Релятивистские уравнения квантовой механики в теории порожденного пространства-времени-материи

Смирнов А.Н.

andreysxxxx@gmail.com

Аннотация

Выведено уравнение Клейна-Гордона для свободной частицы в рамках теории порожденного пространства-времени-материи. Выведено уравнение Дирака для свободной частицы в рамках теории порожденного пространства-времени-материи.

Введение

В предыдущих статьях [1] и [2] было показано, что в теории порожденного пространства-времени-материи (далее ППВМ-теория) максимальная скорость взаимодействия должна быть одинаковой во всех системах отсчета. Было также показано что законы физики должны быть одинаковы во всех системах отсчета, пространство и время однородны. Также было показано отсутствие выделенной системы отсчета и изотропность пространства. Был выведен принцип эквивалентности Эйнштейна. В статье где объясняется инерция с точки зрения ППВМ-теории [3] показано, как и почему возникает инерция. В статье “Эмерджентное время и антропный принцип”[4] показано как связана эмерджентность времени с антропным принципом. В статье “Специальная теория относительности в теории порожденного пространства-времени-материи”[5] показан вывод преобразований Лоренца на основе ППВМ-теории. В статье “Масса в теории порожденного пространства-времени-материи”[6] сделан ряд предположений о свойствах поля Метавселенной, позволяющие получить релятивистскую механику. В статье “Общая теория относительности в теории порожденного пространства-времени-материи” [7] показан вывод уравнений общей теории относительности из модели ППВМ-теории.

Для дальнейшего развития ППВМ-теории необходимо, в рамках модели теории, получить уравнения квантовой механики инвариантные относительно преобразований Лоренца

Уравнения Клейна-Гордона-Фока

В статье “Пространство-время и материя как порожденные явления” [2] из модели ППВМ-теории было получено уравнение Шредингера. Это уравнение было получено в нерелятивистском приближении.

Хотелось бы получить уравнение для свободной частицы, описывающее эволюцию волновой функции, и которое было бы инвариантно относительно преобразований Лоренца. Уравнение ищется для свободной частицы по причине того что пока в ППВМ-теории не полностью определены поля. Имеется только уравнение для гравитационного поля, уравнения для электромагнитного поля и для других полей пока не получены.

Уравнение Шрёдингера для свободной частицы записывается так (использованы единицы где $h = c = 1$):

$$\frac{\hat{p}^2}{2m}\psi = i\partial_t\psi$$

где $\hat{p} = -i\nabla$ - оператор импульса, оператор же $\hat{E} = i\partial_t$ — будем называть, в отличие от гамильтониана, просто оператором энергии.

Уравнение Шрёдингера не является релятивистски ковариантным, то есть не согласуется со специальной теорией относительности (СТО).

Используем релятивистское дисперсионное (связывающее энергию и импульс) соотношение (из СТО):

$$p^2 + m^2 = E^2$$

Тогда просто подставляя квантово-механические оператор импульса и оператор энергии — получаем:

$$((-i\nabla)^2 + m^2)\psi = i^2 {\partial_t}^2 \psi$$

Его также можно записать как:

$$\partial_x^2\psi + \partial_y^2\psi + \partial_z^2\psi - \frac{1}{c^2}\partial_t^2\psi - \frac{m^2c^2}{h^2}\psi = 0$$

Отмечу, что в уравнении 18 из статьи “Пространство-время и материя как порожденные явления” [2], имеется некоторый оператор. То что это именно гамильтониан с соответствующими коэффициентами, является предположением. Следовательно, остается развивать теорию в рамках этого предположения, но когда-то в будущем потребуется доказать что гамильтониан действительно следует из ППВМ-теории. Пока же я продолжаю использовать это предположение. При этом, с учетом полученных в предыдущих статьях уравнений, релятивистское уравнение для волновой функции должно содержать массу. Причина заключается в том, что уравнение должно быть инвариантно относительно преобразований Лоренца, и если уравнение волновой функции не содержит массу, то не будет и инварианта. В уравнении выше масса имеется, тем самым это подкрепляет предположение о том что в уравнении 18 находится именно гамильтониан.

