

НОВАЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И ПОЧЕМУ ТЕОРЕТИКИ ВЫНУЖДЕНЫ ЗНИМАТЬСЯ ЕЁ ИМИТАЦИЕЙ

Шипов Г.И.

<http://www.shipov-vacuum.com>

Введение

«В мире лучшие вещи еще ничего не стоят, раз нет того, кто их впервые представил; этих представителей народ называет великими людьми» - говорит Ф. Ницше в книге [1]. Если это верно, то кто из ныне живущих (великих) теоретиков способен оценить новую фундаментальную физическую теорию и есть ли она в настоящее время? Попытка ответить на этот вопрос представлена в работе автора [2], где физические теории, существующие в настоящее время, классифицированы по степени важности для науки на 6 основных типов: 1) фундаментальные, 2) полужуфдаментальные, 3) феноменологические, 4) единые феноменологические, 5) конструктивные и 6) академические (рис.1).

Классификация работ по теоретической физике

Обобщение теоретического базиса физики

Физические теории	Стратегические	Тактические	Оперативные
I. Фундаментальные (Механика, Гравитация, Электродинамика, Теория Физического Вакуума)	0 Ньютон, Максвелл, Эйнштейн,	1 Эйлер, Кулон, Ампер, Фарадей, Лоренц, Эйнштейн,	2 Лагранж, Няммильтон, Абрагаам, Эйнштейн, Пойттивг, Ленард,
II. Полу- фундаментальные (Квантовая механика, Квантовая электродинамика)	3 Шредингер, Гаизенберг, Дирак.	4 Планк, Эйнштейн, Бор, де Бройль, Паули, Борн,	5 Швингер, Лэмб, Фейнман, Глубер...
III. Феноменологические (Сильные, Слабые, Форм- Факторы, Кварки, Сверхпроводимость)	6 Ван-дер-Ваальс, Ферми, Хоффгалтер, Гелл- Мани, Вайнберг, Салам, Глшоу, Ли, Янг	7. Юкава, Нуфт, Вельтман, Реже, Бенитано, Мандельштам, Гольдберг...	8. Лондон, Бардин, Купер, Шиффер, Ландоу, Перл, Вильсон, Абрикосов, Легетт ...
IV. Единые феноменологические (Электрослабые, Электро- сильные, СМ, Космология)	9. Альфен, Чандрасекар, Вайнберг, Салам, Глшоу, Хитг...	10. Намбу, Кобояси, Маскава, Уиллер, Хокинг, Окс...	11. Хокинг, Уиллер, Иваненко, Зельдович, Лицене...
V. Конструктивные (Калибровочные, Суперсимметричные, Многомерные)	12. Янг, Миддл, Утияма, Киббл, Калуца, Клейн, Кармели ...	13. Лорд, Рубаков, Владывиров, Фролов, Кречет...	14. Большинство теоретиков
VI. Академические (Суперструны, Твисторы)	15. Виттен, М. Грин, Б. Грин, Шварц... Пенроуз...	16. Около 1000 имен	17. Несколько тысяч имен

Теории навсегда

Предварительные теории

Важность, степень риска и размышения

Рис.1. Физические теории и их создатели

Фундаментальные физические теории наиболее востребованная обществом часть теоретической физики, поскольку ее экспериментальные следствия положены в основу наиболее полезных для общества технологий. По определению, *новая теория является фундаментальной, если она обобщает физические основы старой, общепризнанной фундаментальной теории.* За всю историю физики, начиная со времен Ньютона, фундаментальные теории и их создателей можно пересчитать по пальцам. Остальные 5 классов

теорий базируются, как правило, на принципах и уравнениях той или иной фундаментальной теории и «совершенствуются» до тех пор, пока не будут поглощены новой, более широкой фундаментальной теорией.

1. Признаки фундаментальной физической теории

Фундаментальную физическую теорию создает один, два, максимум три теоретика, стоящих «на плечах гигантов». Например, *теоретик высшего класса 0.I* И. Ньютон при создании основ механики точки опирался на работы Г. Галилея, Р. Декарта и Р. Гука. К этому же классу относится А. Эйнштейн, который при создании специальной теории относительности опирался на работы О. Хевисайда, Д. Лармора, А. Пуанкаре, Х. Лоренца и Г. Минковского. Он же, при поиске релятивистских уравнений гравитационного поля, использовал математические знания своего друга М. Гроссмана и важную подсказку знаменитого математика Д. Гильберта о том, как вывести уравнения гравитационного поля, используя вариационный принцип. Для общества фундаментальная теория дает ответы на два важнейших вопроса: 1) как устроен окружающий нас мир и 2) как сделать нашу жизнь более комфортной.

Работы таких теоретиков класса 0.I, как И. Ньютон, Дж. Максвелл, А. Эйнштейн, широко используемые в современных технологиях, окупили затраты на все теоретические исследования на многие годы вперед. По оценке организаций, которые занимаются определением рейтинга университетов, существующих в настоящее время во всем цивилизованном мире, можно предположить, что общее количество активно работающих теоретиков составляет величину порядка 100-120 тысяч человек. От этого количества теоретиков фундаментальной теорией реально занимается только 0,001%, хотя, я уверен, что почти все теоретики считают, что они занимаются именно фундаментальной теорией.

В 2013 г. Нобелевская премия по физике была присуждена Питеру Хиггсу за открытие «частицы Бога» - бозона Хиггса. Это событие было сформировано общественным мнением, которое появилось в среде теоретиков, занимающихся стандартной моделью (СМ) и считающих эту модель фундаментальной теорией. Из таблицы, приведенной на рис.1 видно, что это теория относится к классу 9.IV *единых феноменологических теорий, которая объединяет феноменологические теории сильных и слабых взаимодействий с полуматематической квантовой электродинамикой*. Такое объединение теорий разного класса можно рассматривать как временный выход из положения и не более того. Действительно, из решения уравнений квантовой электродинамики можно получить потенциал Кулона, в то время как ядерные потенциалы сильных взаимодействий пишутся «руками» (их несколько и они содержат подгоночные параметры). Подобная ситуация имеет место и в случае объединения квантовой электродинамики с уравнениями, описывающими слабые взаимодействия. С точки зрения здравого смысла, положение дел в данном случае таково, как если бы группа ученых биологов на основании того, что лошадь и мотоцикл являются средствами передвижения, занялась бы селекцией транспортного средства под названием *лошадьмотоцикл*. Косвенным доказательством не фундаментальности и временного характера СМ свидетельствует тот факт, что работой над её «совершенствованием» занимаются около 1000 теоретиков, из которых, как пишет пресса, 11 теоретиков по своему интеллекту равны или даже превосходят интеллект Эйнштейна. В настоящее время корот-

кая (на один лист) статья, опубликованная в Европейском Центре ядерных исследований (ЦЕРНе), в которой получены «важные» с точки зрения большинства причастных к ней ученых результаты, имеем 500 и более авторов. Это ли не доказательство, что в ЦЕРНе делается рутинная работа, а не работа над фундаментальной, как это обычно рекламируют менеджеры и пресса, теорией?

