Журнал Формирующихся Направлений Науки
номер 8(3), стр. 63-69, 2015

статья получена: 28.08.2014
статья принята к публикации: 27.05.2015
http://www.unconv-science.org/n8/jadczyk

Комментарии к Главе 5 “Теории физического вакуума” Г.И. Шипова. Часть 2

Аркадиуш Ядчик (Arkadiusz Jadczyk) [a,b]

***Аннотация*—Во второй части данной статьи[1] обсуждаются математические проблемы и несоответствия в описании уравнений движения спинирующей материи и в приложениях теории в главе 5 монографии “Теория физического вакуума” Г.И. Шипова, а также в статьях посвящённых “механике Декарта”. В частности, указывается, что в дополнение к вычислительным ошибкам также встречаются математические противоречия фундаментальной природы в самом подходе к проблеме.**

***Index Terms*—кручение, абсолютный параллелизм, теория Эйнштейна-Картана, спин, геодезические, уравнения Матиссона-Папапетру, 4D-гироскоп**

I. Введение

В теории гравитации Эйнштейна, также известной как Общая теория относительности, физическая реальность имеет двойственный характер: она разделена на пространство (наделённое римановой метрикой), и материю (обычно представленную некоторым типом “поля”, и/или “энергией-импульсом”). Идея этой теории кратко подытожена знаменитой фразой, приписываемой Джону А. Уилеру: “Пространство говорит материи, как двигаться. Материя говорит пространству, как искривляться”. Математически, часть “пространство говорит материи, как двигаться” выражена уравнениями геодезических: частицы движутся в пространстве по кратчайшим (эквивалентно “прямым, насколько возможно”) путям в соответствии с метрикой пространства-времени.

Однако физика не так проста. Материя, кроме энергии-импульса, имеет ещё одно важное свойство, связанное с движением: угловой момент и/или спин. Вращающиеся частицы не обязательно следуют кратчайшим линиям. Спин может напрямую “чувствовать” кривизну пространства. Соответствующие уравнения движения известны как уравнения Матиссона-Папапетру; они могут быть выведены без указания каких-либо особенных лагранжианов, из одних лишь основных принципов инвариантности [2][2].

Примерно в то же время, когда физики поняли, что частицы имеют спин (конец 1920-х), они также открыли ещё одно свойство, которое может быть приписано пространству: кручение. Эли Картан рассуждал о возможной связи между вращением материи и закручиванием пространства, Альберт Эйнштейн пытался сконструировать единую теорию поля в пространстве-времени, в котором были бы и кривизна и кручение [3]. Кручение труднее визуализировать, чем кривизну – оно связано с “дефектами”, которые ведут к незамкнутости параллелограммов. В физике появилась новая идея, стоящая внимания: вращающаяся материя является источником кручения, и кручение говорит материи, как вращаться. Эта идея была тесно связана со старой загадкой инерции, на которую Общая теория относительности не могла ответить ко всеобщему удовлетворению: как гироскопы знают, какую ориентацию держать? Если всё относительно, каково значение “вращения”? Вращение по отношению к чему?

Уравнения Матиссона-Папапетру были расширены, так чтобы включать взаимодействие спина (или углового момента) с кручением [4], [5].[3] Их вывод основан лишь на законах сохранения, а они, в свою очередь, напрямую следуют из принципов общей инвариантности и калибровочной инвариантности. Однако не все физики согласны, что это единственный путь описать движение гироскопов в пространстве и времени. Некоторые физики до сих пор возражают, что физика должна следовать пути с наиболее простой математикой – они постулируют, что спинирующие частицы должны следовать автопараллелям связности с кручением. Это та часть “Теории физического вакуума” Шипова [7][4], а также её приложений, которую я буду обсуждать ниже.

[a] *Quantum Future Group, Inc., and Ronin Institute, Montclair, NJ 07043, kairos@quantumfuture.net.*
[b] *Перевод В.А. Жигалова.*

[1]См. первую часть: [1].

[2]Уравнения Матиссона-Папапетру сами по себе не детерминистские. Чтобы иметь детерминистский набор, нужно задать внутреннюю структуру частицы. Это можно сделать, например, заданием связи между спином и импульсом или скоростью.

[3]Работа С.Стенберга использует математику, которую далеко не все физики могут переварить. Более доступный вывод можно найти, например, в [6, p. 44].

[4]Английская версия доступна здесь: http://shipov.com/files/200506_english_book01.pdf. Прошу заметить, что Глава 5 в английской версии этой книги является Главой 6 в русской версии http://www.bookarchive.ru/fund-discipliny/fizika/248233-teorija-fizicheskogo-vakuuma-teorija.html.

