

УДК 530.1

Л. А. Ротт, профессор

### КВАНТ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

It is shown that the gravitation quant can be derived considering transformation of number of particles during system evolution.

**Введение.** Предполагаемое существование кванта гравитации наряду с другим квантом – фотоном может стать предметом единого квантовомеханического рассмотрения. Между ними обнаруживаются глубокие связи, хотя происхождение их носит принципиально разный характер.

Для кванта света естественной характеристикой является частота. Но что же послужит первой характеристикой гравитации? Тут и возникает решающее различие квантов.

Излучение кванта электромагнитного поля связано только с вероятностным перераспределением составляющих частиц подсистем атома (электронов, нуклонов) с их неизменными собственными характеристиками. Другое дело с излучением кванта гравитации. Наличие феноменологического (ньютоновского) ускорения не связано напрямую с внутренним квантовым механизмом тела, хотя такая связь, безусловно, существует. Воздействие кванта гравитации на пространственную ориентацию тела указывает на принципиальное отличие от фотона.

Если бы гравитация была связана с перестройкой всей системы нуклонов ядра, то, в принципе, не было бы разницы между двумя разнородными квантами. Фотон – следствие перестройки всей подсистемы, квант гравитации порождается частью нуклонов. Ситуация совершенно иная в силу того, что квант гравитации связан с особым состоянием части нуклонов, способных отличиться от остальных своей самоорганизацией (назовем это коллективизацией). Такое состояние не может быть долгоживущим. Оно носит различный групповой характер. Но главное состоит в приобретении новых коллективных свойств, способности группы нуклонов как единого целого поглощать и испускать более легкие частицы (виртуальные кварки) или кванты полевой энергии. В единый связанный процесс последовательно включаются все частицы ансамбля.

Квантовомеханическое описание дополняется реализацией самосогласованного процесса с новыми собственными динамическими характеристиками. Такова исходная посылка развиваемой теории.

Поглощение виртуальной частицы или кванта полевой энергии (фотона) связано с пространственным перераспределением системы частиц с их неизменными собственными характеристиками. Но такому вовсе не единственному подходу квантовой механики можно указать альтернативное предположение, которое приводит к конкретным физическим следствиям (кванту гравитации). Связано оно с возможностью, из-за неполного знания характера взаимодействия частиц, кратковременного образования группы частиц в одном коллективизированном состоянии со своими динамическими характеристиками. Это не требует пространственной перестройки, а остается в рамках одной и той же конфигурации, но с переменным числом коллективизированных частиц. Имеет место периодическая сменяемость трансформированных и нормальных частиц.

**1. Квантовая механика системы частиц с переменными свойствами.** Исходные физические представления о рассматриваемой системе сводятся к следующему: имеется базисный набор  $N$  индивидуальных частиц, каждая из которых характеризуется одной и той же конечной совокупностью свойств. Базисному набору  $N$  частиц приписаны соответствующие координаты  $r_1, r_2, \dots, r_N$  (считаем частицы точечными). Далее полагаем, что свойства частиц не сохраняются неизменными. Имеет место периодическая смена части свойств из-за сложного характера взаимодействия частиц, т. е. происходит трансформация (исчезновение и восстановление всех индивидуальных характеристик у части частиц). Все это является собственным свойством исходной системы.

Пусть из виртуальной совокупности  $N$  частиц сохраняют начальные свойства  $n$  частиц, определяемых координатами  $\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j, \dots, \mathbf{r}_n$ . «Продолжительность» существования подсистемы обозначим через интервал  $\Delta p_k$ . Слово «продолжительность» взято в кавычки, поскольку оно априори не означает физически наблюдаемое время. Сумма всех временных интервалов равна единице (периоду).