Фундаменталион

1. **Принцип вертикальности:** Фундаментальная теория развивает физику по вертикали.
2. **Принцип дедукции:** Фундаментальная теория базируется на образном мышлении и использует дедуктивный способ построения.
3. **Принцип скачка:** Не существует логического пути от старой фундаментальной теории к новой.
4. **Принцип единства:** Фундаментальная теория объединяет старые теории и описывает соответствующие им явления с **единых позиций**.
5. **Принцип новизны:** Фундаментальная теория использует новые физические принципы и уравнения.
6. **Принцип соответствия:** Новые фундаментальные уравнения и принципы соответствуют старым при определенных ограничениях.
7. **Принцип опытной проверки:** Следствия фундаментальных уравнений по новому объясняют старые опыты и предсказывают новые.

Рис. 2. Основные признаки фундаментальной теории

На рис.2. представлен «Фундаменталион», в котором собраны принципы, определяющие основные признаки фундаментальной физической теории. Ориентируясь на эти принципы, не составит труда определить, является ли предложенная тем или иным автором теория фундаментальной или она представляет собой ее имитацию.

2. Пророки, ремесленники и общественное мнение

На сегодняшний день ведущим физиком-теоретиком мирового масштаба считается С. Хокинг. Если ориентироваться на его работы, то они попадают в классы 10.IV и 11.IV, что так же далеко проблем, стоящих перед фундаментальной физикой, а касаются только космологии, в которой фундаментальные уравнения Эйнштейна до сих пор не объединены с полуфундаментальной квантовой теорией поля. Поэтому модель Вселенной, родившейся в результате Большого взрыва, подобно стандартной модели, имеет статус временной, предварительной теории и в будущем должна быть заменена фундаментальной теорией.

Но, пожалуй, самой далекой от фундаментальной теории класса 0.I находится самая «топовая» теория современной физики – *теория струн* (*M* – теория, или теория Всего), относящаяся к классу теорий 15.VI. Эта теория возникла в недрах квантовой теории поля почти полвека назад, претерпела, со слов ее авторов, две революции и продолжает рассмат-

риваться научным сообществом как самая продвинутая и «фундаментальная» теория. Основная физическая идея теории суперструн, вобравшей в себя конструктивные теории класса 12.V (калибровочные, многомерные, суперсимметричные...), заключается в отказе в квантовой теории поля от сингулярной (точечной) частицы. Вместо точечной частицы теория суперструн предлагает использовать в качестве «реальной» частицы протяженный объект, простейшим из которых является струна (или петля, мембрана, брана и т.д.). В настоящее время над разработкой теории суперструн трудятся более 1000 теоретиков, обладающих великолепной математической подготовкой и большим талантом, но *с недостаточным знанием проблем фундаментальных физических теорий* [3-7]. Когда речь идет об экспериментах, что называется, «на столе», показывающих отклонение от фундаментальных законов, то сталкиваешься *с полным отсутствием знаний* (а, возможно, и прямое неприятие) аномальных физических экспериментов в нерелятивистской механике и электродинамике [8-11]. Недоумение вызывает и высокомерное отношение «струнщиков» к теоретикам, которые занимаются другими физическими теориями [12], тем более, что общие достижения теории суперструн весьма скромны [13], причем экспериментальная проверка результатов теории будет возможна только через 100-150 лет [14].

Примерно в таком же состоянии находится теория твисторов Р. Пенроуза [14], которая так же относится к классу 15.VI (см. рис.1). Несмотря на огромный интерес лучших математиков Англии и Америки к этой теории за сорокалетнюю историю ее существования, никаких существенных продвижений и результатов в ней не было получено. Поэтому неудивительно, что ее создатель математик Р. Пенроуз, приходит к выводу, что в теоретической физике «мы все что-то прозевали, что-то очень важное» [14]. В этих словах проявилась интуиция гениального математика, которым, безусловно, является Р. Пенроуз, которая вдохновила автора этой статьи на поиски этого «зевка» в недрах уже существующих фундаментальных теорий, начиная с классической механики [15].

Глядя на классификацию на рис.1 мы приходим к выводу, что оценка обществом научных результатов того или иного теоретика далеко не всегда отражает его реальный вклад в развитие теоретической физики. Эта оценка базируется, в основном, на «общественном мнении», которое ориентировано больше на минимизацию ошибки в определении оценки, чем на реальный вклад теоретика. Под «общественным мнением» я подразумеваю мнение большинства научного сообщества, учитывающее такие показатели, как количество статей, опубликованных в ведущих (американских) журналах, количество опубликованных книг, количество выступлений на международных конференциях и работа в престижных научных учреждениях, придумать новую конструктивную или академическую теорию. Чтобы работать в таком стиле, теоретику необходимо обладать «компьютерным интеллектом», т.е. безошибочно проводить (относительно) сложные математические расчеты, при этом совершенно неважно имеет ли полученный результат экспериментальные следствия хотя бы в обозримом будущем. Нетрудно видеть, что «общественное мнение» формируется теоретиками, которые занимаются теоретическими работами классов 12.V-17.VI, причем теоретики именно этого уровня руководят теоретическими кафедрами в ведущих университетах мира [12], определяя тенденцию развития теоретической физики на годы вперед. Теоретики классов 12.V-17.VI в большей степени занимаются математической физикой и по этой причине их работы менее уязвимы по сравнению с работами, в которых обсуждаются основы теоретической физики. Поэтому в среде теоретиков в 50х

годах прошлого столетия возникла мантра: – *заткнись и вычисли!* В результате среди ведущих теоретиков обсуждение основ теоретической физики считается (по умолчанию) «дурным тоном». С точки зрения автора такое положение дел всего лишь следствие недостаточного знания теоретиками классов 12.V-17.VI проблем современной теоретической физики [9-11]. Знание этих проблем и создание фундаментальной теории, которая их решает – вот выход из застоя современной фундаментальной теории.

