

БАРЫКИН В.Н.

**К НОВОМУ КАЧЕСТВУ
ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СВЕТА**

$$E = 8\pi^2 \left(p \frac{r}{b} \right)^2 \frac{q^2}{\varepsilon_0 c(q)} \omega = \eta(q) \omega.$$

Минск
«Ковчег»
2011

УДК 530.12
ББК 22.31
Б26

Барыкин, В.Н.

Б26 К новому качеству физической теории света / В.Н. Барыкин. – Минск : Ковчег, 2011.
– 76 с.

ISBN 978-985-7006-10-6

Проанализированы попытки и возможности построения структурной модели света. Введена концепция базовой частицы света, названной бароном. Барон состоит из гравитационно нейтрального объекта, расположенного в центре и электрически нейтрального объекта, движущегося на периферии. Выведена формула для постоянной Планка и энергии частицы света. Рассмотрены возможности для построения микроскопической теории света на основе обобщенного уравнения Шрёдингера. По аналогии с электродинамикой проанализирована физика гравитации.

УДК 530.12
ББК 22.31

ISBN 978-985-7006-10-6

© Барыкин В.Н., 2011
© Оформление. ООО «Ковчег», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Краткий путеводитель по моделированию частиц света	6
О неполноте классической электродинамики движущихся сред	9
Обобщение релятивистской электродинамики	22
Математическое обоснование структуры электромагнитного излучения	31
Вывод обобщенных уравнений микродинамики	39
К симметрии процесса измерения в электродинамике	48
Физическая модель гравитации	55
К философским проблемам физики	63
Заключение	75

Введение

Долгое время в физике свет рассматривался как система квазиобъектов – фотонов. Согласно экспериментам они имели волновые свойства, проявляющиеся в явлениях интерференции и дифракции и выражающиеся через характерную частоту и периодическое изменение своих параметров. Но эти свойства не интерпретировались как эффекты механического вращения каких-то изделий. Считалось также, что свет не может быть волной в эфире, рассматриваемом как субстанция более глубокого уровня материи. Механических моделей для частиц света, согласующихся со всей системой экспериментальных данных, до настоящего времени построить не удавалось никому.

Более того, сама идея рассматривать свет как систему механических частиц с размерами в физическом трехмерном пространстве в 20 столетии отрицалась практически всеми теоретиками. Это отрицание базировалось на постулатах специальной теории относительности. Согласно им невозможно без логических противоречий ввести конечные размеры частиц света в собственной системе отсчета, а потому их не может быть и в других системах отсчета.

Точка зрения экспериментаторов, для которых свет выступает как материальная субстанция, была отличной от теоретической модели света. С 1960 года выполнено огромное количество экспериментов по определению структуры света. В настоящее время есть обширные обзоры по этой теме. Однако общепринятой точки зрения на физическую структуру света пока нет.

Общепринято мнение, что уравнения Максвелла показывают только поведение электромагнитного поля, но не его структуру. Выполненный мною симметричный анализ электродинамики, базирующийся на концепции группы заполнения, утвердил в мысли, что уравнения через свою матричную структуру показывают также структуру «поля». Слово поле взято в кавычки потому, что полевая концепция, базирующаяся на континуальном, непрерывном «представлении» света, не предполагает наличия у него некоторой дискретной пространственной структуры.

В 1985 году создана модель динамического описания релятивистских эффектов в электродинамике. Она не использует специальной теории относительности. Новый подход позволил использовать модель макроскопического физического пространства-времени для описания *релятивистских эффектов*. Такой качественно новый результат удалось получить благодаря физическому и математическому углублению модели электромагнитных явлений. С физической точки зрения учтен факт релаксации параметров электромагнитного поля при его взаимодействии со средой, в частности, с измерительным устройством. В электродинамику введена новая математическая величина, названная показателем отношения. Ее изменение в динамических процессах характеризует релаксацию электромагнитного поля при его взаимодействии со средой от начальных к конечным значениям.

Появились новые основания считать, следуя гипотезе Ньютона-Эйнштейна-Томсона, что свет является ансамблем физических частиц, которые имеют составные части, внутреннее движение, связи, структуру, динамику. Названы они нотонами в честь Ньютона, который первым предложил модель света в форме частиц и наличие у них пространственно-временной структуры.

Задача состояла в том, чтобы построить модель света в виде составных объектов, изготовленной из элементов физической материи более глубокого уровня материи.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что частицы материи и частицы света могут состоять из одних и тех же базовых элементов. Известно, что при столкновении двух γ -квантов, не имеющих массы покоя и электрически нейтральных, рождаются электрон e^- и позитрон e^+ , имеющие ненулевую массу покоя и равные по величине, но противоположные по знаку электрические заряды. Имеет место обратное превращение: из электрона и позитрона при столкновении в присутствии третьих тел получаются два γ -кванта. Значит, материя и поле могут быть структурно едины. Так думал Ньютон. Эта точка зрения присуща многим

исследователям света. По этой причине мы вправе ожидать, что нотоны "хранят тайну" электрического и массового зарядов.

В 2001 году установлено, что волновые уравнения электродинамики Максвелла и волновые уравнения электрона Дирака имеют единую алгебраическую природу. Этот факт стал математическим аргументом в пользу физического единства частиц поля – нотонов и частиц материи – электронов, нуклонов. Такой подход упрочил свои позиции после доказательства возможности описания всех фундаментальных физических законов как G – модулей единой группы заполнения. Эта группа задается матрицами размерности 4×4 , косвенно свидетельствующие о том, что структура физических законов управляется системой отношений между некими четырьмя физическими объектами.

Физика света подсказывала, что так действительно может быть, если принять во внимание электрическую и гравитационную нейтральность частиц света. Одна пара ожидаемых новых частиц может быть электрическими плюс и минус предзарядами, тогда электрические заряды для материальных объектов могут изготавливаться из них. Другая пара ожидаемых новых частиц может быть гравитационными плюс и минус предзарядами. Из них могут изготавливаться положительные и отрицательные гравитационные заряды.

Анализ показал, что модель Максвелла в её матричном виде достаточно содержательна, чтобы дать информацию о структуре и фундаментальном поведении света. Нужно было найти алгоритмы для извлечения из неё качественно новой информации.

Известно, что атомы образованы из нуклонов и электронов, выступающих в роли базовых элементов для них. Принята гипотеза, что есть базовые нейтральные элементы для частиц света. Они названы **пролоном** и **элоном**, выступая также в роли слагаемых для электронов, нуклонов, других элементарных частиц.

Появились основания для того, чтобы конструировать механическую модель структурных частиц света – нотонов. Основное предположение состоит в том, что они, аналогично атомам материи, имеют центральную часть – ядро, содержащее нейтральные пролоны и периферическую оболочку, содержащую нейтральные элоны. Для реализации такого шага требуется допустить существование тонкой материи – структурной материи более глубокого уровня.

С 2003 года по 2006 год постепенно утвердилась точка зрения, что гравитационные предзаряды образуют «ядро» частиц света в форме нейтральной системы, а электрические предзаряды, также в форме нейтральной системы, движутся вокруг них на периферии. Предзаряды связаны между собой физическими силовыми линиями. Такую точку зрения на микрообъекты можно было бы принять всерьез, если бы удалось установить более тесную связь между макроизделиями и микроизделиями.

Двигаясь в указанном направлении, в 2006 году удалось доказать, что микромеханика в форме Шредингера может быть выведена из уравнений макромеханики вязкой жидкости, если макроуравнения применить не к атомам и молекулам, а к праматерии, представленной своей плотностью массы и вязкостью, используя деформированную скалярном четырехметрику Минковского. Это обстоятельство укрепило моё желание построить механическую модель частиц света из частиц тонкой материи, названной праматерией.

В 2007 году, следуя модели и идеологии Томсона Д.Д., была посчитана энергия частицы света. Она была представлена в виде полимерной молекулы, изготовленной из блоков, имеющих единые структурные составляющие. Было выведено структурное выражение для постоянной Планка. Также был показан её интегральный смысл для частицы света в целом и уменьшение её значения, приходящегося на отдельный блок световой частицы, когда их число увеличивается.

В 2008 году стало понятно, что для частиц света, электронов, нейтрино и кварков возможна физическая унификация. Они могут представлять собой изделия, комбинаторно изготовленные из единых базовых физических объектов, из которых состоят частицы света. В силу этого обстоятельства появляются новые возможности физического, структурного

моделирования элементарных частиц, а также расчета их свойств, проявляющихся в форме электрических и гравитационных зарядов.

В 2008 году показано, что матричная механика Гейзенберга пригодна для описания частиц света в форме полимерных молекул, моделируя их физическим осциллятором, в котором поперечные блоки соединены двойными силовыми линиями. Математический осциллятор квантовой теории получил физическое воплощение в механической модели света. Пропасть между макро- и микромиром стала казаться условной. В частности, можно было попытаться визуализировать частицы света, используя для этого привычный способ описания объектов макромира.

КРАТКИЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ЧАСТИЦ СВЕТА

Согласно Льюису, который ввёл термин фотон, они выступали в роли структурных составляющих атомов. Это был как бы вариант покоящегося света.

Позднее фотонам был придан другой смысл – самостоятельные движущиеся порции света. Их называли квантами и они рассматривались как бесструктурные, несоставные объекты.

Такой вариант принят в квантово механической модели описания света. Он оказался достаточным, чтобы согласовать важные для практики предсказания спектральных линий и их интенсивностей, а также описать атомный фотоэффект. Позднее было обнаружено, что при значительных энергиях фотона $E > mc^2$ фотон может материализоваться в кулоновском поле как электрон и позитрон. Реакция

$$\gamma + \gamma \leftrightarrow e^+ + e^-$$

объяснена в квантовой теории.

К составной, адронной структуре γ - квантов физики пришли, изучая эксперименты по фоторождению пионов и электронов при распространении вблизи ядер. С 1960 по 1976 годы было выяснено, что фотон в своих реакциях проявляет внутреннюю структуру, подобную внутренней структуре адронов. Сечения и амплитуды рассеяния таких процессов аналогичны выражениям, полученным при взаимодействии нуклонов и пропорциональна постоянной тонкой структуры $\alpha \cong 1/137$.

Начальная информация о таком соответствии есть в Scientific America. – 225, 94 (Murphy F.V., Yonnt D.E.) -1971. При взаимодействии с ядром фотон может трансформироваться в векторные мезоны, например,

$$\gamma \rightarrow \text{ядро} = \rho^0, \omega, \phi \dots \in v.$$

Первое наблюдение рождения ρ - мезонов фотонами было получено в 1961 году (McLeod, Richert, Silverman). На синхротроне Корнелл на 1.3 Гэв наблюдался 2-пионный резонанс. Первое систематическое исследование фоторождения ρ - мезонов было выполнено на Кэмбриджском электронном ускорителе (Crouch H.R... -1964 a, Phys. Rev. Lett. –13, 636). Расчёт выполнен Гарвардской группой (Lanzerotti L.Y... Phys. Rev. -1968. -166, 1365).

Первые теоретические попытки включить эффекты, связанные с аддитивными составляющими фотона были сделаны Грибовым (1969 г.), а также Бродским (Brodsky S.J., J. Pumphin. – Phys. Rev. -1969. -182, 1794). В расчётах преобладала модель (VMD) векторно-мезонной доминантности (Fujikawa K. – Phys. Rev. -1971. –D4, 2794, Sakurai J.J., Schildknecht D. – Phys. Lett. -1972a. –B40, 121, Braton A., Etim E., Grego M. – Phys. Lett. -1972. –B41, 609).

Анализ экспериментов показал, что есть аналогия между процессами, вызываемыми фотонами и адронами: полное сечение рассеяния очень медленно меняется с ростом энергии, амплитуда рассеяния *вперед* преимущественно мнимая, отличаясь лишь тем, что фотонное взаимодействие очень слабое. Полное сечение рассеяния для фотона меньше, чем адронное, примерно на множитель, равный $\alpha \cong 1/137$.

(Baner T.H., Spital R.D., Yennie D.R., Pipkin F.M. – Reviews of Modern Physics. -1978. – v.50. –N.2, 262-435)

Обзор доказательства подобия фотонного и адронного взаимодействия содержится в обзоре 1977 г. (Yennie) по материалам летней школы в Каргезе (Boyarki A.M., ... - Phys. Rev. Lett. –1968. –20, 300) и реакции с пионами на протонах: (Diddens A.N. Proceedings of the Fourth International Conference on High Energy Collisions, Oxford, England. –1972. –p.127).

Близкими по поведению являются кривые, характеризующие распределения поперечных и продольных моментов в сечении рассеяния для пионов (Shephard W.D. Phys. Rev. Lett. –1971. –27, 164, -1972. –28, 260) и для γ -квантов (Moffeit K.C. ... - Phys. Rev. –1972. – D5, 1603).

Известно несколько составных моделей для фотонов. Укажем некоторые из них. Фотон представляется совокупностью двух сферических зарядов противоположного знака, перемещающихся поступательно и вращающихся (Haotot Antoine. About the physical nature, structure and velocity of the photon. //Atti Found. G.Ronch: -1993. –48, N6. –P. 787-801).

Фотоны рассматриваются по аналогии с дилетонами (Mc.Lerran Larry D. Small X physics: an intuitive approach. // Progr. Theor. Phys. Suppl. –1997. –N129, 11-20).

Фотон рассматривается как аналог двойной спирали ДНК, состоящей из нейтрино и антинейтрино (Levitt L.S. Is the photon a double helix. –Lett. Nuovo Cim. –1978. –21, N6. –P.222-223).

Многочисленные эксперименты свидетельствуют, что на малых расстояниях фотон состоит из кварков, глюонов и элементарных частиц (Physicists study photon structure. // CERN Cour. –1999. –39, N7, -11).

Структура вакуумных флуктуаций, связанных с фотонами, рассматриваются в (Photons under the microscope // CERN Cour –1997. –37, N8. 22).

Партонная структура фотона представлена в работе Erdmann M. The partonic structure of the photon. // DESY [Rept.] –1996. –N090. –1-108.

Модель реальных и виртуальных фотонов при описании взаимодействия с ядрами предложена в работе (Thomas A.W. // Nucl. Phys. A. –2000. p.663-664, p.249-256).

Универсальность предасимптотики в адронной и фотонной дифракции показана в работе (Trochin S.M., Tyurin N.E. // Phys. Rev. D. –1997. –55, N1. p.7305-7306).

Экспериментальное и теоретическое исследование структуры фотона приведено в обзоре (Butterworth J.M. ... Photon structure as seen at HERA. // ZEUS DESY (Repl.) –1995. –N43. p.1-20).

Партонное распределение реальных и виртуальных фотонов изучалось в работе (Sjöstrand T., Storrow J.K., Vogt A. // J. Phys. G. –1996. –22, N6. p.893-901).

По модели Теразавы Х. калибровочные бозоны и фотоны представляют собой связанные состояния фермионных субкварков (Terasawa Hidezumi, Akama Keiichi, Chikaside Yuichi. What are the gauge bosons made of? –Progr. Theor. Phys. –1976. –56, N6. p.1935-38).

Фотон, как связанное состояние двух нейтрино с обменным потенциалом, описываемым уравнением Бете-Салпетера, рассмотрен в работе Sarkar Harish, Bhattacharye Brahmanande, Bandyopadhyay Pratul. – Phys. Rev. D.: Part. And Fields. –1975. –11, N4. p.935-938.

Адронная структура фотона в модели двухпионных составляющих представлена в работе Yennie Donald R. – Revs. Mod. Phys. –1975. –47, N2. –311-330.

Ядерные свойства фотонов показаны в работе Каримходжаева А. (// Узб. Физич. Журнал. –1991. –N3. –с.12-16).

Имеются попытки трактовать фотон как сгусток вращающегося электромагнитного поля и объяснить его квантовые свойства с классических позиций. (Gerharz Reinhold. –Int. J. Electron. –1972. –32, N3. –p.333-345).

Возможность описания фотона как системы, состоящей из нейтрино и антинейтрино, обсуждалась в работе Ruderfer Martin. On the neutrino theory of light. –Amer. J. Phys. –1971. –39, N1. –p.16.

Теорема (Pryce M.H.L. // Proc. Roy. Soc. –1938. –A165, 247) не создает реальных трудностей для нейтринной теории света. Предельный случай связанных состояний в системе двух частиц с $m \neq 0$ рассмотрен в работе Ferretti B. A comment on the neutrino theory of light. //Nuovo Cimento. –1964. –33, N1. –264-266. Она основана на возможности описания нейтрино парой векторов (\vec{E}, \vec{H}) , вращающихся в плоскости, перпендикулярной вектору Пойнтинга. Аналогичное рассмотрение с учётом существования электронного и мюонного нейтрино дано Перкинс В. РЖ Физ. 1965, 8Б200.

Предлагались модели, в которых имело место сочетание классических и квантово-механических представлений о сущности и природе света. Magyar George. On the nature of light. //Brit. J. Philos. Sci. –1965. –16, N61. –44-49. В этой работе свет распространяется в виде волн, а фотоны возникают только при взаимодействии с веществом.

Изучалось связанное состояние $(e^+ \div e^-)$ системы, образованной в результате универсального Ферми-взаимодействия. На основе решения уравнения Бете-Салпетера вычислена величина электромагнитной константы связи, близкая к экспериментальному значению. Freund. P.G.O. A composite model for the photon. //Acta phys. Austriaca. –1961. –14, N33-4. p.445-447.

Издавна проводятся вычисления собственной массы фотона. Так, в работе (Pressman Asher. La masse proper du photon. //C.r. Acad. Sci. –1954. –239, N1, 1023-25.) решаются уравнения Максвелла в пространстве с изотропной кривизной, при условии, что $R_{ik} = \frac{3}{a^2} g_{ik}$.

Тогда $\mu_0 = \sqrt{3}h(2\pi ac)^{-1} \cong 10^{-65} \text{ г}$.

В работах (Guralnik G.S. Photon as a symmetry-breaking to field theory. //Phys. Rev. –1964. –136, N5B, 1404-1416; 1417-1422) утверждается, что для того, чтобы фотон был безмассовым, необходимо нарушение лорентцовой симметрии, при котором вакуум становится вырожденным.

Один из первых обзоров данных о массе фотона есть в работе Кобзарев И.Ю., Окунь Л.Б. // УФН. –1968. –95, N1, 131-137.

Современные экспериментальные данные дают для нижней границы комптоновской длины фотона значение $\lambda \sim 3 \cdot 10^4 \text{ км}$.

По анализу красного смещения оценка массы фотона дает значение $m_0 \cong 10^{-66} \text{ г}$ (Fuli Li. An estimate of the photon rest mass. //Lett. Nuovo Cim. –1981. –31, N8, 289-290) методом Шредингера (Proc. Roy Irish Acad. –1943. –A49, 135) по точному измерению магнитного поля Земли по методу (Plimpton S.J., Lawton W.E. //Phys. Rev. –1936. –60, 1066) получено значение массы покоя фотона $m_0 = 4.0 \cdot 10^{-48} \text{ г}$ ($2.3 \cdot 10^{-15} \text{ эВ}$) (Goldhaber Alfred S., Nieto Michael Martin. New geomagnetic limit of the mass of the photon. //Phys. Rev. Lett. –1968. –21, N8, 567-69).

В работе (Keswani G.H. //Amer. J. Phys. –1971. –39, N2, 231-232) обсуждался вариант для массы фотона в среде

$$m_* = \frac{h\nu}{c^2} \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^{1/2}},$$

при котором m_* зависит от среды, что противоположно представлению о том, что масса – фундаментальное свойство.

Реакции вида $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$, $\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$ изучаются по схеме расчета (Weinberg S. //Physica A. –1979. –96, 327) в работе Bel'kov A.A., Lanyov A.V., Scherer S. //J. Phys. G. –1996. –22, N10, 1383-94.

Анализ $\gamma\gamma$ столкновений можно рассмотреть по (Lect. Notes Phys. –1980. –134, I-XIII, 1-400).

В работе (Nich Н.Т. Size of photons. //Phys. Lett. –1972. –В38, N2, 100-104) предполагается, что эффективные размеры фотона в процессе фоторождения увеличиваются с ростом энергии. Обнаруживаются многочисленные новые экспериментальные данные о свойствах света. Так, в эксперименте Пфлигора, Манделя (РЖ Физ, 1968, 4В 647) обнаружена интерференция лучей, испускаемых двумя независимыми лазерами, причем два фотона никогда не могли находиться в установке одновременно.

Выполнены эксперименты, напрямую подтверждающие дискретную структуру квантов электромагнитного поля (Knight Peter //Nature. –1996. –380, N6573. –392).

I) Сверхпроводящая полость содержала электромагнитное излучение и через нее пропускались возбужденные атомы с гигантскими дипольными моментами, посредством которых атом взаимодействовал с квантами излучения. Поле в полости менялось дискретно.

II) Роль квантовой полости выполняла вибрирующая стенка свободных ионов Be в электромагнитной ловушке. Выбирая частоту лазера, которой облучали ионы, можно было наблюдать единичные переходы в вибрационном секторе.

Выполнено много экспериментов по остановке фотонов (Photons are persuaded to stop and take a light siesta //CERN Cour. –2001. –41, N3. 11).

Рождение материи светом рассмотрено в работе Ehrenstein D. Conjuring matter from light. //Science. –1997. –277, N2330. 1202.

В настоящее время проводится много экспериментальных и теоретических работ, направленных на изучение структуры частиц света, рассматриваемых как составные объекты.

Следует отметить, что такая возможность имеет, скорее, экспериментальную, чем теоретическую направленность.

О НЕПОЛНОТЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

ДВИЖУЩИХСЯ СРЕД

Дан перечень основных нерешённых проблем в теории электромагнитных явлений. На примерах подтверждена конструктивность общепринятой модели и её достоверность. Обоснована стратегия и некоторые возможности обобщения электродинамики движущихся сред.

Некоторые проблемы моделирования электромагнитных явлений

Современная теория электромагнитных явлений является феноменологической. Ее основу образует концепция электрического заряда. Опытным путем установлено, что он существует в природе в виде заряженных частиц, которые являются неделимыми "атомами электричества": электрон имеет заряд $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ кл, массу $m_e = 10^{-30}$ кг, размер $r_e = 10^{-20}$ см. В состав атома каждого элемента входит определенное число электронов, их заряд скомпенсирован положительным зарядом протонов, входящих в ядро атома. Ядро атома мало, в нем практически сосредоточена вся его масса. Рассматривая взаимодействие покоящихся зарядов, мы приходим к понятию электрического поля. Понятие магнитного поля необходимо для описания взаимодействия движущихся зарядов. Известно, что электрические и магнитные поля могут превращаться друг в друга, так как каждое из них есть частный случай электромагнитного поля. Последнее существует самостоятельно, имеет и переносит энергию и импульс. Согласно сложившимся в физике воззрениям, указанные процессы обеспечиваются движением "квазичастиц" - фотонов, которые являются переносчиками взаимодействия между зарядами. Для фотонов, как и для электронов, мы не имеем в настоящее время ни описания их пространственно-временной структуры, ни реалистичных моделей их "устройства" и "жизнедеятельности", до последних лет сохраняется представление об их неделимости, элементарности. В настоящее время экспериментально определен размер электрона $r_e \approx 10^{-20}$

см, что стимулирует разработку моделей для описания его пространственно-временной структуры.

Ситуация для электронов и фотонов во многом аналогична той, которая имела место в начале XX века в теории атомов и молекул. Поэтому в качестве первой и, вероятно, основной нерешенной задачи теории электромагнитных явлений выступает проблема 1: *физически обосновать и построить пространственно-временные модели фотона и электрона.*

Достаточно очевидно, опираясь на достижения квантовой электродинамики, что средствами феноменологической электродинамики сделать это невозможно. Однако начинать анализ необходимо отсюда, так как в этой области мы имеем последовательную теорию, согласующуюся с огромным количеством экспериментальных данных. Для покоящихся сред теория построена Максвеллом [1]. Модель задана системой векторных уравнений в многообразии аффинной связности $R^3 \times T^1$:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} &= 0, \quad \operatorname{div} \vec{B} = 0, \\ \operatorname{rot} \vec{H} - \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} &= \frac{4\pi}{c} \vec{j}, \quad \operatorname{div} \vec{D} = 4\pi \rho, \\ \vec{D} &= \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{B} = \mu \vec{H}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Здесь (ρ, \vec{j}) - плотности зарядов и токов соответственно, (\vec{D}, \vec{B}) - векторы электрической и магнитной индукции; (\vec{E}, \vec{H}) - векторы напряженностей электрического и магнитного полей; ε, μ - диэлектрическая и магнитная проницаемости среды; $c = 299792,5$ км/с - скорость электромагнитного поля в вакууме. В вакууме $\varepsilon = \mu = 1$ и уравнения (1.1) имеют вид

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{e} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{b}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \vec{b} = 0, \\ \operatorname{rot} \vec{b} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{e}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}, \quad \operatorname{div} \vec{e} = 4\pi \rho. \end{aligned} \quad (1.2)$$

Следуя электронной теории Лорентца [2], ими описывается электромагнитное поле, создаваемое точечными электронами. Поля \vec{D} и \vec{H} в среде рассматриваются, согласно теории дисперсии [3], как осредненные по макроскопической области пространства значения совокупности микрополей, описываемых уравнениями (1.2), согласно соотношениям

$$\vec{D} = \vec{E} + \vec{P}, \quad \vec{H} = \vec{B} - \vec{M}. \quad (1.3)$$

Здесь \vec{M}, \vec{P} - векторы намагничивания и поляризации среды, определяемые из дополнительных физических предположений, $\vec{E} \neq \vec{e}, \vec{B} \neq \vec{b}$ - осредненные значения напряженностей.

Обобщение уравнений Максвелла, посредством которого удалось охватить большой класс физических явлений, в частности, описать с единых позиций годичную аберрацию света [4], изменение частоты - эффект Допплера [5], опыт Физо [6] по частичному увлечению света движущейся средой, опыт Майкельсона [7], дающий независимость скорости электромагнитного поля от скорости Земли, было достигнуто на основе модификации материальных уравнений электродинамики следующего вида

$$\vec{D} + [\vec{\beta} \times \vec{H}] = \varepsilon (\vec{E} + [\vec{\beta} \times \vec{B}]),$$

$$\vec{B} + [\vec{E} \times \vec{\beta}] = \mu(\vec{H} + [\vec{D} \times \vec{\beta}]), \quad (1.4)$$

где $\vec{\beta} = \vec{U}_{cp} / c$, \vec{U}_{cp} - скорость движения среды. Структура дифференциальных уравнений Максвелла при этом осталась неизменной. Физическое обоснование такой модели дано Эйнштейном А. [8], Пуанкаре А. [9]. Минковский Г. [10] показал, что уравнения (1.4) следуют из материальных уравнений для покоящейся среды (1.1), если преобразовать поля и индукции согласно группе Лорентца Г. [11].

Пуанкаре А. начал, а Эйнштейн А. в основном завершил обоснование системы взглядов, согласно которой понимание и описание электромагнитных явлений в движущихся средах может быть достигнуто только на пути радикального изменения пространственно-временных представлений о мире. До создания электродинамики движущихся сред основную роль в описании физических явлений играло многообразие $R^3 \times T^1$, которое названо ньютоновским пространством. В такой модели отсутствует 4-метрика g_{ik} , а связность Γ_{ij}^k является плоской. Тензор кривизны R_{kij}^l

$$R_{kij}^l = \Gamma_{kj,i}^l - \Gamma_{ki,j}^l + \Gamma_{kj}^m \Gamma_{mi}^l - \Gamma_{ki}^m \Gamma_{mj}^l \equiv 0, \quad (1.5)$$

где $\Gamma_{kj,i}^l = \partial_i \Gamma_{kj}^l$, равен нулю. Связность не имеет кручения:

$$B_{ij}^l = \Gamma_{ij}^l - \Gamma_{ji}^l = 0. \quad (1.6)$$

Модель $R^3 \times T^1$ задает расслоенное многообразие [12], базой которого является время T^1 , слоем - трехмерное пространство R^3 . Такой подход обеспечивает возможность рассмотрения временных и пространственных характеристик как независимых и существенно различных величин. С другой стороны, модель вводит абсолютный интервал длительности $\Delta t = \Delta t'$ и длины $\Delta \vec{r} = \Delta \vec{r}'$ (в евклидовой мере) для инерциальных наблюдателей K и K' , координаты систем отсчета которых связаны преобразованиями Галилея

$$t' = t, \quad \vec{r}' = \vec{r} - \vec{v}t, \quad (1.7)$$

где \vec{v} - скорость относительного движения. Следуя Эйнштейну А. [8], только на основе обобщения группы пространственно-временных преобразований (1.7) можно прийти к пониманию и описанию явлений в электродинамике движущихся сред. Здесь мы имеем начало новых физических представлений о пространстве и времени, раздел физики, названный специальной теорией относительности (СТО). Важнейшая роль в ней принадлежит введенной Пуанкаре А. [9] и закреплённой модельно Эйнштейном А. [8] концепции относительности одновременности как новой совокупности взглядов на проблему одновременности.

Основная идея Эйнштейна А. состоит в отказе от универсальной связи времен в форме $t' \neq t$ для "покоящегося" и "движущегося" наблюдателей. Она базируется, во-первых, на принципе относительности (ПО) [8], согласно которому "... не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя и даже, более того, ... что для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы". Обычно используется следующая формулировка [8]: "Законы, по которым изменяется состояние физических систем, не зависят от того, к какой из координатных систем, движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно, эти изменения относятся". Во-вторых, использован принцип постоянства скорости света в вакууме (ППСС): "Каждый луч света движется в "покоящейся" системе координат с определенной скоростью c независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом" [8]. Иначе говоря, делается добавочное допущение, находящееся с первым в кажущемся противоречии, а именно, что свет

в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью c , не зависящей от состояния движения излучающего тела".

