Математические структуры и моделирование
2011, вып. 22, с. 33–37

УДК 539.1.01

ГЕОМЕТРОГИДРОДИНАМИКА: ПОПЫТКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

С. А. Сошников

Предлагается простая и наглядная интерпретация уравнений квантовой механики и электромагнитного взаимодействия на основе представлений о динамике искривлённого пространства.

Введение

В 1935 г. Эйнштейн и Розен в работе «Проблема частиц в ОТО» [2] предложили рассматривать соединение «мостом» двух конгруэнтных асимптотически плоских «листов» (решение Шварцшильда) как незаряженную элементарную частицу. В дальнейшем такие «мосты» послужили прототипом известных объектов типа *wormholes*, «кротовые норы», червоточины, горловины. В той же работе для описания заряженных частиц авторами была предложена метрика в виде:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{r_g}{r} - \frac{a^2}{r^2}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r_g}{r} - \frac{a^2}{r^2}} - r^2(d\theta^2 + sin(\theta)^2 d\varphi^2). \qquad (1)$$

По мнению авторов, такая метрика могла быть положена в основу общей релятивистской теории вещества и квантовой теории. Однако для получения такой метрики потребовался тензор энергии–импульса электромагнитного поля с обратным знаком, т. е., по сути дела, с мнимым зарядом.

1. Основная гипотеза

Предлагается следующая гипотеза для обоснования метрики Эйнштейна–Розена (1):

Предполагается, что само Пространство обладает свойствами инерции и текучести (т. е. его поведение должно быть аналогично поведению идеальной

ООО «Омсктехуглерод» (г. Омск).
E-mail: `jin@carbonblack.ru`

несжимаемой жидкости, в которой отсутствует давление), при этом плотность его является постоянной и отрицательной (по знаку) величиной.

Пространство, протекающее через «мост» в том или ином направлении, способно создавать дополнительные взаимодействия между «мостами»-частицами, на порядки по величине отличающиеся от гравитационного и полностью аналогичные в частности взаимодействию при помощи классических полей. Кроме того, сам объект-частица получает при этом дополнительные свойства и особенности в поведении.

2. Электрическое взаимодействие

Для обоснования электрического взаимодействия (закон Кулона) можно провести аналогию между точечными источниками (стоками) в гидродинамике идеальной жидкости и точечными электрическими зарядами. Для последних силовые линии напряжённости электрического поля — точная картинка линий тока жидкости вблизи источника. Скорость движения жидкости вблизи источника обратно пропорциональна квадрату расстояния до его центра — так же ведёт себя напряжённость электрического поля точечного заряда. Для нескольких источников и стоков поле скоростей подчиняется принципу суперпозиции — аналогично ведёт себя электрическое поле системы точечных зарядов. Кроме того, сила взаимодействия источников будет кулоновской, если расстояние между ними намного превосходит размеры самих источников.

В нашем случае «мост», через который протекает Пространство, можно со стороны одного «листа» считать источником, со стороны второго — стоком. Однако следует иметь в виду, что в гидродинамике (и это экспериментально подтверждённый факт [1]) два источника притягиваются. Это происходит из-за особенностей потоков импульса жидкости, исходящей от источников. Пространство же обладает отрицательной плотностью, что при тех же условиях приводит к их отталкиванию.

3. Магнитное взаимодействие

Для наглядности рассмотрим процесс нерелятивистского взаимодействия двух заряженных движущихся частиц. Первая частица создаёт вокруг себя электрическое $\overrightarrow{E}$ и магнитное поле $\overrightarrow{B} = \frac{1}{c^2}[\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{E}]$. Соответственно, сила, действующая на вторую частицу, может быть записана в виде:

$$\overrightarrow{F} = q(\overrightarrow{E} + [\overrightarrow{V_2} \times \overrightarrow{B}]) = q\left(\overrightarrow{E} + \frac{1}{c^2}[\overrightarrow{V_2} \times [\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{E}]]\right) =$$
$$= q\left(\overrightarrow{E}\left(1 - \frac{(\overrightarrow{V_1}\overrightarrow{V_2})}{c^2}\right) + \overrightarrow{V_1}\frac{(\overrightarrow{V_2}\overrightarrow{E})}{c^2}\right).$$

В итоге мы получаем, что с учётом движения частиц несколько меняется «электрическая» составляющая взаимодействия и появляется сила, действующая в направлении движения первой частицы. Такая добавка представляется естественной, если принять изложенную гипотезу.

Из сказанного следует, что поле скоростей движущегося Пространства имеет не три, а шесть степеней свободы. Три из них отвечают за прохождение через «мосты», а три — за движение самих «мостов»-частиц. В этом случае полю локальных скоростей Пространства следует сопоставить вектор Римана–Зильберштейна [3]:

$$\overrightarrow{F} = \overrightarrow{E} + \frac{i}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \overrightarrow{B}$$

Соответственно, если такое движение описывать на языке потенциалов, то их оказывается четыре. В итоге лучший претендент на описание движения Пространства — лагранжиан электромагнитного поля, взятый с обратным знаком (напомним, что плотность постоянна и отрицательна).