В моей дискуссии я буду избегать обсуждения проблем интерпретации, т.е. как интерпретировать данный математический формализм, применяемый к физике, в частности к экспериментальным результатам. Я буду концентрироваться только на математических проблемах, несоответствиях и ошибках. По моему мнению рассуждения о физике, основанные на неверной математике, по меньшей мере, нездоровы. Поэтому математика должна быть исправлена прежде всего. Я укажу проблемы, которые я увидел, в надежде, что это поможет автору исправить эти и сходные проблемы в будущем[5]. Я начну с проблем меньшей важности, в разделе II, и лишь затем перейду к проблемам более серьёзного характера в разделе III.

Как и в Части I, я буду ссылаться на [7] как на “Книгу”, и на автора как “автор”.

II. Проблемы с “Уравнениями геодезических пространства A_4”

Позвольте мне прежде всего указать некоторые проблемы с терминологией. Автор озаглавил Главу 5.7 [7] “Уравнения геодезических пространства A_4”. Из Книги очевидно, что A_4 - это пространственно-временное многообразие с телепаралеллизмом, т.е. с аффинной связностью с нулевой кривизной, но с кручением. При определении A_4 [7, p. 11] нас отсылают, в частности, на работы Схоутена. Однако автор, очевидно, недостаточно внимательно изучил монографию Схоутена “Исчисление Риччи”. Иначе бы он знал, что Схоутен определяет A_n как пространство с ненулевой кривизной, но с нулевым кручением [8, p. 126], [9, p. 87], в точности противоположно тому, как это представлено в Книге. Хотя вопрос не столь важен, он всё же заслуживает упоминания, иначе некоторые читатели (кто изучал Схоутена), могут запутаться.

Как постулируется в [10], движение центра масс 4D-гироскопа определяется уравнениями автопараллельных линий (называемых также геодезическими) аффинной связности, обозначаемой автором символом Δ. [6]

$$\frac{d^2x^i}{ds^2} + \Delta^i{}_{jk}\frac{dx^j}{ds}\frac{dx^k}{ds} = 0. \tag{II.1}$$

Причины для такого постулирования не указаны. Возможно, одна из причин – это то, что эти уравнения – первое, что приходит в голову, когда имеешь дело с аффинной связностью. Такая причина, хотя и хороша для математиков, не всегда хороша для физиков. Есть хороший исторический пример из начала Общей теории относительности. Эйнштейн учился римановой геометрии у Марселя Гроссмана – математика. Первое, что пришло в голову математику – использовать тензор Риччи для левой части уравнений поля, описывающего связь геометрии и материи. Но это было ошибкой! Когда Эйнштейн понял ошибку, он даже думал об отказе от геометрического подхода полностью[7]. Прошло ещё два года, пока другой математик, Давид Гильберт, который понял важность законов сохранения и принципа инвариантности, нашёл верный путь получения уравнений гравитационного поля – через принцип минимального действия. Решение было несложным – всё, что было нужно, это добавить ещё один член в тензор Риччи, чтобы сформировать то, что позднее будет названо тензором Эйнштейна.

Очевидно, автор понимает важность некоторого типа вариационного принципа, по крайней мере для уравнений геодезических. В [10] он пишет явно, что он смог получить уравнения автопараллельных (II.1) из вариационного принципа в Книге. Действительно, в Главе 5.7 есть две страницы формальных манипуляций, которые как будто поддерживают это утверждение. Фактически эти манипуляции почти идентичны тем, которые появляются в работе Физиева и Кляйнерта [12], хотя в Книге нет ссылок на эту работу. Геометрическая идея, стоящая за этими манипуляциями, очень проста. Зададим аффинную связность, любой путь через заданную точку может быть развит в касательное пространство через эту точку, и путь является автопараллельным тогда и только тогда, если его развитие в касательном пространстве является отрезком прямой линии (см. например [13, Ch. III.4], [14, Ch. 2.3.50]). Прямые могут быть легко получены из вариационного принципа – но в касательном пространстве, а не в самом пространственно-временном многообразии. Это суть метода, используемого Физиевым и Кляйнертом и автором. Хотя Кляйнерт и Пельтцер [15, p. 1443] понимают, что в этом случае у нас нет настоящего вариационного принципа с вариациями, исчезающими в конечных точках пространственно-временных траекторий. Таким образом, утверждения о том, что автопараллельные уравнения могут быть получены из вариационного принципа, не надо принимать буквально[8].