Заметим, что если принцип относительности представляется естественным, так как естественно требование неизменности вида уравнений электродинамики от выбора системы координат, то принцип постоянства скорости света выглядит достаточно искусственным и противоречащим физической интуиции. Этот тезис подтверждается известными многочисленными нападками на специальную теорию относительности даже после «экспериментального подтверждения» ППСС.

Заметим, что всякая теория, базирующаяся на принципах, обобщается тогда, когда предложена новая модель, в которой указанные принципы выводятся из нее для частного класса физических условий. Отсюда следует проблема 2: *обобщить уравнения феноменологической электродинамики таким образом, чтобы из нее выводились принципы общепринятой современной теории.*

Изложим, ввиду важности, сущность концепции относительности одновременности А. Эйнштейна. Он предложил для анализа данных физического опыта задать время не только в конечной области пространства одной системы координат, но также и в различных системах координат [8]. "Если в точке A пространства помещены часы, то наблюдатель, покоящийся в A , может устанавливать время событий в непосредственной близости к A путем наблюдения одновременных с этими событиями положений стрелок часов. Если в другой точке B пространства также имеются часы, то в непосредственной близости от B тоже возможна временная оценка событий находящимся в B наблюдателем. Однако невозможно без дальнейших предположений сравнить во времени какое-либо событие в A с событием в B : мы определили пока только " A -время" и " B -время", но не общее для A и B "время". Последнее можно установить, вводя определение, что "время", необходимое для прохождения света из A в B , равно времени, требуемому для прохождения света из B в A . Пусть в момент t_A по " A -времени" луч света выходит из B в A , отражается в момент t_B по " B -времени" от B к A и возвращается назад в A в момент $t_{A'}$ по " A -времени". Часы в A и B будут идти, согласно определению, синхронно, если

$$t_B - t_A = t_{A'} - t_B. \quad (1.8)$$

Указанное определение времени в сочетании с ППСС приводит к выводу: "Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы, движущейся относительно данной" [8]. Взаимосвязь координат задается преобразованиями группы Лорентца вида

$$t' = \frac{t - \frac{\vec{r}\vec{v}}{c^2}}{1 - \beta^2}, \quad \vec{r}' = \vec{r} + \frac{1}{v^2} \left(\frac{1}{(1 - \beta^2)^{1/2}} - 1 \right) (\vec{r}\vec{v})\vec{v} - \frac{\vec{v}t}{(1 - \beta^2)^{1/2}}, \quad (1.9)$$

где \vec{v} - скорость относительного движения систем координат. Из анализа, проведенного Мандельштамом Л., следует вывод, разделяемый большинством исследователей, что все трудности с интерпретацией опытов в электродинамике и оптике движущихся сред связаны с неправильным применением известных понятий. Теоретики "оперировали понятиями, которые были недостаточно определены, недостаточно ясны, в первую очередь при рассуждениях, которые приводили к противоречию, когда пользовались недостаточно определенным понятием одновременности в различных точках пространства" [13]. Понятно, что относительность одновременности позволяет согласовать ПО и ППСС. На начальной стадии развития теории относительности преобразования (1.9) были получены из условия синхронизации часов, сформулированного выше. Позднее они были обобщены Игнатовским, Франком и Роттом [14], исходя из следующих теоретико-групповых предположений:

- преобразования образуют однопараметрическую однородную линейную группу;
- скорость системы K относительно K' равна с обратным знаком скорости K' относительно K ,
- сокращение масштаба, покоящегося в K , с точки зрения K' , равно сокращению масштаба, покоящегося в K' , с точки зрения K .

Формулы преобразования для системы K' , движущейся по оси OX системы K со скоростью v , имеют вид

$$x' = \frac{x - vt}{\left(1 - w \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - w \frac{v}{c^2} x}{\left(1 - w \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}}. \quad (1.10)$$

Знак, величину и физический w смысл им раскрыть не удалось. Отсюда при $w=0$ имеем преобразования Галилея, при $w=1$ - преобразования Лорентца. Преобразования, в которых наряду со скоростью v используются и другие параметры, применялись, в частности, в "неопределенной теории относительности" [15]. Из работ Пуанкаре А. [9], Минковского Г. [10], в которых введена 4-метрика псевдоевклидова пространства η_{kn} , имеющая в галилеевских координатах

$$x^1 = x, \quad x^2 = y, \quad x^3 = z, \quad x^0 = ict$$

следующий вид

$$g^{kn} = \text{diag}(1, 1, 1, 1), \quad (1.11)$$

следует, что преобразования Лорентца оставляют (1.11) форминвариантной. Однако, согласно теореме Лагранжа [16], каноническая структура локальной метрики псевдоевклидова пространства определена с точностью до скалярной функции $A(x, y, z, t)$ выражением

$$\Theta^{kn} = \text{diag}(1, 1, 1, A(x, y, z, t)). \quad (1.12)$$

Из требования форминвариантности интервала, построенного по 4-метрике (1.12), следуют, согласно работе [17], преобразования Игнатовского-Франка-Ротта (1.10). Так мы получаем новое звено и ростковую точку обобщения теории электромагнитных явлений: наделив физическим содержанием дополнительные параметры, входящие в преобразования координат и времени. Имеем проблему 3: *найти физическую интерпретацию и возможности обобщения дополнительных величин, входящих в пространственно-временные преобразования инерциальных систем координат*. Предполагается, что она может быть частично решена в формализме систем отсчета.

Минковский Г. [10] показал, используя 4-метрику (1.11), что уравнения Максвелла могут быть представлены в тензорном виде. Имеем ковариантные тензоры $F_{mn}(\vec{E}, \vec{B})$, $S_{km}(\rho, p\vec{u})$, контрвариантную тензорную плотность $\tilde{H}^{ik}(\vec{H}, \vec{D})$ веса (+1). Согласно определению, при замене координат в четырехмерном пространстве

$$x^k = x^k(x^{k'}), \quad x^{k'} = x^{k'}(x^k) \quad (1.13)$$

имеем законы

$$F_{i'j'} = A_i^i A_j^j F_{ij}, \quad \tilde{H}^{i'j'} = |\Delta|^{-1} A_i^i A_j^j \tilde{H}^{ij}, \quad (1.14)$$

выраженные через частные производные и якобиан преобразований координат Δ :

$$A_i^i = \frac{\partial x^i}{\partial x^{i'}}, \quad A_i^{i'} = \frac{\partial x^{i'}}{\partial x^i}, \quad \Delta = \det |A_i^i|. \quad (1.15)$$

Получим запись для F_{ij} , H_{ij} через компоненты векторов (\vec{E}, \vec{B}) , (\vec{H}, \vec{D}) в $R^3 \times T^1$:

$$F_{mn} = \begin{pmatrix} 0 & B_z & -B_y & -iE_x \\ -B_z & 0 & B_x & -iE_y \\ B_y & -B_x & 0 & -iE_z \\ iE_x & iE_y & iE_z & 0 \end{pmatrix}, \quad H_{ik} = \begin{pmatrix} 0 & -H_z & H_y & -iD_x \\ H_z & 0 & -H_x & -iD_y \\ -H_y & H_x & 0 & -iD_z \\ iD_x & iD_y & iD_z & 0 \end{pmatrix},$$

$$S_{123} = \rho, \quad S_{324} = \rho u_x, \quad S_{134} = \rho u_y, \quad S_{124} = \rho u_z. \quad (1.16)$$

Тензорные плотности, следуя идеологии Клейна Φ ., зададим через плотность Леви-Чивита $\tilde{\varepsilon}^{ikmn}$ веса (+1). Получим

$$\tilde{H}^{ik} = \tilde{\varepsilon}^{ikmn} H_{mn}, \quad \tilde{S}^i = \tilde{\varepsilon}^{ikmn} S_{kmn}. \quad (1.17)$$

Дифференциальные уравнения Максвелла запишутся в виде:

$$Rot F_{mn} = \partial_{[k} F_{mn]} = 0, \quad Div \tilde{H}_{ik} = \partial_k \tilde{H}^{ik} = \tilde{S}^i. \quad (1.18)$$

В работах Схоутена Я.А. [18,19] доказано, что они не меняют своего вида при невырожденных голономных преобразованиях координат (1.13), когда

$$\Delta \neq 0, \quad \partial_{i'} A_{j'}^j = \partial_{j'} A_{i'}^j.$$

Уравнения, связывающие поля и индукции, зададим обычным способом

$$\tilde{H}^{ik} = Y_0 \tilde{\Lambda} \chi^{ikmn} F_{mn},$$

где Y_0 - скалярная функция, $\tilde{\Lambda}$ - скалярная плотность, χ^{ikmn} - тензор четвертого ранга. Согласно указанному подходу, переход от векторной к тензорной форме дифференциальных уравнений Максвелла есть лишь их новая запись. Она не в состоянии изменить структуру опорного пространственно-временного многообразия, в котором задаются поля. Поэтому, если векторные уравнения заданы в $R^3 \times T^1$, то в нем определены и тензорные. В работе [20] показано, что поля F_{mn} , H_{ik} , S_{ikm} можно определить для различных локальных метрик. Тензорные плотности \tilde{H}^{ik} , \tilde{S}^i выражены через тензорную плотность $\tilde{\varepsilon}^{ikmn}$, которая также не зависит от локальной метрики. По этой причине из записи дифференциальных уравнений в виде (1.18) невозможно, без дополнительных предположений, сделать вывод о метрической структуре опорного многообразия.

Обратимся к материальным уравнениям. Для них может быть определена зависимость χ^{ikmn} от некоторого метрического тензора. В случае электродинамики вакуума по Лорентцу-Минковскому имеем $\bar{g}^{im} = diag(1, 1, 1, 1)$, скалярную плотность $\sqrt{\bar{g}}$ веса (+1), скаляр $Y_0 = 1$ и тензор

$$\chi^{ikmn} = 0.5(\bar{g}^{im} \bar{g}^{kn} - \bar{g}^{in} \bar{g}^{km}). \quad (1.19)$$

Возникает предположение [21], что в электродинамике сред изначально используются два пространственно-временных многообразия: одно, описывающее "помост", на котором реализуется динамика явления, второе - указывающее физические условия, в которых находится поле. Имеем проблему 4: *проанализировать возможности введения в электродинамику и физической интерпретации двух пространственно-временных многообразий, установить их соотношения и функции.*

Обратим внимание на связность пространственно-временных многообразий. Известно, что дифференциальные уравнения Максвелла "не показывают" связность многообразия без

кручения [22]. Чтобы доказать этот факт, заменим частные производные на ковариантные. Для F_{mn} получим

$$\Delta_{[k} F_{mn]} = \partial_{[k} F_{mn]} - 2F_{\sigma[k} \Gamma_{mn]}^{\sigma} = \partial_{[k} F_{mn]}. \quad (1.20)$$

Рассмотрим уравнения для \tilde{H}^{ik} :

$$\Delta_k \tilde{H}^{ik} = \partial_k \tilde{H}^{ik} + \tilde{H}^{\rho k} \Gamma_{\rho k}^i + \tilde{H}^{i\rho} \Gamma_{\rho k}^k - \Gamma_{\rho k}^{\rho} \tilde{H}^{ik} = \tilde{S}^i = \partial_k \tilde{H}^{ik}.$$

Последний член разложения обусловлен структурой тензорной плотности \tilde{H}^{ik} . Величина $\tilde{H}^{\rho k} \Gamma_{\rho k}^i = 0$ из антисимметрии $H^{\rho k}$. Два других слагаемых взаимно компенсируются вследствие симметричности связности. С другой стороны, известно, что связность многообразия определена с точностью до тензора третьего ранга B_{jk}^i , симметричного по нижним индексам [23]. Возникает проблема 5: *охарактеризовать влияние связности многообразия и тензорной свободы в ее задании на структуру уравнений электродинамики, установить физические эффекты, ею вызываемые.*

Обратимся сейчас к физическим аспектам электродинамики движущихся сред. Тогда на одно из первых мест выдвигается анализ причин, по которым скорость передачи взаимодействия "ограничена" скоростью света в вакууме. Согласно ППСС, выступающему в роли краеугольного «камня» релятивистской электродинамики, скорость электромагнитного поля в вакууме не зависит от скорости источника, роль которого играет некоторое излучающее устройство. Этот вывод, представляется физически непоследовательным. В самом деле, СТО отрицает существование эфира как среды, в которой распространяется электромагнитное поле, поле представляет собой самостоятельную сущность. Но тогда единственный физический механизм, который нам известен из теории движения тел, есть движение поля "по инерции" относительно источника излучения. Поскольку вакуум не среда, не эфир и он не может физически повлиять на инерцию поля, должна существовать зависимость скорости электромагнитного поля от движения источника. Физически это означает, что δ -образное возмущение от источника, движущегося в вакууме со скоростью \vec{u} , должно представлять собой сферу радиуса ct с центром в той точке, в которой к моменту времени t расположен источник. Такого поведения поля мы не получаем в теории, основанной на лорентцинвариантной электродинамике вакуума. Согласно этой модели δ -образное возмущение представляет собой сферу с центром в той точке, в которой находился источник в начале излучения. Эти факты хорошо известны. Эйнштейн А. [24] в 1952 году признавал актуальность построения электродинамики вакуума, решения уравнений которой давали бы зависимость скорости поля от скорости источника. Он признался, что в течение всей жизни думал о таком варианте, но не смог найти соответствующих уравнений. По существу, речь идет о приведении в соответствие представления о независимом существовании электромагнитного поля в вакууме с результатами, полученными в лорентцинвариантной электродинамике движущихся сред. Имеем проблему 6: *построить электродинамику вакуума, в которой имеет место зависимость скорости электромагнитного поля от скорости его источника.*

В непосредственной связи с ней находится иницируемая ППСС проблема 7: *в рамках теории электромагнитных явлений обосновать причину экспериментально обнаруженной независимости скорости электромагнитного поля от скорости наблюдателя.* Заметим, что однозначной интерпретации этой проблемы в физической литературе нет. Очевидно, что основная трудность заключается в последовательном, полном описании динамики электромагнитного поля в движущихся измерительных устройствах. Новая модель должна описывать динамическое изменение инерционных характеристик поля в физической среде. Так, если поле распространяется в вакууме, его инерция, из физических соображений, может измениться только за счет взаимодействия с гравитационным полем, она обязана зависеть от скорости первичного излучателя. В плотной среде инерциальные свойства поля определяются

скоростью среды. По этой причине имеет место суперпозиция скорости первичного источника измерения и скорости среды. Отсюда следует проблема 8: *построить модель описания инерции электромагнитного поля и ее изменения из-за взаимодействия со средой*. По этому вопросу в физической литературе имеются только отдельные статьи [25].

Обратим сейчас внимание на методику описания физических величин, используемую в СТО. Поскольку данная теория дает предсказания экспериментально наблюдаемых значений, в ней используются величины, измеренные на опыте. При этом СТО применяет классическую теорию измерения, согласно которой экспериментальные устройства не влияют на параметры явления. Поэтому различие компонент полей, скоростей, частот, волновых векторов, полученное различными наблюдателями, СТО объясняет кинематически: их зависимость задается преобразованием соответствующих тензоров и тензорных плотностей посредством группы Лорентца. Такой подход существенно отличается от динамического [26-28], в котором различие величин объясняется взаимодействием поля со средой, когда, в частности, с измерительными устройствами. В этом случае необходимо раскрыть причины соответствующего изменения, его механизм, что полностью исключается в кинематическом варианте описания. Согласно СТО, динамического изменения величин при их измерении нет и быть не может, а различие значений имеет место потому, что различны интервалы времени и длины в покоящейся и движущейся системах отсчета [29]. Здесь мы имеем корректное, последовательное согласование концепции относительности одновременности с классическим подходом к измерению величин. Предложенный метод не исключает и не заменяет динамического, однако только в последние годы в этом направлении достигнут некоторый прогресс [30]. Получено решение, согласно которому изменение частоты и волнового вектора электромагнитного поля описывается законом, асимптотика которого дает величины, получаемые кинематическим методом. Следуя алгоритму СТО создан формализм S -матрицы в квантовой электродинамике [31], позволяющий по входной волновой функции Ψ_1 определить выходную волновую функцию Ψ_2 без детального описания взаимодействия. Аналогично используется в СТО группа Лорентца. Сформулируем проблему 9: *в электродинамике движущихся сред дать динамическое, альтернативное кинематическому подходу СТО, объяснение различия характеристик электромагнитного поля, измеренных инерциальными наблюдателями, установить законы такого изменения при взаимодействии со средой или системой отсчета (измерительными устройствами)*.

Известно [32], что электромагнитное поле имеет квантово-механическую природу. По этой причине, согласно общепринятой схеме описания и экспериментальным данным, измерение параметров поля неотделимо от влияния на него [33-35]. Несмотря на многочисленные усилия, в физике пока отсутствует последовательная общепринятая математическая схема описания такого процесса. Однако, безотносительно к ней, в силу указанных фактов, актуальна проблема 10: *согласовать результаты классической теории измерений, используемой СТО, с квантово-механической структурой электромагнитного поля*. Она является составной частью, по словам Паули В. [14], великой программы согласования теории относительности и квантовой механики. Известно [36], что элементарные частицы, в частности электрон [37], обладают волновыми свойствами. С другой стороны, электромагнитное поле, согласно теории фотоэффекта [38], опытам Вавилова С.Н. [39], эффекту Комптона [40] имеет корпускулярные свойства. Они установлены в прямых опытах по счету отдельных фотонов [41]. Понятно, что указанные противоречивые свойства фотонов и электронов каким-то образом отражаются в феноменологических уравнениях электродинамики и опытных данных. Отсюда вытекает проблема 11: *найти в уравнениях феноменологической электродинамики движущихся сред "следы" согласованного описания корпускулярных и волновых свойств электромагнитного поля и электронов, установить физические причины и механизм корпускулярно-волнового дуализма*.

Электродинамика движущихся сред, в ее современном виде, базируется на принципах относительности и постоянства скорости света в вакууме. Конструктивность и достоверность такого подхода в достаточной мере оправдали себя. Однако у всякого принципа есть свои

функции и границы. Эти вопросы в настоящее время практически не разработаны и потому для развития основ физической теории целесообразно решить проблему 12: *установить функции, роль, место и границы применимости принципа относительности и постоянства скорости света в электродинамике движущихся сред*. Перечень проблем можно продолжить. Мы ограничимся указанными проблемами. Их истоки можно найти в статьях [42-45].

Некоторые проблемы теории электромагнитных явлений

Электродинамика движущихся сред уже на начальной стадии развития позволила теоретически описать все известные в то время экспериментальные данные. Она исходит из уравнений Максвелла (1.1) и материальных уравнений Минковского-Эйнштейна (1.4). Скорость первичного источника излучения в материальные уравнения не входит. В рамках этой модели был предсказан ряд эффектов: поперечный эффект Допплера, изменение массы в динамическом законе Ньютона, независимость скорости поля от скорости источника. Все они подтверждены экспериментами [46]. С дальнейшим использованием СТО получили существенное развитие релятивистская механика, термодинамика, статистическая физика, квантовая электродинамика. Лорентцинвариантная система уравнений широко используется при анализе электромагнитных полей. При этом часто применяется метод Тамма И.Е. и Мандельштама Л.И. [47-48], позволяющий на основе введения потенциалов поля существенно упростить необходимые выкладки. Так описано распространение свободных электромагнитных полей в движущейся среде с учетом пространственной и временной дисперсии, получены выражения для фазовой и групповой скоростей поля, определено поле источника, движущегося по произвольному закону [49-50]. Потребность в этих решениях появилась в начале 60-х годов при исследовании вопросов отражения и преломления волн на движущихся границах раздела [51], при рассмотрении вопросов возбуждения и распространения волн в средах с переменными параметрами, в том числе и в нелинейных средах. Показано, что бегущее изменение свойств среды (волна параметра) дает релятивистское изменение частот и амплитуд распространения волн, которое имеет место при взаимодействии с движущейся границей раздела [52]. Это обстоятельство расширяет сферу применения релятивистских методов. Решены задачи отражения и преломления волн на резких границах раздела движущихся сред, когда скорости перемещения границы раздела и скорости среды по обе стороны от нее направлены по нормали к поверхности. Частными случаями такого разрыва скорости описывается отражение от движущегося зеркала, например, диэлектрика, от движущейся плазмы, а также в системах с бегущими параметрами. В этих случаях результаты получают методом кинематических инвариантов [53]. Перечень успехов общепринятой модели можно легко продолжить, отметив, например, анализ релятивистской плазмы [54-55], расчет ускорителей элементарных частиц [56-57], анализ синхротронного [58], черенковского [59] и переходного [60] излучений. Решен ряд задач теории интерференции и дифракции в электродинамике движущихся сред [61].

Отметим, что серьезному анализу подверглась СТО. Несмотря на многочисленные нападки на нее, она не только выстояла в этой борьбе, но и получила ряд обоснований и приложений. Математический анализ СТО позволил предложить систему аксиом, позволяющих вывести преобразования Лорентца дедуктивным путем [62-65], доказана согласованность постулатов СТО [66], их логическая обоснованность [67] и непротиворечивость [68]. В рамках пространственно-временных преобразований проанализирован вопрос об эквивалентности наблюдателей [69-71]. Дан вывод параметрических пространственно-временных преобразований, более общих, чем преобразования Лорентца [72-73], осуществлено "расширение" СТО на случай движения систем координат со скоростями, большими скорости света в вакууме [74-75], разработаны аспекты теории анизотропного пространства-времени [76-78], предложена дискретная СТО [79], получили применение к решению физических задач обобщенные преобразования Лорентца [80], проведен детальный анализ группы Лорентца [81]. С созданием СТО и ее

экспериментальным подтверждением четырехмерный формализм описания физических явлений стал общепринятым [82], теория относительности распространена на расслоенные многообразия. СТО стала неотъемлемым структурным элементом теории гравитации Эйнштейна А. [83-84], калибровочно-инвариантной схемы [85-87], релятивистской полевой теории [88-90], а также единой теории электрослабых взаимодействий [91-93]. Необходимость учета условий измерения стимулировала развитие теории систем отсчета. В ней структура СТО не анализируется, а принимается за основу анализа. В формализме хронометрических инвариантов [94-95] преобразования систем отсчета образуют подмножество всех допустимых координатных преобразований. Изменение величин, происходящее при преобразованиях за пределами этого подмножества, рассматривается как координатный эффект. Позднее система отсчета выделилась в самостоятельное математическое понятие. Она представляется, например, конгруэнцией мировых линий, полем ортонормированных тетрад [96] или посредством инвариантной тетрады [97]. Сопоставление различных формализмов систем отсчета и обширную библиографию можно найти в [80, 97].

Все указанные факты, а их перечень можно легко продолжить, свидетельствуют о высокой степени общности данной системы уравнений и достоверности результатов, получаемых на основе ее решений.

Литература:

1. Максвелл Д.К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. / Под ред. П.С. Кудрявцева. -М.: Гостехиздат, 1954, -688с.
2. Лорентц Г.А. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. / Под ред. Т.П. Кравца. -М.: Госиздат, 1956.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. -М.: Наука, 1967. -Т.2. -460с.
4. Bradley J. A new apparent motion discovered in the fixed stars; its cause assigned; the velocity and equable motion of light deduced // Phil. Trans. -1728. -V.35. -P. 637-653.
5. Doppler Ch. Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger andern Gesterne and Himmels // ABH. Böhm. Ges. -1842. B.2. -S.465.
6. Fizean H. Sur les hypothéses relatives a l'éther lumineux et sur un experiment qui parait démontrer que mouvement des corps change la vitesse; avec laquelle la lumière se propage dans leur interieur. // Comp. rend. - 1851. - vol. 33, - P. 349-355.
7. Michelson A. The relative motion of the Earth and the luminiterous aether // Amer. J. Phys. - 1881. -V.22. -P. 120-129.
8. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. / Собрание научных трудов. -М.: Наука, 1966, -Т.1. -С. 7.
9. Пуанкаре А. Избранные труды. -М.: Наука, 1974. -Т.3. -999 с.
10. Минковский Г. Вывод основных уравнений для электромагнитных процессов в движущихся телах с точки зрения теории электронов. // Эйнштейн. сб: 1978-79. -М.: Наука, 1983 С. 64-91.
11. Лорентц Г.А. Старые и новые проблемы физики. -М.: Наука, 1970. -370 с.
12. Шутц Б. Геометрические методы математической физики. - М.: Мир, 1972.
13. Мандельштам Л. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. - М.: Наука, 1972. -432 с.
14. Паули В. Теория относительности. -М.: Наука, 1983. -336 с.
15. Kohler K.J. Unbestimmte Relativitatstheorie und ihre Konsequenzen // Technica (Sui.). -1979. -В. 28. -N 1. -S. 7-10.
16. Постников М. Линейная алгебра и дифференциальная геометрия. -М.: Наука, 1979. - 312с.
17. Барыкин В.Н. Связь пространственно-временных симметрии и теории измерения в электродинамике. -Минск, 1985. -43 с. / Препринт ИТМО АН БССР N4.

18. Схоутен Я.А. Введение в новые методы дифференциальной геометрии. - М.: Наука. 1956. –320 с.
19. Схоутен Я.А. Тензорный анализ для физиков. - М.: Наука. -1965. –456 с.
20. Барыкин В.Н. К нелинейной электродинамике сред. - Минск, 1989. –49 с. / Препринт ИТМО АН БССР N 16.
21. Барыкин В.Н. К электродинамике инерциально движущихся сред. – Минск, 1982. –55 с. / Препринт ИТМО АН БССР N 1.
22. Post E.J. Formal structure of electromagnetism. - Amsterdam: Holland, 1962. -204 p.
23. Лихнерович А. Теория связностей в целом и группы голономий. - М.: ИЛ, 1960, -216 с.
24. Шенкфилд Р.С. Эйнштейновский сб. 1967. -М.: Наука, 1967. -С. 57-78.
25. Капусцик Э., Кемпчински Я. О галилеевой массе тел. - Дубна, 1989. –7 с. / Препринт Р4-89-399.
26. Buonomano V. A new interpretation of the Special Theory of Relativity // Int. J. Theor. Phys. - 1975. -V. 13. –N 4. -P. 213-220.
27. Schlegel R. An Interaction Interpretation of Special Relativity // Found. Phys. - 1973. -V. 3. –N 2. -P. 119.
28. Яноши Л. Дальнейшие соображения о физической интерпретации преобразований Лорентца. // УФН. -1957. -Т. 62. -С. 119-181.
29. Угаров В.А. Специальная теория относительности. - М.: Наука, 1969.
30. Барыкин В.Н. К динамике поперечного эффекта Допплера и годичной аберрации света. - Минск, 1989. – 10 с. / Препринт ИТМО АН БССР N 32.
31. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантованных полей. -М.: Наука, 1976,-480 с.
32. Боголюбов Н.Н., Логунов А.А., Оксак А.И., Тодоров И.П. Общие принципы квантовой теории поля. -М.: Наука, 1987. - 614 с.
33. Фок В.А. Квантовая физика и философские проблемы // Вопросы философии. - 1971. - N3. -С. 46-49.
34. Ландау Л.Д., Пайрлс З. Распространение принципа неопределенности на релятивистскую квантовую теорию. / Собр. сочинений. - М.: Наука, 1969. -Т. 1. -С. 56-70.
35. Бор Н. К вопросу об измеримости электромагнитного поля. / Избр. науч. труды. -М.: Наука, 1971. -Т. 3.
36. Бройль Л. Соотношение неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. - М.: Мир, 1986. –340 с.
37. Davidson K.D., Germer L.H. Diffraction of electrons by a cristal of nikel // Physical Review. - 1927. -V. 30. –N 6.
38. Эйнштейн А. К теории возникновения и поглощения света. / Собр. науч. трудов. -М.: Наука, 1966. -Т. 2. -С. 128-133.
39. Вавилов С.Р. Собрание сочинений. -М.: Из-во АН СССР, 1956. -Т. 4. -470 с.
40. Compton A.H. A quantum theory of the scattering of X-rays by light elements // Phys. Review. -1923. -V. 21. –N 5, 6 -P. 483-502.
41. Малкин И.А., Манько И. Динамические симметрии и когерентные состояния квантовых систем. -М.: Наука, 1979. -320 с.
42. Барыкин В.Н. Пространственно-временные симметрии в электродинамике изотропных инерциально движущихся сред /Теоретико-групповые методы в физике. - М.: Наука, 1986. -Т. 1. -С. 461-466.
43. Барыкин В.Н. Новые пространственно-временные симметрии в электродинамике сред. // Изв. вузов. Физика. -1986. –N 10. -С. 26-30.
44. Барыкин В.Н. О физической дополнителности групп Галилея и Лорентца в электродинамике изотропных инерциально движущихся сред. // Изв. вузов. Физика. - 1989. –N 9. -С. 57-66.