На рис.1 теоретики, получившие Нобелевские премии, отмечены, за исключением А. Эйнштейна, красным шрифтом. Это сделано специально, чтобы подчеркнуть ошибочность оценки значения работ А. Эйнштейна как теоретика наивысшего класса 0.I. Нобелевская премия была присуждена А. Эйнштейну в 1920 г. за явление фотоэффекта, благодаря чему сегодня миллионы (а иногда и миллиарды) людей имеют возможность одновременно смотреть по телевидению важнейшие события, происходящие в мире. Однако уже в 1905 г. А. Эйнштейн, опираясь на работы А. Пуанкаре и Х. Лоренца, завершил работу по созданию специальной теории относительности, впервые обобщив механику Ньютона для случая скоростей движения, близким к скорости света. Эту работу А. Эйнштейна справедливо было бы рассматривать как теорию класса 1.I и удостоить Нобелевской премии, возможно совместно с А. Пуанкаре (Х. Лоренц получил уже в 1902 г. Нобелевскую премию за объяснение эффекта Зеемана). Затем, начиная с 1907 г. А. Эйнштейн целенаправленно занимается общерелятивистским обобщением уравнений теории гравитации Ньютона и в 1915 году (с помощью подсказки Д. Гильберта) находит новые фундаментальные уравнения гравитационного поля. Эту принципиально новую теорию гравитационного поля необходимо отнести к теориям наивысшего класса 0.I и также удостоить Нобелевской премии. Но, не по иронии судьбы, а под давлением «общественного мнения», А. Эйнштейн получает премию за фотоэффект, который можно отнести к теориям класса 4.II (см. рис.1), что на 4 класса ниже его наивысшего достижения! Такое «непонимание» обществом значимости работ, сделанных учеными классами 0.I -1.I связано с отличием интеллекта ученых, создающих теории класса 0.I -1.I., от интеллекта большинства других ученых. Используя терминологию Ли Смолина, который предложил делить всех теоретиков на «*пророков*» и «*ремесленников*» [12], следует наделять ученых класса 0.I -1.I, 3.II *интеллектом пророков*, тогда как остальные теоретики в большей степени обладают *интеллектом ремесленников* (компьютерным интеллектом). Если для пророка работать – значит думать (А. Эйнштейн), то для ремесленника работать означает считать и писать (Л. Ландау). Поэтому в реальных жизненных ситуациях ремесленники (почти) не способны понять и правильно оценить результаты работ пророка, а для пророка работа ремесленника представляется как рутинная. Это и понятно, ведь цель пророка – поменять фундамент науки и ввести новые фундаментальные принципы и уравнения физики, развивая науку «по вертикали», в то время как ремесленники разрабатывают принятые обществом фундаментальные уравнения «по горизонтали», не касаясь фундамента физики. Поэтому работа пророка подвержена риску в большей степени, чем работа ремесленника, а признание её обществом растягивается на десятилетия. Ждавший много лет признания своих фундаментальных работ И. Ньютон, произнес следующие печальные слова: «Либо не надо сообщать ничего нового, либо всю жизнь надо затратить на защиту своего открытия». Эти слова говорят о том, что доказавший свою правоту пророк должен быть не только (а, возможно, и не столько) гениальным ученым, но и проявить несгибаемый характер, отстаивая свои достижения в условиях многолетней обструкции и всеобщего

неприятия. Для науки такие отношения между пророками и ремесленниками вполне приемлемы, поскольку и те и другие дополняют друг друга, составляя одно целое, обеспечивая эволюцию наших знаний о реальности.

После этих примиряющих пророков и ремесленников слов можно философски заметить, что здесь работает закон единства и борьбы противоположностей, так что все в порядке. Но особенность момента состоит в том, что ремесленники игнорируют (или не понимают?) то, о чем им говорят пророки, в результате чего в физике возник застой [8-11] и эффективность науки значительно упала.

3. О связи вращения с геометрией пространства в классической механике

Казалось бы, что мы все знаем о нерелятивистской классической механике, которую начинаем изучать еще в школе. Однако эта наука не является окончательной, как любая другая фундаментальная физическая теория. Вот что пишет Г. Герц по поводу основ механики:

«По моему мнению, прежде всего, надо указать на то, что как раз введение в механику очень трудно излагать вдумчивым слушателям, не ощущая необходимости то тут, то там приносить этим слушателям, конечно не без некоторого смущения, извинения, и не испытывая желания побыстрее перейти от введения к примерам, которые говорят сами за себя» [16].

Действительно, основное понятие классической механики Ньютона – инерциальная система отсчета в реальном мире отсутствует. Для ее «обоснования» Ньютон вынужден был ввести понятие другое идеализированное понятие - «абсолютное пространство», которое тоже не наблюдаемо, поскольку ни с чем не взаимодействует. Поэтому Э. Маху пришлось ввести гипотезу, согласно которой инерциальная система отсчета связана с удаленными массами (*принцип Маха*) [17]. Если, согласно И. Ньютону, поверхность вращающегося ведра принимает форму гиперболоида вращения при вращении относительно абсолютного пространства, то, по принципу Маха, ведро вращается относительно удаленных масс, причем «воздействие» удаленных масс на кривизну поверхности воды в ведре происходит мгновенно. Такое представление о взаимодействии противоречит специальному принципу относительности, если учесть, что скорость света оказывается предельной.