В [17, p. 57] Т. Лакомкина и Р. Полищук авторитетно заявляют, что любое уравнение физического поля возникает из принципа экстремума действия. Это утвердение, очевидно, ложно. Не так возникли уравнения Максвелла; не так были выведены уравнения Шрёдингера или Дирака. Хотя верно, что впоследствии было возможно найти принцип действия для этих уравнений, нет причины априори рассматривать принцип действия обязательным. Это хороший путеводный принцип, но не следует повторять его как мантру. Чтобы проверить пудинг, надо его съесть; так же и с “Теорией физического вакуума”, проверка теории заключается в проверке того, как она качественно

[5] Это я писал перед ознакомлением с ответом Г.И. Шипова на первую часть, ответом, уклоняющимся от всякой ответственности. Теперь у меня такой надежды уже нет.

[6] Более подробно о геометрии и соглашениях о нотации см. Часть I.

[7] Интересные подробности можно найти в [11].

[8] Конечно, всегда можно получить желаемое, введя руками искусственные ограничения и множители Лагранжа, как, например, в [16], где суть скрыта за сложными формулами и математическим формализмом.

объясняет и количественно предсказывает результаты экспериментов. Поэтому в следующем разделе я буду обсуждать приложение идей автора к так называемому 4D-гироскопу (“инерциоиду”).

III. Математические ошибки и противоречия в “Механике Декарта: четвёртом обобщении ньютоновской механики”

Согласно Книге центр масс свободного гироскопа следует автопараллельным связности. В то же время его оси сохраняют постоянную ориентацию по отношению к автопараллельной ортонормальной тетраде e^i_a. В [10], а также в нескольких других публикациях о “Декартовой механике” и “4D-гироскопе” автор развивает приложения автопараллельной геометрии с кручением, вместе с постулированными уравнениями движения к довольно специфичному устройству гироскопа. Как описано в [10], [18] такое устройство (“инерциоид”) *“состоит из трёх связанных масс, две из которых (массы m) синхронно вращаются в противоположных направлениях на угол $\phi(t)$ вокруг оси O, расположенной на центральной массе M.”* Устройство имеет также управляющий механизм. Такое устройство автор пытается моделировать с помощью математики автопараллельной геометрии. Позвольте мне сначала описать ошибку в финальной формуле ускорения центра масс, формуле, которая была использована В.Жигаловым [19, Eq. (1)] (см. также [20]) в его сравнении экспериментальных результатов с теорией автора.

Движение устройства в принципе двумерно, поэтому оно моделируется лишь двумя степенями свободы: угол ϕ и координата центра масс x_c.

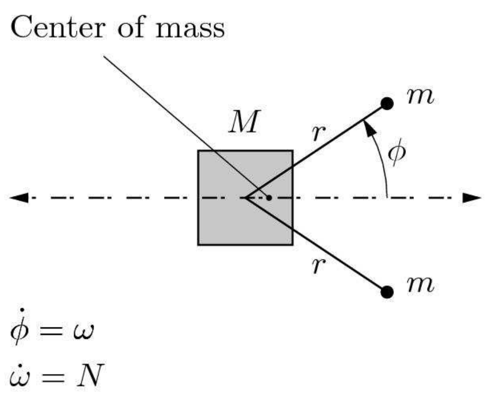

Рис. 1. Схема инерциоида.

Используемые координаты

$$x_0 = ct, x_1 = x_c, x_2 = r\phi.$$

Метрика постулируется в форме

$$[g_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 - 2k^2 r^2 U(\phi)/c^2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -k^2(1-k^2\sin^2\phi) \end{bmatrix}, \qquad ((94))$$

где c обозначает скорость света в вакууме, $k = 2m/(2m+M)$, и “потенциал”

$$U(\phi) = \int_{\phi_0}^{\phi} N, \qquad ((95))$$

создаётся угловым ускорением N.

Ненулевые компоненты полностью антисимметричного тензора конторсии выбраны как

$$T^1_{20} = -T^1_{02} = \frac{k^2\Phi}{2c}, \\ T^2_{10} = -T^2_{01} = \frac{\Phi}{2c(1-k^2\sin^2\phi)}. \qquad ((99))$$

Замечание 1. В [10] есть очевидное противоречие между уравнениями ((98)) и ((99)). Коэффициенты и знаки ((99)) не соответствуют коэффициентам и знакам ((98)), т.к. для полностью антисимметричного кручения мы должны иметь $T = -\Omega$. Поэтому я исправил ((99)) так, чтобы получить ближайшее воспроизведение финальной формулы ((107)).

Замечание 2. Очевидно, “метрика” ((94)) **не является** пространственно-временной метрикой. Написание $U(\phi)$ вводит в заблуждение, поскольку этот член не является функцией от ϕ, но от $\omega = \dot\phi$. Поэтому ((94)) следует рассматривать как часть финслеровой метрики, т.е. метрики на касательном расслоении (см. например [21] и ссылки в ней). Поскольку автор нигде не определяет полную финслерову геометрию на касательном расслоении, всё последующее обсуждение теряет математическую поддержку. Тем не менее я попытаюсь следовать авторской эвристике как представлено в [10].