45. Барыкин В.Н. К электродинамике движущегося разреженного газа. -Минск, 1988. –56 с. /Препринт ИТМО АН БССР N 16.
46. Франкфурт У.И. Оптика движущихся сред и СТО. /Эйншт. сб. 1977. -М.: Наука, 1980. С. 252-325.
47. Тамм И.Е. Кристаллооптика теории относительности в связи с геометрией биквадратных форм. // ЖРХО, сер.физ., 1925. -Т. 57. -С. 3-4.
48. Mandelstam L.I. Electrodynamics of anisotropic Media in Special Theory of Relativity // Math. Annalen. -1925. V. 95. -nl. -P. 151.
49. Болотовский Б.М., Рухадзе А.А. Поле заряженной частицы в движущейся среде. // ЖЭТФ. -1959. -Т. 37. -N 5. -С. 1346-1351.
50. Болотовский Б.М., Столяров С.Н. Поля источников излучения в движущихся средах // Эйншт. сб. 1978-79.-М.: Наука, 1983. -С. 173.
51. Столяров С.Н. Граничные задачи электродинамики движущихся сред. / Эйншт. сб. 1975-76. -М.: Наука, 1977. -С. 152-215.
52. Гапонов А.В., Островский Л.А., Рабинович М.И. Одномерные волны в нелинейных системах с дисперсией. // Изв. вузов. Радиофизика. -1970. -Т. 13.-N 2. -С. 163-214.
53. Беккер Р. Электронная теория. - М. -Л.: ОНТИ, 1936. –416 с.
54. Железняков Б.В. Электромагнитные волны в космической плазме. -М.: Наука, 1977. - 432с.
55. Гинзбург В.Л., Рухадзе А.А. Волны в магнитоактивной плазме. - М.: Наука, 1977. –255 с.
56. Соколов А.А., Тернов И.М. Релятивистский электрон. - М.: Наука, 1983. –30 с.
57. Коломенский А.А., Лебедев А.Н. Теория циклических ускорителей. - М.: Физматгиз. - 1962.
58. Тернов И.М., Михайлин В.В. Синхротронное излучение: теория и эксперимент. - М.: Энергоатомиздат, 1986. -285 с.
59. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. - М.: Наука, 1987.
60. Гинзбург В.Л., Цитович В.Н. Переходное излучение и переходное рассеяние: некоторые вопросы теории. - М.: Наука, 1984. –360 с.
61. Хижняк Н.А. Интегральные уравнения макроскопической электродинамики. - Киев: Наукова думка, 1986. -278 с.
62. Cattaneo O. Sui postulati comuni della cinematica classica e della cinematica relativistica // Atti Acad. Naz. Lincei Land. Cl. Sci. Fis. mat. e natur. -1958. -V. 24. –N 5. -P. 526-532.
63. Matsumoto F. Sur la deduction axiomatique des formules de Transformation de Lorentz // Mem. Coll. Sci. Umv. Kyoto. -1955. -A. 29, N 1.
64. Bosch J. On the axiomatic foundation of the Special Relativity theory // Mem. Progr. Theor. Phys. -1971. -V. 45. –N 5. -P. 1673-1688.
65. Stingier K. The axiomatic Foundation of Special Relativity // Int. J. Theor. Phys. -1972. -V. 5. -N. 4-6. -P. 403-419.
66. Gron J., Nicola M. The consistency of the postulates of special Relativity // Found. Phys. - 1976. -V. 6. -N. 6. -P. 677-680.
67. Schwartz H.M. On the logical foundation of Special Relativity // Progr. Theor. Phys. -1975. - V. 43. –N 4. -P. 362-364.
68. Chatham R.E. Consistency in Relativity // Found. Phys. -1976. -V. 6. -N. 6. -P. 681-685.
69. Ueno Y., Takeno H. On the equivalent observers. // Progr. Theor. Phys. -1952. -V. 8. -N. 3. -P. 291-301.
70. Ueno Y. On the equivalent observers. // Progr. Theor. Phys. -1953. -V. 9. -N. 1. -P. 74-80.
71. Ryff L.C.B. On the Notion of Equivalent Moving Frames // Nuovo Cimento. -1975. -V. 30B. - N. 2. -P. 390-402.
72. Барыкин В.Н. / Физика и техника аэротермооптических методов управления и диагностики лазерного излучения. - Мн.: ИТМО АН БССР, 1981. -С. 39-61.
73. Kerner E.H. Extended inertial frames and Lorentz transformation // J. Math. Phys. -1976. -V. 17. -N. 10 -P. 1797-1807.

74. Gonzales-Gascon. Some remarks for a broadening of Special Relativity // *Scientis (Ital.)* -1976. V-V. 70. N. 912. P. 653-660.
75. Recami E. An introduction to "extended", "projective" and "conformal" relativities. // *Ist. naz. fis. nucl. Rept.* -1978. -AE 6. -49 p.
76. Богословский Г.Ю. О специальной релятивистской теории анизотропного пространства-времени. // *ДАН СССР.* -1972. -Т. 213. -N 5.
77. Болтянский В.Г. Анизотропный релятивизм. // *Дифференциальные уравнения.* -1974 -Т. 10. -N 12. -С. 2101 -2110.
78. Болтянский В.Г. Анизотропная теория относительности и оптимизация. // *Дифференциальные уравнения.* -1979. -Т. 15. -N 11. -С. 1923-1932.
79. Lorente M. Bases for a discrete Special Relativity // *Int. J. Theor. Phys.* 1978. -V. 15. N. 12. -P. 927-947.
80. Иваницкая О.С. Обобщенные преобразования Лоренца и их применение. -Мн.: Наука и техника, 1969. -228 с.
81. Федоров Ф.И. Группа Лоренца. -М.: -Наука, 1979. -384 с.
82. Меллер К. Теория относительности. -М.: Атомиздат, 1975. -400 с.
83. Эйнштейн А. Уравнения гравитационного поля. / *Собр. научн. тр.* -М.: Наука, 1965. -Т. 1. -С. 448-452.
84. Эйнштейн А. Основы общей теории относительности. / *Собр. науч. тр.* Наука, -1965. -Т. 1. -С. 452-504.
85. Иваненко Д.Д., Пронин П.И., Сарданашвили Г.А. Калибровочная теория гравитации. -М.: МГУ, 1984. -142 с.
86. Элементарные частицы и компенсирующие поля. / *Под ред. Иваненко Д.Д.* -М.: Мир, 1964.
87. Славнов А.А., Фадеев Л.Д. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. -М.: Наука, 1988. -268 с.
88. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. - М.: Наука, 1987. -271 с.
89. Логунов А.А., Лоскутов Ю.М., Мествиришвили М.А. Релятивистская теория гравитации и критика СТО. -М.: МГУ, 1987.
90. Денисов В. И., Логунов А.А. Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Новые представления о геометрии пространства-времени и гравитации. -М.: -ВИНИТИ, 1982. -Т. 21.
91. Weinberg S. Effect of a Neutral Intermediate Boson in semileptonic Processes // *Phys. Rev.* -1972. -V. 5. -P. 1412-1417.
92. Glashow S.L. Harvard Univ. Thesis. -1958. -75 p.
93. Salam A. On a Gauge Theory of Elementary Interactions. -1961. -V. 19, - N. 1. -P. 165-170.
94. Зельманов А.Л. Хронометрические инварианты и сопутствующие координаты в СТО. / *ДАН СССР.* -1956. -Т. 107. -С. 815-820.
95. Зельманов А.А. Ортометрическая форма монадного формализма и ее отношение к хронометрическим и кинеметрическим инвариантам. // *ДАН СССР,* -1976.-Т. 227 -Т 1. -С. 78-81.
96. Тредер Г. Теория гравитации и принцип эквивалентности. -М.: Атомиздат. -1973. 163 с.
97. Родичев В.И. Теория относительности в ортогональном репере. - М.: Наука. -1974. 184 с.

ОБОБЩЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Предложено скалярное обобщение электродинамики Максвелла для движущихся сред, позволяющее описать релятивистские эффекты без использования специальной теории относительности Эйнштейна в рамках макроскопического пространства Ньютона. Показано, что новая модель избавляет стандартную теорию от сингулярностей, а также заменяет кинематический подход Эйнштейна динамическим алгоритмом. В частности, найден закон преобразования скорости источника излучения в частоту поля.

Введение

Единое описание экспериментальных данных в классической, волновой электродинамике Максвелла при кинематическом учете относительных движений было достигнуто на основе специальной теории относительности, созданной Эйнштейном [1]. Модель базируется на двух принципах: а) относительности, б) постоянства скорости света в вакууме. Релятивистские эффекты рассчитываются кинематически, опираясь на условие инвариантности уравнений Максвелла в вакууме относительно группы Лорентца. В модели отсутствует динамический подход к релятивистским эффектам, никак не учтена специфика процесса измерения, нет предположений о физической структуре света.

Позднее были экспериментально установлены корпускулярные свойства света. Они проявились, в частности, в фотоэффекте и эффекте Комптона [2]. Эти и другие данные инициировали постановку задачи моделирования структурных свойств света. Однако сделать такую теорию невозможно, оставаясь в рамках стандартной релятивистской электродинамики. Объект, имеющий конечный размер в собственной системе отсчета, будет иметь бесконечный размер в других системах отсчета. С другой стороны, понятно, что измерительное устройство динамически влияет на электромагнитное поле. При кинематическом подходе отсутствует динамика измерения. Эти и другие обстоятельства привели к тому, что как в классической, так и в квантовой теории света фотон рассматривается теоретиками как бесструктурная квазичастица. О «структуре фотона» делают заключение на основе анализа флуктуаций вакуума.

Экспериментальные работы, систематически выполняемые с 1960 года по настоящее время, свидетельствуют о структурности света. Общепринята модель γ – фотонов как объектов, «похожих» на адроны [3]. Сечения рассеяния и амплитуды взаимодействия при взаимодействии фотонов и адронов ведут себя аналогично, с коэффициентом $1/137$, характеристикам взаимодействия адронов.

В работе дано динамическое описание релятивистских эффектов. Оно базируется на скалярном обобщении электродинамики, рассматриваемой в модели ньютоновского пространства-времени. Ключевую роль в обобщении играет новая скалярная физическая величина w , названная показателем отношения. Она позволила дополнить показатель преломления n , управляющий изменением скорости поля показателем отношения, который управляет изменением частоты. Обобщены связи между полями и индукциями. Показано, что решения полной системы уравнений электродинамики, без обращения к её симметричным свойствам, позволяют получить все релятивистские эффекты.

Уравнения Максвелла для инерциального наблюдателя

Чтобы избавиться от анализа проблем относительности движений, будем исходить из физической концепции инерциального наблюдателя. Пусть он находится в состоянии инерциального движения и пусть у него есть измерительные устройства, достаточные для проведения экспериментов в электродинамике. Пусть наблюдатель использует «абсолютные» эталоны длины и времени в соответствии с физической моделью пространства Ньютона $R^3 \times T^1$.

В соответствии с принятыми допущениями для любого инерциального наблюдателя примем уравнения электродинамики Максвелла:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0,$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = 4\pi\rho, \quad \nabla \times \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + 4\pi \frac{\vec{J}}{c}.$$

В рамках данной модели учтём как скорости первичного, так и скорости вторичного источника излучения. Учтем также влияние физических сред, а потому и измерительных приборов, не только на скорость поля, но и на его частоту. Не будем использовать какую либо модели эфира.

На основе решения уравнений электродинамики единым образом опишем релятивистские эффекты Бредли, Допплера, Физо, Майкельсона. Рассмотрим по-новому проблему «постоянства» скорости света в вакууме, сформулированную Эйнштейном.

Обобщенная связь полей и индукций

Связь полей и индукций в покоящейся изотропной среде имеет вид

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{B} = \mu \vec{H}.$$

Здесь ε и μ есть диэлектрическая и магнитная проницаемости. Если электродинамику рассматривать в тензорном виде, то поля F_{mn} и индукции \tilde{H}^{ik} будут связаны между собой

тензором $\varepsilon^{ij} = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \text{diag}(1,1,1, \varepsilon\mu)$. Учёт движения среды, предложенный Минковским,

базируется на уравнениях

$$\vec{D} + \left[\frac{\vec{U}_m}{c} \times \vec{H} \right] = \varepsilon \left(\vec{E} + \left[\frac{\vec{U}_m}{c} \times \vec{B} \right] \right), \quad \vec{B} + \left[\vec{E} \times \frac{\vec{U}_m}{c} \right] = \mu \left(\vec{H} + \left[\vec{D} \times \frac{\vec{U}_m}{c} \right] \right).$$

Поскольку среда является вторичным источником излучения, то ее скорость \vec{U}_m , можно интерпретировать как скорость **вторичного** источника излучения.

В модели Минковского отсутствует скорость **первичного** источника излучения \vec{U}_{fs} . Нет в ней также алгоритма описания процесса изменения параметров излучения при взаимодействии со средой.

С учетом указанных обстоятельств выполним обобщение связей между полями и индукциями. Найдём связи между полями F_{mn} и индукциями H^{ik} в форме [4]:

$$H^{ik} = \Omega^{im} \Omega^{kn} F_{mn}.$$

Выберем

$$\Omega^{im} = \alpha (\Theta^{im} + \beta U^i U^m).$$

Здесь α, β - скалярные функции, Θ^{im} - тензор, $U^i = dx^i / d\Theta$ - четырехскорости, построенные по нему, $d\Theta^2 = \Theta_{ij} dx^i dx^j$. Выражение для Ω^{im} впервые найдено в [5]:

$$\Omega^{im} = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \left[\Theta^{im} + \left(\frac{\varepsilon\mu}{\chi} - 1 \right) U^i U^m \right].$$

Здесь $\Theta^{im} = \text{diag}(1, 1, 1, \chi)$, а $\chi = \det \Theta^{im}$. Тензор Ω^{im} не имеет особенности при $\chi = 0$, так как

$$d\Theta = \frac{icdt}{\sqrt{\chi}} \left(1 - \chi \frac{U^2}{c^2} \right)^{1/2}, \quad U^k = \frac{dx^k}{d\Theta} = \frac{\sqrt{\chi}}{ic} \frac{dx^k}{dt} \left(1 - \chi \frac{U^2}{c^2} \right)^{-1/2}.$$

Для скоростей $\bar{U}_n = \Theta_{nk} U^k$ выполняется соотношение $U^k U_k = 1$. С учетом антисимметрии тензоров F_{mn} и H^{ik} можно пользоваться выражением

$$H^{ik} = \Omega^{ikmn} F_{mn}, \quad \Omega^{ikmn} = 0,5(\Omega^{im} \Omega^{kn} - \Omega^{in} \Omega^{km})$$

с условиями

$$\Omega^{ikmn} = -\Omega^{iknm} = -\Omega^{kilm}.$$

Получим обобщенные связи [6]:

$$\vec{D} + \chi \left[\frac{\vec{U}}{c} \times \vec{H} \right] = \varepsilon \left(\vec{E} + \left[\frac{\vec{U}}{c} \times \vec{B} \right] \right), \quad \vec{B} + \chi \left[\vec{E} \times \frac{\vec{U}}{c} \right] = \mu \left(\vec{H} + \left[\vec{D} \times \frac{\vec{U}}{c} \right] \right).$$

Чтобы перейти к решению конкретных задач, нужно задать величину \vec{U} как функцию скоростей \vec{U}_{fs}, \vec{U}_m , а также физически обосновать величину χ .

Обобщенная скорость и показатель отношения

Введем обобщенную скорость $\vec{U} = \vec{U}(\vec{U}_{fs}, \vec{U}_m, w(\rho))$, полагая, что она зависит от функционала $w(\rho)$. Назовем его *показателем отношения*. Здесь ρ – плотность среды.

Для вывода искомых выражений обратимся к конкретной модельной задаче. Пусть источник излучения движется вокруг Земли в вакууме при $\rho=0$ со скоростью \vec{U}_{fs} . Она является скоростью первичного источника: $\vec{U}|_{\rho=0} = \vec{U}_{fs}$. Пусть излучение распространяется из вакуума в атмосферу Земли с переменной плотностью ρ .

Пусть при $\rho = \rho_0$ скорость источника излучения становится равной скорости физической среды:

$$\vec{U}|_{\rho=\rho_0} = \vec{U}_m.$$

Примем *основное предположение*: изменение скорости \vec{U} представляет собой релаксационный процесс и описывается уравнением

$$\frac{d\vec{U}}{d\xi} = -P_0(\vec{U} - \vec{U}_m).$$

Здесь используется безразмерная плотность среды $\xi = \rho/\rho_0$. Такой подход кажется естественным с физической точки зрения [7].

Получим искомые выражения:

$$\vec{U} = (1-w)\vec{U}_{fs} + w\vec{U}_m,$$

$$w = 1 - \exp\left(-P_0 \frac{\rho}{\rho_0}\right).$$

Они позволяют решать уравнения электродинамики, в частности, при условии $\chi = w$.

Заметим, что в релаксационной модели скорость источника излучения зависит от безразмерной плотности ξ и от релаксационного множителя P_0 . Если величина P_0 достаточно велика, то

$$\vec{U}|_{\rho=0} = \vec{U}_{fs}, \quad w|_{\rho=0} = 0,$$

$$\vec{U}|_{\rho=\rho_0} = \vec{U}_m, \quad w|_{\rho=\rho_0} = 1.$$

Заметим, что при $w=0$ система уравнений электродинамики инвариантна относительно группы Галилея. При $w=1$ получаем стандартную модель Минковского. Следовательно, в предлагаемом обобщении, с математической точки зрения, релаксационный

процесс изменения скорости соответствует изменению симметричных свойств поля. С физической точки зрения параметры электромагнитного поля в отсутствие влияния, когда $w=0$, соответствуют начальной стадии динамического процесса измерения. Параметры поля при $w=1$ соответствуют конечной стадии динамического процесса.

Скорость поля при постоянном показателе отношения

Уравнения для потенциалов поля A_m при $w = const$ имеют вид [8]:

$$\left[\Theta^{kn} \frac{\partial}{\partial x^k} \frac{\partial}{\partial x^n} - (\varepsilon\mu - w) \left(V^k \frac{\partial}{\partial x^k} \right)^2 \right] A_m = -\mu U^i \Theta_{im}, V^k = \frac{U^k}{\chi}$$

с условием калибровки

$$\Theta^{kn} \frac{\partial A_n}{\partial x^k} + (\varepsilon\mu - w) \frac{\partial A_l}{\partial x^k} U^l U^k = 0.$$

Для векторного \vec{A} и скалярного φ потенциалов согласно стандартному определению

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \nabla \varphi, \vec{B} = \nabla \times \vec{A}$$

получим уравнения

$$\hat{L}\vec{A} = -\frac{4\pi\mu}{c} \left\{ \vec{J} + \frac{\sigma\Gamma^2}{\sigma+w} \frac{\vec{U}}{c} (w\vec{U} \cdot \vec{J} - c^2\rho) \right\},$$

$$\hat{L}\varphi = -4\pi\mu \frac{\Gamma^2}{w+\sigma} \left\{ \rho \left(1 - \varepsilon\mu \frac{U^2}{c^2} \right) + \sigma \frac{\vec{U} \cdot \vec{J}}{c^2} \right\}$$

и условие калибровки

$$\left(\nabla \cdot \vec{A} + \frac{w}{c} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) - \frac{\sigma\Gamma^2}{c^2} \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{U} \cdot \nabla \right) (\vec{U} \cdot \vec{A} - c\varphi) = 0.$$

Здесь

$$\hat{L} = \left(\Delta - \frac{w}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) - \sigma \frac{\Gamma^2}{c^2} \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{U} \cdot \nabla \right)^2,$$

$$\sigma = \varepsilon\mu - w, \Gamma^2 = (1 - w\beta^2)^{-1}.$$

Функция Грина для векторных уравнений

$$G_0(\vec{r}, t) = 16\pi^4 \mu (r^2 + \xi^2)^{-1/2} \delta \left(t - \frac{1}{c} \frac{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}{(1 - w\beta^2) \sqrt{\varepsilon\mu}} (r^2 + \xi^2)^{1/2} \right)$$

указана в [7]. В цилиндрической системе координат, радиус-вектор которой есть $R = (\rho^2 + z^2)^{1/2}$, имеем величины

$$r^2 = \rho^2 \frac{\varepsilon\mu(1 - w\beta^2)}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}, \xi = z - \frac{\varepsilon\mu - w}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2} Ut.$$

При $\beta = 0$ получим функцию Грина для покоящего источника в среде без дисперсии

$$G_0(\vec{r}, t) \Big|_{\vec{U}=0} = 16\pi^4 \mu \frac{1}{R} \delta \left(t - \frac{R\sqrt{\varepsilon\mu}}{c} \right).$$

Она отлична от нуля на поверхности

$$t = \frac{1}{c} \frac{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}{(1 - w\beta^2)\sqrt{\varepsilon\mu}} \left(\rho^2 \frac{\varepsilon\mu(1 - w\beta^2)}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2} + \left(z - \frac{\varepsilon\mu - w}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2} Ut \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Это эллипсоид вращения, ось симметрии которого совпадает с \vec{U} , а положение центра задается соотношением

$$z_0 = Ut \frac{\varepsilon\mu - w}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}.$$

Центр поверхности, на которой функция Грина отлична от нуля, перемещается со скоростью

$$U_0 = U \frac{\varepsilon\mu - w}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}.$$

Полуоси эллипса

$$a = ct \left(\frac{1 - w\beta^2}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2} \right)^{\frac{1}{2}}, b = ct \frac{\sqrt{\varepsilon\mu}(1 - w\beta^2)}{\varepsilon\mu - \beta^2 w^2}$$

нелинейно зависят от w . Имеем обобщенное дисперсионное уравнение

$$c^2 K^2 = w\omega^2 + \Gamma^2(\varepsilon\mu - w)(\omega - \vec{K} \cdot \vec{U})^2$$

для электромагнитного поля. Из него следует выражение

$$\vec{V}_g = \frac{\partial \omega}{\partial \vec{K}} = c \frac{K + \sigma \Gamma^2 c^{-2} \vec{U}(\omega - \vec{K} \cdot \vec{U})}{\frac{\omega}{c} w + \sigma \Gamma^2 c^{-1}(\omega - \vec{K} \cdot \vec{U})}$$

для групповой скорости. В нерелятивистском пределе

$$\vec{V}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K} + \left(1 - \frac{w}{n^2} \right) \left[(1 - w) \vec{U}_{fs} + w \vec{U}_m \right].$$

Полученное выражение дает зависимость групповой скорости электромагнитного поля не только от показателя преломления, но и от показателя отношения, не только от скорости среды, но и от скорости первичного источника излучения.

Можно показать, что данная формула справедлива при переменном значении w , если изменения w малы при прохождении излучением расстояний, сравнимых с длиной волны.

Анализ поведения скорости

1. При $w = 0$ получим

$$\vec{V}_g = c \frac{\vec{K}}{K} + \vec{U}_{fs}.$$

В обобщенной модели электромагнитных явлений поле в вакууме движется таким образом, что центр поверхности, на которой функция Грина отлична от нуля, движется со скоростью \vec{U}_{fs} .

Полуоси эллипса в данном случае равны, задавая сферу переменного радиуса. Так описывается в обобщенной электродинамике скорость поля при отсутствии влияния на нее со стороны физической среды, в частности, в отсутствие измерения, когда $w = 0$.

2. Модель согласуется с опытом Майкельсона. В его эксперименте скорость среды и скорость источника излучения были равны нулю: $\vec{U}_m = 0$, $\vec{U}_{fs} = 0$. Поэтому

$$\vec{V}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K}.$$

3. Модель согласуется с опытом Физо. Согласно условиям опыта $\vec{U}_{fs} = 0$, $w = 1$, поэтому

$$\vec{V}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K} + \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \vec{U}_m.$$

С физической точки зрения ясно, что «потеря» скорости первичного источника \vec{U}_{fs} при $w=1$ приводит к изменению частоты электромагнитного поля. Для её расчета примем дополнительные предположения.

Новое условие на фазу волны

Дополним дисперсионное уравнение обобщенным фазовым условием, следуя [9]:

$$\frac{\omega - \vec{K} \cdot \vec{U}_\xi}{\left(1 - w_\xi \frac{U_\xi^2}{c^2}\right)^{1/2}} = const.$$

Введем скорость

$$\vec{U}_\xi(\vec{U}_{fs}, \vec{U}_m, w_\xi(\rho)) \neq \vec{U}.$$

Аналогично предыдущему анализу зададим для нее уравнение

$$\frac{d\vec{U}_\xi}{d\xi} = -P_\xi(\vec{U}_\xi - \vec{U}_*), \vec{U}_\xi|_{\rho=0} = \vec{U}_{fs}$$

релаксационного типа [7]. В качестве предельного значения скорости используем

$$\vec{U}_* = \vec{U}_{fs} + \vec{U}_m.$$

Получим решение

$$\vec{U}_\xi = \vec{U}_{fs} + w_\xi \vec{U}_m, w_\xi = 1 - \exp\left(-P_\xi \frac{\rho}{\rho_0}\right).$$

Динамика скорости и динамика частоты подчинена в предлагаемой модели разным законам. "С кинематической точки зрения" скорость первичного источника излучения \vec{U}_{fs} исчезает из-за взаимодействия со средой при $w=1$. "С энергетической точки зрения" она не может исчезнуть, потому что превращается в частоту ω . Следовательно, *дисперсионное уравнение и фазовое условие* выполняют разные роли и имеют функции, дополнительные друг другу.

Динамика эффекта Доплера и абберации

Уточним предложенную выше модельную задачу. Рассмотрим излучение с начальным значением частоты ω_0 и волновым вектором \vec{K}_0 . Пусть оно распространяется от источника, движущегося в вакууме со скоростью \vec{U}_{fs} , к поверхности Земли. Пусть атмосфера покоится: $\vec{U}_m = 0$. Рассчитаем, как меняются частота ω и волновой вектор \vec{K} при взаимодействии излучения с атмосферой. Примем простое условие $w = w_\xi$. Получим систему уравнений [5]:

$$c^2 K^2 - w\omega^2 = \Gamma^2(\epsilon\mu - w)(\omega - \vec{K} \cdot \vec{U})^2,$$

$$\omega = \omega_0 \left(1 - w U_\xi^2 / c^2\right)^{1/2} + \vec{K} \cdot \vec{U}_\xi.$$

Ограничимся частным случаем с параметрами $K_{y_0} = 0$, $K_z = K_{z_0}$. Найдем зависимость ω , K_x от начальных значений ω_0 , K_{z_0} . Преобразуем, с точностью до членов второго порядка малости, дисперсионное уравнение к виду

$$AK_x^2 + BK_x + P = 0.$$

Его коэффициенты равны:

$$A = 1 - a \frac{U_{fs}^2}{c^2}, a = w + \varepsilon \mu w^2 - w^3,$$

$$B = w \frac{w_0}{c} \frac{U_{fs}}{c} b, b = 1 + \varepsilon \mu - w,$$

$$P = \frac{w_0^2}{c^2} \frac{U_{fs}^2}{c^2} q, q = w^2 - 2w^3 + w^4 + 2\varepsilon \mu w^2 - w^3 \varepsilon \mu.$$

Рассчитаем a , b , q для $\varepsilon \mu = 1$. Удобно выразить решение через функцию

$$\Phi = w[(2-w) + (1-w)^{1/2}].$$

Получим K_x в виде нелинейной зависимости от w :

$$K_x = \Phi \frac{\omega_0}{c} \frac{U_{fs}}{c}.$$

Угол абберации определяется выражением:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_x}{K_z} = \frac{U_{fs}}{c} \Phi.$$

Связь начальной и промежуточной частоты

$$\omega = \omega_0 \left[\left(1 - w \frac{U_{fs}^2}{c^2} \right)^{1/2} + \Phi \frac{U_{fs}}{c^2} \right]$$

зависит от w . Вдали от поверхности Земли $K_x = 0$, $K_z = -\frac{\omega_0}{c}$, $\omega = \omega_0$. С приближением к Земле величины K_x , ω меняются динамически. При $w = 1$ получим

$$K_x = \frac{\omega_0}{c} \frac{U_{fs}}{c}, \omega = \omega_0 \left(1 - \frac{U_{fs}^2}{c^2} \right)^{-1/2}.$$

Эти законы аналогичны законам, полученным в специальной теории относительности. Однако обобщенная модель электромагнитных явлений задает не только конечные значения параметров динамического процесса, но и закон преобразования скорости в частоту.

Новые эффекты в обобщенной электродинамике

1. В вакууме $\rho = 0$ и потому $w = 0$. Групповая скорость поля $\vec{V}_g = c \frac{\vec{K}}{K} + \vec{U}_{fs}$

зависит от скорости первичного источника излучения. Поверхность волнового фронта представляет собой сферу, так как $a = b = c_0 t$, а центр этой сферы перемещается со скоростью $\vec{U}_* = \vec{U}_{fs}$. Картина распространения излучения в новой модели соответствует «баллистической»

идею Ритца. Из-за взаимодействия со средой, в частности с системой отсчета, скорость \vec{U}_{fs} может "исчезнуть". Это происходит во всех случаях прямого измерения скорости света в вакууме [10].

2. Пусть источник излучения покоится относительно наблюдателя $\vec{U}_{fs} = 0$, а среда движется со скоростью \vec{U}_m . Для групповой скорости поля получим

$$\vec{V}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K} + \left(1 - \frac{w}{n^2}\right) w \vec{U}_m.$$

Оптимальным, с точки зрения увлечения света средой, будет значение $w = 0.5$. При показателе преломления, близком к единице, ему соответствует скорость

$$\vec{V}_g^{\max} = c \frac{\vec{K}}{K} + 0.25 \vec{U}_m.$$

3. Анализ динамики поперечного эффекта Допплера для случая малых относительных скоростей приводит к заключению, что при $w = 1$ частота ω задается выражением

$$\omega = \frac{\omega_0}{\left(1 - \frac{U_{fs}^2}{c^2}\right)^{1/2}}.$$

Умножим его на величину \hbar/c^2 , где \hbar - постоянная Планка. Получим зависимость для массы, используемую в релятивистской динамике.