Указанные трудности преодолеваются, если мы введем вращательную метрику [8], что можно было сделать еще во времена Эйлера. Действительно, при описании поступательного движения одной из основных характеристик является, как известно, линейная скорость $d\vec{v} = d\vec{x}/dt$, причем дифференциалы $d\vec{x}$ образуют трансляционную метрику

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2. \quad (1)$$

При описании вращения мы вводим угловую скорость $d\vec{\omega} = d\vec{\chi}/dt$, в которой дифференциалы неголономных вращательных координат $d\vec{\chi}$ образуют вращательную метрику

$$d\tau^2 = d\chi^A_B d\chi^B_A = T^A_{B\gamma} T^B_{A\sigma} dx^\gamma dx^\sigma, \quad (2)$$

$$\alpha, \beta, \gamma \dots = 1, 2, 3, \quad A, B, C \dots = 1, 2, 3,$$

где $T_{AB\gamma} = -T_{BA\gamma}$ - торсионное поле геометрии $A_3(3)$ [8] (рис.2). Таким образом, для описания вращательного движения материи в классической механике одной трансляционной метрики (1) недостаточно. Связность пространства $A_3(3)$ $\Delta^\beta_{\alpha\gamma}$ обладает кручением [8],

$$\Delta^\beta_{[\alpha\gamma]} = T^\beta_{[\alpha\gamma]} = -\Omega^{\cdot\beta}_{\alpha\gamma} = e^\beta_A e^A_{[\alpha,\gamma]} = \frac{1}{2} e^\beta_A (e^A_{\alpha,\gamma} - e^A_{\gamma,\alpha}), \quad (3)$$

которое порождается вращением триады Эйлера e^A_α (или 3D системы отсчета).

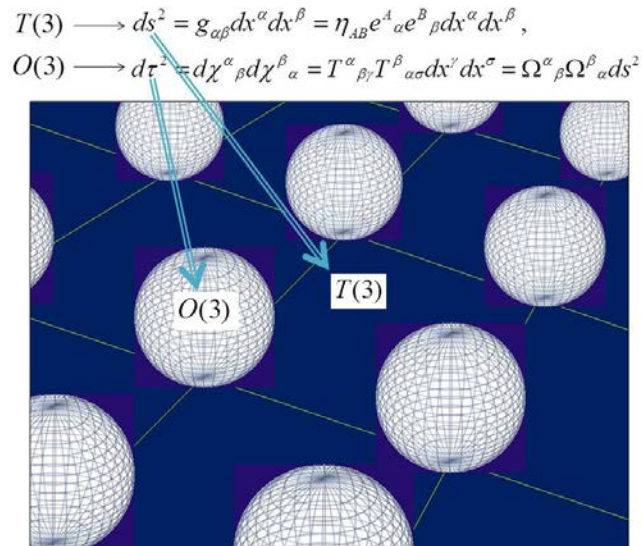


Рис.2. Структура расслоенного пространства абсолютного параллелизма $A_3(3)$

Подобного типа пространство существует в теории калибровочных полей Янга-Миллса. В нашем случае калибровочной группой оказывается группа вращений $O(3)$, при этом калибровочное поле $T^A_{B\gamma}$ принимает ясный физический смысл: - в соответствии с формулой

$$\omega^A_B = T^A_{B\gamma} \frac{dx^\gamma}{ds}, \quad \omega_{\alpha\beta} = -\omega_{\beta\alpha} = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_3 & \omega_2 \\ \omega_3 & 0 & -\omega_1 \\ -\omega_2 & \omega_1 & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

поле $T^A_{B\gamma}$ определяет угловую скорость вращения 3D системы отсчета или изменение ориентации *ориентируемой материальной точки* e^A_α . Поэтому у нас нет другого способа описывать угловую скорость вращения материи, кроме как ввести вращательную метрику (2) и торсионное поле $T^A_{B\gamma}$. Четырехмерным обобщением шестимерного координатного пространства $A_3(3)$ оказывается десятимерное координатное пространство $A_4(6)$ [18]. Такое пространство лежит в основе механики Декарта [19], в которой любое движение сводится к вращению. Основываясь на уравнениях механики Декарта, можно

утверждать, что искривление поверхности жидкости во вращающемся ведре появляется в результате действия на частицы жидкости сил инерции, порожденных кручением пространства $A_4(6)$. Таким образом, в механике Декарта торсионное поле, поле инерции и калибровочное поле Янга-Миллса, появившимися впервые в теории элементарных частиц, имеют единую природу – кручение геометрии $A_4(6)$.

4. На какие проблемы классической электродинамики указывают пророки, а ремесленники их игнорируют

Классическая электродинамика Максвелла-Лоренца представляет собой систему уравнений поля Максвелла и уравнений движения Лоренца, которые появились в результате обобщения большого количества электромагнитных явлений. Уравнения поля Максвелла описывают векторные поля \vec{E} и \vec{H} , создаваемые движущимися зарядами, линейны по \vec{E} и \vec{H} . Независимо заданные от уравнений поля Максвелла, уравнения движения Лоренца описывают движение зарядов во внешних полях \vec{E} и \vec{H} . Они также линейны по \vec{E} и \vec{H} , если не учитывать силу реакции излучения ускоренно движущегося заряда.

Основные элементы, на которых базируется электродинамика Максвелла-Лоренца таковы: 1) уравнения линейны; 2) при 4D записи уравнения электродинамики Максвелла-Лоренца инвариантны относительно преобразований Лоренца для любых полей \vec{E} и \vec{H} , а также для любых скоростей сколь угодно близких к скорости света; 3) заряд точечный и постоянный $e = const$; 4) заряд не имеет собственного углового момента (спина); 5) векторные поля \vec{E} и \vec{H} поперечны. Почти все учебники по классической электродинамике предполагают выполнение этих базовых элементов по умолчанию, однако пророки нас предупреждают, что с уравнениями электродинамики не все так гладко.

Вот что пишет пророк А. Эйнштейн относительно линейности уравнений электродинамики:

«Теория Максвелла описывается на обширном материале как полевая теория первого приближения; нельзя упускать из вида, что линейность уравнений Максвелла может не соответствовать действительности и что истинные уравнения электромагнетизма для сильных полей могут отличаться от максвелловских» [20].

Электромагнитные поля считаются слабыми, если ускорения движущихся в них зарядов малы. Для электрона условие малости ускорения записывается как [21]

$$\left| \frac{e^3}{\mu^2 c^4} F^{ik} \frac{dx_k}{ds} \right| \approx \left| \frac{e^3}{\mu^2 c^4} \frac{F}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right| \ll 1, \quad (5)$$

где F^{ik} - тензор электромагнитного поля. Для нерелятивистской частицы из неравенства (5) следует, что поля являются слабыми и вызывают малые ускорения, если

$$E, H \ll \frac{\mu^2 c^4}{e^2} \approx 10^{16} \text{ ед. СИСЭ} . \quad (6)$$

Такие поля появляются на расстояниях порядка $r \approx 10^{-12} - 10^{-13}$ см, что гораздо меньше радиуса первой боровской орбиты электрона в атоме водорода, где ускорения оказываются ничтожными и электродинамика Максвелла-Лоренца достаточно хорошо описывает электромагнитные явления.