Условие телепараллелизма (исчезновение кривизны для $\Delta = \Gamma + T$),

$$R^i{}_{jkm} + P^i{}_{jkm} = 0, \qquad (III.1)$$

где

$$P^i{}_{jkm} = 2\nabla_{[k} T^i_{|j|m]} + 2T^i_{s[k} T^s_{|j|m]}. \qquad ((102))$$

То есть

$$P^i{}_{jkm} = \nabla_k T^i_{jm} - \nabla_m T^i_{jk} + T^i_{sk} T^s_{jm} - T^i_{sm} T^s_{jk}. \qquad (III.2)$$

Устанавливаем $i = k$ и суммируем (сворачиваем)

$$R_{jm} + P_{jm} = 0, \qquad (III.3)$$

$$P_{jm} = \nabla_i T^i_{jm} - \nabla_m T^i_{ji} + T^i_{si} T^s_{jm} - T^i_{sm} T^s_{ji}. \qquad (III.4)$$

Для полностью антисимметричного T мы имеем $T^i_{ji} = 0$, следовательно, в этом случае

$$P_{jm} = \nabla_i T^i_{jm} - T^i_{sm} T^s_{ji}. \qquad (III.5)$$

Сворачивая g^{jm}, и беря во внимание тот факт, что для полностью аинтисимметричного T мы имеем $T^i_{jm} = -T^i_{mj}$

$$R + P = 0, \tag{III.6}$$
$$P = -g^{jm}T^i_{sm}T^s_{ji}.$$

Из двух последних уравнений автор выводит следующую форму Φ

$$\Phi = 2\sqrt{\frac{N\sin\phi\cos\phi}{1-k^2\sin^2\phi} + \frac{N_\phi}{k^2}}. \tag{(107)}$$

Однако эти вычисления содержат ошибку – один член пропущен. Правильная формула, выведенная из уравнения III.6, будет

$$\Phi = 2\sqrt{\frac{N\sin\phi\cos\phi}{1-k^2\sin^2\phi} + \frac{N_\phi}{k^2} + \frac{N^2r^2}{c^2-2k^2r^2U(\phi)}}. \tag{III.7}$$

Чтобы понять образ этого члена с $U(\phi)$, мы замечаем что

$$N = \dot{\omega} = \frac{d\omega}{d\phi}\frac{d\phi}{dt} = \frac{d\omega}{d\phi}\omega = \frac{1}{2}\frac{d\omega^2}{d\phi}. \tag{III.8}$$

Представим, что в некоторый интервал времени ω зависит от t через ϕ:

$$\omega(t) = \omega(\phi(t)). \tag{III.9}$$

Тогда $N = \dot{\omega}$, $N_\phi = \frac{dN}{d\phi} = \frac{dN}{dt}\frac{dt}{d\phi} = \frac{\ddot{\omega}}{\omega}$. Следовательно,

$$U(\phi) = \int_{\phi_0}^{\phi} N = \frac{1}{2}(\omega^2 - \omega_0^2). \tag{III.10}$$

Неверная формула ((107)) ведёт к неверной формуле для ускорения центра масс в [19]

$$a_{c.m.} = 2B\omega\sqrt{\frac{\dot{\omega}\sin\phi\cos\phi}{1-A\sin^2\phi} + \frac{\ddot{\omega}}{A\omega}}, \tag{III.11}$$

$$A = \frac{2m}{2m+M}, \quad B = rA. \tag{III.12}$$

Результат анализа в [19] отрицательный: формула (III.11) не может объяснить имеющиеся экспериментальные данные. Но теперь, зная, что пропущен член в формуле, полученной автором, возникает вопрос, будет ли скорректированная формула работать лучше неверной? Из формы пропущенного члена видно, что он исчезает в пределе $c \to \infty$, так что с его учётом мало что меняется.