Предлагаемая модель динамического изменения электромагнитного поля дает другое выражение для связи частот. Покажем это. Используем рассмотренную выше задачу о распространении излучения из вакуума в атмосферу Земли. Формально положим, что скорость \vec{U}_{fs} стремится к скорости света в вакууме. Пусть для простоты расчета $w = 1$. Тогда $\vec{U} = 0$, $cK_z = n\omega_0$. Поскольку U_{fs}/c близко к единице, требуется использовать реальный показатель преломления, например, $n = 1 + Q$, где $Q \ll 1$. Получим систему уравнений вида

$$c^2 K_x^2 = n^2 (\omega^2 - \omega_0^2), \omega = \omega_0 \left(1 - \frac{U_{fs}^2}{c^2}\right)^{1/2} + \frac{n}{c} U_{fs} (\omega^2 - \omega_0^2)^{1/2}.$$

Квадратное уравнение для частоты

$$\omega^2 - 2\omega\omega_0\sigma \left(1 - \frac{U_{fs}^2}{c^2}\right)^{1/2} + \omega_0^2\sigma \left(1 + \frac{U_{fs}^2}{c^2}\Psi\right) = 0$$

содержит множитель $\sigma = [1 - U_{fs}^2(1 + \Psi)/c^2]^{-1}$, $\Psi = 2Q + Q^2$, $n = 1 + Q$. Значение предельной частоты поля задается законом [11]:

$$\omega = \omega_0\sigma \left[\left(1 - \frac{U_{fs}^2}{c^2}\right)^{1/2} - \frac{U_{fs}^2}{c^2} \Psi^{1/2} (1 + \Psi)^{1/2} \right].$$

Тогда $\omega^* = \lim_{U_{fs} \rightarrow c} \omega = \omega_0 \left(1 + \frac{1}{\Psi}\right)^{1/2}$. Полагая, что масса пропорциональна частоте, получим новую зависимость:

$$m = m_0 \frac{\left(1 - \frac{U^2}{c^2}\right)^{1/2} - \frac{U^2}{c^2} \Phi^{1/2} (1 + \Phi)^{1/2}}{1 - \frac{U^2}{c^2} (1 + \Phi)}.$$

Величина массы имеет конечное значение при скорости, равной скорости света в вакууме.

Механический закон сохранения энергии для фотона

При распространении излучения в разреженном газе от первичного источника, движущегося в вакууме со скоростью \vec{U}_{fs} , происходит динамическое изменение его групповой скорости \vec{V}_g и частоты ω . При малых относительных скоростях частота ω на конечной стадии динамического процесса отличается от начальной частоты ω_0 на величину

$$\Delta\omega = \omega - \omega_0 = 0.5\omega_0 \frac{U_{fs}^2}{c^2}.$$

Умножим это выражение на постоянную Планка \hbar и воспользуемся определением Эйнштейна для массы инерции фотона $m_{in} = \hbar \frac{\omega_0}{c^2}$. Введем следующие определения:

а) кинетическая энергия фотона, обусловленная скоростью первичного источника излучения, есть

$$E_{кин} = 0.5\hbar \frac{\omega_0}{c^2} U_{fs}^2,$$

б) потенциальная энергия фотона есть $\Delta U = \hbar(\omega - \omega_0)$. Тогда

$$\Delta U = E_{кин}.$$

С физической точки зрения ситуация выглядит так: вначале фотон имел скорость \vec{U}_{fs} , дополнительную к скорости света в вакууме c , и частоту ω_0 , при взаимодействии со средой он "преобразовал" скорость \vec{U}_{fs} в добавку к частоте $\Delta\omega$.

Заключение

Возможно обобщение связей между полями и индукциями в электродинамике Максвелла. Модель описывает известные экспериментальные факты, задавая динамику инерционных параметров электромагнитного поля *без использования специальной теории относительности*.

Литература

1. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. / Собрание научных трудов. - М.: Наука, 1966, -Т.1. -С. 7.
2. Compton A.H. A quantum theory of the c-scattering of X-rays by light elements // Phys. Review. - 1923. - v.21. - №5. - P.483-502.
3. Physicists study photon structure. // CERN Cour. – 1999. –39,N7, p.11/
4. Минковский Г. Вывод основных уравнений для электромагнитных процессов в движущихся телах с точки зрения теории электронов. // Эйнштейн. сб: 1978-79. -М.: Наука, 1983 С. 64-91.

5. Барыкин В.Н. Новые пространственно-временные симметрии в электродинамике сред. // Изв. вузов. Физика. - 1986. - № 10. - с. 26-30.
6. Барыкин В.Н. О физической дополнителности групп Галилея и Лорентца в электродинамике изотропных инерциально движущихся сред. // Изв. вузов. Физика. -1989. -N 9. -С. 57-66.
7. Барыкин В.Н. К математическому моделированию электромагнитных явлений в движущемся разреженном газе. // Изв.вузов. Физика. - 1990. -№ 10. - с.54-58.
8. Барыкин В.Н. Пространственно-временные симметрии в электродинамике изотропных инерциально движущихся сред / Теоретико-групповые методы в физике. - М.: Наука, 1986. -Т. 1. -С. 461-466.
9. Столяров С.Н. Граничные задачи электродинамики движущихся сред. / Эйншт. сб. 1975-76. -М.: Наука, 1977. -С. 152-215.
10. Франкфурт У.И. Оптика движущихся сред и СТО. / Эйншт. сб. 1977. -М.: Наука, 1980. С. 252-325.
11. Барыкин В.Н. Лекции по электродинамике и теории относительности без ограничения скорости. - Мн.: АП "Белпроект", 1993, 223 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Проанализированы обобщенные уравнения Максвелла в движущихся средах, которые позволяют динамически описать релятивистские эффекты без использования специальной теории относительности. Они записаны в форме G-модуля для группы $PSL(4,R)$, заданной в мономиальном представлении и содержат три метрики: Минковского, Ньютона, Евклида. Дана интерпретация группы $PSL(4,R)$ как системы отношений между четырьмя абстрактными объектами. Предложена структурная модель частиц света в виде объектов, состоящих из пары электрических и пары гравитационных предзарядов. Выведена формула для постоянной Планка и для энергии частицы света.

Введение

В данной работе математически обоснована возможность рассмотрения электромагнитного излучения как системы составных частиц с размерами в физическом трехмерном пространстве.

Структурный подход к излучению не противоречит специальной теории относительности. В её рамках, с формальной точки зрения, невозможно без логических противоречий ввести конечные размеры кванта света в собственной системе отсчета. В силу этого обстоятельства свет не может иметь составную структуру в привычном для обыденной жизни смысле слова. Однако в специальной теории относительности нет никаких допущений о физической структуре света. Поэтому возможен анализ структуры света при создании обобщенной модели электромагнитных явлений. Она обязана, с одной стороны, по своим следствиям и свойствам выйти за границы симметричного подхода Эйнштейна. С другой стороны, желательно, чтобы новая модель указала пути и средства построения структурной модели света.

Структурный подход к излучению не противоречит квантовой электродинамике. Она пришла на смену классической электродинамике из-за необходимости учёта дискретных свойств излучения. Она доказала свою эффективность при описании большинства экспериментальных данных, не используя представлений о составной структуре света. Бесструктурный, точечный подход к свету доказал свою эффективность до ядерных масштабов: длин порядка размера нуклона. Однако свет может иметь более «тонкую», субъядерную структуру. Поиски такой возможности не отрицают и не опровергают квантовую электродинамику.

Точка зрения экспериментаторов, для которых свет выступает как материальная субстанция, отличается от точки зрения теоретиков. С 1960 года выполнено огромное количество экспериментов по определению данных, которые свидетельствуют о структуре света. В настоящее время есть обширные обзоры по этой теме [1–7]. Экспериментально доказано, что взаимодействие фотонов и адронов аналогично взаимодействию адронов.

В настоящее время существует более 20 составных моделей света. Однако до настоящего времени нет единого мнения о базовых объектах, из которых составлен свет. Отсутствует механическая модель движений в частице света, согласующаяся с экспериментальными данными.

В данной работе анализируется возможность конструирования составной, механической модели частиц света. Она исходит из идеи, что уравнения Максвелла, записанные в матричном виде, «подсказывают» структуру частиц света: наличие пары электрически и гравитационно нейтральных объектов, движущихся друг относительно друга. В качестве обобщенной модели электромагнитных явлений используется электродинамика с показателем отношения [8]. Она известна с 1985 года как модель динамического описания релятивистских эффектов. Она обобщает специальную теорию относительности и свободна от её ограничений. В силу этого обстоятельства открываются пути для построения структурной модели света с физическими размерами в трехмерном пространстве.

Полезность предлагаемого подхода обоснована выводом выражения для энергии частицы света, в частности, выводом постоянной Планка.

Конструктивность матричного вида обобщенных уравнений Максвелла

Воспользуемся моделью обобщенной электродинамики. Она даёт динамическое описание релятивистских эффектов, обобщает специальную теорию относительности и свободна от её ограничений. В ней динамика полей (\vec{E}, \vec{B}) и индукций (\vec{H}, \vec{D}) описывается уравнениями Максвелла:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0, \quad \nabla \cdot \vec{D} = 4\pi\rho, \quad \nabla \times \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + 4\pi \frac{\vec{J}}{c}.$$

Обобщены связи между полями и индукциями:

$$\vec{D} + w \left[\frac{\vec{U}_m}{c} \times \vec{H} \right] = \varepsilon \left(\vec{E} + \left[\frac{\vec{U}_m}{c} \times \vec{B} \right] \right), \quad \vec{B} + w \left[\vec{E} \times \frac{\vec{U}_m}{c} \right] = \mu \left(\vec{H} + \left[\vec{D} \times \frac{\vec{U}_m}{c} \right] \right).$$

Здесь ε, μ – диэлектрическая и магнитная проницаемости соответственно, U_x, U_y, U_z – компоненты скорости среды, c – скорость света в вакууме. В модели используются величины

$$w = 1 - \exp[-P_0(n-1)], \quad \vec{U} = (1-w)\vec{U}_{fs} + w\vec{U}_m.$$

Здесь \vec{U}_{fs} – скорость первичного источника излучения, \vec{U}_m – скорость среды, w – показатель отношения, новая скалярная величина, введенная в электродинамику, n – показатель преломления, $P_0(\lambda)$ – эмпирическая величина, зависящая от длины волны излучения.

Обобщенная модель даёт новые закономерности для света. Например, групповая скорость электромагнитного поля в нерелятивистском пределе зависит не только от показателя преломления, но и от показателя отношения, не только от скорости среды, но и от скорости первичного источника излучения.

$$\vec{V}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K} + \left(1 - \frac{w}{n^2} \right) \left[(1-w)\vec{U}_{fs} + w\vec{U}_m \right].$$

Детальное изложение модели и её следствий есть в монографиях [8–10].

Представим уравнения обобщенной электродинамики в матричном виде. Используем координаты $x^1 = x$, $x^2 = y$, $x^3 = z$, $x^0 = ict$. Зададим два контрвариантных метрических тензора: $g^{kn} = \text{diag}(1,1,1,-1)$, $r^{kn} = \text{diag}(1,1,1,1)$. Введем величины

$$\Psi = \begin{pmatrix} E_x + iB_x \\ E_y + iB_y \\ E_z + iB_z \\ 0 \end{pmatrix}, \Psi^* = \begin{pmatrix} E_x - iB_x \\ E_y - iB_y \\ E_z - iB_z \\ 0 \end{pmatrix}, \varphi = \begin{pmatrix} H_x + iD_x \\ H_y + iD_y \\ H_z + iD_z \\ 0 \end{pmatrix}, \varphi^* = \begin{pmatrix} H_x - iD_x \\ H_y - iD_y \\ H_z - iD_z \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Введем пару групп A, B с элементами:

$$A \Rightarrow \left\{ a_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, a_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, a_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, a_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right\}$$

$$B \Rightarrow \left\{ b_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, b_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, b_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, b_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right\}.$$

Элементы групп заданы с точностью до умножения на минус единицу. Определим оператор проектирования: $P = \text{column}(1,1,1,1)$. Дифференциальные уравнения запишем в матричном виде:

$$(g^{kn} a_k \partial_n \Psi^* + r^{kn} b_k \partial_n \Psi) P = 0, (r^{kn} a_k \partial_n \varphi^* + g^{kn} b_k \partial_n \varphi) P = \Phi.$$

Они содержат пару четырехметрик. Здесь

$$\Phi = \text{столбец}(2\rho U_x, 2\rho U_y, 2\rho U_z, -2i\rho).$$

Явный вид уравнений Фарадея-Ампера, с точностью до оператора проектирования, таков:

$$\left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_x + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_y + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \partial_z + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{(-i)}{c} \partial_t \right\} \times$$

$$\begin{pmatrix} E_x - iB_x \\ E_y - iB_y \\ E_z - iB_z \\ 0 \end{pmatrix} + \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_x + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_y + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \partial_z + \right.$$

$$\left. + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{i}{c} \partial_t \right\} \begin{pmatrix} E_x + iB_x \\ E_y + iB_y \\ E_z + iB_z \\ 0 \end{pmatrix} = 0$$

Запишем в аналогичном матричном виде связи между полями и индукциями:

$$\begin{aligned}
& i\mu \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_x}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_y}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_z}{c} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (-i) \right\} \times \\
& \times \begin{pmatrix} H_x - iD_x \\ H_y - iD_y \\ H_z - iD_z \\ 0 \end{pmatrix} - i\mu \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_x}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_y}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_z}{c} + \right. \\
& \left. + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (i) \right\} \begin{pmatrix} H_x + iD_x \\ H_y + iD_y \\ H_z + iD_z \\ 0 \end{pmatrix} = w \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -w \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ w^{-1} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_x}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -w \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w^{-1} & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_y}{c} + \right. \\
& \left. + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -w \\ 0 & 0 & w^{-1} & 0 \end{pmatrix} \frac{U_z}{c} + \frac{1}{w} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (i) \right\} \begin{pmatrix} E_x - iB_x \\ E_y - iB_y \\ E_z - iB_z \\ 0 \end{pmatrix} + w \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & w \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -w^{-1} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_x}{c} + \right. \\
& \left. + \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -w^{-1} & 0 & 0 \end{pmatrix} \frac{U_y}{c} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w \\ 0 & 0 & -w^{-1} & 0 \end{pmatrix} \frac{U_z}{c} + \frac{1}{w} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (-i) \right\} \begin{pmatrix} E_x + iB_x \\ E_y + iB_y \\ E_z + iB_z \\ 0 \end{pmatrix} = 0.
\end{aligned}$$

Выражения

$$\Psi_1 = E_x + iB_x = -\frac{1}{c} \frac{\partial A_x}{\partial t} - \frac{\partial \varphi}{\partial x} + i \frac{\partial A_z}{\partial y} - i \frac{\partial A_y}{\partial z}, \dots, \Psi_1^* = E_x - iB_x = -\frac{1}{c} \frac{\partial A_x}{\partial t} - \frac{\partial \varphi}{\partial x} - i \frac{\partial A_z}{\partial y} + i \frac{\partial A_y}{\partial z}, \dots$$

имеют следующее матричное представление:

$$\begin{pmatrix} -\partial_\tau & -i\partial_z & i\partial_y & -i\partial_x \\ i\partial_z & -\partial_\tau & -i\partial_x & -i\partial_y \\ -i\partial_y & i\partial_x & -\partial_\tau & -i\partial_z \\ i\partial_x & i\partial_y & i\partial_z & -\partial_\tau \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \\ -i\varphi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Psi_1 \\ \Psi_2 \\ \Psi_3 \\ \Psi_0 \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} -\partial_\tau & i\partial_z & -i\partial_y & -i\partial_x \\ -i\partial_z & -\partial_\tau & i\partial_x & -i\partial_y \\ i\partial_y & -i\partial_x & -\partial_\tau & -i\partial_z \\ i\partial_x & i\partial_y & i\partial_z & -\partial_\tau \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \\ -i\varphi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Psi_1^* \\ \Psi_2^* \\ \Psi_3^* \\ \Psi_0^* \end{pmatrix}.$$

С математической точки зрения запись уравнений обобщенной электродинамики Максвелла в матричном виде проста и естественна. Принципиально новым моментом является только возможность представления уравнений на паре групп A, B .

С физической точки зрения матричный вид уравнений Максвелла конструктивен. Покажем это. Предположим, что матрицы, входящие в уравнения электродинамики, косвенно свидетельствуют о структуре электромагнитного поля.

Для теоретического наполнения этого предположения учтем несколько экспериментальных фактов:

- свет не имеет массы и электрического заряда,
- при взаимодействии γ -квантов рождаются элементарные частицы, у которых, в частности, есть электрический заряд и масса.

Примем *гипотезу физической структуры света*: свет представляет собой систему объектов, изготовленных в форме нейтральных систем из положительных и отрицательных электрических и гравитационных предзарядов, соединенных между собой системой силовых линий.

Заметим, что мы никак не моделируем пока предзаряды, хотя такая задача естественна для реальной модели. Нет у нас информации о возможной структуре силовых линий, связывающих предзаряды между собой. Мы не знаем законов, по которым взаимодействуют предзаряды между собой.

Группа заполнения физических моделей

Рассмотрим произведение элементов групп A, B . Оно даёт новые элементы. Полная совокупность принадлежит проективной унимодулярной группе $PSL(4, R)$, заданной мономиальными матрицами.

$$\begin{array}{cccc}
 E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & e_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} & b_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} & c_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \\
 e_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & e_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & a_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & f_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\
 a_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & b_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & f_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & b_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\
 c_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} & f_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} & a_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} & c_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.
 \end{array}$$

Эту группу можно интерпретировать как множество взаимных отношений в системе, состоящей из четырёх объектов. Ограничившись только каноническими отношениями, выразим их в первой строке для первого объекта, во второй – для второго и т.д. Столбцу соответствует порядковый номер анализируемого объекта. Зададим отношения канонической системой чисел: $[-1, 0, 1]$. Получим систему мономиальных матриц. Вариант, указанный выше и задающий группу, соответствует «выборке» из полной совокупности.

Назовём её **группой заполнения** физических моделей. Она достаточна, чтобы в виде линейной суперпозиции представить элементы матричной алгебры размерности 4×4 .

Поскольку фундаментальные физические модели допускают матричную запись, группа $PSL(4,R)$ оправдывает своё название. Заметим, что группа заполнения с математической точки зрения дублирует физическую идею фундаментальности света для других объектов. Элементы группы разбиваются на подгруппы a_i, b_i, c_i, e_i, f_i . Матрицы a_i, b_i задают пару кватернионов, они коммутируют, порождая при взаимных произведениях остальные элементы группы. Матрицы e_i, f_i задают пару антикватернионов, они антикоммутируют. Матрицы c_i, c_i^{-1} "переводят" a_i, b_i в e_i, f_i и обратно.

Иллюстрация простейшей модели частицы света

Назовём систему, состоящую из соединённых между собой положительного и отрицательного гравитационных предзарядов α и α^* , пролоном. Расположим его в центре элементарной частицы света. Назовём систему, состоящую из соединённых между собой положительного и отрицательного электрических предзарядов β и β^* , элоном. Расположим его на периферии частицы света. Назовём простейшую частицу света бароном.

Пусть элон движется вокруг пролона по стационарной орбите. Рассмотрим, например, картину, характеризующую четыре стадии движений:

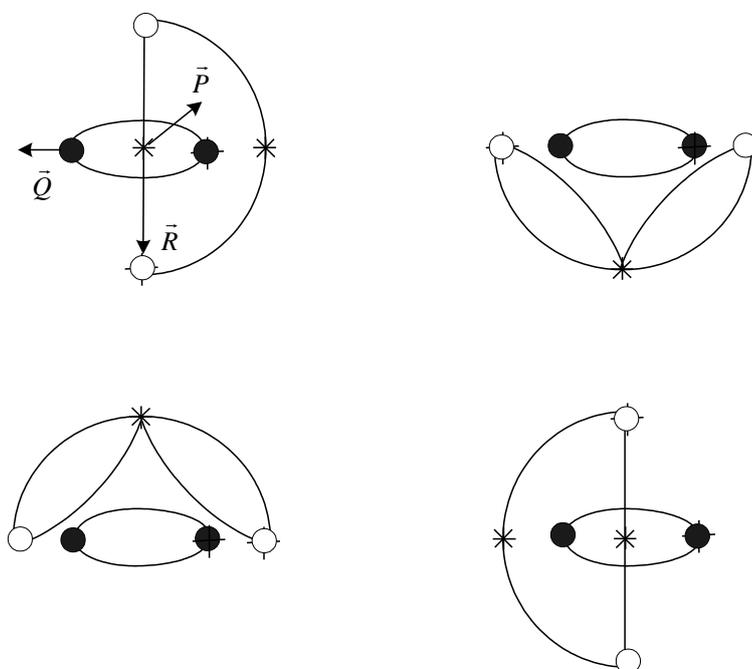


Рис. 1. Вариант механического движения элементов барона

Покажем, что в рамках данной картины движений можно сделать экспериментально значимые выводы о поведении света, не принимая в расчет закона взаимодействия предзарядов.

Введем вектор \vec{R} , задающий направление от отрицательного к положительному электрическому предзаряду (\ominus) в бароне. Пусть вектор \vec{Q} задаёт направление от положительного к отрицательному гравитационному предзаряду (\oplus) к (\bullet). Введём вектор \vec{P} , перпендикулярный \vec{Q} и образующий с ним правовинтовую систему (рис. 1).

Зададим поля \vec{E} и \vec{B} формулами

$$\vec{E} = a\vec{P}(\vec{R}\vec{Q}), \vec{B} = b\vec{Q}(\vec{R}\vec{Q}).$$

Здесь $(\vec{R}\vec{Q})$ – скалярное произведение векторов. Получим известный экспериментальный результат: электромагнитное излучение характеризуется величинами \vec{E} , \vec{B} , которые меняются циклично и согласованно друг с другом, одновременно достигая максимума или минимума. В рамках простейшей механической модели барона этот факт объясняется циклическостью движения электрических предзарядов (\bigcirc и \bigoplus) вокруг гравитационных предзарядов (\bullet и \blacklozenge).

Вывод формул для постоянной Планка и для энергии частицы света

Получим выражение для энергии простейшей частицы света. Будем исходить из следующей модели:

- простейшая частица света образована из элона и пролона, они расположены аналогично электрону и протону в атоме водорода,
- элон и пролон представляют собой неточечные нейтральные объекты, изготовленные из положительных и отрицательных электрических и гравитационных предзарядов, соединенных между собой рецепторами в виде силовых трубок,
- пролоны есть нейтральный аналог протонов и антипротонов, они содержат положительные и отрицательные предмассы, соединенные предмассовыми силовыми трубками,
- элоны есть нейтральный аналог электронов и позитронов, они содержат в себе положительные и отрицательные предэлектрические заряды, соединенные предэлектрическими силовыми трубками,
- у пролонов есть ненулевой предэлектрический заряд, у элонов есть ненулевой предмассовый заряд,

Рассмотрим барон: физическое изделие, состоящее из элона, вращающегося вокруг пролона. Будем считать, что рецепторы – реальные силовые линии, как и предзаряды, образованы из ориентированных струн способных к продольным и поперечным соединениям. Заметим, что физическая среда, в которой находятся элоны и пролоны, может иметь сложный состав и структуру.

Воспользуемся алгоритмом анализа энергии силовых трубок в «световом водороде», предложенным для электрических зарядов Томсоном [4]. Он использовал для энергии E силовой трубки формулу

$$\varepsilon_0 E = 2\pi f^2 V.$$

Здесь f – диэлектрическое смещение (поляризация), V – объем силовой трубки. Силовая трубка связывает между собой пару положительных и отрицательных электрических предзарядов величины q . Внешний радиус кольца силовой трубки обозначим через r , а радиус сечения обозначим буквой b . Коэффициент $p \leq 1$ учитывает, как сосредоточены силовые линии в силовой трубке.

Поляризацию рассчитаем по формуле

$$f \cdot S = \pi \cdot f \cdot b^2 = p \cdot q.$$

Получим для энергии силовой трубки, моделирующей частицу света, выражение

$$E = 8\pi^2 \left(p \frac{r}{b} \right)^2 \frac{q^2}{\varepsilon_0 c(q)} \omega = \hbar(q) \omega.$$

Величина

$$\hbar(q) = 8\pi^2 \left(p \frac{r}{b} \right)^2 \frac{q^2}{\varepsilon_0 c(q)},$$

как будет показано ниже, является аналогом постоянной Планка для предзаряда. Объединим бароны в одну систему в форме линейной молекулы, состоящей из соединенных между собой

N предзарядов. Пусть $Nq = e$ задает значение электрического заряда электрона $e = 1.6021892 \cdot 10^{-19}$ кл. Пусть в этом случае периферическая скорость движения предзарядов вокруг центра системы равна скорости света в вакууме $c(e) = 2.9979256 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{c}^{-1}$. Получим стандартное выражение

$$E = \hbar \omega.$$

Расчетное значение постоянной Планка \hbar совпадет с экспериментальным значением, если

$$p \frac{r}{b} = 0.37226.$$

Частота задана формулой

$$\omega = \frac{c}{2\pi \cdot r}.$$

Она имеет стандартный смысл, задавая частоту механического вращения элона вокруг пролона.

Стандартная квантовая модели электромагнитного поля физически объясняет дискретную структуру излучения наличием бесструктурных квантов света. Она использует формулу для «порции энергии» феноменологически.

Структурная модель света позволяет вывести как формулу для энергии, так и выражение для постоянной Планка.

В рассматриваемой модели частица света может быть образована из N элементарных блоков, каждый из которых вращается вокруг центра с частотой ω . Примем предположение, что энергия, соответствующая связям блоков между собой, равна нулю. Тогда энергия частицы света равна сумме энергии её отдельных блоков. Значит

$$E = \hbar \omega = N \left(\frac{\hbar}{N} \right) \omega.$$

Следовательно, постоянная Планка, приходящаяся на отдельный блок в частице света, состоящей из N блоков, есть $\frac{\hbar}{N}$. Большой световой объект, подчиняющийся квантовой теории, составлен из малых объектов, подчиняющихся классической теории.

Заключение

Обобщенные уравнения электродинамики Максвелла для движущихся сред допускают матричную запись на основе группы заполнения, выражающей отношения между четырьмя физическими объектами. Поскольку электромагнитное поле электрически и гравитационно нейтрально, допустима гипотеза, что структура электромагнитного излучения базируется на системе физических частиц, свойства которых нужно обнаружить теоретически и экспериментально. Возможны простейшие структурные модели, которые дают согласие с экспериментальными данными.

Литература

1. Baner, T. H., Spital, R. D., Yennie, D. R., and Pipkin, F. M. –Rev. Modern Phys. 1978, Vol. 50, No. 2, pp. 262-435.
2. Butterworth, J. M. Photon structure as seen at HERA, ZEUS DESY (Repl.), 1995, No. 43, pp. 1-20.
3. Erdmann, M. The partonic structure of the photon, DESY [Rept.], 1996, N090, 1-108.
4. Photons under the microscope, CERN Cour., 1997, 37, No. 8, p. 22.
5. Trochin, S. M. and Tyurin, N. E. Phys. Rev. D, 1997, 55, No. 1, pp. 7305-7306.
6. Physicists Study Photon Structure, CERN Cour., 1999, 39, No. 7, p. 11.

7. Thomas, A. W. Nucl. Phys. A, 2000, pp. 663-664, pp. 249-256.
8. Барыкин В.Н. Электродинамика Максвелла без относительности Эйнштейна. Москва: Издательство УРСС, 2005, -184 с.
9. Барыкин В.Н. Новая физика света. Мн.: Ковчег, 2003, -434 с.Т
10. Барыкин В.Н. Новая концепция света. Мн. ООО «Ковчег», 2009,-366 с.
11. Томсон Д.Д. Электричество и магнетизм. М.Ижевск, 2004, 264 с.

ВЫВОД ОБОБЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ МИКРОДИНАМИКИ

Предложено рассматривать микромир на основе концепции тонкой материи и моделировать его уравнениями гидродинамики. Показано, что в варианте покоящейся, вязкой, тонкой материи с взаимодействием, зависящим от квадрата скоростей, из уравнений гидродинамики следует обобщенное нелинейное уравнение Шрёдингера. Уравнения микродинамики обобщены на случай движущейся тонкой материи.

Введение

Издавна принято изучать устройство и поведение физического микромира по моделям квантовой теории. Они во многом адекватны проводимым экспериментам и пригодны для конструирования новых технических устройств. По указанным причинам нет необходимости сомневаться в их полезности и прагматичности.

Для описания микрообъектов и микроявлений, в частности, частиц света, требуются новые модели. В них, следуя практике, должно реализоваться согласование классических и квантовых свойств физического мира. Микрообъекты могут не образовывать статистический ансамбль. В то же время их может быть достаточно много. Нужны качественно новые физические модели, пригодные для единого описания явлений в конечных физических системах. В моделях следует учесть разнообразные физические факторы: неизотермичность процессов, химические реакции и многое другое.

Исследования в таком направлении предполагают решение **первой фундаментальной проблемы физики**: как согласовать между собой макроскопическую (классическую) и микроскопическую (квантовую) теории? Речь идет не только о похожести моделей, описывающих физические явления. *Важно проанализировать конструкции, которые стоят за ними: исследовать состав и свойства структурных элементов, из которых они образованы.* Представление о сложности и некоторых успехах в решении этой проблемы можно получить в монографиях [1,2].