Вот что пишет пророк В. Паули, опираясь на неравенство (5):

«уравнения Максвелла строго справедливы только для равномерно движущихся тел и степень их точности, вообще говоря, тем больше, чем меньше ускорение матери» [22].

Это очень точное замечание В. Паули было опубликовано почти 90 лет назад и, конечно, известно теоретикам. Удивительно только то, что до сих пор этот важный для будущей физики вывод в современных учебниках по электродинамике замалчивается, и теоретики продолжают использовать уравнения электродинамики (классической и квантовой) в областях, где их применение запрещено неравенством (5) [23].

Неравенство (5) показывает, что если электромагнитные поля сколь угодно слабые, т.е. с большим запасом удовлетворяют неравенству (6), то, при больших скоростях, всегда происходит нарушение неравенства (5). Отсюда, в частности, следует, что четырехмерная запись уравнений поля Максвелла и уравнений движения Лоренца *не является релятивистски инвариантной* [9]. Господствующая в настоящее время точка зрения большинства теоретиков, что для любых ускорений четырехмерная запись уравнений электродинамики Максвелла-Лоренца релятивистски инвариантна, *ошибочна* и должна быть пересмотрена.

5. Эксперименты в классической электродинамике, обобщающие уравнения Максвелла-Лоренца

Экспериментальную основу классической электродинамики составляют четыре закона, которые в дифференциальной форме имеют вид: 1) закон Кулона $div \vec{E} = 4\pi\rho$; 2) закон Ампера $rot \vec{H} = 4\pi \vec{j} / c$; 3) закон отсутствия свободных магнитных зарядов $div \vec{H} = 0$; 4) закон Фарадея $rot \vec{E} + \partial \vec{H} / c \partial t = 0$. Здесь плотность точечного заряда $\rho = e\delta(\vec{r} - \vec{r}_0)$ не зависит от времени, а вектор тока определяется как $\vec{j} = e\vec{v}\delta(\vec{r} - \vec{r}_0)$, где δ – дельта функция Дирака. Из определения для плотности ρ следует, что заряд e постоянен $e = \int \rho dV = const$, $dV = dx dy dz$. Чисто теоретически сразу напрашиваются два возможных обобщения электродинамики Максвелла-Лоренца:

- 1) ввести в электродинамику переменный заряд $e = e(t) \neq const$;
- 2) рассмотреть вращательные уравнения движения заряда, наподобие вращательных уравнений Эйлера в механике.

5.1 Уравнения движения (микро)гироскопа в классической электродинамике

Простейший макроскопический эксперимент, который использует собственное 3D вращение зарядов, был продемонстрирован С. Барнеттом [24]. Вращая ферромагнетик, С.

Барнетт обнаружил, что он в результате механического вращения намагничивается. Чисто классически это явление объясняется тем, что заряженные частицы внутри ферромагнетика имеют собственные механические моменты, т.е. являются заряженными гироскопами. При вращении ферромагнетика оси микрогироскопов поворачиваются и стараются выстроиться вдоль направления оси вращения образца. Обратный эксперимент С. Барнетта был проведен А. Эйнштейном и де Гаазом [25]. В этом эксперименте железный цилиндр помещался в однородное магнитное поле, созданное соленоидом. В результате у цилиндра возникает макроскопический механический момент, который представляет собой суммарный механический момент электронов, возникший в результате взаимодействия внешнего магнитного поля \vec{H} с магнитными моментами электронов. Если ввести вектор углового момента \vec{S} (вектор спина), то наблюдаемое макроскопическое явление описывается уравнением Блоха [26] (без учета затухания) вида

$$\frac{d\vec{S}}{dt} = \vec{M} = -\frac{e}{\mu c} [\vec{S}\vec{H}] \quad (7)$$

Подобное уравнение описывает не только прямой и обратный эффекты Барнетта, но и прецессию заряженного микроскопа вокруг направления внешнего магнитного поля \vec{H} . Для электрона частота этой прецессии определяется через поле \vec{H} по формуле $\vec{\omega}_L = e\vec{H} / 2\mu c$.

Макроскопический эксперимент Штерна-Герлаха [27], в котором было обнаружено взаимодействие вектора спина \vec{S} с неоднородным магнитным полем \vec{H} , обобщает уравнение движения Лоренца. С учетом вектора спина \vec{S} уравнение Лоренца теперь записывается как

$$\mu \frac{d\vec{v}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c} [\vec{v}\vec{H}] + \frac{e}{\mu c} (\vec{S}\nabla)\vec{H} + \frac{e}{\mu c} [\vec{S} \text{rot}\vec{H}]. \quad (8)$$

Уравнения (7) и (8) мы будем рассматривать как классические уравнения движения заряженного или нейтрального (микро)гироскопа, обладающего магнитным моментом. В общем случае, такой гироскоп создает ток и плотность заряда вида [28]

$$\vec{j}_e = \frac{ie\hbar}{2\mu} [\Psi^+(\nabla\Psi) - \Psi(\nabla\Psi^+)] + \frac{e^2}{\mu c} \vec{A}(\Psi^+\Psi) - \frac{e\hbar}{2\mu} \text{rot}(\Psi^+\vec{\sigma}\Psi), \quad \rho_e = e\Psi^+\Psi, \quad (9)$$

где Ψ - спинор Дирака, $\vec{\sigma}$ - вектор Паули и

$$\vec{S} = \frac{\Psi^+\hat{s}\Psi}{\Psi^+\Psi} = \frac{\hbar}{2} \frac{\Psi^+\hat{\sigma}\Psi}{\Psi^+\Psi}, \quad \vec{s} = \frac{\hbar}{2} \vec{\sigma}, \quad \hat{s} = \frac{\hbar}{2} \hat{\sigma}, \quad \vec{S}^2 = \frac{\hbar^2}{4}. \quad (10)$$