A. *Внутренняя противоречивость подхода в целом*

Фактически, не только формула ((107)) из [10] неверна, но весь вывод этой формулы математически противоречив. Формула ((107)) выведена из уравнения (III.6). Но (III.6)получена из (III.5) (уравнение ((103)) в [10]). Однако анзац[9] ((99)), используемый автором, противоречит (III.5). Например $R_{10} = 0$, но [10]

$$P_{10} = \frac{k^2\Phi\sin\phi}{4cr\left(k^2\sin^2\phi - 1\right)^2}. \tag{III.13}$$

Ясно, что $R_{10} + P_{10} \neq 0$. Поэтому *фундаментальное требование для геометрии абсолютного параллелизма (т.е. нулевая полная кривизна), которое является самой основой всей идеи автора, нарушается: вычисленная полная кривизна не равна нулю!*

Почему автор игнорирует этот факт? Причину для такого пренебрежения можно найти в неверном предложении сразу после уравнения ((97)) в [10], где автор утверждает что “кручение Риччи в структурных уравнениях Картана геометрии A_4 не зависит от метрики”. Уравнение (III.3) *прямо противоречит этому утверждению.* Поскольку R_{jm} зависит только от метрики, а P_{jm} зависит от кручения, сумма $R_{jm} + P_{jm}$ должна быть равна нулю! Поэтому одно не может не зависеть от другого. Поскольку кручение можно на самом деле произвольно установить в общей теории Эйнштейна-Картана, это не так, когда налагается условие нулевой кривизны, как это сделано с самого начала Книги и в последующих работах.[11]

B. *Неверные различия между “кручением Риччи” и “кручением Картана”*

Во многих местах в своей книге и в своих статьях автор подчёркивает различие между “кручением Риччи” и “кручением Картана”. Это легко может ввести в заблуждение читателей, не владеющих в совершенстве дифференциальной геометрией. Из хорошего курса дифференциальной геометрии ясно, что есть только одна концепция кручения линейной связности. Конечно, каждая концепция может быть определена несколькими эквивалентными способами. Например: параллелограмм можно определить как простой четырёхугольник, у которого:

- Две пары противоположных сторон равны.
- Две пары противоположных углов равны.
- Обе диагонали делят друг друга пополам.
- Сумма квадратов длин сторон равна сумме квадратов диагоналей.

Только тот, кто не владеет хорошо геометрией, будет думать, что мы имеем дело с четырьмя различными объектами! То же верно и для тензора кручения. Его можно определить несколькими эквивалентными способами. В своей работе [22, Sec. 5] автор перечисляет несколько “общих свойств кручения Риччи и Картана”. *Он опускает одно свойство, наиболее важное: они имеют эквивалентные определения.* Два наиболее известных определения кручения:

- Ковариантная внешняя производная базисной (soldering) формы.
- Стандартное определение с использованием коэффициентов связности.

[9] Анзац – предполагаемая форма математического утверждения, которая не основана на какой-либо теории или принципе.

[10] Файл Mathematica, содержащий все релевантные вычисления, можно найти по адресу http://www.arkadiusz-jadczyk.eu/docs/shipov_gyro4.nb

[11] Хотя следует заметить, что Анзац согласуется в нерелятивистском пределе $c \to \infty$.

Проверку их эквивалентности можно найти, например, в [23, p.186,187]. Также есть ещё одно эквивалентное определение кручения: трансляционная часть кривизны аффинной связности со значениями в алгебре Ли аффинной группы. Проверка эквивалентности этого последнего определения с первыми двумя можно найти, например в [13, Proposition 3.4, p. 130]. Путаница автора насчёт "различных типов кручения", вероятно, из-за недостаточного владения основами дифференциальной геометрии.

IV. Некоторые дополнительные наблюдения

В то время как автор говорит о "четвёртом обобщении ньютоновской механики", отчёт НАСА 2005 года "Продвинутая энергетика для приложений аэронавтики" [24] обсуждает "четвёртый закон движения". Цитируем из введения раздела 5.2.1:

> Этот отчёт представляет введение и обзор темы со многими фундаментальными далеко идущими следствиями и приложениями. Четвёртый закон движения назван так, поскольку он применим к заметным физическим феноменам, которые не были точно объяснены классическим третьим законом движения сэра Исаака Ньютона. Приложение четвёртого закона движения может потенциально привести к лучшему пониманию многих тем, включая помимо прочего нестационарные феномены, ударные волны, термодинамику, некоторые подходы к получению энергии нулевой точки, и некоторые подходы, используемые при попытках сконструировать безопорные движители.

Эта часть отчёта НАСА касается того, что называют "механикой Дэвиса", где ньютоновские уравнения движения обобщаются включением третьей производной по времени. Так называемая "машина Дина" (см. рис. 2) [12] имеет общие черты с "инерциоидами" (и те и другие имеют вращающиеся навстречу друг другу массы).