Требуется решить также **вторую фундаментальную проблему физики**: *согласовать микротерию с теорией относительности.* В частности, нужно корректно учесть скорости и ускорения в физических устройствах, а также физические факторы, управляющие ими, что не принято делать в квантовых теориях.

Исходным пунктом теоретической микродинамики следует считать проблему Эйнштейна: *насколько фундаментальна обычная квантовая теория для всей физики, является ли она базовым или вспомогательным ее элементом?* Она сформулирована давно. По мнению Балентайна [3], Гейзенберг создал миф, что Эйнштейн не понял квантовой механики. На самом деле, Эйнштейн считал квантовую механику удовлетворительной теорией. Но она, с его точки зрения, *не может быть исходным пунктом всей физики.* Однако ни Эйнштейн, ни другие авторы не смогли найти решение поставленной проблемы.

Долгое время было непонятно, как к ней подойти. Ведь модели разных разделов физики кажутся не только формально, но и сущностно разными. Существует мнение, что физика макро и микроявлений и конструкций, с ними связанных, различна и в ней мало общего.

Отметим также **проблему Шрёдингера** [4]: *как согласовать волновую функцию квантовой теории с четырехпотенциалами электродинамики?* Он считал, что атомы, описываемые «снаружи» уравнениями электродинамики Максвелла, могут «внутри» описываться аналогичными уравнениями. Как учесть в конкретной модели стороны и свойства физических материалов, с которыми проводятся эксперименты?

В качестве одного из вариантов развития теории микросистем используем гидродинамическую модель микромира. Смысл развиваемого подхода состоит в том, чтобы **найти место квантовой модели в структуре уравнений гидродинамики**. Если эта задача решена, появляются варианты сопоставления и развития микро и макромоделей физической реальности. Такой путь, в случае успеха, открывает новые возможности для решения проблемы Эйнштейна и проблемы Шрёдингера квантовой теории. Частичный обзор по гидродинамическому моделированию микромира имеется в работе [5]. Конкретные модели можно изучить, следуя статьям [6–11].

Примем принцип модельной аналогии в описания *макро и микроявлений*. Он может рассматриваться как первое звено задачи построения структуры физических изделий, относящихся к разным уровням материи.

Примем принцип модельной аналогии в описании *макро и микроконструкций*. Он может рассматриваться как второе звено в решении задачи построения движений (активностей), присущих изделиям, относящимся к разным уровням материи.

Примем принцип модельного *согласования структур и активностей*, полагая, что согласование возможно как на одном уровне материи, так и на разных уровнях.

Конструктивная реализация указанных программ актуальна для современной физики.

Концепция многоуровневой материи

Назовем физической материей все то, что имеет структуру и активность. Будем рассматривать физический мир как многоуровневую материальную систему. Определим уровень физической материи совокупностью его базовых материальных объектов и их взаимодействий. Так, физические макротела состоят из атомов, которые образуют свой уровень материи. Атомы состоят из электронов и нуклонов, которые образуют новый уровень материи. Примем новую точку зрения, что электроны и нуклоны состоят из новых структурных составляющих (из которых состоят и частицы света): из электрически нейтральных частиц, названных элонами и гравитационно нейтральных частиц, названных пролонами. Пусть элоны и пролоны состоят из положительных и отрицательных электрических и гравитационных предзарядов. Пусть предзаряды могут быть изготовлены из атонов: ориентированных одномерных объектов, способных к продольным и к поперечным соединениям.

Определим *тонкую материю* как физическую систему, состоящую из атонов, предзарядов, элонов, пролонов, и всего того, что из них образовано, а также того, что им предшествует. Назовем тонкую материю **праматерией**.

Физики давно признали факт и возможность сосуществования материи разных уровней. Разные базовые структурные составляющие используются в физическом эксперименте, анализируются численно и применяются на практике. Практика основана на информации о физических составляющих каждого уровня, их свойствах, а также о согласовании уровней друг с другом.

Сопоставим каждому уровню физического мира «свою физическую материю» в физическом и философском смыслах слова. Пусть для нее выполняются следующие условия:

- микроявления, аналогично макроявлениям, реализуются на основе свойств и движений структурных составляющих своего уровня материи, из них образованы также конструкции исследуемого уровня материи,

- свойства микроконструкций определяются свойствами взаимодействий, которым подчинены их физические составляющие,
- сами составляющие, их движения и взаимодействия могут быть установлены посредством физических экспериментов и расчетов,
- подходы, понятия и выводы, полученные при исследовании конструкций и явлений макромира, имеют свои приложения для конструкций и явлений микромира.

Будем рассматривать теорию физических микрообъектов и микроявлений как звено общей теории физических систем. Будем искать единые физические модели, пригодные для разных уровней физического мира. В основу анализа положим экспериментальную и теоретическую верификацию каждого уровня физического мира, практически подтверждая их материальные стороны и свойства.

Примем для любой физической системы и любой практики в качестве *первого базового элемента* физического моделирования факт наличия и сосуществования ассоциированной с практикой человека системы объективно существующих, имеющих структуру физических конструкций, занимающих свой уровень и свое место в реальной действительности – *наличие сосуществующих реальных физических объектов*. Зададим их свойства величинами. Первым уровнем реальной практики будем считать теоретическое и экспериментальное отображение через систему величин по возможности полной совокупности сторон и свойств микроконструкций.

Примем в качестве *второго базового элемента* физического моделирования факты *взаимодействия реальных конструкций*, проявляющие совокупность их свойств и реализующиеся через прикосновения, отношения, реакции и совокупность взаимных движений. Зададим их свойства через систему дифференциальных и кодифференциальных (или интегральных ...) операторов. Вторым уровнем реальной практики будем считать построение системы операторов, эффективных для явлений, ассоциированных с данными конструкциями, создание и совершенствование на этой основе полезных технических устройств.

Примем в качестве *третьего базового элемента* физического моделирование *конструирование физической модели* из пары указанных базовых элементов: величин и операторов. Создание работающих моделей будем считать третьим элементом физического моделирования.

Реализуем указанную идеологию при структурном моделировании атомов и молекул, используя концепцию праматерии. Будем исходить из факта, что физические атомы и молекулы являются структурными элементами для образования физических макроскопических тел, они образуют свой уровень материи. Отметим специфику ситуации. С одной стороны, атомы и молекулы следует рассматривать как тела, изготовленные из праматерии. С другой стороны, атомы и молекулы находятся в праматерии.

В силу указанных обстоятельств на роль полных моделей могут претендовать только многоуровневые модели. Простейшей является одноуровневая модель. Таких моделей в современной физике большинство. Усложненный вариант получается при построении двухуровневой модели. Например, при описании атома требуется описывать не только состояния системы, состоящей из электронов и нуклонов, но и состояние и движение тонкой материи, в которой они находятся и из которой они изготовлены.

Гидродинамический подход к модели атомов и молекул

Найдем теоретические основания для описания структуры и свойств атомов и молекул на основе структуры и поведения праматерии. Выберем в качестве исходной точки анализа аналог макроскопической модели вязкой жидкости. Применим ее с уточнениями и дополнениями к праматерии.

Будем считать известными плотность праматерии ρ и ее кинематическую вязкость η . Введем **новую величину** σ , которая характеризует дополнительные динамические свойства праматерии.

Запишем **модель поведения праматерии** в форме уравнений гидродинамики вязкой жидкости:

$$\partial_i \left(N^{ij} - \frac{\eta}{\sigma} \Phi^{ij} \right) = \partial_i \Psi^{ij}(1) = F^j.$$

Тензор скоростей N^{ij} , тензор напряжений Φ^{ij} и четырехвектор сил F^j выберем из дополнительных предположений, устанавливая вид конкретной модели. Она может меняться, если этого потребуют эмпирические данные.

В качестве модели микромира возьмем уравнение Шрёдингера квантовой теории:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V\psi.$$

В физическом пространстве выберем величины, характеризующие поведение праматерии:

$$N^{ij} = \rho v^i \otimes v^j = \rho \begin{pmatrix} v^1 v^1 & v^1 v^2 & v^1 v^3 & v^1 v^0 \\ v^2 v^1 & v^2 v^2 & v^2 v^3 & v^2 v^0 \\ v^3 v^1 & v^3 v^2 & v^3 v^3 & v^3 v^0 \\ v^0 v^1 & v^0 v^2 & v^0 v^3 & v^0 v^0 \end{pmatrix}, \Phi^{ij} = g^{ik} \varphi_k^j = \begin{pmatrix} \partial_1 f^1 & \partial_2 f^1 & \partial_3 f^1 & \partial_0 f^1 \\ \partial_1 f^2 & \partial_2 f^2 & \partial_3 f^2 & \partial_0 f^2 \\ \partial_1 f^3 & \partial_2 f^3 & \partial_3 f^3 & \partial_0 f^3 \\ \partial_1 f^0 & \partial_2 f^0 & \partial_3 f^0 & \partial_0 f^0 \end{pmatrix}.$$

Здесь v^i – компоненты четырехскорости праматерии, δ_{ik}^j – тензор Кронекера, $f^j = \delta_{ik}^j v^i v^k$. Определим четырехсилу, действующую на элемент объема праматерии, выражением

$$F^j = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} f^i = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} \delta_{ik}^j v^i v^k.$$

Будем считать, что величина Φ , с одной стороны, характеризует потенциал внешних сил, с другой стороны, учитывает влияние материальных конструкций, находящихся в праматерии. На данной стадии её невозможно задать в общем виде. Реальные задачи конкретны и обязаны соответствовать экспериментальной ситуации. Заметим, что модель микродинамики будет косвенно учитывать свойства конструкций, находящихся в праматерии. Для этого нужно задать форму и поведение этих конструкций через систему начальных и граничных условий. Однако для самих конструкций требуются дополнительные условия и модели. По самой постановке задачи, гидродинамика праматерии способна дать лишь косвенную информацию о поведении материальных конструкций, находящихся в ней.

Зададим четырехскорости праматерии, опираясь на результаты, полученные в электродинамике движущихся сред [12]. Выберем в физическом пространстве-времени $T^1 \times R^3$ координаты

$$x^1 = x, x^2 = y, x^3 = z, x^0 = ic_g t.$$

Воспользуемся тензором Минковского γ^{ij} и тензором Лагранжа θ^{ij} :

$$\gamma^{ij} = \text{diag}(1,1,1,1), \theta^{ij} = \text{diag}(1,1,1, \chi).$$

Пусть скалярная величина

$$\chi = \frac{\det \theta^{ij}}{\det \gamma^{ij}}$$

принадлежит полю комплексных чисел. Для четырехмерного интервала и четырехскорости получим выражения

$$d\theta = \frac{ic_g dt}{\sqrt{\chi}} \left(1 - \chi \frac{u^2}{c_g^2} \right)^{1/2}, v^k = \frac{\sqrt{\chi}}{ic_g} \frac{dx^k}{dt} \left(1 - \chi \frac{u^2}{c_g^2} \right)^{-1/2}.$$

Теперь у нас есть все элементы для начала анализа.

Микродинамика покоящейся праматерии

Пусть праматерия покоится. Тогда $u^1 = u^2 = u^3 = 0$. В этом случае $v^0 = \sqrt{\chi}$. Для тензора скоростей, тензора вязких напряжений и силы получим выражения:

$$N^{ij} = \rho \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & v^0 v^0 \end{pmatrix}, \Phi^{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \partial_1(v^0 v^0) & \partial_2(v^0 v^0) & \partial_3(v^0 v^0) & \partial_0(v^0 v^0) \end{pmatrix}, F^j = -\frac{\rho}{\sigma} \Phi \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \chi \end{pmatrix}.$$

Так как $v^0 v^0 = \chi$, то

$$\partial_i N^{ij} = -i \frac{\rho}{c_g} \frac{\partial \chi}{\partial t} - i \chi \frac{1}{c_g} \frac{\partial \rho}{\partial t},$$

$$\partial_i \Phi^{ij} = \frac{\eta}{\sigma} \left(\nabla^2 \chi - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} \right) + \text{grad} \frac{\eta}{\sigma} \cdot \text{grad} \chi - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\eta}{\sigma} \right) \cdot \frac{\partial \chi}{\partial t},$$

$$F^j = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} \chi.$$

Введем обозначения

$$\bar{h}_1(l) = \frac{\sigma}{c_g}, \eta = 0,5 \bar{h}_2^2(l).$$

По смыслу физического подхода величины $\bar{h}_j(l)$, $j=1,2$ характеризуют эмпирические свойства l -уровня материи. Они должны выбираться в соответствии с экспериментом и могут быть подчинены дополнительным динамическим уравнениям и ограничениям. Четвертая компонента скорости покоящейся праматерии описывается уравнением

$$i \bar{h}_1(l) \frac{\partial \chi}{\partial t} = -\frac{\bar{h}_2^2(l)}{2\rho} \nabla^2 \chi + \Phi(l) \chi + \Pi_1.$$

Здесь

$$\Pi_1 = \frac{1}{c_g^2} \frac{\eta}{\sigma} \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} - \frac{\sigma}{\rho} \text{grad} \frac{\eta}{\sigma} \cdot \text{grad} \chi + \frac{\sigma}{\rho c_g^2} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\eta}{\sigma} \right) \frac{\partial \chi}{\partial t} - i \frac{\partial \ln \rho}{\partial t} \frac{\sigma}{c_g} \chi.$$

Уравнение Шрёдингера для микрообъекта, имеющего массу m , имеет аналогичный вид. Для этого нужно выполнить несколько замен:

- четвертую компоненту скорости χ на волновую функцию ψ ,
- величину $\bar{h}_1(l)$ на постоянную Планка \hbar ,
- переменную плотность праматерии ρ на постоянную массу частицы m ,
- потенциал Φ на потенциал V .

Кроме этого, нужно принять условия:

- равенство пары различных и в общем случае переменных эмпирических величин постоянной Планка в форме $\bar{h}_1(l) = \bar{h}_2(l) = \hbar(l)$,

- $\Pi_1 = 0$, что ограничивает диапазон динамического изменения величин модели.

Тогда получим уравнение Шрёдингера стандартного вида.

Мы обнаружили математическую аналогию в описании динамики покоящейся праматерии, заданной моделью жидкости, имеющей внутренние напряжения и находящейся в поле сил, с динамикой материального микрообъекта, описываемого волновой функцией.

Мы вправе ожидать физической аналогии в поведении праматериальной жидкости и «движении» волновой функции. Материальный объект, расположенный в праматерии, изготовлен из материи или из праматерии и будет влиять на нее. По такому алгоритму в рамках нового подхода задается потенциал для атома материи в модели Шрёдингера. Но в ней отсутствует предположение, что атом находится в жидкости из праматерии. По этой причине было невозможно описывать атом как «живой» объект. Аналогично, трудно было сказать что-либо о физических процессах, которые происходят внутри атома.

Другая физическая ситуация складывается, если рассматривать материальные объекты, например, атомы и молекулы, как конструкции из праматерии, добавляя условие, что они находятся в праматерии и имеют с ней сложный обмен. В модели движения праматерии материальные объекты следует рассматривать как внешние факторы, влияющие на праматерию. Мы обязаны учитывать это, используя разные средства. Одним из них будет изменение сообразно изучаемым конструкциям потенциала внешних сил вида

$$F^j(l, obj \neq 0) \neq F^j(l, obj = 0).$$

Такой вариант приведет к изменению правой части уравнений микродинамики. Понятно, что стандартный вариант описания материальных объектов, например атомов вещества, находящихся в праматерии, на основе уравнения Шрёдингера, способен отобразить лишь очень простые ситуации и очень простые случаи. В реальной практике ситуации могут быть очень сложными, что требует использования обобщённой модели микродинамики.

Микродинамика движущейся праматерии

Используем уравнения гидродинамики для праматерии в случае, когда ее скорости ненулевые. Пусть выполняется уравнение неразрывности

$$\partial_1(\rho v^1) + \partial_2(\rho v^2) + \partial_3(\rho v^3) + \partial_0(\rho v^0) = 0.$$

Получим соотношения:

$$\begin{aligned} \rho v^0 \partial_0 v^0 + \rho(\vec{v}\nabla)v^0 - \frac{\eta}{\sigma}(\nabla^2 f^0 + \partial_0^2 f^0) - \text{grad}f^0 \cdot \text{grad}\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) - \partial_0 f^0 \cdot \partial_0\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) &= F^0, \\ \rho v^0 \partial_0 v^1 + \rho(\vec{v}\nabla)v^1 - \frac{\eta}{\sigma}(\nabla^2 f^1 + \partial_0^2 f^1) - \text{grad}f^1 \cdot \text{grad}\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) - \partial_0 f^1 \cdot \partial_0\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) &= F^1, \\ \rho v^0 \partial_0 v^2 + \rho(\vec{v}\nabla)v^2 - \frac{\eta}{\sigma}(\nabla^2 f^2 + \partial_0^2 f^2) - \text{grad}f^2 \cdot \text{grad}\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) - \partial_0 f^2 \cdot \partial_0\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) &= F^2, \\ \rho v^0 \partial_0 v^3 + \rho(\vec{v}\nabla)v^3 - \frac{\eta}{\sigma}(\nabla^2 f^3 + \partial_0^2 f^3) - \text{grad}f^3 \cdot \text{grad}\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) - \partial_0 f^3 \cdot \partial_0\left(\frac{\eta}{\sigma}\right) &= F^3. \end{aligned}$$

Если $\vec{v} \neq 0$, $\frac{\eta}{\sigma} = \text{const}$ и можно пренебречь релятивистскими добавками, *скалярный аналог уравнения Шрёдингера* дополнится конвективным слагаемым. Кроме этого, появится векторное уравнение, задающее согласованную динамику для скорости праматерии \vec{u} и вектора квадрата скоростей $\vec{Y} = u_x^2 \vec{i} + u_y^2 \vec{j} + u_z^2 \vec{k}$:

$$i\hbar_1(l) \left(\frac{\partial \chi}{\partial t} + (\vec{u}\nabla)\chi \right) = -\frac{\hbar_3^2(l)}{2\rho} \left(\nabla^2 \chi - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} \right) + 2\Phi(l)\chi,$$

$$\hbar_1(l) \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + (\bar{u} \nabla) \bar{u} \right) = \frac{\hbar_3^2(l)}{4\rho} \left(\nabla^2 \bar{Y} - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial^2 \bar{Y}}{\partial t^2} \right) \frac{1}{c_g} - \frac{1}{c_g} \Phi(l) \bar{Y}.$$

В новом подходе сохранена преемственность практики: уравнения Шрёдингера в частном случае получаются из уравнений микродинамики движущейся праматерии. В микродинамике скалярная волновая функция квантовой теории заменяется на систему, состоящую из скалярной и векторной функций. В квантовой механике волновая функция не связана с физической структурностью микромира. В обобщенной микродинамике используемые функции обязаны выражать структурные свойства реальной праматерии. Коэффициенты уравнений микродинамики обязаны вычисляться на основе дополнительных уравнений и экспериментальных данных.

В экспериментах 2005 годов на релятивистском коллайдере тяжелых ионов RHIC в Брукхейвенской национальной лаборатории сталкивались ядра золота при высоких энергиях порядка 200000 Гэв. Анализ экспериментальных данных показал, что вязкость сильно взаимодействующих кварков и глюонов должна быть очень низкой. Смесь кварков и глюонов при указанных энергиях ведет себя аналогично идеальной жидкости [13]. Складывается впечатление, что при малых энергиях атомы и молекулы ведут себя как физические системы, подчиненные уравнениям микродинамики для покоящейся праматерии. Если же энергии высоки, то важно учитывать конвективные и волновые слагаемые. Следовательно, можно предположить, что уравнения микродинамики получили экспериментальное подтверждение при малых и больших энергиях. Если энергии будут еще больше, возможно, подтвердятся вязкостные и разнообразные силовые слагаемые микродинамики.

При относительных скоростях ядер, близких к скорости света, в качестве составляющих ядерной материи выступают кварки и глюоны. Уравнения состояния такой системы основаны на фундаментальном лагранжиане КХД. Однако эта модель пригодна лишь для анализа свойств жестких процессов партон-партонного взаимодействия, идущего на малых расстояниях.

Основную часть адронных сечений составляют мягкие процессы, для которых свойственны малые передачи поперечного импульса. Для их описания обычно используются феноменологические теории [14].

Модель релятивистской гидродинамики [15,16] является одним из вариантов анализа. Плотность энергии $\varepsilon(x)$, энтропия $s(x)$, давление $p(x)$, температура $T(x)$, четырехскорость $u^\mu(x)$ задаются для микроматерии, выступающей в форме кварк-глюонной жидкости. Используются термодинамические тождества

$$\varepsilon + p = Ts, s = \frac{dp}{dT}.$$

В варианте скейлинговой гидродинамики, когда есть одно выделенное направление вдоль оси столкновений, формирование частиц происходит на гиперповерхности $\tau = \sqrt{t^2 - z^2}$. Тогда

$$u^\mu = \frac{\{t, 0, 0, z\}}{\sqrt{t^2 - z^2}}, p = \frac{\varepsilon}{3}.$$

Расширение жидкости определяется продольным потоком большого числа термальных источников («файерболов»), каждый из которых при $T \geq T_c$ представляет собой квазиидеальный кварк-глюонный газ. Его параметры таковы:

$$\varepsilon_h = \sigma_h T^4, p_h = \frac{1}{3} \sigma_h T^4, s_h = \frac{4}{3} \sigma_h T^3, \sigma_h = \frac{\pi^2}{10}.$$

В случае цилиндрической симметрии профиля течения жидкости [17,18] профиль скорости в цилиндре переменного эффективного радиуса $R(\tau)$ задается в гидравлическом приближении формулой

$$u^r = \frac{dR}{d\tau} \left(\frac{r}{R} \right)^n.$$

Учет «вязкости» кварк-глюонной жидкости дает дополнительные нелинейные члены в уравнения движения. Если рассматривается продольное расширение вязкой кварк-глюонной жидкости, то для энергии получится уравнение вида [19,20]

$$\frac{d\varepsilon}{d\tau} + \frac{\varepsilon + p}{\tau} - \frac{\chi}{\tau^2} = 0.$$

Здесь $\chi(\tau) = \frac{4}{3}\eta(\tau) + \zeta(\tau)$, $\eta(\tau), \zeta(\tau)$ – поверхностная и объемная вязкости соответственно.

Анализ показал, что коэффициенты вязкости могут сильно расти вблизи критической температуры кварк-глюонного фазового перехода [21].

Если учесть релятивистские добавки, уравнение Шрёдингера получит вид

$$i\hbar_1(l) \left(\frac{\partial \chi}{\partial t} + (\vec{u} \nabla) \chi \right) = -\frac{\hbar_3^2(l)}{2\rho\Gamma^2} \left(\nabla^2 (\chi\Gamma^2) - \frac{\partial^2 (\chi\Gamma^2)}{c_g^2 \partial t^2} \right) + 2\Phi(l)\chi + i\hbar_1(l)\chi \left(\frac{\partial \ln \Gamma^2}{\partial t} + (\vec{u} \nabla) \ln \Gamma^2 \right).$$

Микродинамика в форме уравнений гидродинамики существенно усложнится, если учесть зависимость величин $\eta^2, \sigma, \rho, \Phi, c_g$ от координат и времени. Уравнения микромира становятся еще сложнее при учете релятивистских факторов: появляются дополнительные выражения, характеризующие вклад в физическую модель факторов динамики скоростей.

Новые ответы на старые вопросы квантовой теории

У нас есть *решение первой фундаментальной проблемы физики*: в новой модели микроявлений реализуется естественное согласование макро и микрофизики. Оно основано на едином описании материи разных физических уровней. Для модели естественно различие коэффициентов уравнений и «волновых функций», обусловленное тем, что уровневая материя может иметь разные свойства и находиться в разных условиях. Никакой непреодолимой грани и принципиального различия между материей и праматерией, например, ассоциированного со свойствами структурных составляющих для новых материалов, в развиваемом подходе нет. Поскольку реальные жидкости структурны, появляется потребность анализа структурных элементов праматерии.

Из анализа коэффициентов, входящих в динамические уравнения, следует, что они выражают энергии одномерных физических изделий. Естественна мысль, что глубинную основу праматерии, с физической точки зрения, образуют атоны. Их свойства и возможности следует изучать отдельно.

Мы получили *решение второй фундаментальной проблемы физики*: микродинамика записана в тензорном виде, что гарантирует ее согласование с требованием общей ковариантности, следующим из теории относительности. В модели учтены скорости, что соответствует физическому содержанию теории относительности. Кажущийся ранее непреодолимый «отрыв» квантовой механики от теории относительности, согласно развиваемому подходу, был обусловлен тем, что проводился анализ неполной модели.

Мы получили *решение проблемы Эйнштейна* в квантовой теории: уравнения Шрёдингера, используемые на начальной стадии развития квантовой микродинамики применительно к теории атомов, образуют лишь отдельный элемент общей модели. По этой причине они не могут считаться фундаментальными и исходными для всей физики. На их роль претендуют дифференциальные уравнения для тензоров скоростей и напряжений, задаваемых

для материи разных физических уровней. Их математическое единство задает стимул для анализа физического единства материальной реальности.

Мы получили *решение проблемы Шрёдингера* в квантовой теории: полная система уравнений микродинамики не сводится к динамике скалярной функции. В полной модели необходимо использовать векторное уравнение, ассоциированное со скоростями. Предлагаемая микротеория «похожа» на электродинамику. Однако легко видеть, что она является более общей моделью. Действительно, она содержит конвективные слагаемые, которых нет в электродинамике. Она базируется на своем «четырёхпотенциале». Так и должно быть, ведь в обсуждаемых моделях используются разные «волновые функции».

Модель инициирует активность физиков. Физикам нужно найти аналог «неизотермичности» для микродинамики и корректно учесть все другие физические факторы и обстоятельства. Требуется учесть «турбулентность» в микромире, разную для разных уровней материи. В модели заложена структура «турбулентности» для микромира: исходные уравнения содержат квадраты скоростей праматерии, допуская и предполагая фундаментальную и «ненулевую» турбулентность уровневого микромира. В частности, следует изучить все аспекты турбулентности праматерии при изготовлении новых материалов. Нужна кинетическая теория праматерии, а также материи разных физических уровней, анализ их термодинамических свойств. Требуется решить проблему создания статистической теории для материи разных уровней.

Заключение

Предложено моделировать микромир на основе уравнений гидродинамики. Показано, что в варианте покоящейся, «вязкой» праматерии с взаимодействием, зависящим от квадрата скоростей, при использовании четырёхметрики Лагранжа, из уравнений гидродинамики следует обобщенное уравнение Шрёдингера. Уравнения микродинамики обобщены на случай движущейся тонкой материи.

Литература

1. Аржаных И.С. Поле импульсов. Ташкент. Наука, 1965,-228 с.
2. Петров Б.Н., Гольденблат И.И., Ульянов Г.Н., Ульянов С.В. Проблемы управления релятивистскими и квантовыми динамическими системами. М.: Наука, 1982, -526 с.
2. 3. Ballentine L.E. Einstein's interpretation of quantum mechanics. Amer. J. Phys. 1972, **40**, 12, 1763-71.
4. Шрёдингер Э. Избранные труды по квантовой механике. М.:Наука, 1976,-424с.
5. Barut A.O. The Schrödinger equation. 50 years later. Z. Naturforsch. 1977, **32a**, 3-4, 362-374.
6. Takabayasi Takehiko. Relations between scalar fields and hydrodynamical fields Progress Theoretical Physics 1952,**8**,143.
Progress Theoretical Physics 1953,**9**, 187-192.
7. Janossy L. The hydrodynamical model of wave mechanics. Acta phys. Acad.scient.hung. 1969, **27**, 1-4, 35-46.
8. Huszar M., Ziegler M. The hydrodynamical model of wave mechanics. Acta phys. Acad.scient.hung. 1969,**26**,3, 223-237.
9. Измайлов С. В. Новый способ обоснования уравнения Шрёдингера. 6-е Герцевские чтения. Сб. «Теоретическая физика и астрофизика».Научные доклады. Л., 1973, 146-151.
10. Bess L. Hamiltonian dynamics and the Schrödinger equation. Progr. Theor. Phys. 1974, **52**, 1, 313-328.
11. Wong C. X. On the Schrödinger equation in fluid-dynamical form. J. Math. Phys. 1976, **17**, 6, 1008-10.

12. Барыкин В.Н. Новая физика света. Мн.: Ковчег, 2003, -434 с.
13. Малдасена Х. Иллюзия гравитации. // В мире науки. 2006, N.2. - С.18-26.
14. Лохтин И.П., Сарычева Л.И., Снигирев А.М. – Физика ЭЧАЯ, т.30, в.3, с.660.
15. Ландау Л.Д. – Изв. АН СССР, сер. физ., 1953, т.179, с.51.
16. Розенталь И.Л., Тарасов Ю.А. – УФН, 1993, т.163, с.29.
17. Kampfner B., Pavlenko O.P. – Z. Phys. , 1994, v.C62, p.491.
18. Лохтин И.П., Снигирев А.М., Хрущёв В.В. – ЯФ, 1997, т. 60, с. 125.
19. Danielevicz P., Gyulasy M. – Phys. Rev. , 1985, v.D31, p.53.
20. Baum G., Monien H., Petnick C., Ravenhall D. – Phys. Rev. Lett., 1990, v.64, p.1867.
21. Клейманс Ж.Л., Ильин С.В., Смолянский С. А., Зиновьев Г.М. – ЯФ, 1995, т.58, с.367.

К СИММЕТРИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

Показано, что симметрия процесса измерения параметров электромагнитного поля для инерциальных наблюдателей задается новым математическим объектом: сигруппой Галилея-Лорентца. Её можно задавать либо произведением, либо суммой трёх неизоморфных групп. Сигруппу можно рассматривать как группу, деформированную полиномиальными функциями, ассоциированными с элементами исходной группы.

