную связь между ними. В силу этого удаётся весьма близко подойти к решению проблемы загадочного магнитного монополя Дирака, а также показать, что это даёт возможность обобщить первую и вторую пары этих уравнений с учётом двух возможных эпох в эволюции нашей Вселенной. И, кроме того, в результате становится вполне правдоподобной гипотеза о причине расширения Вселенной и последующего ускорения.

Литература

1. Дикке Р. Многоликий Мах // Гравитация и относительность: сб. М.: Мир, 1965. С. 221.
2. Фок В.А. Некоторые применения идей неевклидовой геометрии Лобачевского к физике // Геометрия Лобачевского и развитие её идей / под ред. В.Ф. Кагана. М.-Л.: ГИТ-ТЛ, 1950. С. 53–59.
3. Румер Ю.Б. Исследования по 5-оптике. М.: ГИТ-ТЛ, 1956.
4. Алиев Б.Г. Поведение заряженных частиц в 5-мерной теории гравитации // Современные проблемы общей теории относительности, ИФ АН БССР. Минск, 1979. С. 154–160.
5. Aliyev B.G. Motion equations in the 5-dimensional unified field theory. Abstracts of the IX-th International Conference on General Relativity and Gravitation. V. 3. Germany (GDR), Jena, 1980. P. 679–680.
6. Aliyev B.G. The effective rest mass concept and magnetic monopole problem in 5D Theory // Gravitation, Astrophysics, and Cosmology. Proceedings of the ICGAC-12, Moscow, Russia, June 28 – July 4, 2015 // Melnikov V. and Jong-Ping Hsu. Eds. World Scientific: Singapore, 2016. P. 321–326.
7. Aliyev B.G. The rest mass concept and some problems of Cosmology in 5D Theory. Abstracts of the RUSGRAV-16, Kaliningrad, BFU named I. Kant. 2017. P. 91.
8. Владимиров Ю.С. Геометрофизика. Изд. 2-е. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2010.
9. Алиев Б.Г. Пятимерие без пятиоптики и новые следствия для физики // Основания фундаментальной физики и математики (ОФФМ – 2020) / под ред. Ю.С. Владимировой и В.А. Панчелюги. Москва, РУДН, 11–12 декабря, 2020. С. 106–112.
10. Aliyev B.G. The solitons and the topological second-order transition in 5D Theory. Abstracts of the RUSGRAV-16, Kaliningrad, BFU named I. Kant, 2017. P. 91.
11. Клиффорд В. Здравый смысл точных наук // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 38.
12. Klein O. Quantentheorie und fünfdimensionale Relativitätstheorie // Zeitschr. für Physik. 1926. Bd 37. S. 895.
13. Вейль Г. Гравитация и электричество // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 513.
14. Калуца Т. К проблеме единства физики // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 529.
15. Vladimirov Yu.S. The unified field theory combined Kaluza's 5-dimensional and Weil's conformal theories // GRG. 1982. V. 14. No. 12. P. 1167.
16. Тредер Г.-Ю. Теория гравитации и принцип эквивалентности. М.: Атомиздат, 1973.
17. Де Бройль Л. Пятимерная Вселенная и волновая механика: сб. трудов. Т. 1. С. 217–227.

18. *Алиев Б.Г.* Монадные и диадные методы в некоторых задачах общей теории относительности и её модификаций: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Москва: МГУ, физич. фак-т, 1980.
19. *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 18.
20. *Zhang T.X.* The 5D Fully-Covariant Theory of Gravitation and Its Astrophys Applications // *Galaxies*. 2015. 3. P. 18-51; doi:10.3390/galaxies3010018.
21. *Алиев Б.Г.* О тензоре энергии-импульса пятимерной пыли // Тезисы докладов международной школы-семинара «Многомерная гравитация и космология». М.: Изд. РГА, 1994. С. 1.
22. *Мостепаненко В.М., Трунов Н.Н.* Эффект Казимира и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1990.
23. *Bolochov S.V., Bronnikov K.A.* On Nonlinear Multidimensional Gravity and the Casimir Effect // *G&C*. 2016. V. 22. No. 4. P. 323.

MACH'S PRINCIPLE AND SOME PROMISING NEW RESULTS IN FIVE-DIMENSIONAL FIELD THEORY

B.G. Aliyev

Chemnitz, Germany

Abstract. The further development of the five-dimensional field theory is considered and it is shown that it contains even more new and very promising possibilities that relate to the influence of the dimension of our Universe and its geometry on the physical and geometric characteristics available in it, as well as the identification of the connection between the field equations of this theory and various old and new problems of modern physics, astrophysics and cosmology.

Keywords: five-dimensional field theory, modern physics, astrophysics and cosmology