Введем вектор магнитного момента Бора

$$\vec{\mu}_B = \frac{e}{\mu c} \vec{S}, \quad (11)$$

тогда наиболее общая запись уравнений (7), (8) имеет вид

$$\mu \frac{d\vec{v}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c}[\vec{v}\vec{H}] + (\vec{\mu}_B \nabla)\vec{H} + [\vec{\mu}_B \text{rot}\vec{H}], \quad (12)$$

$$\frac{d\vec{\mu}_B}{dt} = \frac{e}{\mu c}[\vec{\mu}_B \vec{H}]. \quad (13)$$

Легко видеть, что эти уравнения движения оказываются взаимозависимыми, при этом изменение магнитного момента (вектора спина) приводит к изменению ускорения центра масс и наоборот. Подставляя ток (9) в уравнения Максвелла, находим

$$\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c} \left(\frac{ie\hbar}{2\mu} [\Psi^+ (\nabla\Psi) - \Psi (\nabla\Psi^+)] + \frac{e^2}{\mu c} \vec{A}(\Psi^+\Psi) - \frac{e}{\mu} \text{rot}(\Psi^+ \vec{s} \Psi) \right) + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}. \quad (14)$$

Отсюда видно, что источником магнитного поля могут быть 4 вида токов: 1) ток проводимости; 2) орбитальный ток; 3) спиновый ток и 4) ток смещения. Надо отметить, что экспериментальное проявление спинового тока и магнитного поля, которое он создает, почти не изучено в (макро)экспериментах.

5.2 Электродинамика переменного заряда

Особый интерес представляют электродинамические явления, в которых заряд меняет свое значение с течением времени. В первом приближении можно рассмотреть ситуацию, когда заряд $e = \text{const}$ движется в поле переменного заряда $Q = Q(t)$. В этом случае появляется скалярное магнитное поле

$$S = \frac{1}{rc} \cdot \frac{\partial Q(t)}{\partial t} \quad (15)$$

и уравнение движения Лоренца обобщается и записывается как [9]

$$\mu \frac{d\vec{v}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c} \{ [\vec{v}\vec{H}] + S \vec{v} \}. \quad (16)$$

Из (16) видно, что скалярное поле S имеет магнитную природу, но качественно отличается от векторного магнитного поля \vec{H} . Действительно, магнитная сила

$$\vec{F}_S = \frac{e}{c} S \vec{v}, \quad (17)$$

порожденная скалярным магнитным полем (15), действует параллельно скорости движения зарядов, тогда как магнитная сила, порожденная векторным магнитным полем \vec{H} , действует перпендикулярно скорости движения. Поэтому работа магнитной силы (17) отлична от нуля. Уравнение неразрывности для переменного заряда нарушается, принимая вид [29]

$$\frac{\partial \rho_e}{\partial t} + \vec{\nabla}(\rho_e \vec{v}) = -\rho_e \frac{e}{\mu rc} \frac{\partial Q(t)}{\partial t}. \quad (18)$$

Опытным путем скалярные поля впервые были обнаружены Н. Тесла [30] при исследовании беспроводной передачи электроэнергии. При использовании векторных электромагнитных полей, имеющих дипольную природу, такая передача тоже возможна. Однако

поле (15) имеет монополярную природу и, как видно из соотношения (15), убывает с расстоянием от источника обратно пропорционально расстоянию. В работах [31-34] мы находим независимые подтверждения экспериментов Тесла, связанные со скалярным магнитным полем.

6. Нерешенные проблемы квантовой электродинамики, на которые указывают пророки, а ремесленники эти проблемы игнорируют

Квантовая механика и квантовая теория поля возникли в результате электродинамических экспериментов, которые выходили за рамки электродинамики Максвелла-Лоренца. Эти экспериментальные отклонения наблюдаются с помощью «классических» приборов. Уравнения квантовой электродинамики, при использовании общепризнанной копенгагенской трактовки, имеют вероятностную интерпретацию для найденных из их решения физических величин. Волновая функция, входящая в уравнения квантовой теории, не наблюдается, что привело к отказу от образного мышления и вызвало раскол среди ведущих теоретиков. Физики перестали понимать квантовую теорию.

6.1 Проблема объединения квантовой теории с общей теорией относительности. Разный поход у пророков и ремесленников

Отказ в квантовой теории от образного мышления вынудил автора классифицировать ее как полуфундаментальную теорию (рис.1). Как следствие отказа от образного мышления, мы имеем в физике ситуацию, когда большинство ведущих теоретиков прямо признаются, что они не понимают квантовую теорию.

Вот что пишет создатель теории кварков М. Гелл-Манн:

«Квантовая механика, это полная загадок и парадоксов дисциплина, которую мы не понимаем, но умеем применять».

Особенно твердо отстаивал свою точку зрения на предварительный характер квантовой теории А. Эйнштейн, с которым была солидарны М. Планк, Л. де Бройль, Э. Шредингер, П. Ланжевэн и др. который считал что:

«Некоторые физики, в том числе и я сам, не могут поверить, что мы раз и навсегда должны отказаться от идеи прямого изображения физической реальности в пространстве и во времени или, что мы должны согласиться с мнением, будто явления в природе подобны игре случая».

Далее,

«Нет сомнения, что квантовая механика имеет значительный элемент истины и что она станет пробным камнем для любой будущей теоретической основы, из которой должна быть выведена как частный случай».

За два года до того, как покинуть этот мир, Эйнштейн написал:

«Мои усилия пополнить общую теорию относительности путем обобщения гравитации были предприняты отчасти в связи с предположением о том, что, по-видимому, ра-

зумная общерелятивистская теория поля, возможно, могла бы дать ключ к более совершенной квантовой теории».

Надо отметить, что большинство теоретических работ по объединению квантовой теории с общей теорией относительности делается в настоящее время ремесленниками, при этом исходной точкой этих работ является квантовая теория. Такой подход в своей основе противоположен завету А. Эйнштейна, который говорил, что:

«Однако я не думаю, что квантовая механика является исходной точкой поисков основы».

С ним был согласен Луи де Бройль, считавший, что:

«Квантовая физика срочно нуждается в новых образах и идеях, которые могут возникнуть только при глубоком пересмотре принципов, лежащих в ее основе».