Интересно, что в то время как механика Дэвиса явно обсуждает третью производную по времени, такая производная появляется неявно в уравнениях, анализируемых В.Жигаловым [19], где он замечает, что очень сложно измерить эту величину экспериментально. Возможно, сходство между "четвёртым законом движения" и "четвёртым обобщением ньютоновской механики" всего лишь совпадение. Но также возможно, что теоретической физике предстоит ещё открыть что-то важное о производных высших порядков в математической формулировке фундаментальных законов физики. Хотя, как недавно утверждалось в [26]: "До настоящего времени не наблюдалось отклонения от второго закона Ньютона". Возможно, хорошо подготовленный и скрупулёзно проведённый эксперимент в космосе даст

[12] Более подробно см. http://en.wikipedia.org/wiki/Dean_drive. Классический механический инженерный анализ подобных устройств см. в [25] и в ссылках к нему.

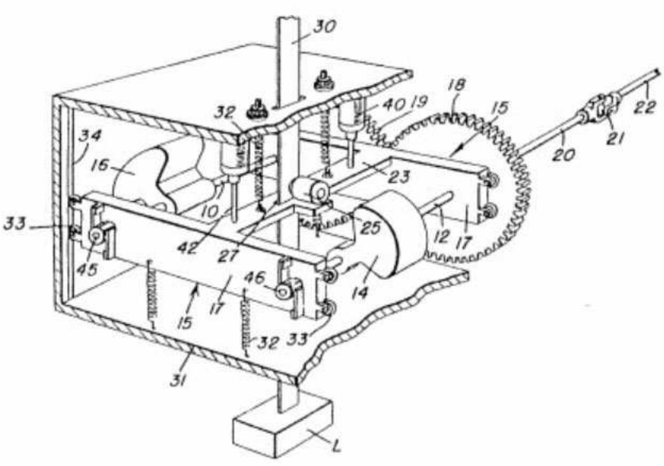

Рис. 2. Схема машины Дина.

дополнительные данные, которые помогут теоретикам в навигации по бесконечному морю возможных теорий.

V. Часто задаваемые вопросы

В этом разделе я отвечаю на ряд вопросов, которые задавались различными людьми, интересующимися темой. Эти вопросы и ответы имеют отношение к вопросам, которые я не рассматривал в полной мере в основном тексте, который был посвящён проблемам математических ошибок и несоответствий.

1) *Что такое геометрия A_4? Где Автор её определяет?*

   Как я писал в разделе II, "Из Книги очевидно, что A_4 стоит для пространственно-временного многообразия с телепараллелизмом, т.е. с аффинной связностью с нулевой кривизной, но с кручением". Теперь вопрос: где Автор говорит это явно? Это определено полу-явно на стр. 5 Книги, в разделе "Соглашения", подраздел "Связность и кривизна геометрии A_4". Там есть телепараллельная связность $\Delta^i{}_{jk}$, там есть кручение $\Omega^{\cdot\cdot i}{}_{jk}$, и там есть кривизна $S^i_{jkm} = 0$. Кривизна явно установлена равной нулю. Для математика это ясное определение. Это всё равно что сказать: геометрия A_4 - то же, что и геометрия абсолютного параллелизма. Факт заключается в том, что такое определение геометрии A_4 противоположно данному Схоутеном. Очень жаль, что Автор не предупреждает тех читателей, которые могли читать Схоутена.

2) *Могут ли структурные уравнения Картана (или тождества Бианки) (A), (B) [7, p. 51 (en), p. 358 (ru)] на самом деле рассматриваться как уравнения физического вакуума?*

   Первое уравнение, (A) – это лишь завуалированное определение кручения. Второе уравнение, (B) – определение телепараллельной геометрии (кривизна равна нулю) – также завуалированное. Могут ли математические тождества претендовать на то, чтобы отражать основные свойства физического мира? Здесь ответ зависит от философской точки зрения. Сторонники Платонизма, а таких много среди учёных, могут ответить: да. Например:

- В Общей теории относительности так называемые "законы сохранения энергии-импульса и момента импульса" являются прямым следствием тождеств Бианки.
- Артур Эддингтон (Arthur Eddington), Г. Пьер Нойес (H. Pierre Noyes), и Буркхард Хайм (Burkhard Heim) пытались вывести всю физику из дискретных математических структур, где из чисто математических тождеств следовала вся известная физика, без каких-либо феноменологических констант.
- Джон Арчибальд Уилер пытался сформулировать основный принцип физической вселенной в терминах математического тождества: "Граничное множество граничного множества – нуль!".

Поскольку Автор мог иметь в виду что-то подобное, я должен заметить, что он не верит, что на самом деле самих (A) и (B) достаточно; в (A) и (B) нет 1/2-спиновых полей! Возможно, стоит также заметить, что (A), (B), которые появляются в рамочке на стр. 23, как уравнения (A) и ((5.89)) на стр. 24, так и (A), (B) на стр. 51 [7] - все они написаны с ошибками!