За полный период система полностью себя повторяет. В течение этого периода имеет место следующая трансформация чисел, полностью сохраняющих свои свойства частиц среды

$$n_1^{(i)} \rightarrow n_2^{(i)} \rightarrow \dots \rightarrow n_{M_i}^{(i)}, \quad n_{M_i}^{(i)} = n_1^{(i)} = n \quad (1)$$

с соответствующими «временами жизни»  $\Delta p_1^{(i)}, \Delta p_2^{(i)}, \dots, \Delta p_{M_i}^{(i)}$ , удовлетворяющими условию

$$\sum_{k=1}^{M_i} \Delta p_k^{(i)} = 1, \quad (2)$$

где  $\Delta p_k$  имеет смысл вероятности пребывания среды в состоянии с числом  $n_k$  «нормальных» базисных частиц. Индекс  $i$  означает номер «траектории» развития системы в смысле (1), которая не оказывается единственной.

Располагая значениями  $\Delta p$ , можно вычислить среднее значение числа нормальных частиц за полный период трансформации системы. Оно равно  $\bar{n}_i$  и

$$\bar{n}_i = \sum_{k=1}^{M_i} n_k^{(i)} \Delta p_k^{(i)}. \quad (3)$$

Вспользуемся также средней энергией  $\bar{E}_{\bar{n}_i}$ . На каждой траектории  $\bar{n}_i$  и  $\bar{E}_{\bar{n}_i}$  являются интегралами естественного развития системы. Наряду с  $\bar{E}_{\bar{n}_i}$  вводится и потенциал трансформации как разность между интегралом полной энергии исходной недеформированной базисной системы и  $\bar{E}_{\bar{n}_i}$ .

Располагая значениями (3), можно оценить среднее значение общей массы трансформируемой части частиц:

$$\Delta M_i = m(N - \bar{n}_i), \quad (4)$$

где  $m$  — масса нормальной частицы (нуклона ядра). Таким образом, масса трансформируемой отдельной частицы отсутствует в теории и отражается лишь в интегральной характеристике.

Физически наблюдаемым конечным процессом является набор последовательных квантовых переходов системы частиц с одной тра-

ектории трансформации на другую в результате поглощения (испускания) ею частицы или кванта полевой энергии.

При квантовом переходе среднее значение  $\bar{n}_i$  сменяется на  $\bar{n}_j$  и массовое число трансформируемой части частиц изменяется на  $\Delta M_{ij} = \Delta M_i - \Delta M_j$ :

$$\Delta M_{ij} = m(\bar{n}_i - \bar{n}_j), \quad i < j, \quad \bar{n}_i > \bar{n}_j. \quad (5)$$

Тогда поглощаемая энергия  $\epsilon$  также пропорциональна разности  $\Delta \bar{n}_{ij} = \bar{n}_i - \bar{n}_j$  и

$$\epsilon_{ij} = \alpha m \Delta \bar{n}_{ij}, \quad (6)$$

где коэффициент  $\alpha$ , имеющий размерность квадрата скорости, является собственной характеристикой среды.

При неизбежном самосогласованном поведении всех частиц имеет место дифференцированная роль нуклонов. Трансформация может коснуться одновременно группы частиц, которые как бы коллективизируются, остальные же сохраняют свои индивидуальные свойства. Такое состояние последовательно сменяется во времени.

В рассматриваемом формализме система приобретает дополнительные степени свободы благодаря трансформации части частиц. Присущие конденсированному состоянию молекулярных систем весьма высокие плотности указывают на возможность введения последовательных приближений в описании их статистических свойств. Для этого вводится последовательность двухиндексных коррелятивных функций  $F_{sk}$ , которые описывают не состояния отдельных групп молекул, а отдельные состояния всей совокупности частиц. Указанная идея лежит в основе статистического метода условных распределений [1]. С его помощью впервые единым образом описаны все виды фазовых переходов первого рода.

Метод условных распределений применим и для квантовых систем при интенсификации флуктуационного механизма. Математическим аналогом описываемых здесь квантовых систем являются интегро-дифференциальные уравнения в методе коррелятивных функций условных распределений.

**2. Квант гравитации.** Коллективизированная часть нуклонов выступает как индивидуальный объект со своими собственными динамическими характеристиками (массой, скоростью, ускорением), включая время существования (до распада)  $\Delta p$ . Новообразование способно поглощать (излучать) квант полевой энергии. Последнее означает, что в (5)

$$\Delta \bar{n}_{ij} = \bar{n}_i - \bar{n}_j = 0. \quad (7)$$

При этом, конечно, траектории  $i$  и  $j$  различаются в смысле (1). Но в отличие от (7) интегралы энергии неодинаковые. Разность последних и есть энергия кванта  $\varepsilon$ . В (6) коэффициент  $\alpha$  обращается в бесконечность.