6.2 Проблема перенормировок в квантовой электродинамике. Пророк Дирак против ремесленников

Истоки этой проблемы имеют начало классической электродинамике Максвелла-Лоренца и связаны с тем, что в ней заряд точечный, поэтому его электростатическая энергия обращается в бесконечность

$$W = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV = \frac{1}{8\pi} \int_0^\infty \frac{e^2}{r^4} 4\pi r^2 dr = -\frac{e^2}{2r} \Big|_0^\infty = \infty. \quad (19)$$

Когда появилась квантовая электродинамика, то физики подумали, что она сможет разрешить трудности классической электродинамики, в частности проблему бесконечности в равенстве (19). Однако оказалось, что уравнения квантовой электродинамики так же содержат бесконечно большие величины, однако в квантовой теории они имеют специфический «квантовый» характер. Уже первые работы В. Гейзенберга и В. Паули по квантовой теории взаимодействия света с веществом обнаружили расходимости в уравнениях квантовой электродинамики. В 1930 г. Дж. Валлер, используя уравнение Дирака, показал, что собственная масса «квантованного» электрона расходится квадратично. В то же время Дж. Опенгеймером была найдена главная причина расходимостей – *точечность рассматриваемой частицы* (хотя это следует из (19) уже в классической теории). Последующие расчеты В. Вайскопфа, использовавшего электронно-позитронную теорию Дирака, показали, что во втором порядке теории возмущений масса электрона расходится логарифмически. Используя диаграммную технику Фейнмана, Ф. Дайсон пересмотрел результаты В. Вайскопфа и пришел к выводу, что кроме логарифмической расходимости собственной массы существует еще и логарифмическая расходимость заряда.

Эти несовместимые со здравым смыслом выводы породили массу работ, модифицирующих уравнения квантовой электродинамики. Это модели Паули-Вилларса, электродинамики с нулевой затравочной массой заряда, нелокальные теории, перенормировки путем введения элементарной длины, модификации пропаторов элементарных частиц, включение высших производных и т.д.

Все эти работы вызвали разногласия между создателями квантовой электродинамики П. Дираком, Р. Фейнманом и др. и основной массой теоретиков. Согласно П.Дираку все предложенные модификации квантовой электродинамики не снимают проблему расходи-

мостей. Они, по-видимому, являются временным средством, помогающим *обойти* трудности, а не разрешить их, тем более что имеются сомнения во внутренней непротиворечивости процедур перенормировки. Некоторые теоретики считают, что математические трудности, с которыми приходится сталкиваться при модификации квантовой электродинамики (именно это происходит при введении в уравнения процедуры перенормировки), настолько велики, что возникают обоснованные сомнения в правильности выбранного пути. Поэтому Р.Фейнман заявляет: «теории перенормировки – это просто один из способов заметать под ковер трудности электродинамики, связанные с расходимостью» [35].

Еще более радикальную позицию в этом вопросе занимал один из создателей квантовой электродинамики П.Дирак. В работе [36] он писал:

«Правильный вывод состоит в том, что основные уравнения неверны. Их нужно существенно изменить, с тем, чтобы в теории вообще не возникали бесконечности и чтобы уравнения решались точно, по обычным правилам, без всяких трудностей. Это условие потребует каких-то очень серьезных изменений: небольшие изменения ничего не дадут».

7. Теория гравитации Эйнштейна. Пророк Эйнштейн против ремесленников

В 2015 году научная общественность будет отмечать столетие общей теории относительности и знаменитых уравнений Эйнштейна

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik}, \quad i, j, k \dots = 0, 1, 2, 3. \quad (20)$$

В уравнениях (20) слева стоит геометрическая величина $G_{ik} = R_{ik} - 0.5g_{ik}R$ - тензор Эйнштейна. В плоской геометрии эта величина обращается в нуль. Справа в уравнениях (20) стоит тензор энергии-импульса материи T_{ik} , который не имеет геометрической природы и не обращается в нуль даже в плоской геометрии. Отсюда следует, что правая и левая часть уравнений (20) не зависят друг от друга. А. Эйнштейн по этому поводу писал:

«Все попытки представить материю тензором энергии-импульса неудовлетворительны, и мы хотим освободить нашу теорию от специального выбора такого тензора [37]».

Действительно, запишем уравнения (20) в виде

$$aG_{ik} = bT_{ik}, \quad (21)$$

где a и b - константы, отличные от нуля. Перейдем в уравнениях (21) к плоскому пространству, в котором $G_{ik} = 0$. В результате из (21) имеем

$$bT_{ik} = 0. \quad (22)$$

При $b \neq 0$ из (22) логически следует, что $T_{ik} = 0$. Именно этот факт заставил А. Эйнштейна сказать следующие слова:

«Однако такие тензоры энергии-импульса следует рассматривать как чисто временные и более или менее феноменологические способы представления структуры материи, и их присутствие в уравнениях делает невозможным определение того, насколько полу-

ченные результаты не зависят от специального предположения относительно состава материи. В действительности, единственными уравнениями гравитационного поля, которые бесспорно следуют из основных предположений общей теории относительности, являются уравнения для пустого пространства [38]».

Таким образом, А. Эйнштейн считал, что только уравнения для пустого пространства (вакуумные уравнения Эйнштейна)

$$R_{ik} = 0 \quad (23)$$

имеют право называться «совершенными» уравнениями общерелятивистской теории гравитационного поля, а введенный «руками» тензор энергии-импульса материи T_{ik} в уравнениях (20) как временный выход из положения. Он много времени потратил на поиск полностью геометризованных (включая правую часть (20)) уравнений гравитационного поля. Но А. Эйнштейн идет еще дальше, он говорит:

«Правая часть включает в себя все то, что не может пока быть объединено в единой теории поля. Конечно, я не одной минуты не сомневался в том, что такая формулировка есть только временный выход из положения, предпринятый с целью дать общему принципу относительности какое-то замкнутое выражение. Эта формулировка была ведь, по существу, не более чем теорией поля тяготения, несколько искусственно оторванного от единого поля еще неизвестной структуры [39]».

Иными словами, А. Эйнштейн считает, что необходимо найти в физике такое поле, которое: 1) имеет геометрическую природу; 2) имеет всеобщий характер и, в настоящее время, еще не осознано научным сообществом.

А что мы имеем на сегодняшний день? Уравнения (20) продолжают использоваться теоретиками с правой частью, выбранной произвольно, в зависимости от цели, которую поставил перед собой исследователь. Более того, в таких важных разделах теоретической физики, как космология, правая часть в уравнениях (20) выбирается из условия, что источник гравитации имеет квантовую природу. При этом исследователи закрывают глаза на тот факт, что даже фундаментальные уравнения гравитации Эйнштейна для пустого пространства (23) еще не проквантованы. Современная квантовая теория не является фундаментальной теорией и имеет полуфундаментальную формулировку, поэтому подстановка в правую часть фундаментальных уравнений Эйнштейна (20) полуфундаментального тензора энергии-импульса квантовых полей противоречит здравому смыслу.