3) *Действительно ли имеется три различных типа телепараллельной геометрии, как утверждается на стр. 42 [7]?*
Автор перечисляет их как
   - A_4 геометрия с ненулевым римановым тензором $R^i{}_{jkm}$ и кручением $\Omega^{\cdot\cdot i}_{jk}$.
   - A_4 геометрия с нулевым римановым тензором $R^i{}_{jkm}$ и кручением $\Omega^{\cdot\cdot i}_{jk}$..
   - A_4 геометрия с нулевым римановым тензором $R^i{}_{jkm}$ и некоординатным кручением $\Omega^{\cdot\cdot i}_{jk}$.

Предполагать, что это три различных типа геометрии A_4, ошибочно. Конечно, можно классифицировать геометрии в соответствии с их группами симметрии. Тогда нулевая риманова кривизна будет соответствовать геометрии с максимальной группой симметрии метрики. Будет специальный случай, и будет много специальных случаев, в зависимости от группы симметрии, которую вы выберете. Дискуссия "некоординатного кручения" также ошибочна. Телепараллельная геометрия определяется выбором тетрадного поля, которое мы решили называть "параллельным". Мы имеем полную свободу в этом. Конечно, в частности, мы можем решить сконструировать нашу тетраду из нормализованного базиса, определённого векторами, касательными к некоторой координатной системе (например, сферической). Это снова не другая геометрия, это лишь частный случай общих принципов конструирования.

4) *В Разделе 9 [27], озаглавленном "Связь между коэффициентами вращения Риччи и полем инерции в вакуумной теории гравитации" Автор даёт пример сил инерции, следующих из приложений (A) and (B). Правильно ли это?*
Этот конкретный пример похож на шутку. Если мы возьмём любую метрику и любую координатную систему, мы всегда можем определить базис нормализованных векторов, касательных к координатным линиям. Если вы используете этот базис для определения телепараллельной связности, тогда геодезические связности такие, что координатные линии сами по себе - геодезические. В частности линии времени (частица в покое) геодезические. Проверяет ли это что-то в физике? Вовсе нет. Это последовательность определений. В этом конкретном примере Автор берёт шварцшильдову метрику в стандартных координатах. Он мог бы взять любую метрику в любых координатах. Результат будет тот же: координатные линии станут геодезическими.

5) *Принимая, что в Книге так много математических ошибок и противоречий, аннулируют ли они всю "Теорию физического вакуума"?*
Математических ошибок несоответствий и противоречий действительно там много. Признаюсь, если я там нахожу нетривиальную математическую формулу, которая оказывается корректной – я удивляюсь. Хотя если вы возьмёте наугад любую математическую формулу в Книге и поспорите, что она верна – это будет рискованной игрой. Лично я бы на такое не пошёл. Хотя это не отвечает на вопрос: "может ли теория быть в основном верной?" Мой ответ: **нет теории как таковой**, хотя есть идеи, и есть ошибки в реализации этих идей. Сперва эти ошибки надо исправить. Некоторые из этих ошибок легко исправить, некоторые возможно исправить, некоторые потребуют полного пересмотра всей идеи с самого начала. После того, как эту работу проделать, могут быть найдены новые ошибки. Что можно сказать с определённостью: те, кто считает, что идеи Автора поддерживает серьёзная продвинутая математика, неверно информированы. Математика в Книге и в статьях часто очень плоха. Хотя многие формулы могут произвести впечатление на необразованного читателя - эти формулы иногда полностью бессмысленны.

VI. Заключение

Как я уже упоминал в Ч.1, было бы логически неверно делать заключение, что математические ошибки и противоречия, найденные в одной части работы, дискредитируют всю идею "геометрии с абсолютным параллелизмом" и попытки сконструировать некую разновидность "единой теории поля", построенной на сходных идеях. Однако конкретная реализация этих идей, изложенная к Книге и других работах автора, математически неправильна, поэтому не может служить основной для здоровой физической теории. Цитируя Ч.1:

> Современная теоретическая физика требует продвинутой математики, и любой, кто использует такие математические инструменты, должен, прежде всего, ясно понимать значение математических операций и формул. В противном случае будут преобладать путаница и неправильная интерпретация.

Благодарности. Я благодарю Ф.В. Хеля за его интерес и полезные комментарии, а также Д.Н. Куликова за полезные подсказки и В.А. Жигалова за поддержку.

Список литературы

[1] A. Jadczyk. Comments on Chapter 5 of G. I. Shipov's "A Theory of Physical Vacuum". Part I, http://quantumfuture.net/quantum_future/shipovI_v3.pdf. А. Ядчик, Комментарии к Главе 5 "Теории физического вакуума" Г.И. Шипова. Часть 1. *ЖФНН*, 6(2):121-130, 2014. http://www.unconv-science.org/n6/jadczyk/.

