Голографический интервал пространства-времени

Куюков Виталий Петрович

vitalik.kayukov@mail.ru

Открытие Бекенштейна и Хокинга в физике черных дыр заставляет рассматривать связь между геометрией пространства-времени и квантовой информации. Основной результат гласит, что площадь горизонта событий черной дыры пропорционально энтропии. Дальнейшее применение этого закона для определения природы пространства-времени не ясно.

В этой работе делается попытка получить всю геометрию пространства-времени Минковского исходя из двух положений.

1. Рассматривать квантовое состояние в координатном представлении

$$\Psi = c \cdot e^{i\,k\,r}$$

Где комплексное конфигурационное пространство будет исходным многообразием, откуда появится геометрия пространство-время

2. Голографический принцип.

$$N = \frac{A}{4l_p^2}$$

$$l_p^2 = \frac{Gh}{c^3}$$

Применение результатов Бекенштейна и Хокинга для границ в обобщенном представлении для первого положения.

Рассмотрим площадь границы в обобщенном представлении для комплексного конфигурационного пространства

$$A = 4\pi\, r\, \tilde{r}$$

Где фаза квантового состояния определяется максимальное количество состояний на поверхности границы

$$\varphi = N = \frac{A}{4l_p^2} = \frac{\pi}{l_p^2} r\,\tilde{r} \; = k\, r$$

Отсюда обобщенные координаты для волновых чисел

$$\tilde{r} \; = \frac{l_p^2}{\pi} k$$

В этом случае волновую функцию можно представить в голографическом виде

$$\Psi = c \cdot e^{\,i \frac{\pi}{l_p^2}\, r\, \tilde{r}}$$

Эти введенные координаты позволяют ввести прямое расстояние в комплексном конфигурационном пространстве состояний.

$$s^2 = (r + i\,\tilde{r}\,)(r - i\,\tilde{r}\,) = r^2 + \tilde{r}^{\,2}$$

Таким образом, расстояние будет иметь следующий вид

$$s^2 = r^2 + \left(\frac{l_p^2}{\pi}k\right)^2$$

Голографический принцип позволяет ввести евклидовое расстояние для комплексного конфигурационного пространства.

1. Туннелирование волновой функции Вселенной и голографический интервал

В современной физике пытаются объединить квантовую теорию и гравитацию. Один из подходов, которое рассматривается это найти волновую функцию всей Вселенной.

$$\Psi(g) = \int e^{i\int \left(L_{EG} + L_m\right) d\Omega} \{dg\}$$

Проблема в таком подходе, исчезает время при каноническом квантовании.

$$H\,\Psi = 0$$

Здесь будем рассматривать не в метрическом, а в координатном представлении для волновой функции Вселенной относительно любой точки внутри Вселенной.

$$\Psi(g) \rightarrow \Psi_{max}(x,y,z)$$

Как известно в операторном координатном представлении, волновая функция будет

$$-\,i\,\nabla\Psi_{max} = k_{max}\Psi_{max}$$

Рассмотрим два варианта

Первый, волновое число равно нулю для координатной волновой функции Вселенной (не наблюдаемо)

$$k_{max} = 0$$

Второй, тоже не наблюдаемо, если волновое число есть мнимое число.

$$k_{max} = i\,q$$

Этот вариант приводит к тому, что волновая функция туннелирует через любую относительно заданной точки границу пространства.

$$-\,i\,\nabla\Psi_{max} = i\,q\,\Psi_{max}$$

Введем понятие голографической энтропии, как натуральный логарифм от вероятности, определяемый волновой функцией Вселенной.

$$S =- \ln (P) =- 2 \ln \left(\Psi_{max} \right)$$

В этом случае можно определить градиент голографической энтропии на границе пространства

$$\nabla S = 2\ q$$

$$\nabla S^2 = \left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial z}\right)^2$$