4. Квантовая механика

Пусть мы имеем дело с гравитирующим телом, которое издали можно считать сферически симметричным. Тогда элемент пространственной радиальной длины вдали от него можно определить формулой:

$$dl \approx \left(1 - \frac{\Phi}{c^2}\right) dr.$$

Здесь Φ — потенциал гравитационного поля. Он и определяет искривление пространства. Если это отклонение интерпретировать как «неопределённость» радиальной координаты, то можно построить выражение для импульса этой неопределённости, который будет вносить некоторую поправку в выражение для радиальной длины. Учесть это можно с помощью замены:

$$\Phi \to \Phi' = \Phi + \Delta\Phi.$$

Величина $\Delta\Phi$ представляет собой добавку, связанную с градиентом потенциала (силой) и с параметром самой задачи — её характерным гравитационным радиусом:

$$\Delta\Phi = -\frac{\partial \Phi}{\partial r} \frac{a^2}{R_g}.$$

Поскольку $R_g = -\frac{2\Phi}{c^2} r$, тогда

$$\Delta\Phi = \Gamma_r \frac{a^2 c^2}{\hbar r}.$$

Постоянная Планка здесь введена искусственно и использовано обозначение:

$$\Gamma_r = -\frac{\hbar}{2\Phi} \frac{\partial \Phi}{\partial r}. \qquad (2)$$

Величину a^2 определим как произведение гравитационного и комптоновского радиусов:

$$a^2 = \frac{2Gm}{c^2}\frac{\hbar}{mc} = \frac{2G\hbar}{c^3}.$$

Произведённая модификация потенциала приводит и к модификации гравитационного радиуса:

$$r_g = -\frac{2\Phi'}{c^2}r = \frac{2Gm}{c^2}\left(1 + \frac{\Gamma_r}{mc}\right).$$

Такой переход по сути и есть переход к метрике Эйнштейна–Розена (1). Величина Γ_r (назовём её геометрическим импульсом) своим происхождением, очевидно, обязана энергии движущегося Пространства. Из этого, кстати, следует и «происхождение» постоянной Планка. Она связана с плотностью Пространства:

$$\rho_0 \sim \frac{c^5}{\hbar G^2}.$$

Теперь тройке фундаментальных физических констант $c, G, \hbar$ можно противопоставить другую тройку констант — c, G, ρ_0.

Рассмотрим релятивистское уравнение для скалярной частицы. Его классическим пределом является уравнение Гамильтона–Якоби. Последнее, в свою очередь (хотя и включает действие), может быть получено из вариационного принципа, если использовать лагранжиан в виде:

$$L = \rho\left(\eta^{\mu\nu}\frac{\partial S}{\partial x^\mu}\frac{\partial S}{\partial x^\nu} - m^2c^2\right).$$

Здесь ρ можно интерпретировать как обычную плотность вероятности, а можно о ней говорить как о функции «представления» частицы, т. е. как «представлена» частица в той или иной области Пространства своими физическими характеристиками. В частности, она может быть «представлена» своими геометрическими импульсами:

$$\Gamma_\mu = -\frac{\hbar}{2\rho}\frac{\partial\rho}{\partial x^\mu}. \qquad (3)$$

Если теперь функцию Лагранжа (используя стандартное обозначение для 4-импульса $P_\mu = \frac{\partial S}{\partial x^\mu}$) записать в виде:

$$L = \rho(\eta^{\mu\nu}\Gamma_\mu\Gamma_\nu + \eta^{\mu\nu}P_\mu P_\nu - m^2c^2), \qquad (4)$$

то становится очевидным, что речь на самом деле идёт о минимизации разности между суммами квадратов всех видов импульсов частицы и квадрата её собственного импульса mc. Последнее выражение и есть, очевидно, лагранжиан для уравнения скалярной частицы. Если воспользоваться стандартным представлением волновой функции

$$\Psi = \sqrt{\rho}\exp\left(i\frac{S}{\hbar}\right),$$

то лагранжиан (4) принимает вид:

$$L = \hbar^2\eta^{\mu\nu}\frac{\partial\Psi^*}{\partial x^\mu}\frac{\partial\Psi}{\partial x^\nu} - m^2c^2\Psi^*\Psi.$$

Выводы

Если принять предложенную модель, то наряду с достаточно простой интерпретацией электромагнитных и квантово-механических свойств частиц можно также говорить и о рамках применимости тех или иных теорий. Однако наиболее интересным представляется то обстоятельство, что на достаточно малых расстояниях ($r < \frac{a^2}{r_g}$) взаимодействие между частицами может приобрести новые характеристики, что даст возможность интерпретировать и описать другие виды взаимодействий.

Литература

1. Станюкович К. П. Взаимодействие двух тел, «излучающих» потоки газа // Докл. АН СССР. 1958. №4. С. 119.
2. Einstein A., Rosen N. The Particle Problem in the General Theory of Relativity // Phys. Rev. 1935. Vol. 48. P. 73–77.
3. Silberstein L. Electromagnetische Grundgleichungen in bivectorieller Behandlung // Annalen der Physik. 1907. Vol. 22. P. 579.