Введение

Физика имеет дело с измеренными значениями. Измерение всегда есть взаимодействие исследуемого явления с системой измерительных приборов. Это взаимодействие может быть либо косвенным, не влияющим на явление, либо прямым с разной степенью влияния на явление. В классической механике длительное время была принята точка зрения, что возможно измерение без влияния измерительных устройств. Соотношение компонент скоростей для разных инерциальных наблюдателей рассчитывалось согласно группе Галилея. Заметим, что симметрия действовала в пространстве скоростей.

В классической релятивистской электродинамике для сравнения компонент скоростей электромагнитного поля, полученных разными инерциальными наблюдателями, использовалась группа Лорентца. Принимая классический подход к измерению, мы вступаем тогда в кажущееся противоречие с классической механикой. Ситуация меняется, если принять точку зрения, что измерение влияет на параметры электромагнитного поля при незначительном влиянии поля на движение измерительного прибора. Тогда сравнение результатов измерения можно проводить по конечным параметрам поля, получаемым при его взаимодействии с прибором. В этом случае симметрия действует в пространстве скоростей при условиях, отличающихся от условий классического измерения. Поскольку есть состояние до измерения, когда взаимодействие поля с измерительным прибором отсутствует, его можно описывать группой Галилея. Конечное состояние, полученное вследствие влияния измерительного прибора на электромагнитное поле, мы вправе связать с начальным состоянием, известным для другого наблюдателя, на основе группы Лорентца.

Естественно принять идею динамики симметрий, ассоциированной с динамикой измерения, не нарушающей инерциальность наблюдателей. Тогда группу Галилея и группу Лорентца следует рассматривать, с математической точки зрения, как элементы некоторого единого семейства симметрий, свойства которого следует изучить. С физической точки зрения речь идет о построении одного из методов описания динамики измерения. Динамика измерения в форме симметрии динамического процесса выступает в роли нового звена физической теории.

Симметричная модель процесса измерения в электродинамике

В электродинамике для сравнения системы состояний электромагнитного поля, измеренных разными инерциальными наблюдателями, принято использовать группу Лорентца [1]. Математическое удобство такого подхода очевидно, так как таким способом удается корректно сравнивать между собой результаты измерений, полученные разными инерциальными наблюдателями.

С физической точки зрения принятый подход недостаточен. Понятно, что макроскопический измерительный прибор влияет на электромагнитное поле. Было бы желательно корректно рассчитать значения поля на каждой стадии такого динамического процесса. Однако для этого нужно, очевидно, обобщить электродинамику, введя в неё алгоритм учета измерения. Как это сделать? В кинематическом подходе этот вопрос остается без ответа.

Можно принять другую точку зрения на измерение: найти кинематический алгоритм описания, который позволяет описать итог взаимодействия, не раскрывая деталей и хода динамического процесса. Этот подход, успешно реализован Эйнштейном. Он достигает цели при сравнении параметров поля, измеренных различными наблюдателями, на основе группы Лорентца. В подходе Эйнштейна различие параметров электромагнитного поля, измеренных различными наблюдателями, не имеет динамической природы. Взамен анализа динамического процесса, который достаточно сложно исследовать, между собой сравниваются фиксируемые приборами различных наблюдателей итоги взаимодействия [2].

Качественно другое описание поведения параметров электромагнитного поля дается обобщенной динамической моделью релятивистских эффектов [3]. В ней дисперсионное уравнение

$$c^2 K^2 = w \omega^2 + \Gamma^2 (\varepsilon \mu - w) (\omega - \vec{K} \cdot \vec{U})^2,$$

получается из уравнений Максвелла

$$\partial_{[k} F_{mn]} = 0, \partial_k H^{ik} = s^i,$$

с обобщенными связями между полями F_{mn} и индукциями H^{ik} в форме $H^{ik} = \Omega^{im} \Omega^{kn} F_{mn}$. Здесь

$$\Omega^{im} = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \left[\Theta^{im} + \left(\frac{\varepsilon \mu}{w} - 1 \right) U^i U^m \right],$$

$$\Theta^{im} = \text{diag} (1, 1, 1, w), U^i = d x^i / d \Theta.$$

Фазовое условие

$$\frac{\omega - (\vec{K} \cdot \vec{U}_\xi)}{(1 - w_\xi U_\xi^2 / c^2)^{1/2}} = \text{const},$$

дополняя дисперсионное уравнение, позволяет рассчитать динамику частоты ω . В общем случае

$$U^i = (1 - \chi) U_{fs}^i + \chi U_m^i, \Theta^{ij} = \text{diag} (1, 1, 1, w), U_\xi^i = U_{fs}^i + \chi_\xi U_m^i,$$

$$w_\xi = 1 - \exp \left(- P_\xi \frac{\rho}{\rho_0} \right), w = 1 - \exp \left(- P \frac{\rho}{\rho_0} \right).$$

Скаляры (w, w_ξ) показывают стадии динамического процесса измерения. С кинематической точки зрения они управляют изменением параметров электромагнитного поля.

В этом подходе поведение поля описывается решениями обобщенной системы уравнений электродинамики. Обобщенная модель электромагнитных явлений задает поведение скорости \vec{v}_g и частоты ω , зависимое от w . Групповая скорость поля задается выражением

$$\vec{v}_g = \frac{c \vec{k}}{n k} + \left(1 - \frac{w}{n^2}\right) \left[(1-w) \vec{u}_{fs} + w \vec{u}_m \right].$$

Здесь \vec{u}_{fs} – скорость первичного источника излучения электромагнитного поля, \vec{u}_m – скорость физической среды с показателем преломления n , в которой движется излучение, w – показатель отношения поля к среде, указывающий степень завершенности динамического процесса измерения.

Из анализа решений следует вывод, что скорость поля динамически согласована с изменением его частоты. Изменения происходят в форме релаксационного процесса. Параметры явления детерминистически меняются от некоторых начальных до некоторых конечных значений. Модель учитывает как собственную скорость поля, так и другие скорости, ассоциированные с ней.

Естественно сравнить кинематический подход к описанию релятивистских эффектов с динамическим подходом. Анализ показал, что это возможно при обобщении симметрии, действующей в пространстве решений уравнений электродинамики. Применим в качестве средства анализа динамического процесса измерения обобщенные преобразования дифференциалов координат:

$$dx' = \gamma(dx - vdt), dt' = \gamma\left(dt - \frac{vw}{c^2} n^2 dx\right), \gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} n^2 w\right)^{\frac{1}{2}}.$$

В них входит относительная скорость для пары наблюдателей v . Её роль в обобщенной модели электромагнитных явлений выполняет величина

$$v = (1-w)u_{fs} + wu_m.$$

Измеряемое значение скорости зависит от показателя преломления n , а также от показателя отношения w . Эта новая физическая величина введена в динамической модели релятивистских эффектов [4].

Для изотропных сред в случае релаксационного процесса изменения параметров поля для величины w в электродинамике получено выражение

$$w = 1 - \exp(-P_\lambda(n-1)).$$

Здесь P_λ – эмпирическая константа, зависящая от длины волны электромагнитного поля.

В таком варианте кокасательное пространство дифференциалов координат T^*M ассоциировано с пространством скоростей. Действительно, для взаимосвязи скоростей, характеризующих стадии динамического процесса, управляемого величинами n, w имеем выражение

$$u'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx - vdt}{dt - \frac{vw}{c^2} n^2 dx} = \frac{u_x - v}{1 - \frac{vw}{c^2} n^2 u_x}.$$

Рассмотрим действие обобщенной симметрии. Начальные «данные» используются в форме компоненты u_x скорости поля, измеренной одним наблюдателем. Действие симметрии состоит в вычислении компоненты u'_x скорости поля, измеренной другим наблюдателем. Эти значения зависят от параметров преобразования n, w . Величина скорости v считается постоянной, что выражает факт незначительного влияния электромагнитного поля на скорость движения измерительного прибора.

Рассмотрим вариант, когда показатель преломления незначительно отличается от единицы. Он реализуется в оптическом диапазоне длин волн, когда $n \cong 1 + 3 \cdot 10^{-4} \frac{\rho}{\rho_0}$. Здесь ρ – плотность среды, ρ_0 – плотность среды при нормальных условиях.

Тогда динамический и кинематический расчет дают одно и то же выражение для групповой скорости:

$$v_g = c + (1 - w) \left[(1 - w) u_{fs} + w u_m \right].$$

В [3] обоснован диапазон изменения величин $w = [0 - 1]$. Динамика процесса измерения электромагнитного поля с измерительным устройством рассматривается в форме релаксационного процесса. При $w = 0$ мы получаем значения скорости электромагнитного поля для второго наблюдателя в случае, когда релаксационный процесс изменения параметров, обусловленный измерением, только начался. Он соответствует группе Галилея. При $w = 1$ получим конечные значения скорости электромагнитного поля. Они соответствуют действию стандартной группы Лорентца. Для анализа состояний электромагнитного поля такой алгоритм использовал Эйнштейн А. [1].

Для расчета динамики частоты в исследуемом процессе нужны дополнительные условия: обобщенное условие инвариантности фазы волны [4]. Оно указано выше.

Заметим, следуя физической подходу, что обобщенный кинематический анализ процесса измерения параметров электромагнитного поля проведен на основе использования нового физического параметра w в преобразованиях для дифференциалов координат. Только тогда динамический процесс получает обобщенное кинематическое описание. Однако таково общее правило любой практики, направленной на получение новых результатов: если мы желаем учесть что-то новое в процессах или в его симметриях, мы обязаны ввести в физическую модель и в симметрии, хотя бы одну новую величину. Хорошо, если новая величина характеризует общие стороны и свойства явления. Для показателя отношения w это условие выполняется [4]. Понятно, что математическое обобщение симметрии влечет за собой физическое обобщение используемых моделей.

Рассмотрим, каким математическим объектом является обобщенная симметрия, позволяющая кинематически описать динамический процесс измерения параметров электромагнитного поля без решения обобщенных уравнений электродинамики? Какие дополнительные возможности открывает указанный алгоритм в задачах анализа физических процессов? Как согласовать между собой состояния поля и динамические процессы, в которых участвует поле?

Алгебра Ли симметрии процесса измерения в электродинамике

Покажем, что предложенное описание динамики измерения параметров электромагнитного поля в форме релаксационного процесса ведет к расширению алгебры симметрии явления. Действительно, предложенные преобразования координат содержат новый переменный физический параметр w , управляющий процессом.

Последуем стандартной методике анализа. Проиллюстрируем ее элементы. Так, если $dx' \approx dx + \xi(dx, dy)w, dy' = dy + \eta(dx, dy)w$, получим генератор симметрии

$$X = \xi(dx, dy) \frac{\partial}{\partial(dx)} + \eta(dx, dy) \frac{\partial}{\partial(dy)}.$$

Для удобства записи будем использовать величину x вместо dx и величину t вместо dt . Мы замечаем, что при использовании обобщенной симметрии генератор симметрии группы Лорентца $\Gamma_l = x\partial_t + t\partial_x$ будет дополнен генератором симметрии группы Галилея вида $\Gamma_* = x\partial_t$. Введение нового параметра в преобразования для дифференциалов координат вида

$$dx' = \gamma(dx - v\eta dt)$$

даст генератор $\Gamma_{q_2} = t\partial_x$. Указанная система порождает по алгоритму Ли генераторы вращений и деформаций: $x\partial_t - t\partial_x, x\partial_x - t\partial_t$. Таблица умножения в алгебре Ли будет следующей:

	$x\partial_t$	$t\partial_x$	$x\partial_t + t\partial_x$	$x\partial_x - t\partial_t$	$t\partial_x - x\partial_t$
$x\partial_t$	0	$x\partial_x - t\partial_t$	$x\partial_x - t\partial_t$	$-x\partial_t$	$x\partial_x - t\partial_t$
$t\partial_x$	$-x\partial_x + t\partial_t$	0	$-x\partial_x + t\partial_t$	$t\partial_x$	$x\partial_x - t\partial_t$
$x\partial_t + t\partial_x$	$-x\partial_x + t\partial_t$	$x\partial_x - t\partial_t$	0	$t\partial_x - x\partial_t$	$x\partial_x - t\partial_t$
$x\partial_x - t\partial_t$	$x\partial_t$	$-t\partial_x$	$-t\partial_x + x\partial_t$	0	$-x\partial_t - t\partial_x$
$t\partial_x - x\partial_t$	$-x\partial_x + t\partial_t$	$-x\partial_x + t\partial_t$	$-x\partial_x + t\partial_t$	$x\partial_t + t\partial_x$	0

Алгебра симметрии группы Лорентца дополнена ещё одним генератором симметрии. Имеет место очевидное расширение алгебры симметрии, потому что обобщенные преобразования координат зависят от дополнительного параметра.

Сигруппа – система неизоморфных групп

Мы убедились в том, что обобщенные преобразования дифференциалов координат в рамках обобщенного кинематического подхода в состоянии описать релаксационный процесс изменения параметров физических явлений. Поскольку при $w = 0$ это будет группа Галилея, а при $w = 1$ это будет каноническая группа Лоренца, обобщенные преобразования образуют однопараметрическое семейство неизоморфных групп. Изучим их свойства.

Рассмотрим действие пары матричных преобразований в кокасательном пространстве T^*M . Заметим, что преобразования координат содержат две скорости: одна из них используется без множителя w , а вторая используется с данным множителем. Другими словами, реализовано частичное изменение параметров. В физике в таком случае принято говорить о расщеплении величин. По-видимому, оно имело место всегда, но не обнаруживалось ранее потому, что в преобразованиях координат использовалось значение $w = 1$. Рассмотрим

$$\begin{pmatrix} dx' \\ dt' \end{pmatrix} = \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & -v_1 \\ -\tilde{v}_1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx \\ dt \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} dx'' \\ dt'' \end{pmatrix} = \gamma_2 \begin{pmatrix} 1 & -v_2 \\ -\tilde{v}_2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx' \\ dt' \end{pmatrix}.$$

Введем обозначения

$$\tilde{v}_1 = \frac{v_1}{c^2} n_1^2 w_1, \tilde{v}_2 = \frac{v_2}{c^2} n_2^2 w_2,$$

$$a = \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & -v_1 \\ -\tilde{v}_1 & 1 \end{pmatrix}, b = \gamma_2 \begin{pmatrix} 1 & -v_2 \\ -\tilde{v}_2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Получим

$$\begin{pmatrix} dx'' \\ dt'' \end{pmatrix} = \gamma_2 \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 + \tilde{v}_1 v_2 & -(v_1 + v_2) \\ -(\tilde{v}_1 + \tilde{v}_2) & 1 + v_1 \tilde{v}_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx \\ dt \end{pmatrix} = c \begin{pmatrix} dx \\ dt \end{pmatrix}.$$

Запишем преобразования координат и времени в T^*M иначе, используя формулу

$$F = ba = \frac{1}{2}(ba + ab) + \frac{1}{2}(ba - ab).$$

Получим выражения

$$F = \sigma \gamma_2 \gamma_1 (A + B) = \sigma \gamma_2 \gamma_1 \left[\begin{pmatrix} 1 & -\frac{1}{\sigma}(v_1 + v_2) \\ -\frac{1}{\sigma}(\tilde{v}_1 + \tilde{v}_2) & 1 \end{pmatrix} + \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \frac{1}{\sigma}(v_1 \tilde{v}_2 - \tilde{v}_1 v_2) & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sigma}(\tilde{v}_1 v_2 - v_1 \tilde{v}_2) \end{pmatrix} \right],$$

$$\sigma = 1 + 0,5(\tilde{v}_1 v_2 + v_1 \tilde{v}_2), \sigma \gamma_2 \gamma_1 = \frac{1 + 0,5(\tilde{v}_1 v_2 + v_1 \tilde{v}_2)}{(1 - v_1 \tilde{v}_1 - v_2 \tilde{v}_2 + v_1 \tilde{v}_1 v_2 \tilde{v}_2)^{\frac{1}{2}}}.$$

Тогда

$$\frac{1}{(\sigma \gamma_1 \gamma_2)^2} = 1 - \frac{(v_1 + v_2)(\tilde{v}_1 + \tilde{v}_2)}{\sigma^2} + \frac{1}{4} \frac{v_1^2 v_2^2 (w_2 - w_1)^2}{c^4 \sigma^2} = 1 - V^* \tilde{V}^* = \frac{1}{\gamma_*^2}.$$

Произведение преобразований, зависящих от величины w , дает выражение, не принадлежащее исследуемому обобщенному семейству.

Назовем данное семейство преобразований сигруппой Галилея-Лорентца. Обозначим элемент сигруппы символом Sg . Произведение двух элементов сигруппы дает элемент

$$A \cdot B = \kappa C + \sigma.$$

Элементы A, B, C принадлежат множеству сигруппы M_1 , элементы κ, σ принадлежат, соответственно, мультипликативной и аддитивной группам. Выражение $\frac{1}{\sigma}(v_1 v_2 - v_1 \tilde{v}_2)$, характеризует мультипликативный фактор некоммутативности исследуемого семейства. Оно обращается в ноль, когда $w_1 = w_2$. Множитель γ_* индуцирует введение комплексных скоростей, зависящих от аддитивного фактора некоммутативности $(w_2 - w_1)$, так как

$$V^* = \frac{(v_1 + v_2) + i0,5 \frac{v_1 v_2}{c} (w_2 - w_1)}{\sigma}, \tilde{V}^* = \frac{(\tilde{v}_1 + \tilde{v}_2) - i0,5 \frac{v_1 v_2}{c^3} (w_2 - w_1)}{\sigma}.$$

Запишем элемент сигруппы мультипликативно, используя в качестве одного множителя элемент, изоморфный группе Лорентца g_1 :

$$Sg = g_1 \cdot g_{2,3} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} w_1}} \begin{pmatrix} 1 & v \\ \frac{v}{c^2} w_1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} w_1}}{\sqrt{1 - w \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2} w}{\frac{c^2}{c^2}} & 0 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \frac{(w - w_1) v}{c^2} \\ \frac{(w - w_1) v}{c^2} & 1 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - w \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & v \\ w \frac{v}{c^2} & 1 \end{pmatrix}.$$

Выразим элемент $g_{2,3}$, используемый для превращения группы Лорентца в сигруппу Галилея-Лорентца, в виде произведения элементов двух новых групп:

$$g_{2,3} = \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} w_1}}{\sqrt{1 - w \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2} w}{\frac{c^2}{c^2}} & 0 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \frac{(w - w_1) v}{c^2} \\ \frac{(w - w_1) v}{c^2} & 1 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{(w - w_1) v}{c^2} & 1 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w & \end{pmatrix} \cdot \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} w_1}}{\sqrt{1 - w \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2} w}{\frac{c^2}{c^2}} & 0 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \frac{(w - w_1) v}{c^2} \\ \frac{(w - w_1) v}{c^2} & 1 \\ 1 - \frac{v^2}{c^2} w_1 & \end{pmatrix} \Rightarrow g_2 \cdot g_3.$$

Запишем сигруппу Галилея-Лорентца аддитивно:

$$\gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & v \\ \frac{v}{c^2} w & 1 \end{pmatrix} = \frac{\gamma_1}{\gamma} \gamma \begin{pmatrix} 1 & v + \sigma\alpha \\ \frac{v + \sigma\alpha}{c^2} & 1 \end{pmatrix} + \frac{\gamma_1}{\gamma} \gamma \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{v}{c^2}(w-1) - \frac{\sigma\alpha}{c^2} & 1 \end{pmatrix} - \frac{\gamma_1}{\gamma} \gamma \begin{pmatrix} 1 & \sigma\alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \bar{g}_1 + \bar{g}_2 + \bar{g}_3.$$

Аддитивное разложение по группе Галилея выглядит проще:

$$\gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & v \\ \frac{v}{c^2} w & 1 \end{pmatrix} = \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & v + \sigma\alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{v}{c^2} w & 1 \end{pmatrix} - \gamma_1 \begin{pmatrix} 1 & \sigma\alpha \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Сигруппа Галилея-Лорентца имеет мультипликативное и аддитивное выражение вида

$$g_1 g_2 g_3 \Leftrightarrow SG \Leftrightarrow \bar{g}_1 + \bar{g}_2 + \bar{g}_3.$$

Следовательно, симметрия процесса измерения в электродинамике может быть задана либо произведением, либо суммой трёх неизоморфных групп.

Сигруппа измерения как деформация группы, связывающей конечные состояния

Введем величину $\tau = w_2 - w_1$. Возьмем пару элементов сигруппы:

$$g_2 = \left(1 - \frac{v_2^2}{c^2} w_1 - \frac{v_2^2}{c^2} \tau \right)^{-1/2} \begin{pmatrix} 1 & -v_2 \\ -\frac{v_2^2}{c^2} w_1 - \frac{v_2^2}{c^2} \tau & 1 \end{pmatrix},$$

$$g_1 = \left(1 - \frac{v_1^2}{c^2} w_1 \right)^{-1/2} \begin{pmatrix} 1 & -v_1 \\ -\frac{v_1^2}{c^2} w_1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Запишем их произведение в новой форме:

$$g_{2,1} = g_2 g_1 = (g_2 g_1)_{\tau=0} + \tau^1 F_1(g_2, g_1) + \tau^2 F_2(g_2, g_1).$$

Из произведения матриц следуют величины

$$A + \tau B = \begin{pmatrix} 1 + v_2 v_1 \frac{w_1}{c^2} & -v_2 - v_1 \\ -\frac{v_2}{c^2} w_1 - \frac{v_1}{c^2} w_1 & 1 + v_2 v_1 \frac{w_1}{c^2} \end{pmatrix} + \tau \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -\frac{v_2}{c^2} & \frac{v_2 v_1}{c^2} \end{pmatrix}.$$

Величина $\gamma_{2,1}$ запишется в виде

$$\gamma_{2,1} = \gamma_2 \gamma_1 + \tau 0,5 \gamma_2^2 \gamma_1 \frac{v_2^2}{c^2} = \alpha + \tau \beta.$$

Отсюда

$$g_{2,1} = (A + \tau B)(\alpha + \tau \beta) = \alpha A + \tau(\alpha B + \beta A) + \tau^2 \beta B = (g_2 g_1)_{\tau=0} + \tau^1 F_1(g_2, g_1) + \tau^2 F_2(g_2, g_1).$$

Следовательно, сигруппу можно рассматривать как объект, который может быть получен посредством деформации группы полиномиальными функциями $F_i(g_2, g_1), i = 1, 2, \dots$, ассоциированными с элементами исходной группы.

Требование ассоциативности для матриц, учтенное с точностью до параметров τ второго порядка, дает условия на функции $F_1(g_2, g_1)$ и $F_2(g_2, g_1)$ вида

$$F_i(g, h) + F_i(gh, k) = g F_i(h, k) + F_i(g, hk) + F_i(g, h)(I - k), i = 1, 2.$$

Однородное уравнение для 2-когомологий групп для сигруппы Галилея-Лорентца становится неоднородным.

Замечание. В рассматриваемом варианте учета динамики процесса измерения применительно к квантовой теории требуется использовать преобразование волновых функций ψ , зависящее от системы групп:

$$\psi' = U(1) \cdot U(2) \cdot U(3) \cdot \psi.$$

По этой причине появляется возможность обобщить структуру калибровочных полей для физических процессов, выяснить сущность и структуру законов сохранения,

Заключение

Показано, что симметрия процесса измерения параметров электромагнитного поля для инерциальных наблюдателей задается новым математическим объектом: сигруппой Галилея-Лорентца. Её можно задавать либо произведением, либо суммой трёх неизоморфных групп. Сигруппу можно рассматривать как группу, деформированную полиномиальными функциями, ассоциированными с элементами исходной группы.

Литература

1. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. «Собрание научных трудов». М. : Наука, 1966, т.1.
2. Барыкин В.Н. Лекции по электродинамике и теории относительности без ограничения скорости. М.: УРСС, 2005 (второе издание).
3. Барыкин В.Н. Электродинамика Максвелла без относительности Эйнштейна. М.: УРСС. 2005.
4. Барыкин В.Н. Новая концепция света. Мн.: Ковчег, 2009.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГРАВИТАЦИИ

Построена спинорная модель гравитационных явлений, названная массодинамикой, по аналогии с электродинамикой в ее спинорном виде. Получены уравнения для четырехпотенциалов в массодинамике. Показано, что новая модель содержит в себе модель Ньютона. Установлено ее соответствие с моделью гравитации Эйнштейна. Выяснено, что она обобщает релятивистскую теорию гравитации Логанова. Указаны нерешенные проблемы и ростковые точки модели.

Введение

Модели гравитации, известные в настоящее время, в основном базируются на идее, предложенной Эйнштейном: гравитация формирует свойства пространства-времени. Объекты и их взаимодействия вторичны по отношению к гравитации. Физическая материальность пространства и времени не признается. Первичность в парадигме и физическая нематериальность гравитации образуют главные противоречивые элементы модели Эйнштейна.

Конкурирующие модели гравитации чаще дополняют указанную, чем базируются на новых положениях. В частности, релятивистская модель гравитации Логанова рассматривает физические поля со спином 2 в пространстве Минковского. В этом подходе удалось преодолеть сингулярности модели Эйнштейна, построить тензор энергии-импульса и законы сохранения.

В настоящее время не выяснен ряд вопросов:

- Возможно ли описание гравитационных явлений в макроскопическом пространстве и времени $T^1 \times R^3$, следующем из макрофизики и привычном для экспериментаторов?
- Как получить из теории гравитации модель гравитационного заряда и его эволюции? Есть ли отрицательный и положительный гравитационные заряды? Есть ли нулевой гравитационный заряд?
- В каком смысле, и каким образом физически и математически согласовать между собой теорию электродинамических и гравитационных явлений? Насколько они похожи и почему

различны между собой? Насколько могут быть похожи модели электрических и гравитационных зарядов?

- Есть ли у гравитации скрытая физическая материальная природа, чем она обусловлена? Можно ли визуализировать физический механизм гравитационного воздействия? Каким образом расширить практические приложения гравитации, как управлять гравитацией?
- Какие физические и математические моменты упущены в теории гравитации? Как их учесть и применить на практике?
- Есть ли гравитационное излучение? Есть ли физические частицы, ассоциированные с гравитационным излучением? Чему равна их энергия?

Анализ, представленный в данной статье, основан на идее алгебраической аналогии между электромагнетизмом и гравитацией: обе указанных модели могут быть построены на одной и той же матричной проективной унимодулярной группе в мономиальном представлении. Электродинамика строится на паре её кватернионов, а гравитация – на тройке её антикватернионов.

На этой основе построена спинорная модель гравитации. Её новое качество в том, что модель является двухуровневой: она учитывает состояния и движения грубой и тонкой материи. Показано, что она содержит в себе как модель Ньютона, так и модель Эйнштейна.

Простейшая векторная массодинамика

Ранее нами детально рассмотрен вариант электродинамики в спинорной форме, выраженной через пару кватернионов, ассоциированных с матричной группой $PSL(4, C)$ в мономиальном представлении [1]. В такой модели величины, дифференциальные уравнения и связи между полями и индукциями имеют вид G – модуля на группе $PSL(4, C)$.

Примем идею математической общности электромагнетизма и гравитации: обе указанных модели могут быть построены на одной и той же матричной проективной унимодулярной группе в мономиальном представлении

Примем идею физического единства электромагнетизма и гравитации, опираясь на факт, что закон Кулона для электрических зарядов аналогичен закону Ньютона для взаимодействия массовых зарядов. Предположим также, что есть физическое единство структуры электрических и массовых зарядов

Исходя из указанных предположений, построим динамику массовых зарядов в форме спинорной модели на тройке антикватернионов группы $PSL(4, C)$.

Построим векторную модель массодинамики в форме спинорных уравнений, ассоциированных с антикватернионами. Она позволит выразить математическое единство массодинамики и электродинамики, а также приблизиться к её физической сути. Модель позволит обсуждать конструкцию массовых зарядов и сравнивать ее с конструкцией электрических зарядов. Появятся новые возможности для прояснения сущности взаимодействий, ассоциированных с указанными зарядами и внешними условиями, в которой они находятся.

И по форме и сути спинорную структуру уравнений массодинамики можно рассматривать как начало многоуровневой модели гравитационных явлений. Она ранее была обнаружена в электродинамике, однако в этом случае многоуровневость «скрыта». Произошло так потому, что электродинамика базируется на алгебре, качественно отличной от алгебры для массодинамики. В массодинамике возможно добавление конвективных слагаемых, что делает ее близкой к микродинамике. Более того, в таком варианте обнаруживаются естественные связи новой модели с известными, если на движение разных уровней материи накладываются дополнительные условия.

При построении начальной модели массодинамики используем аналогию с абелевой электродинамикой. Для этого, во-первых, введём аналоги «электрических» $\vec{L} \approx \vec{E}$ и «магнитных» $\vec{K} \approx \vec{B}$ полей. Во-вторых, используем в качестве исходного шага уравнения для \vec{L}, \vec{K} на паре антикватернионов.