[2] J-M. Souriau. Modèle de particule á spin dans le champ électromagnétique et gravitationel. *Ann. de l'I.H.P.*, 20(4):315–316, 1974.

[3] Elie Cartan and Albert Eintsein. *Elie Cartan - Albert Einstein Letters on Absolute Parallelism 1929-1932.* Princeton University Press, 1979.

[4] A. Trautman. On the einstein-cartan eequation iii. *Bull. l'Acad. Pol. Sci.*, XX(10):895–896, 1972.

[5] S. Sternberg. The interaction of spin and torsion. ii. the principle of general covariance. *Ann. Phys.*, 162:85–99, 1985.

[6] A. P. Balachandran, G. Marmo, B. S. Skagerstam, and A. Stern. *Gauge Symmetries and Fibre Bundles.* Number 188 in LNP. Springer, 1983.

[7] G. I. Shipov. *A Theory of Physical Vacuum.* RANS, Moskow, 2 edition, 1998. Шипов Г.И., *Теория физического вакуума*, Изд. второе, Москва, Наука, 1997.

[8] J. A. Schouten. *Ricci Calculus.* Springer, 2 edition, 1954.

[9] J. A. Schouten. *Tensor Analysis for Physicists.* Dover, 1989. Схоутен Я.А., *Тензорный анализ для физиков*, Москва, Наука, 1965.

[10] G. I. Shipov. Descartesian mechanics: the fourth generalization of newton's mechanics. http://shipov.com/files/250206_dmf.pdf.

[11] G. Maltese. The rejection of the ricci tensor in einstein's first tensorial theory of gravitation. *Archive for History of Exact Sciences*, 41(4):363–381, 1991.

[12] P. Fiziev and H. Kleinert. New action principle for classical particle trajectories in spaces with torsion. *Europhys. Lett.*, 35:241–246, 1996.

[13] S. Kobayashi and K. Nomizu. *Foundations of Differential Geometry.* Wiley, 1996. Кобаяши С., Номидзу К., *Основы дифференциальной геометрии, том 1*, Москва, Наука, 1981.

[14] A. Lichnerowicz. *Global Theory of Connections and Holonomy Groups.* Noordhoff, 1976. Лихнерович А., *Теория связностей в целом и группы голономий*, Москва, Москва, Издат. иностранной литературы, 1960.

[15] H. Kleinert and A. Pelster. Autoparallels from a new action principle. *Gen. Rel. Grav.*, 31(9):1439–1447, 1999.

[16] S. Manoff. Auto-parallel equation as euler as euler-lagrange's equation over spaces with affine connections and metrics. *General Relativity and Gravitation*, 32(8):1559–1582, 2000.

[17] Лакомкина Т., Полищук Р., Патентная экспертиза заявок, не основанных на научных знаниях. *Промышленная собственность*, 3:40–61, 2002.

[18] Шипов Г.И. 4-D гироскоп в механике Декарта. http://www.shipov.com/files/021209_tolchdescart.pdf.

[19] Жигалов В.А. Ещё раз о движении инерциоида Шипова. *Материалы конференции "Торсионные поля и информационные взаимодействия"*, стр. 445–464, 2009. http://www.second-physics.ru/node/23.

[20] V. A. Zhigalov. Some actual issues of the reactionless motion. Некоторое актаульные вопросы безопорного движения, http://second-physics.ru/lib/articles/zhigalov_issues.pdf.

[21] H. E. Brandt. Spacetime tangent bundle with torsion. *Foind. Phys. Lett.*, 6(4):339–369, 1993.

[22] G. I. . Shipov. Geometrical and phenomenological torsions in relativistic physics. http://shipov.com/files/Kruch1.pdf.

[23] R. Sulanke and P. Wintgen. *Differentialgeometrie und Faserbündel.* Birkhäuser, 1972. Зуланке П., Винтген П., *Дифференциальная геометрия и расслоения*, Москва, Мир, 1975.

[24] D. S. Alexander. Advanced energetics for aeronautical applications: Volume 2. Technical Report NASA/CR-2005-213749, NASA, April 2005. http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20050170447.pdf.

[25] Christopher G. Provatidis. An overview of the mechanics of oscillating mechanisms. *American Journal of Mechanical Engineering*, 1(3):58–65, 2013. http://pubs.sciepub.com/ajme/1/3/1.

[26] C. Lämmerzahl and P. Rademaker. Higher order equations of motion and gravity. *Phys. Rev. D*, 86:124017–1–124017–10, 2012.

[27] G. I. Shipov. Descartesian mechanics: the fourth generalization of newton's mechanics. http://shipov.com/files/250206_dmf.pdf.