Частицы со спином

Прежде чем перейти к выводу следующего уравнения, необходимо понять как в ППВМ-теории описывать частицы со спином. В статье “Пространство-время и материя как порожденные явления” [2] имеется уравнение 35, описывающее разложение скалярного поля Метавселенной по базису функций элементарных частиц. Для того чтобы описать спин, необходимо добавить возможность нескольких наборов функций разложения для одной частицы. Тем самым уравнение разложения скалярного поля можно переписать как:

$$f(\vec{r}) = f_{ext}(\vec{r}) + \sum_{p=1}^{p=A}\sum_{k=1}^{k=N_p}\sum_{i=iMin}^{i=iMax}\sum_{s=1}^{s=N(k)} u_{ikps}w_{ips}(L, \vec{r}, t, \overrightarrow{v_t}(\vec{r}), l(\vec{r} - \overrightarrow{r_{kp}}, t), c) \quad [1]$$

Здесь u_{ikps} – коэффициенты разложения, w_{ips} – функции по которым идет разложение. s – суммирование по разным наборам функций разложения, идет от 1 до функции $N(k)$, где k это суммирование по разных типам элементарных частиц. $N(k)$ равно 1 для частиц со спином 0, для спина ½ значение будет 2 и т.д.

Одному типу элементарных частиц, тем самым, будет соответствовать несколько наборов функций разложения. Количество этих наборов зависит от спина. С учетом известных свойств частиц со спином, нельзя сказать что функции разложения для состояний спина являются независимыми. При независимых функциях разложения, состояния отличающиеся спином могут иметь полностью различные характеристики, чего не наблюдается. Поэтому, остается предположить, что функции между собой связаны. С учетом того что функции разложения могут быть не симметричными по отношению к повороту в порожденном трехмерном пространстве, возможное объяснение связи функций:

$$w_{ip(s+1)} = pw_{ips} \qquad [2]$$

Здесь p – оператор вращения в трехмерном пространстве. Для случая когда у частицы спин ноль, оператор переводит функцию саму в себя. Для случая спина ½

$$w_{ips} = ppw_{ips}$$

два применения оператора спина переводят функцию саму в себя. Для других значений спина аналогично, меняется только количество применений оператора. Почему свойства спина именно такие, планируется рассмотреть в одной из следующих статей.

Таким образом, найдено как описывать волновую функцию для частиц со спином.

Уравнение Дирака

После добавления в разложение скалярного поля Метавселенной нескольких наборов функция для одной элементарной частицы, задача вывода уравнения Дирака свелась к известной. Для вывода уравнения Дирака в рамках ППВМ-теории достаточно повторить ровно то же предположение, что и сделал Дирак, про производные по пространственным координатам только первого порядка. Соответственно, можно использовать известные способы получения этого уравнения, описанные во многих учебниках. И как известно, уравнение Дирака удовлетворяет уравнению Клейна-Гордона.

Заключение

В рамках модели ППВМ-теории выведены уравнения Клейна-Гордона, инвариантные относительно уравнений специальной теории относительности. Получено также уравнение Дирака.

Для поддержки частиц со спинов, внесено изменение в уравнение разложения скалярного поля Метавселенной. Для частиц с ненулевым спином, должно существовать несколько функций разложения.

С учетом выведенных в предыдущих статьях уравнений СТО и ОТО, это подтверждает способность ППВМ-теории объединить общую теорию относительности и квантовую механику в рамках единой теории.

Литература

[1] Smirnov A.N. Spacetime and matter as emergent phenomena, Global journal of physics, 2016, Vol 4 No 3

[2] Smirnov A.N. Spacetime and matter as emergent phenomena, unified field theory. Vixra, http://vixra.org/abs/1611.0288

[3] Smirnov A.N. Inertia. Vixra, http://vixra.org/abs/1710.0200

[4] Smirnov A.N. Emergent Time and Anthropic Principle. Vixra, http://vixra.org/abs/1709.0374

[5] Smirnov A.N. Special Theory of Relativity in the Theory of Emergent Space-Time-Matter. Vixra, http://vixra.org/abs/1711.0125
[6] Smirnov A.N. Mass, Energy and Force in the Theory of Emergent Space-Time-Matter. Vixra, http://vixra.org/abs/1712.0383

[7] Smirnov A.N. General Theory of Relativity in the Theory of Emergent Space-Time-Matter. Vixra, http://vixra.org/abs/1801.0057