Заключение

Что мы имеем в результате того, что теоретики пренебрегают мнением пророков и продолжают заниматься всем, чем угодно, но не поиском новой фундаментальной теории. В результате мы получаем застой в фундаментальной физике, при этом экспериментальные факты, выходящие за рамки существующих фундаментальных теорий, имитируются многочисленными феноменологическими, конструктивными и академическими теориями, уводящими нас от истины.

Выход из создавшегося положения в фундаментальной физике автор видит в смене научной парадигмы [2,6,7, 8-11] , основанной на всеобщем принципе относительности и уравнениях физического вакуума [18]. Механика Ньютона и три ее обобщения: релятивистская механика, общерелятивистская и квантовая механики заменяются в теории физического вакуума единой механикой Декарта [19], которая сводит все виды движения к вращению и в которой пространство событий наделено 10ти мерной неголономной геометрией абсолютного параллелизма $A_4(6)$.

02.03.2015.

Литература

1. Ницше Ф.// Так говорил Заратустра, М.: Институт философии РАН, 2004.
2. Шипов Г.И. // Об оценке работ по теоретической физике. М.: Кириллица, 2007, 38. <http://shipov-vacuum.com/wp-content/uploads/2011/10/Об-оценке-работ-по-ТФ.pdf>
3. Паули В.// Теория относительности, ГИТТЛ, М-Л, 1947.
4. Эйнштейн А. // Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 2. С. 366.
5. Дирак П.// Пути физики. М.: ЭнергATOMиздат, 1983.
6. Шипов Г.И. // О решении первой проблемы Эйнштейна. М.: Кириллица, 2007, с.38.
7. Шипов Г.И. // О решении второй проблемы Эйнштейна. М.: Кириллица, 2007, с.59.
8. Шипов Г.И. // Застой в теоретической физике и пути выхода из него. Механика. «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.18485, 02.02.2014, <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311123.htm>
9. Шипов Г.И. // Застой в теоретической физике и пути выхода из него. Классическая электродинамика // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.18636, 09.03.2014, <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/1125-shp.pdf>
10. Шипов Г.И. // Застой в фундаментальной физике и пути выхода из него. Общая теория относительности // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.19863, 14.12.2014, <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/1133-shp.pdf>
11. Шипов Г.И. // Застой в теоретической физике и пути выхода из него. Квантовая механика // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.19717, 01.11.2014. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/1131-shp.pdf>
12. Смолин Л. // Неприятности с физикой: взлет теории струн, упадок науки и что за этим следует. Бостон, 2006, 1955 с. (См. перевод с английского на русский на сайте <http://www.rodon.org/sl/nsfvtsunichzes/>).
13. Грин Б. // Элегантная Вселенная, М.: Едиториал УРСС, 2005, 288 с.
14. Пенроуз. Р // Путь к Реальности. Из-во: Институт компьютерных исследований, НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" 2007 г., Penrose R. // The Road to Reality. Alfred F. Knopf - New York, 2005. P.1099.
15. Шипов Г.И. // Когда Эйлеру не хватило интуиции Ньютона, в физике не возник застой, 2015, <http://shipov-vacuum.com/wp-content/uploads/2011/09/КогдаЭйлеру-нехватило.pdf> .
16. Герц Г. // Принципы механики, изложенные в новой связи. Наука, М., 1959, с. 19.
17. Мах Э. // Механика. Историко-критический очерк ее развития. Пер. с нем. Изд.2 2011. 456 с.

18. *Шипов Г.И.*// Теория Физического Вакуума, теория эксперименты и технологии, М., Наука, 1997. 450 с.
19. *Shipov G.* // Decartes' Mechanics – Fourth Generalization of Newton's Mechanics. In "7th Intern. Conference Computing Anticipatory Systems " ~ НЕС - ULg, Liege, Belgium, 2005, ISSN 1373-5411 ISBN 2-930396-05-9 P. 178 .
20. *Эйнштейн А.* // Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 2. С. 366.
21. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* // Теория поля. М.: Наука, 1973.
22. *Паули В.*// Теория относительности, ГИТТЛ, М-Л, 1947.
23. *Шипов Г.И.*// Простое доказательство релятивистской не инвариантности уравнений классической электродинамики.
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/003a/02310015.htm>
24. *Barnett S.J.* // Science, **30**, 413, 1909, **42**, 163, 459, 1915.
25. *Einstein A., de Haas W,J.*// Verh. D. deut. Phys. Ges., **17**, 152, 1915; **18**, 423, 1916.
26. *Bloch F.*// Physics Review. 1946 **70**, P. 460-473.
27. *Gerlach W., Stern O.* // Der experimentelle Nachweis der Richtungsquantelung im Magnetfeld, "Z. Phys.", 1922, Bd 9, S. 349.
28. *Шипов Г.И., Подаровская М.И.*//Спин-торсионная формулировка квантовой механики и поля инерции. М.: Кириллица, 2012, с. 49
29. *Шипов Г.И.* // Почему надо переписывать учебники по классической электродинамике. // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.17456, 13.05.2012,
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/02311111.htm>
30. *Tesla N.*// "The True Wireless". Electrical Experimenter (May 1919).
31. *Николаев Г.В.*// Скалярное магнитное поле. Томск. 1997. С. 23.
32. *Николаев Г.В.*// Непротиворечивая электродинамика. Томск. Книга 1. 1997. С. 143.
33. *Николаев Г.В.*// Тайны электромагнетизма. Томск. 2001.С.77.
34. *Сигалов Р.Г., Султонов Ш.Д., Тиллаев М., Шаповалова Т.И., Хайдаров А.* // Новые страницы учения об электромагнетизме. Фергана, 2003. 51 с.
35. *Feynman R.* // Phys. Today, **19**, 31, 1966.
36. *Дирак П.*// Пути физики. М.: Энергтоиздат, 1983.
37. *Einstein A., Infeld L., Hoffmann B.* // Canad. J. Math., 1949, **1**, pp. 209-241.
38. *Эйнштейн А.* // Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 2. С. 117.
39. *Эйнштейн А.* // Собр. науч. тр. М.: Наука, 1967. Т. 4. С. 286.