Рассмотрим уравнения вида

$$r^{ij} f_i \partial_j \varphi^* + g^{ij} e_i \partial_j \varphi = 0.$$

В матричном виде они выглядят так:

$$\left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_x + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_y + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \partial_z + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{i}{c_g} \partial_t \right\} \begin{pmatrix} L_x - iK_x \\ L_y - iK_y \\ L_z - iK_z \\ L_0 - iK_0 \end{pmatrix} +$$

$$\left\{ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_x + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \partial_y + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \partial_z + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{(-i)}{c_g} \partial_t \right\} \begin{pmatrix} L_x + iK_x \\ L_y + iK_y \\ L_z + iK_z \\ L_0 + iK_0 \end{pmatrix} = 0.$$

Отсюда следуют векторные уравнения вида

$$-\partial_x(L_0 - iK_0) + \partial_y(L_z - iK_z) + \partial_z(L_y - iK_y) + \frac{i}{c_g} \partial_t(L_x - iK_x) +$$

$$+ \partial_x(L_0 + iK_0) + \partial_y(L_z + iK_z) + \partial_z(L_y + iK_y) - \frac{i}{c_g} \partial_t(L_x + iK_x) = 0 \dots$$

Введем новый дифференциальный оператор:

$$rat\vec{L} = \left\{ \begin{matrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \partial_x & \partial_y & \partial_z \\ L_x & L_y & L_z \end{matrix} \right\} = \vec{i}(\partial_y L_z + \partial_z L_y) + \vec{j}(\partial_x L_z + \partial_z L_x) + \vec{k}(\partial_x L_y + \partial_y L_x).$$

Он позволяет записать предложенные уравнения массодинамики для одного тензора в векторном виде, формально аналогичном уравнениям электродинамики Максвелла. Действительно, получим

$$rat\vec{L} = -\frac{1}{c_g} \partial_t \vec{K} - i grad K_0, div \vec{K} = \frac{i}{c_g} K_0.$$

Чтобы достичь большего сходства с электродинамикой, рассмотрим частный случай с $K_0 = const = 0$. Получим упрощенные уравнения

$$rat\vec{L} = -\frac{1}{c_g} \partial_t \vec{K}, div \vec{K} = 0.$$

Заметим, что электродинамике в силу антисимметричности тензоров отсутствуют диагональные элементы. Для симметричного тензора массодинамики их нужно учесть. Используем для этого антикватернион, образующий подгруппу диагональных матриц Картана c^i в группе $PSL(4, C)$. Будем рассматривать диагональные элементы симметричных тензоров независимо. Для этого используем проекционные матрицы:

$$\Pi^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \Pi^1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \Pi^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \Pi^3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Они сконструированы из матриц $c^i, i=0,1,2,3$ в виде:

$$\Pi^1 = 0,25(E + c^1 + c^2 + c^3), \Pi^2 = 0,25(E - c^1 + c^2 - c^3), \\ \Pi^3 = 0,25(E + c^1 - c^2 - c^3), \Pi^0 = 0,25(E - c^1 - c^2 + c^3).$$

Матрицы c^i имеют вид:

$$c^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, c^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, c^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, c^3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \text{Пр}$$

именим их таким образом, чтобы конструируемые дифференциальные уравнения естественно давали «волновые» уравнения для четырехпотенциала гравидинамики. Рассмотрим вариант дополнения предыдущих уравнений новыми слагаемыми:

$$r^{ij} f_i \partial_j \varphi^* + g^{ij} e_i \partial_j \varphi + 2\Pi^i \partial_i^2 A = 0, A = \text{column}(A_1, A_2, A_3, A_0).$$

Пусть также, по аналогии с электродинамикой, $K_0 = L_0 = 0$. Получим уравнения вида

$$\text{rat}\vec{L} = -\frac{1}{c_g} \partial_t \vec{K} - 2\text{grad}^2 \vec{A}, \text{div}\vec{K} = \frac{2}{c_g^2} \frac{\partial A_0}{\partial t}.$$

Здесь использован оператор

$$\text{grad}^2 \vec{A} = \vec{i} \partial_x^2 A_x + \vec{j} \partial_y^2 A_y + \vec{k} \partial_z^2 A_z.$$

Предлагаемые уравнения построены с использованием двух новых дифференциальных операторов:

$$\text{rat}\vec{L}, \text{grad}^2 \vec{A}.$$

Их нет в электродинамике, они не использовались и в других разделах физики. Мы получили новую физическую модель. Выполним ее начальный анализ.

Однотензорная массодинамика

Введём симметричный тензор гравидинамики

$$\varphi_{kl} = \partial_k A_l + \partial_l A_k.$$

В матричном виде

$$\varphi_{ij} = \begin{pmatrix} 2\partial_x A_1 & \partial_x A_2 + \partial_y A_1 & \partial_x A_3 + \partial_z A_1 & \partial_x A_0 + \partial_0 A_1 \\ \partial_x A_2 + \partial_y A_1 & 2\partial_y A_2 & \partial_y A_3 + \partial_z A_2 & \partial_y A_0 + \partial_0 A_2 \\ \partial_x A_3 + \partial_z A_1 & \partial_y A_3 + \partial_z A_2 & 2\partial_z A_3 & \partial_z A_0 + \partial_0 A_3 \\ \partial_x A_0 + \partial_0 A_1 & \partial_y A_0 + \partial_0 A_2 & \partial_z A_0 + \partial_0 A_3 & 2\partial_0 A_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L^{11} & L_z & L_y & K_x \\ L_z & L^{22} & L_x & K_y \\ L_y & L_x & L^{33} & K_z \\ K_x & K_y & K_z & L^{00} \end{pmatrix}.$$

В абелевой электродинамике в этом случае тензор антисимметричен:

$$h_{ij} = \partial_i A_j - \partial_j A_i = \begin{pmatrix} 0 & \partial_x A_2 - \partial_y A_1 & \partial_x A_3 - \partial_z A_1 & \partial_x A_0 - \partial_0 A_1 \\ \partial_x A_2 - \partial_y A_1 & 0 & \partial_y A_3 - \partial_z A_2 & \partial_y A_0 - \partial_0 A_2 \\ \partial_x A_3 - \partial_z A_1 & \partial_y A_3 - \partial_z A_2 & 0 & \partial_z A_0 - \partial_0 A_3 \\ \partial_x A_0 - \partial_0 A_1 & \partial_y A_0 - \partial_0 A_2 & \partial_z A_0 - \partial_0 A_3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Введем контрвариантный тензор

$$\varphi^{ij} = \gamma^{ik} \gamma^{jl} \varphi_{kl}, \gamma^{ik} = \text{diag}(1,1,1,1).$$

Рассмотрим уравнения

$$\partial_i \varphi^{ij} = s^j.$$

Легко проверить, что они совпадают с векторными уравнениями массодинамики, полученными нами ранее при $K_0 = 0$.

Заметим, что «электрический» вектор массодинамики построен из уравнений для четырехпотенциалов массодинамики по аналогии с «магнитным» вектором электродинамики. Эта аналогия формальная.

Запишем дифференциальные уравнения для четырехпотенциалов массодинамики. Они имеют вид

$$\begin{aligned} \partial_x(2\partial_x A_1) + \partial_y(\partial_x A_2 + \partial_y A_1) + \partial_z(\partial_x A_3 + \partial_z A_1) + \partial_0(\partial_x A_0 + \partial_0 A_1) \dots \Rightarrow \\ \nabla^2 A_1 + \partial_0^2 A_1 + \partial_x(\text{div} \vec{A} + \partial_0 A_0) = s_1, \\ \nabla^2 A_2 + \partial_0^2 A_2 + \partial_y(\text{div} \vec{A} + \partial_0 A_0) = s_2, \\ \nabla^2 A_3 + \partial_0^2 A_3 + \partial_z(\text{div} \vec{A} + \partial_0 A_0) = s_3, \\ \nabla^2 A_0 + \partial_0^2 A_0 + \partial_0(\text{div} \vec{A} + \partial_0 A_0) = s_0. \end{aligned}$$

Примем условие

$$\text{div} \vec{A} + \partial_0 A_0 = \text{const} = 0.$$

Для четырехпотенциала массодинамики получим уравнения, «аналогичные» используемым в электродинамике. Компоненты четырехпотенциала массодинамики подчинены «волновому» уравнению вида

$$\nabla^2 A_p + \partial_0^2 A_p = s_p.$$

Полученные уравнения содержат модель Ньютона. Действительно, если оставить ненулевой только четвертую компоненту четырехпотенциала и отождествить величину s_0 с плотностью массы ρ , получим уравнение Лапласа для гравитационного поля.

Слово «волновому» взято в кавычки потому, что дифференциальный оператор второго порядка может относиться не только к гиперболическому, но и к эллиптическому типу. Это зависит от выбора выражения для координаты времени и компонент четырехпотенциала массодинамики. Обычный волновой оператор является гиперболическим. Для него известны решения и поведение полей. Этот волновой процесс хорошо изучен в электродинамике

Для эллиптического оператора меняется структура решений. Если исходным является общее выражение для четырехметрики, полученное в электродинамике, которое зависит от динамической скалярной функции, то становится возможным изменение сигнатуры. Известно, что изменение сигнатуры приводит к потере устойчивости решений. Следовательно, массодинамика изначально приводит к модели, которая обладает свойствами потери устойчивости решений, характерной для динамического хаоса.

Есть и другие специфические моменты. Действительно, рассмотрим решения в форме плоской волны для эллиптического уравнения вида

$$A_p = A_{p0} \exp \{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)\}$$

По стандартной методике получим дисперсионное уравнение

$$k^2 + \frac{\omega^2}{c_g^2} = 0.$$

Из него следует, что уравнения массодинамики для первого четырехпотенциала обладают свойством задавать мнимую скорость для гравитационного взаимодействия:

$$c_g = \pm i \frac{\omega}{k}.$$

Мы приняли точку зрения, что мнимые величины свидетельствуют о «внутренних» движениях. Тогда из простейшей модели гравидинамики следует, что у гравитации могут быть практически необнаружимые внешние движения и скрытое изменение внутреннего состояния. Таким может быть поведение конструкций, ассоциированных с массами. В частности, это могут быть некоторые периодические изменения в самой структуре масс и тех элементов, из которых они изготовлены. По этой причине анализируемые процессы и состояния могут быть скрыты от измерения.

«Слабость» гравитации может оказаться иллюзорной потому, что для нее могут быть более важны внутренние движения, а внешние проявления могут быть достаточно малы.

Сравнение с моделью Эйнштейна

Рассмотрим систему уравнений массодинамики для первого четырехпотенциала без учета конвективных движений в виде

$$\gamma^{kl} \partial_k \partial_l A_p = 0, \gamma^{kl} \partial_k A_l = 0.$$

Покажем, что из неё следует релятивистская модель гравитации Логунова. Во-первых, выразим четырехпотенциал гравидинамики $A_p(g)$ через четырехскорость тонкой материи u^s и симметричный тензор второго ранга $\sigma_{ps}, \sigma = \det|\sigma_{ps}|$, характеризующий динамические свойства тонкой материи. Пусть

$$A_p = \sigma_{ps} \sqrt{-\sigma} \frac{u^s}{\sqrt{-\sigma}} = \tilde{\sigma}_{ps} \hat{u}^s.$$

Тогда

$$\gamma^{kl} \partial_k \partial_l A_p = \gamma^{kl} \partial_k \partial_l (\tilde{\sigma}_{ps} \hat{u}^s) = (\gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{\sigma}_{ps}) \hat{u}^s + 2\gamma^{lk} \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} \partial_k \hat{u}^s + \tilde{\sigma}_{ps} \gamma^{kl} \partial_k \partial_l \hat{u}^s.$$

Во-вторых, примем предположения:

- конвективные слагаемые значительно «меньше» волновых слагаемых,
- поведение праматерии согласовано со свойствами материи, в частности, с тензором энергии-импульса материи \tilde{T}_{ps} (алгоритм позволяет учесть дополнительно тензор энергии-импульса самого гравитационного поля $\tilde{T}_{ps}(g)$),

Конкретизируем движение праматерии условием

$$2\gamma^{lk} \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} \partial_k \hat{u}^s + \tilde{\sigma}_{ps} \gamma^{kl} \partial_k \partial_l \hat{u}^s = (k\tilde{T}_{ps} + \varepsilon\tilde{\sigma}_{ps}) \hat{u}^s.$$

Получим уравнения массодинамики, согласованные с поведением праматерии:

$$\gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} = k\tilde{T}_{ps} + \varepsilon\tilde{\sigma}_{ps}.$$

В-третьих, примем дополнительные ограничения:

$$\gamma^{kl} \partial_k A_l = \gamma^{kl} \partial_k (\tilde{\sigma}_{ls} \hat{u}^s) = (\gamma^{kl} \partial_k \tilde{\sigma}_{ls}) \hat{u}^s + \tilde{\sigma}_{ls} \gamma^{kl} \partial_k \hat{u}^s = 0.$$

Если

$$\tilde{\sigma}_{ls} \gamma^{kl} \partial_k \hat{u}^s = \tilde{\chi}_s \hat{u}^s,$$

то

$$\gamma^{kl} \partial_k \tilde{\sigma}_{ls} = \tilde{\chi}^s.$$

В предлагаемой системе уравнений массодинамики кроме анализа «метрического тензора» проводится расчет поведения праматерии. Ее поведение обязано зависеть от массивных тел, а также от гравитационного излучения. Эта модель является новой по ряду признаков. Она многоуровневая. У нее много возможностей, не учитываемых в обычных моделях гравитации. Кроме этого, в ней «метрический тензор» или физическое тензорное поле являются частью общей конструкции в массодинамике. Получим тензорную модель массодинамики, учитывающую движение тонкой материи, зависящее от массивных тел:

$$\begin{aligned}\gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} &= k\tilde{T}_{ps} + \varepsilon \tilde{\sigma}_{ps}, \gamma^{kl} \partial_k \tilde{\sigma}_{ls} = \chi_s, \\ 2\gamma^{lk} \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} \partial_k \tilde{u}^s + \tilde{\sigma}_{ps} \gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{u}^s &= (k\tilde{T}_{ps} + \varepsilon \tilde{\sigma}_{ps}) \tilde{u}^s, \\ \tilde{\sigma}_{ls} \gamma^{kl} \partial_k \tilde{u}^s &= \tilde{\chi}_s \tilde{u}^s.\end{aligned}$$

В-четвертых, введем контрвариантные компоненты используемых тензоров по правилу

$$\tilde{\sigma}_{ps} = \lambda_{pr} \lambda_{sq} \tilde{\sigma}^{rq}, \tilde{T}_{ps} = \lambda_{pr} \lambda_{sq} \tilde{T}^{rq}.$$

Пусть $\lambda_{ij} = const$. Указанные выше уравнения преобразуются в систему вида

$$\begin{aligned}\gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{\sigma}^{ps} &= k\tilde{T}^{ps} + \varepsilon \tilde{\sigma}^{ps}, \\ \gamma^{kl} \partial_k \delta_{lp} \tilde{\sigma}^{ps} &= \tilde{\chi}^s, \\ 2\gamma^{lk} \partial_l \tilde{\sigma}_{ps} \partial_k \tilde{u}^s + \tilde{\sigma}_{ps} \gamma^{kl} \partial_k \partial_l \tilde{u}^s &= (k\tilde{T}_{ps} + \varepsilon \tilde{\sigma}_{ps}) \tilde{u}^s, \\ \tilde{\sigma}_{ls} \gamma^{kl} \partial_k \tilde{u}^s &= \tilde{\chi}_s \tilde{u}^s.\end{aligned}$$

Они обобщают систему уравнений релятивистской теории гравитации: мы используем в ней систему четырехметрик, гравитационные явления зависят от поведения праматерии. К таким выводам мы приходим, используя только один тензор массодинамики.

Поскольку релятивистская теория гравитации не только согласуется с подходом и моделью Эйнштейна, а развивает и обобщает ее, предлагаемая модель гравидинамики содержит в себе в частном случае теорию гравитации Эйнштейна.

Поскольку материя многоуровневая, требуется задавать структурные и динамические уравнения для каждого уровня материи. Затем их нужно согласовывать друг с другом. Таких задач мы не решали ранее. К ним подойти нужно совсем вниманием и осторожностью.

Из общих соображений следует, что модель массодинамики выходит за рамки стандартной классической релятивистской теории гравитации Логанова. В его модели введено соответствие

$$g_{rl} = \sqrt{-\gamma} \gamma_{rl} + \sqrt{-\gamma} \varphi_{rl}.$$

Здесь $\gamma = Det \gamma_{rl}$, $\gamma_{rl} = diag(1,1,1,-1)$ – метрика Минковского, φ_{rl} – тензорное физическое поле гравитации. Логанов показал, что уравнения релятивистской теории гравитации приводят к формальному соответствию с теорией гравитации Эйнштейна, хотя физические их основы и выводы во многом различаются. В этом случае «эффективная» метрика будет подчинена уравнениям

$$R_{ij} - \frac{1}{2} \Omega_{ij} R = \kappa T_{ij}.$$

Предлагаемая модель является простейшей. Происходит это по двум причинам. Во-первых, не детализирован тензор напряжений праматерии и ее составляющие. Во-вторых, следует учесть всю систему ранговых движений: размеры, скорости, ускорений и т.п. В частности, требует усложнения зависимость 4-потенциала массодинамики от всей совокупности обозначенных величин и их свойств. Например, можно рассмотреть выражение

$$A_k(g) = a_s \sigma_{kl}^{sp} v_p^l + b_s \kappa_{kl}^{sp} v_p^l.$$

Здесь индекс s выражает ранг учитываемого движения, индекс p выражает тип микрообъекта, принадлежащего тонкой материи. Тензоры $\sigma_{kl}^{sp}, \kappa_{kl}^{sp}$ задают слагаемые для напряжений в тонкой материи, обусловленных разными типами этой материи.

Возникает проблема замыкания уравнений для тонкой материи, решение которой может быть возможным после достаточно сложной экспериментальной работы.

Новая интерпретация гравитации

Мы приняли идеологию многоуровневой материи. Она позволяет по-новому подойти к анализу поведения объектов с ненулевой массой.

Примем предположение, что тонкая материя не только содержится в грубой материи, она способна концентрироваться за пределами макроскопических тел. Предположим, что плотность n тонкой материи, индуцированная массой M , распределена по закону $n = n(M) \ln(r + r_0), n(M) = \sqrt{M}, r_0 \leq \varepsilon$. Зададим силу, действующая на массу m , выражением

$$F = \alpha m \left(\frac{dn}{dr} \right)^2.$$

Подставляя принятое выражение для плотности, получим аналог закона Ньютона для гравитационного взаимодействия масс

$$F = \alpha \frac{Mm}{(r + r_0)^2}.$$

При условии, что плотность тонкой материи растет по мере удаления от грубой материи, мы приходим к наглядной физической модели гравитации. Её механизм принципиально отличается от общепринятого: нет притяжения одной массы к другой, их сближение обусловлено тем обстоятельством, что плотная тонкая материя «толкает» грубые материальные тела в сторону менее плотной тонкой материи. Такова новая физика гравитации с учетом концепции тонкой материи.

Уточним модель, приняв предположение, что грубая масса имеет систему «силовых линий», которые меняют распределение тонкой материи. Введем обобщенную плотность тонкой материи в виде, учитывающем указанное обстоятельство:

$$n = a\sqrt{M} \left(\ln(r + r_0) + \frac{b}{r + r_b} + \frac{c}{(r + r_c)^2} \right).$$

Обратная пропорциональность расстоянию и его квадрату выражает физическую идею, что силовые линии становятся тоньше по мере удаления от тела. Первое слагаемое считаем главным членом выражения. Предположим, что «константы» b, c малы.

На основе принятого закон взаимодействия масс в «океане» тонкой материи получим выражение

$$F = \alpha^2 amM \left(\frac{1}{(r + r_0)} - \frac{b}{(r + r_b)^2} - \frac{2c}{(r + r_c)^3} \right)^2.$$

Полученный закон выражает, в частности, известные эмпирические факты, присущие гравитации. Для движения планет они установлены Ньютоном в форме

$$F = \gamma \frac{mM}{r^2},$$

Для смещения перигелия планет они установлены Эйнштейном в форме

$$\tilde{F} = \sigma \frac{mM}{r^3}.$$

Величины α, a, b, r_0, r_b следует выбирать, используя экспериментальные данные.

Заметим, что предложенная наглядная модель гравитационных явлений указывает вариант уточнения общей теории в форме спинорной массодинамики. В ней тензор четырехпотенциал выражен через тензор напряжений тонкой материи σ_{kp} и её четырехскорость v^p в форме $A_k = \sigma_{kp} v^p$. Принимая в расчет только скалярный потенциал при условии нулевого вектора скорости праматерии, получим зависимость вида $\varphi = \sigma_{0p} v^p$. С другой стороны, следуя эмпирической модели, получим

$$\varphi = \sqrt{M} \frac{dn}{dr}.$$

Следовательно, тензор напряжений *может иметь* связь с градиентом плотности тонкой материи

$$\sigma_{kp} = \kappa_{kp}^{rs} \frac{dn_s}{dQ^r}.$$

Величина Q^r не обязана быть метрикой, она может быть некоторым метрическим функционалом, учитывающим тонкости гравитационного взаимодействия.

Заключение

Предложена модель гравитации, которая по своему математическому содержанию аналогична спинорной модели электродинамики. Она содержит в себе как теорию Ньютона, так и модель Эйнштейна. Новая модель связывает гравитацию не столько с телами, имеющими массу, сколько с тонкой материей, которая выступает как главная причина гравитации.

Литература

1. Барыкин В.Н. Новая физика света. Мн.: Ковчег, 2003, -434 с.
2. Барыкин В.Н. Атом света. Мн.: изд. Скакун, 2001, -278 с.
3. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. М.: Наука, 1987, 271с.

К ФИЛОСОФСКИМ ПРОБЛЕМАМ ФИЗИКИ

Рассмотрены новые возможности философского анализа физических конструкций и процессов. Введены понятия трансфинитности и софистатности. Приведены примеры, подтверждающие полезность новых понятий.

Примем точку зрения, что физическая реальность трансфинитна: многоуровневая, многогранна, многофункциональна, многозначна. Познание сводится к изучению реальности и практике в ней. Поскольку реальность трансфинитна, познание, ей соответствующее, обязано быть трансфинитным. Так выражена идея сосуществования пары конструкций: объективной конструкции – материальной реальности и субъективной конструкции – практики познания. Сосуществование предполагает индивидуальное существование, неотделимое от самодостаточности, а также соответствия в системе изделий. Аналогично можно рассматривать

пару объективных изделий или пару субъективных изделий, например, моделей некоторой конструкции или явления.

Проблема состоит в том, чтобы выработать язык и алгоритм описания свойств существования и соответствия. Принимая концепцию материальности изделий, мы обязаны признать трансфинитность материи. В системе сторон и свойств любого изделия, как объективного, так и субъективного, выделим пару общих свойств. Будем считать главными два свойства материи: структурности и активности. В зависимости от того, как они познаны, будем говорить о полноте практики для конкретного изделия.

Наличие системы разных изделий ставит перед познанием проблему сопоставления их свойств и качеств. С одной стороны, требуется провести классификацию изделий. С другой стороны, требуется установить общее, что присуще системе изделий.

В роли такой системы может выступить некая совокупность расчетных физических моделей или экспериментальных устройств, относящихся как к одному уровню материи, так и к разным уровням, к близким или существенно различным сторонам реальности.

Мир существует независимо от того, практикует ли в нем тот или другой Генотип, однако он зависит от практики Генотипа. Зависимость эта взаимная. Поэтому практика способна существенно поменяться, если выработано правильное отношение к объективному миру. Так мы научимся успешно моделировать его конструкции и качества, создавая и испытывая свои. Именно физике принадлежит в такой творческой практике существенная роль.

Физика имеет дело с величинами. Величины можно измерить и рассчитать. Они образуют многообразие в его математическом смысле, обладают рядом сторон и качеств в познавательном и философском смыслах:

- показывают свойства и функции объектов и явлений для частично доступного и частично познаваемого мира;
- обычно удовлетворяют не всеобщим, а некоторым уровневым законам динамики и связей;
- соответствуют принятым практикой алгоритмам расчетов и логическим схемам;
- концентрируют в себе предыдущий опыт и являются движущей силой последующего.
- формируют систему понятий и представлений.

Физические модели представляют собой системы величин, соединенных и согласованных между собой. Их накопилось достаточно много за несколько столетий. Они имеют широкую эмпирическую основу и глубокую предсказательную силу. Такова динамика Ньютона, теория электромагнитных явлений Максвелла, модель атомных процессов, базирующаяся, в частности, на уравнении Шредингера, теория электрона Дирака. Классические и квантовые, корпускулярные и волновые представления по-разному представлены и используются в них.

Чтобы двигаться дальше как в расчетах, так и в практической деятельности, было бы желательно разобраться, что в физических моделях любого вида присутствует обязательно, а чего может не быть, что в них допустимо менять, как и в какую сторону, а что не подлежит изменениям, как согласовывать величины между собой, какие общие стороны и функции они имеют?

Указанный перечень проблем отнесем к исследованию философской сущности физических моделей, что является предметом и целью данного раздела.

Анализ показал, что сущностный подход к фундаментальным физическим моделям допустим и конструктивен, если взять за его основу матричную группу $V(4)$. Она может рассматриваться как тензорное произведение группы $G_f = U(1) \times SU(2)$ на себя. Используя $V(4) = G_f \otimes G_f$, мы можем в единой алгебраической форме записать основные физические модели. Они различны по своим следствиям, приложениям и самим основам соответствующего опыта. В них допустимо выделить следующие самостоятельные элементы: структуру (S -),

динамику (D -), связи (L -). Они имеют внешние (out -), внутренние (in -) и связевые (l -) проявления. Показана их реализация в конкретных моделях.

В моделях используются четыре типа канонических метрик в физических теориях: Минковского - g^{ij} , Евклида - r^{ij} , Ньютона - n^{ij} (1) и аналогичная ей метрика n^{ij} (2). Их истоком являются метрики Картана, в которых локальные трехмерные пространства неевклидовы.

Анализ показал, что матричным симметриям присуща система универсальных базисов, что их конструкции и качества достаточно содержательны и интересны. Если их дополнить согласованными величинами и операторами, мы получаем во владение совокупность средств, достаточных для модельного охвата и проявления любых конструкций с любыми качествами. В частности, модели явлений могут рассматриваться как матричные симметрии с матричнозначными параметрами. В таком подходе физические модели основаны на матричнозначных дифференциальных операторах.

Общие положения

Введем слово софистатность - взаимная трансфинитность как термин, выражающий факт, что физический мир есть единая, согласованная система материальных уровневых конструкций и качеств. Выделим некоторые грани для системы изделий:

- а) любые стороны и свойства любых уровневых конструкций и их качества трансфинитны,
- б) они могут быть в целом и по отдельности поставлены в соответствие друг другу,
- в) это соответствие трансфинитно.

Сформулируем принцип софистатности: познание и практика подчинены софистатности.

Анализ показывает, что можно выделить некоторые общие софистатности, присущие каждой конструкции с качествами.

Во-первых, софистатны конструкции и их качества, что позволяет по одним свойствам устанавливать и подтверждать другие.

Во-вторых, софистатны механические и немеханические стороны и свойства КСК, в том числе понятия и формулы, экспериментальные средства и логическая структура.

В-третьих, софистатны доступные и недоступные уровни материи, что предполагает выполнение тщательного анализа как общих свойств, так и деталей наиболее доступного уровня материи.

В-четвертых, софистатны живые и неживые конструкции с качествами, как и формы жизни, что предполагает тщательный анализ и новые разнообразные применения единства и различия материального и идеального миров.

Принцип софистатности позволяет обнаружить некоторые специальные софистатности.

Во-первых, один и тот же РИТ - физическое изделие в форме «сплетения» конечномерных подпространств разной размерности, на каждом уровне материи, как и на «своем», способен реализовываться по-разному. Так выражается и подтверждается его трансфинитность и софистатность. Отдельная конструкция есть настоящая Вселенная. К ней следует аккуратно и бережно относиться.

Во-вторых, известное и достигнутое есть лишь малая часть неизвестного и недостигнутого. Поэтому наука неполная и поверхностная не может приниматься за образец. Без исследования модели на полноту нежелательно делать окончательные выводы о её достоверности и истинности.

В-третьих, количественные и качественные грани и стороны мира могут быть многообразно изменены не только экспериментальными средствами, но и на основе понятий, расчетов, логики.

В-четвертых, свойства структурности и активности, установленные на уровне макропрактики с использованием макрокопических механических устройств, имеют место на

других уровнях материи, приобретая, возможно, новые грани и черты. Например, меняется размерность или сигнатура механического пространства, система отношений, показатели активности.

Принятие принципа софистатности означает не только применение качественно нового понятийного инструмента в теоретической и практической деятельности, но и задает новый алгоритм практики, состоящий в реализации софистатностей. Принцип софистатности предназначен не только для новых ориентировок, оценки глубины и полноты анализа и практики, но стимулирует развитие новых навыков с опорой на предыдущий опыт и на потенциал творчества в решении новых задач.

Следует отметить, что существенные продвижения в будущей практике обычно хорошо согласованы с прошлой и настоящей практикой. Будущее выступает в форме реализованного прошлого. Прошлое есть нереализованное будущее. Софистатность предполагает рассмотрение пар объектов и соотношение свойств и сторон для них. В реальной практике взаимодействует четверка объектов: окружающий мир, познающий объект, выделенный первый объект, выделенный второй объект. В силу данного факта софистатность имеет минимальную размерность соответствий, равную числу звеньев, соединяющих четыре «точки» практики. В данном случае это будет шестимерное пространство.

Софистатность - взаимная трансфинитность - предполагает существование общего в любой паре конструкций с качествами.

Трудно представить себе, что у пары объектов общего может не быть. Всегда есть общее, когда принята концепция материальности изделий. У материи есть структурность и активность, значит, всегда есть софистатность изделий. Софистатность является наиболее общим свойством трансфинитного мира. Иногда мы можем не знать ее или не понимать, общее может предполагаться. И тогда следует искать новые формы и новое содержание софистатности.