В этом случае расстояние в комплексном конфигурационном пространстве состояний для координатной волновой функции Вселенной будет

$$s^2 = r^2 + \left(\frac{l_p^2}{\pi} k\right)^2 = r^2 - \left(\frac{l_p^2}{\pi} q\right)^2$$

Как видно, это расстояние является псевдоевклидовым, если волновая функция Вселенной туннелирует в координатном преставлении, причем изотропно во всех направлениях.

$$s^2 = r^2 - \left(\frac{l_p^2}{2\pi} \nabla S\right)^2$$

2. Голографический интервал пространства-времени

Голографический интервал имеет схожесть с пространственно-временным интервалом

$$s^2 = r^2 - \left(\frac{l_p^2}{2\pi} \nabla S\right)^2$$

$$s^2 = r^2 - (c\ t)^2$$

Здесь будем считать, это совпадение не случайным, а фундаментальным следствием геометрии пространства-времени из голографического интервала.

Тогда время имеет новое голографическое определение. Время пропорционально модулю градиенту голографической энтропии запутывания в точке плоскости пространства относительно точки начала.

$$t = \frac{l_p^2}{2\pi c} \, |q|$$

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^3} \, |\nabla S|$$

Таким образом, возникновение времени связано с голографической энтропии запутывания на границе пространства, где ее природа следует из туннелирования волновой функции.

Градиент энтропии справедливо не только для плоскости, но и для сферического экрана с точкой начала в центре.

$$|\nabla S| = \frac{\partial S}{\partial r}$$

В том случае время определяется через градиент энтропии запутывания на точках границы сфере.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{\partial S}{\partial r}$$

Это результат позволяет получит, энтропию Бекенштейна-Хокинга для горизонта событий световой сферы.

$$s^2 = r^2 - \left(\frac{l_p^2}{2\pi}\frac{\partial S}{\partial r}\right)^2 = 0$$

$$S_{BH} = \frac{A}{4l_p^2}$$

Если расстояние от начала до заданной точки является функцией только расстояния

$$r = r(x,y,z)$$

Тогда градиент энтропии запутывания на сфере можно определить как полное отношение

$$\frac{\partial S}{\partial r} = \frac{S}{r}$$

В этом случае время пропорционально отношению энтропию запутывания на границе сферы к ее радиусу.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{S(r)}{r}$$

Это и есть определение голографического времени. Где энтропия запутывания на границе сферы определяет энтропию запутывания между пространством внутри сферы и пространством вне сферы.

3. Голографическое гравитационное замедление времени

Рассмотрим прошлый результат, определение голографического времени.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{S(r)}{r}$$

Если голографическая энтропия запутывания на границе сферы изменяется, то по формуле меняется и время на границе

$$\Delta t(r) = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{\Delta S(r)}{r}$$

В теории информации изменение энтропии связано с передачей информации между системами

$$\Delta S = I_{max}$$

Пусть в центре сферы будет массивное. Будем считать, что тело на квантовом уровне посредством запутывания обменивается квантовой информацией с окружающим пространством.

Максимальная скорость получения информации , определяется теоремой Марголиса-Ливитина.

$$I_{max} = \frac{2\pi\, Mc^2\, r}{h}$$

В этом случае на границе сферы энтропия запутывания пространств внутри и снаружи сферы меняется, а значит и голографическое время.

$$\Delta t(r) = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{I_{max}}{r}$$

Отсюда получается основной результата общей теории относительности , гравитационное замедление времени.

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{GM}{c^2 r}$$

Как видно определение голографического времени, ничем не отличается от других определений времени с помощью световых или других устройств.

В общем виде голографическое время можно определить в следующем виде

$$\delta t(r) = \frac{Gh}{2\pi c^3}\frac{\delta S(r)}{r}$$

Или интегральном виде время определяется, как интеграл по произвольной замкнутой поверхности.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^3}\int_A \frac{\delta S}{r}$$

Это определение очень походит на определение гравитационного потенциала. Только вместо гравитационного потенциала получается голографическое время, а вместо массы голографическая энтропия запутывания по замкнутой поверхности.