В любом неорганическом твердом теле имеет место в той или иной мере согласованная трансформация ядер атомов в смысле (1). Периодически возникает коллективизированная часть нуклонов. Она и воспринимает воздействие гравитационного поля, поглощая квант его энергии.

Энергия поглощенного кванта  $\varepsilon$  должна быть пропорциональна продолжительности существования коллективизированной части ядра атома  $\Delta p$ , т. е.

$$\varepsilon = \beta \Delta p. \quad (8)$$

Характеристика  $\Delta p$  принципиально отличается от характеристики фотона (частоты  $\nu$ ). Связь между ними обнаружится ниже (п. 3).

Результатом воздействия кванта является приобретенное ускорение  $a$ , что и отражает наличие силы притяжения к центру гравитационного поля.

Не будь у ядра атома состояния (1), оно не подвергалось бы воздействию поля. При отсутствии при этом дополнительных межатомных связей направление скоростей и ускорений носило бы хаотический характер. В противоположном состоянии это совсем не так: возникает самоорганизация твердого тела. Ускорения атомов носят согласованное направление в поле тяжести.

Теперь энергию кванта можно записать в виде работы силы тяжести:

$$\varepsilon = ma\Delta R, \quad (9)$$

где смещение  $\Delta R$  запишется в виде

$$\Delta R = u\Delta p. \quad (10)$$

Заметим, что в (9) масса ядра  $m$  еще не определена. А  $u$  — скорость кванта, и она не должна быть заведомо одинаковой для всех квантовых переходов ядра. Кванты поля могут иметь разные скорости.

Используя (10) в (9), представим последнее в виде

$$\varepsilon = mv^*u. \quad (11)$$

где  $v^*$  — квазискорость, которая будет играть важную роль.

Следуя СТО, запишем выражение для интервала  $ds$  в пространстве времени с помощью скорости  $u$ , т. е.

$$ds^2 = u^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \quad (12)$$

и, соответственно,

$$ds' = udt' = \lambda ds, \quad \lambda = \text{const}. \quad (13)$$

Тогда действие  $S$  запишется в виде (см. [2])

$$S = -k \int_a^b ds = \int_{t_1}^{t_2} L dt.$$

Здесь  $k$  — постоянная величина;  $L$  — лагранжиан,  $L = -ku\sqrt{1 - (v^2/u^2)}$ .

Энергия одного ядра атома  $E$

$$E = \mathbf{p}\mathbf{v} - L = \frac{ku}{\sqrt{1 - (v^2/u^2)}}, \quad (14)$$

где  $\mathbf{v}$  — скорость твердого тела;  $\mathbf{p}$  — импульс ( $\mathbf{p} = \frac{\partial L}{\partial \mathbf{v}}$ ).

При  $v \ll u$

$$E = ku + \frac{kv^2}{2u}, \quad (15)$$

и неправильно было бы положить заведомо во втором слагаемом (15)  $k/u = m$ . В действительности  $k = \alpha = mv^*$ , т. к. первое слагаемое есть энергия кванта — внутренняя энергия ядра  $\varepsilon$  (здесь  $\alpha$  отличается от  $\alpha$  в (6)). Перепишем (15) в явном виде

$$E = mv^*u + \frac{mv^*v^2}{2u}. \quad (16)$$

Если переопределить величину  $m$ , то (16) примет вид

$$E = m'u^2 + \frac{m'v^2}{2}, \quad (17)$$

и первое слагаемое в (17) вовсе не означает известное  $mc^2$ . Действительно, масса атома (без электронной подсистемы) не  $m$ , а  $m'$ . Масса как физический параметр вещества определяется коллективизированной частью нуклонов.