Несколько примеров софистатности

Построение механических микромоделей частиц света предполагает софистатность макро и микроматерии. Чтобы стало возможным применение модели физического макропространства размеров в микромире, нужно было описать экспериментальные данные в электродинамике движущихся сред на основе такого пространства. Это сделано в главе 1. Пространства размеров могут быть разными для разных уровней материи, но все пространства размеров софистатны между собой. По этой причине исследование каждого пространства размеров дает некоторый вклад в общую парадигму под названием пространство размеров.

Аналогичное отношение, в силу принципа софистатности, мы обязаны иметь к пространству скоростей. Есть система пространств скоростей. Они софистатны между собой. Но дополнительно может и должна быть софистатность пространства скоростей и пространства размеров. Разные модели пространства скоростей неизбежны согласно принципу софистатности, который требует наличия, по меньшей мере, пары пространств, предполагая не только совпадение, но и различия между ними.

Мы знаем, что, в силу структуры проективной группы $PSL(4, R)$, можно строить модель электромагнитных явлений на пространстве скоростей Минковского, но допустимо это делать и на четырехмерном пространстве Евклида. Возможен также вариант, когда оба указанных пространства используются в физической модели размеров.

Формальная привязка физической модели только к симметрии Лорентца представляет собой одну из форм анализа всей системы движений и факторов, управляющим ими. Рассмотрение же пространства Минковского как пространства размеров вступает в противоречие с совокупностью физических экспериментов, проводимых в пространстве Ньютона. Тогда мы приходим к отрицанию реального физического пространства и времени и заменяем его вспомогательной математической конструкцией.

Мы вправе вернуть в физику физическое пространство размеров в форме пространства Ньютона с единичным наблюдателем как дополнительное пространству скоростей в форме четырехмерного многообразия Минковского или Евклида. В частности, возможно пространство скоростей с метрикой Ньютона. При этом как пространства размеров, так и пространства скоростей могут выбираться не только в форме пассивного балласта модели, но и как ее активное звено.

Конвенционализм Пуанкаре приобретает новую форму и содержание. Мы фактически приходим к конструкции активного расслоенного пространства-времени, в котором и слой и база могут быть активными, как и согласование между ними. Эта модель качественно отлична от модели риманова пространства.

С другой стороны, возможно построение физических моделей на основе фиксированной базы и переменного слоя. Так согласуются между собой концепция физического пространства размеров в форме пространства Ньютона и концепция римановой структуры пространства скоростей. Эта структура не является общей для любых скоростей. Дополнительно требуется построить пространство ускорений и пространства движений более высоких рангов. Эта проблема должна решаться в соответствии с экспериментом и с возможностями расчета. Другими словами, требуется систематически использовать модель многократно расслоенного пространства и времени. В нем соединяются в единой конструкции разные уровни материи и движения разных рангов.

Электромагнитные явления при нерелятивистских скоростях уложились в модель расслоенного многообразия. Мы полагаем, что качества софистатны конструкциям, верно и обратное. Поэтому появляется потребность построения механических конструкций, которые индуцируются электромагнитными экспериментами и теорией.

Метод графического представления матриц для группы заполнения физических явлений, представленный в монографии, дает одну из таких возможностей. Мы предполагаем, что и макро-, и микромир можно описывать одним и тем же пространством размеров, хотя это описание относится к разным уровням материи. Фактически, мы принимаем гипотезу о единых свойствах размеров и времени для материи разных уровней. В некотором смысле так заложена «абсолютная» модель размеров для всех уровней материи. Она относительна, потому что размеры на каждом уровне материи различны. В таком же смысле предполагается абсолютность пространства скоростей для всех уровней материи. Она относительна, потому что скорости у разных уровней праматерии разные.

Новая грань софистатности моделей обнаруживается, когда сравниваешь между собой разные подходы физиков к одной и той же проблеме. Софистатны модели микромеханики, предложенные Гейзенбергом, Шрёдингером, Фейнманом. Возникает проблема полноты моделирования. Сколько и каких моделей допускает одна конструкция с качествами?

Микромир через нашу практику пытается «убедить» нас в том, что чем глубже мы в него проникаем, тем больше вариантов описания присущи для него.

В силу софистатности описания и практики, мы понимаем, что практика для конструкций и качеств микромира трансфинитна.

Известно, что атом водорода во многом можно описать не только в рамках микромеханики, но и в рамках классической макромеханики. Значит, софистатны между собой классический и квантовый подходы в физике. «Приведение» уравнений микромеханики к виду, привычному в макромеханике, можно рассматривать как пример реализации софистатности.

Заметим, что при больших скоростях пространство скоростей, как следует из электродинамики без ограничений скорости, уже будет неримановым: метрика отлична от билинейной формы. Это означает, что в реальных ситуациях и базовые, и слоевые пространства могут существенно отличаться от тех многообразий, с которыми мы привыкли работать в случае макродвижений и малых скоростей.

Выделяя пару объектов, мы оставляем в стороне вопросы, связанные со всеми другими соответствиями.

Софистатность технических устройств и частиц света

Применим алгоритм софистатности для пары изделий. Сравним техническое устройство с частицей света. Представим себе, что частицы света есть технические конструкции, изготовленными из праматерии. Мы знаем из опыта, что они могут жить очень длительное время и способны двигаться с переменной скоростью. Проанализируем частицы света с новой точки зрения.

- Практика показывает, что все материальные - изготовленные из атомов материи - конструкции, которые могут двигаться с переменной скоростью, имеют возможность сохраняться при внешних воздействиях и обладают внутренним двигателем. Примем предположение, что праматериальные частицы света по своим свойствам и проявлениям аналогичны частицам материи. Выразим требование их софистатности: частицы света имеют возможность сохраняться при внешнем воздействии и обладают внутренним двигателем. Предполагаемая софистатность должна быть не только проверена, но и доказана. Для этого нужны качественно новые теоретические и экспериментальные средства.

- Практика показывает, что если материальные объекты существуют длительно, то их устройство и двигатели особо надежны, а источники энергии находятся вне действующего объекта. Предполагая, что частицы света действуют длительно, мы обязаны принять точку зрения, что двигатели частиц света особо надежны, а источники энергии для них находятся вне частиц света. В силу этого обстоятельства требуется изучить устройство и работу этих новых двигателей, а также те источники энергии, которые их деятельность обеспечивают.

- Практика показывает, что материальные объекты имеют всегда и везде собственные пространственные материальные характеристики, без которых их существование и функционирование невозможно. Принимая аналогию материальных и праматериальных конструкций, мы обнаруживаем новую софистатность: частицы света имеют всегда и везде собственные пространственные праматериальные характеристики. Однако пространственные и временные стороны и свойства материальных и праматериальных конструкций с качествами могут существенно отличаться.

- Практика показывает, что самостоятельно действующие материальные конструкции с качествами имеют свои органы ориентировки и управления. Принимая аналогию материального и праматериального мира, мы обнаруживаем новую софистатность: частицы света имеют свои органы ориентировки и управления. Отсюда вытекает задача исследования ориентировок, управлений для частиц света.

- Практика показывает, что качественно новые машины в практике человека появляются при овладении качественно новыми скоростями и ускорениями. Рассматривая частицы света как праматериальные машины, мы обнаруживаем у них много новых качеств, недостижимых для нашей практики конструирования. Отсюда вытекает задача трансфинитного моделирования реального мира, которое способно привести к созданию качественно новых технических устройств

К общей софистатности

Софистатность имеет своим предметом исследования всевозможные аналогии. Но, чтобы аналогия могла реализоваться, нужна достаточно сложная система различных допущений. Среди них мы обязаны выделить общие допущения:

- Материя трансфинитна. Тогда физическая реальность в рамках условия трансфинитности имеет много уровней. В частности, она может быть структурно трансфинитна. Это может быть механическое пространственное свойство, но может быть и немеханическое свойство.

- Изделия трансфинитны по структуре. Аналогично тому, как тела состоят из атомов и молекул (материи l -уровня), возможны другие тела из своих «атомов и молекул»

(материи $(l - k)$ –уровня или материи $(l + p)$ –уровня). Под изделием следует понимать и самого исследователя, и реальный мир, и его части. К изделиям относятся и модели явлений, и экспериментальные средства.

- Изделия трансфинитны по поведению, по активностям. На каждом уровне материи действуют свои законы. Однако есть единые законы, пригодные для многих уровней материи. Можно ожидать также, что есть законы, пригодные для всех уровней материи.

- Практика трансфинитна. В исследованиях любого вида, всегда и везде есть и проявляется трансфинитность. По этой причине анализ должен также быть трансфинитным, равно как и выводы из него.

Так на морфологическом уровне строится система общих ориентировок для анализа и использования аналогий. Но этого мало для практической реализации софистатности. Нужны частные допущения:

- Конкретная уровневая модель, проверенная в теории и на практике. При опоре на макроопыт это может быть модель твердого тела, модель жидкости или газа.

- Модификация принятого аналога с учетом условий и обстоятельств, ассоциированных с новым уровнем материи. Это могут быть как новые коэффициенты, так и числа, и операции и многое другое.

- Расчеты и эксперименты в соответствии с предполагаемой моделью, условиями экспериментов и ожиданиями или требованиями практики.

- Уточнения и изменения модели по мере развития практики.

Человек живет на нескольких уровнях материи. По принципу софистатности таковы и другие изделия. Таковы и элементарные частицы, в частности, частицы света.

Софистатность структур и поведений

Эта проблема была сформулирована как конструктивная в самом начале развития физики. И хотя в настоящее время накоплено много новых данных, она не имеет решения, которое можно считать качественно новым тезисом, достаточным для будущей практики. Не разработаны алгоритмы и подходы, позволяющие наполнить эту проблему новым содержанием в понятийном, расчетном и экспериментальном смыслах. Есть также точка зрения, что сама проблема структурности физического мира является придуманной, на самом деле ее нет, потому что физический мир не является структурным в том упрощенном смысле, который мы вкладываем в это понятие.

Обычно под структурностью понимается наличие частей у конструкции и их сосуществование. Не так просто определить понятие части и сосуществования в широком смысле слова. Сделать это еще сложнее после принятия точки зрения, что физическая реальность трансфинитна: многоуровневая, многофункциональна, многогранна, многозначна... Требуется обобщить понятие точки. Под точкой понимают нольмерный математический объект, сопоставленный некоторому физическому объекту. В модели трансфинитной реальности точка трансфинитна. Это требует формальных и сущностных изменений в истоках физических моделей.

С одной стороны, точка на одном уровне материи не является точкой на других уровнях материи. С другой стороны, ее можно задавать как точку для системы уровней материи, учитываемых на практике.

Так представленное свойство будем рассматривать как определение мерности для трансфинитного объекта. Такими могут быть одномерные, двумерные и другие свойства.

Трансфинитностью овладеть сложно. Сложно рассчитать и измерить стороны и свойства трансфинитности. Понятно, что придется менять модель пространства и времени. Ведь по сущности и по форме устройства трансфинитного физического мира ему соответствует трансфинитное пространство и время. Следует менять величины и операторы, как дифференциальные, так и кодифференциальные. Требуют изменений математические

величины и операции, что индуцирует расширение и углубление алгебраических систем. По форме и по сути требует изменений вся Готика понятий, моделей, эксперимента.

Примем модель трансфинитного пространства и времени как конечной или бесконечной согласованной системы дифференцируемых многообразий. Пусть каждое многообразие владеет сторонами и свойствами, софистатными некоторому одному многообразию. Тогда, в частности, могут быть заданы его координаты, метрики, связности и все то, что привычно для стандартных одноуровневых моделей, обычно используемых на практике. В зависимости от того, в каком отношении находится исследуемая конструкция или ее качества к каждому из используемых многообразий, по-разному будут использоваться ее координаты, величины, свойства. Для корректности учета анализируемых соотношений и влияний требуется экспериментальное исследование. Оно может быть достаточно затруднено, потому что трудно в чистом виде выделить участие в конструкции и явлении каждого из уровней материи, а, значит, и тех многообразий, которые им сопоставлены. На каждом уровне материи могут быть «свои», очень необычные числа, операции, величины, свойства. Сложными могут быть и софистатности уровней материи.

Аналогичные замечания пригодны для любых изделий. Риты представляют собой базовые, фундаментальные изделия. Их Готика сложна. В простейшем виде Риты ассоциированы с алгебраическими системами, образующими «позвоночник» физических моделей. Конечно, здесь имеет место формальная и сущностная неоднозначность, которая является одним из проявлений и выражений трансфинитности. В частности, одной физической системе можно поставить в соответствие неизоморфные алгебраические системы, верно и обратное. Здесь снова видна трансфинитность соответствий, естественная для трансфинитного реального мира.

В обычном эксперименте используются приборы и методики, отнесенные к одноуровневому физическому миру. В силу принятой физиками экспериментальной верификации практики, эксперимент должен отталкиваться от одноуровневой модели. Так поступают чаще всего. Однако такой подход не полон, он может оказаться ошибочным. Правильно исходить из реальных свойств и сторон трансфинитной конструкции и процессов, ассоциированных с ней. Для этого требуется вначале «угадать» их. Затем требуется создать приборы и методики, «близкие» к анализируемому изделию. Нужно обеспечить «слабое» или «контролируемое» влияние измерительного устройства на исследуемые конструкции и процессы. В таких условиях необходимо провести ряд экспериментов. К расчетной модели физических конструкций и явлений требования не меньше. Только в том случае, когда исследователь, экспериментальные устройства, расчетные средства имеют достаточно много общего, можно надеяться на объективность и полноту анализа. А уж потом придёт новое понимание и новая практика.

Одноуровневая модель иногда способна заменить собой многоуровневую модель. Тогда у нее будет множество ограничений. Некоторые из них будут неточны, а некоторые просто неверны. Поэтому следствия из одноуровневых моделей в чем-то могут быть неточны, а в чем-то неверны. Такова реальная практика анализа. В каждом проведенном исследовании есть новые ростковые точки и перспективы дальнейшего развития. Хорошая одноуровневая модель образует естественное начало модели трансфинитной. Трансфинитная модель отличается от одноуровневой модели многими чертами: пространством и временем, используемыми величинами, системой операторов и операций, а также понятиями и данными экспериментов.

Отметим специфику учета и проявлений Рит-структуры в одноуровневых моделях. В качестве примера покажем, как можно изучать физическую реальность на разных уровнях материи, используя только 01-Риты. Примем представление о существовании четырех основных предзарядов - положительных и отрицательных электрического и гравитационного типа - для любых исследуемых физических объектов. Тогда естественно ассоциировать некоторые величины, относящиеся к исследуемой физической конструкции, по свойствам 0-Ритов, им соответствующих.

В единице объема физического пространства-времени зададим два класса определяющих величин, ассоциированных с 0-Ритами: один – для поведения, второй – для структуры.

При рассмотрении атомов и молекул, не исключая возможность аналогичного описания любых элементарных частиц, как изделий, изготовленных из праматерии, можно использовать модель жидкости. Проведенный анализ показал, что такая модель согласуется с подходом квантовой механики и обобщает его. У нее много степеней свободы, которые могут и должны быть учтены.

Анализ модели электрона Дирака, подтвержденной экспериментально, показывает, что модель электрона может быть построена по аналогии со структурной микродинамикой. То, что предложил Дирак, выполняет роль силового фактора для праматерии, обусловленного структурой электрона, его влиянием на праматерию. Это влияние учитывается системой матриц Дирака, играющих роль «позвоночника» модели. Можно ожидать, что любая элементарная частица будет описываться моделью микродинамики со «своей» силовой функцией, которую нужно найти из теории и из эксперимента.

Софистатность моделей поведения

Зададим величины, посредством которых охарактеризуем поведение исследуемых структурных изделий в физическом пространстве и времени. Величины

$$\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$$

могут быть 4-потенциалами, ковариантными компонентами скоростей или чем-то другим. Тогда определены поведенческие величины, которые получаются из исходных посредством алгебраических операций: сложения, умножения на числа или другие функции, тензорное произведение, дифференцирование, интегрирование и т.д. Физическая модель поведения строится на поведенческих величинах по некоторому алгоритму, эффективному на практике.

Проиллюстрируем сказанное формулами. Используем модель жидкости, представляя молекулы 0-Ритами. Зададим определяющие величины для движения единицы объема компонентами четырехскоростей

$$(u^1, u^2, u^3, u^0) \Rightarrow u^i, i = 1, 2, 3, 0.$$

Зададим определяющие величины для влияний на единицу объема компонентами четырехсил

$$(\varphi^1, \varphi^2, \varphi^3, \varphi^0) \Rightarrow \varphi^i, i = 1, 2, 3, 0.$$

Сконструируем поведенческие величины. Используя тензорное произведение компонент скоростей, получим $u^{ij} = u^i \otimes u^j$. Используя дифференцирование и тензорное произведение, введем $\varphi^{ij} = \partial^i \otimes u^j$. Применим операцию транспонирования $\psi^{ij} = (\varphi^{ij})^T$. Используем алгоритм построения модели поведения на основе уравнений

$$\partial_i \Phi^{ij} - \varphi^i = 0.$$

Применим этот алгоритм:

- $\partial_i (\rho u^{ij}) = f^j$ соответствуют уравнениям Эйлера, дополненным законом сохранения массы.

- $\partial_i (\rho u^{ij} + \pi (\varphi^{ij})^T) = F^j$ соответствуют уравнениям Навье-Стокса.

Если в качестве определяющих функций использовать четырехпотенциалы электромагнитного поля и по ним построить поведенческие функции в форме антисимметричного тензора электромагнитного поля, то указанный алгоритм построения моделей приводит к уравнениям электродинамики Максвелла.

Следовательно, вариант образования выражений, посредством которых характеризуются конструкции и явления, ассоциированные с ними, используя для этого величины, становится первым конструктивным приемом нового физического моделирования.

Дифференциальные (или какие-либо другие) операторы выступают в роли средства, порождающего динамику физической модели, выбор операторов становится вторым конструктивным приемом физического моделирования.

Модели конструкций и явлений получают композицией. Композиция величин и операторов становится третьим конструктивным приемом физического моделирования.

Для практики важно совпадение расчета с экспериментом, контроль достоверности становится четвертым конструктивным приемом физического моделирования.

Аналогичные замечания пригодны при учете структуры, содержащей 1-Риты. Пусть характеристики конструкции и явления - в том числе количество 1-Ритов в единице физического объема - задается функциями

$$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4.$$

Тогда для них пригоден и сам указанный подход, и весь анализ. Конечно, придется согласовать рассматриваемую пару динамик между собой. Эта отдельная сложная задача должна решаться на основе теоретических и экспериментальных фактов.

Естественно ожидать, что высшие уровни Ритов: второй - гиперплоскости, третий - гиперобъемы и т. д. индуцируют новые величины, новые операции и операторы.

Простое продолжение одноуровневых моделей к трансфинитным сводится к замене одноуровневых величин, операций, операторов на многоуровневые. Сделать это можно по-разному.

Мы пришли к пониманию, что трансфинитный мир модельно трансфинитен. Отсюда следует, что человек будет находиться в гармонии с ним, если сможет достойно выразить свою трансфинитность.

Софистатность моделей структур

Зададим величины, определяющие структуру изделия системой, определяющих величин. Примем во внимание наличие четырех базовых структурных составляющих праматерии (пары электрических предзарядов и пары гравитационных предзарядов) и зададим их количество в единице объема физического пространства, введя четыре величины

$$n^a, a = 1, 2, 3, 0.$$

Введем характерные размеры исследуемого изделия в физическом пространстве-времени:

$$l^i, i = 1, 2, 3.$$

Введем величины, определяющие внешние влияния и связи для изделия в форме выражений

$$Q^i, B^i_{jk}.$$

Зададим структурные величины посредством выражения для четырехметрики вида

$$dN^2 = \sigma_{ab} dn^a dn^b$$

и дифференциальных выражений

$$\frac{dl^i}{dN}, \frac{d^2 l^i}{dN^2}.$$

Зададим алгоритм поведения структуры исследуемого изделия уравнениями

$$\frac{d^2 l^i}{dN^2} + B^i{}_{jk} \frac{dl^j}{dN} \frac{dl^k}{dN} + Q^i = 0.$$

Мы пришли к дифференциальной геометрии структуры исследуемого изделия, изготовленного из четырех базовых составляющих. Согласно основному физическому предположению, такие составляющие едины для всех элементарных частиц. Например, электроны и нуклоны должны быть подчинены этим уравнениям структуры. Мы ожидаем, что им подчинены и фотоны – частицы света, изготовленные из праматерии.

Принимая физическую модель для активностей в форме G – модуля, а также условие софистатности активностей и структур, мы вправе ожидать, что для структур можно использовать уравнения в форме G – модуля:

$$\Theta^p \partial_p \Phi + \Omega^q \partial_q \bar{\Phi} = 0.$$

В нем частные производные берутся по числу типовых элементов, входящих в исследуемое изделие.

У частицы света таких типовых 0-Ритов всего четыре, поэтому уравнения структуры для частицы света могут быть похожи на уравнения для активностей.

Из того факта, что удается свести известные факты физики к механике, вовсе не следует, что механическая модель вмещает всю реальность. Нельзя считать также, что механическая модель является самой лучшей.

В обоих указанных случаях мы отрицаем трансфинитность реальности, сводя ее к некоторому аспекту структуры и активности. У трансфинитной реальности много граней, а потому для ее охвата и проявления требуется много моделей и много аспектов ее сторон и свойств.

Трансфинитность в релятивизме

Пространство скоростей не признается релятивизмом. Принимается новое пространство размеров, соответствующее структуре многообразия Минковского. Сделано это после того, когда физическое пространство локального наблюдателя $T \times R^3$ признано ненужным, когда реализован отказ от физических размеров и физического времени.

Это не очень «задевает» экспериментаторов, которые все равно используют в своей практике физические размеры и физическое время. Модели теоретиков рассматриваются ими как естественные странности гражданских людей, которые не любят ходить строем.

В отместку теоретики не желают учитывать реальные условия измерения, в частности, влияние измерительных устройств на параметры исследуемого явления.

Релятивисты склонны отказаться от анализа ускорений и движений более высоких рангов «просто» потому, что они выходят за рамки принципа относительности, основанного на концепции скорости.

Перечень ограничений, введенных релятивизмом в физику можно легко продолжить. В этом нет элемента конструктивизма. Отметим факт, что модель, стоящая на ограничительных принципах, а оба принципа релятивизма таковы, приводит к многообразным ограничениям, как в физике, так и в математике.

Отказ от ограничений релятивизма, рассматриваемых как тезис познания, ведет к антитезису. Его роль может успешно выполнить трансфинизм: физическая практика, принимающая и использующая концепцию трансфинитности физической материи. Трансфинитность есть слово, в котором сконцентрированы несколько понятий: многоуровневость, многогранность, многовариантность, многозначность... Физической считается материя, обязательно обладающая структурностью и активностью. Физики изучают и применяют трансфинитные структуры и трансфинитную активность.

Трансфинизм естественно пришел на смену релятивизму, развивая его, выходя за рамки ложных условностей и ограничений.

Трансфинитность ранговых движений.

Практика показывает, что физические конструкции обладают размерами: длиной, площадью, объемом. Они имеют структуру, форму, функциональное назначение. Эти свойства существуют независимо от движений, они как бы безотносительны ко времени. Назовем данные свойства «движениями» нулевого ранга. Будем описывать их в пространстве, которое назовем пространством размеров. Мы знаем, что размеры имеют систему факторов управления: зависят от температуры, от силовых воздействий, от комбинаторики соединения элементов изделия, от химических влияний. Если скорости, ускорения, движения более высоких рангов исследуемых изделий вызывают изменение факторов управления, размеры будут меняться. Проблема поведения размеров должна решаться конкретно в зависимости от эмпирической ситуации. Пространство размеров может быть подчинено некоторой симметрии. Но этого может не быть в общем случае. Важно отметить, что пространство размеров является исходным для построения всех движений более высоких рангов: скоростей, ускорений... Они устанавливаются через стороны и свойства размеров, но обладают своей спецификой и структурой. В терминологии расслоенных многообразий пространство размеров является базой этих многообразий, а пространства ранговых движений образуют СЛОИ расслоенного многообразия. Так выглядит простая модель, в которой реализуется понятийная трансфинитность ранговых движений.

Рассмотрим математические элементы ненулевых ранговых движений. Простейшим из них является скорость. Она задается дифференциалами координат $(dt, dx^k), k = 1, 2, 3$, отнесенными к кокасательному пространству скоростей T^*M , присоединенному в каждой точке к пространству размеров M . Компоненты скорости $v^k = \frac{dx^k}{dt}$ выступают в роли параметров симметрии, присущей пространству скоростей. К ним должны быть добавлены факторы управления скоростями. Для электромагнитного поля ими являются показатель преломления n и показатель отношения w . Они используются в виде произведения, что делает сложной зависимости в пространстве скоростей. Действительно, поскольку $n \geq 1$, диапазон изменения показателя отношения в релаксационных процессах для света установлен значениями. $w = [0 - 1]$. Поэтому величина wn^2 меняется от нуля до значений, больших единицы.

Преобразования дифференциалов координат в форме сигруппы вида

$$dx' = \gamma(dx - vdt), dt' = \gamma\left(dt - \frac{v}{c^2} wn^2 dx\right), \gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} n^2 w\right)^{-\frac{1}{2}}$$

учитывают отмеченные обстоятельства. Легко видеть, что данные преобразования для фиксированных значений используемых параметров задают группу изометрий для пространства Минковского с координатами

$$\left(dx^k, \tilde{c} dt = \frac{c}{n\sqrt{w}} dt\right).$$

Структура пространства Минковского согласована со структурой пространства размеров, потому что принимается выражение для интервала вида

$$ds^2 = d\tilde{r}^2 - \tilde{c}^2 dt^2.$$

Заметим, что для расчета реальных задач требуется сложное выражение для скорости вида

$$v = (1 - w)u_{fs} + wu_m.$$

Здесь u_{fs} – скорость первичного источника излучения, u_m – скорость движения физической среды. Эти факты отмечены для того, чтобы показать сложность (трансфинитность) конкретных задач. Анализ показал, что так учитывается лишь кинематическая сторона изменения параметров электромагнитного поля. Желая учесть изменение частоты, необходимо вводить дополнительные скорости и соотношения. Если же

скорости велики, то из уравнений Максвелла следует, что приведенные простейшие выражения неверны. Как интервалы, так и пространство скоростей становятся неримановыми, что требует сущностной модификации подхода к скоростям, рассматриваемым как движения первого ранга. Структура этих движений в электродинамике Максвелла достаточно богата на нелинейности и сложна для анализа и понимания.

Двухранговые движения – ускорения не обязаны быть априорно простыми в модели. Для них пригоден подход, эффективно показавший себя в одноранговых движениях. Мы вправе рассмотреть вторые дифференциалы $(dt^2, d^2x^k), k = 1, 2, 3$ как независимые переменные. Тогда для них мы обнаруживаем пригодность применения сигрупп, зависимых от ускорений и факторов управления ими. Средством для порождения сигрупп становятся группы изометрий. К пространству движений второго ранга можно применить весь опыт, накопленный в анализе движений первого ранга. Мы приходим к пространству Лобачевского для ускорений. Однако, следуя возможности применения отрицательного показателя отношений, мы вправе ожидать на практике наличия эллиптической и параболической геометрии для ускорений. Она естественна для пространства скоростей в электродинамике.

Многоранговые движения можно попытаться уложить в рамки указанного алгоритма. В чем-то он будет реализован на практике. Эти варианты не следует ограничиваться. Естественно рассмотреть все возможности изменения ранговых движений, факторы управления ими и их согласования между собой. Такова потребность анализа движений в рамках концепции их трансфинитности.

Трансфинитность факторов управления скоростями

В электродинамике инерциально движущихся сред нам пришлось рассматривать систему скоростей:

- u_{as} – скорость первичного источника излучения,
- u_{bs} – скорость вторичного источника излучения,
- u_m – скорость физической среды, в которой распространяется излучение,
- u_d – скорость детектора (измерительного устройства).

В отдельных случаях они могут быть отождествлены между собой. Например, детектор может быть физической средой, тогда возможно, что $u_d = u_m$. Физическая среда может выполнять роль вторичного источника излучения, если $u_{bs} = u_m$.

Отмеченная трансфинитность скоростей, присущая реальным задачам, влечет за собой трансфинитность управлений, им присущих. Принимая в качестве факторов управления скоростью и частотой поля показатель преломления и показатель отношения, мы обязаны соотнести их с условиями реализации указанной системы движений. Следуя анализу, нужно принять во внимание, что как показатель преломления, так и показатель отношения имеют внешние и внутренние свойства, а также свою динамику. По этим причинам физическая задача анализа релятивистских эффектов может быть сложной.

Заключение

В настоящее время есть экспериментальные факты, математическое и философское обоснование качественно новой, структурной модели света.

Научное издание

Барыкин Виктор Николаевич

**К НОВОМУ КАЧЕСТВУ
ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СВЕТА**

Ответственный за выпуск Владимир Кузьмин

Подписано в печать 19.04.2011.
Формат 60x84^{1/8}. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8,8. Уч.-изд. л. 4,6.
Тираж 50 экз. Заказ 20.

ООО «Ковчег»
ЛИ № 02330/0548599 от 09.07.2009.
Пр. Независимости, 68-19, 220072 г. Минск
Тел./факс: (017) 284 04 33
kovcheg_info@tut.by

ISBN 978-985-7006-10-6



9 789857 006106