Рассмотрим основополагающее условие (13). Представим интервал  $\Delta p$ , определяющий энергию кванта гравитации в (9), в виде суммы

$$\Delta t = \Delta p + \Delta_2 p, \quad (18)$$

где  $\Delta t$  — феноменологический элемент времени, а  $\Delta_2 p$  — малая величина второго порядка. Тогда в классическом приближении ( $v \ll u$ )

$$\begin{aligned} \varepsilon &= mau\Delta t - mau\Delta_2 p = \\ &= maudt \left( 1 - \frac{v^2}{2u^2} \right) = mads, \end{aligned} \quad (19)$$

т. к.  $\Delta_2 p / \Delta t \ll 1$ .

При  $v = 0$  такая же энергия кванта возникает при переходе с другого бесконечно близкого

квантового уровня коллективизированной группы нуклонов:

$$\varepsilon' = \varepsilon - \Delta\varepsilon = ma'u'\Delta p'. \quad (20)$$

Ограничимся первым приближением

$$\begin{aligned} \varepsilon &= mau\Delta p' = mau\Delta t' - mau\Delta_2 p + \Delta\varepsilon = \\ &= mauidt' = mads' = \varepsilon. \end{aligned}$$

Отсюда следует (13).

**3. Переход от кванта гравитации к фотону.** Формально можно было ожидать, что в системе электронов атома имеет место, хотя и в меньшей мере, коллективизация части частиц. Ранее было показано, что это существенно в органической клетке. В неорганическом твердом теле оно практически не осуществляется и все электроны сохраняют свою индивидуальность.

Последнее означает, что  $\bar{n}_i$  и  $\bar{n}_j$  стремятся к своему базисному значению  $N$ , а интервал времени  $\Delta p$  обращается в бесконечность. В свою очередь, и относительное ускорение центра масс электронов обращается в нуль. Тогда в выражении (9), но уже для системы электронов, появляется неопределенная форма  $0 \cdot \infty$ , которую обозначим конечным значением  $\tilde{v}$ .

Ситуация принципиально иная: конечно,  $\Delta p$  не может служить характеристикой кванта (фотона). А обращение ускорения  $a$  в нуль (независимо от пространственного положения твердого тела) означает постоянство скорости фотона  $u$ , равной  $c$ .

Излучение (поглощение) фотона электронной системой связано с изменением плотности распределения электронов, т. е. с частотой распределения узлов квадрата модуля волновой функции. Частота и становится характеристикой кванта.

Энергию фотона можно представить двумя способами: через предельное выражение кванта гравитации (11) и, с другой стороны, планковским выражением. Приравнявая их, запишем

$$m\tilde{v}u = h\nu. \quad (21)$$

Так как у фотона, как уже отмечалось,  $u = c$ , получим

$$\tilde{v} = \frac{h\nu}{mc}. \quad (22)$$

Общее выражение энергии покоя твердого тела  $\alpha u$  содержит энергию двух потенциальных квантов излучения — гравитации и фотона. Для одного атома можно записать

$$\alpha u = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = m_1\tilde{v}_1 u + m_2\tilde{v}_2 c. \quad (23)$$

После переопределения  $m_1$  и  $m_2$  запишем (23) в виде

$$\alpha u = (m'_1 + m'_2)u^2, \quad (24)$$

где сумма в скобках и есть реальная масса атома.

В предельном переходе к классической механике ( $v \ll c$ )

$$E = m'_1 u^2 + m'_2 c^2 + \frac{m'_1 + m'_2}{2} \frac{c}{u} v^2. \quad (25)$$

Если  $u = c$ , то получим известное значение полной энергии:

$$E = mc^2 + \frac{mv^2}{2}.$$

Но в общем случае  $u \neq c$  и собственная энергия покоя тела определяется двумя динамическими механизмами микроструктуры атома.

ОТО должна строиться на сочетании гравитационного пространства-времени и, соответственно, электромагнитного, кванты полей которых образуют общую столкновительную систему. Прямое взаимодействие (соударения) квантов с учетом их концентраций, направленности и разности скоростей приводят к многочисленным физическим следствиям.

### Литература

1. Ротт Л. А. Статистическая теория молекулярных систем. Метод коррелятивных функций условных распределений. — М.: Наука, 1979.
2. Fortsch. der Physik. — 1975. — В. 23. — Р. 133–164.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — М.: Наука, 1967.