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.

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

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

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

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

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 конфигурационного пространства состояний.

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

Таким образом, расстояние будет иметь следующий вид

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

Голографический принцип возможно ввести евклидовое расстояние для комплексного конфигурационного пространства.

1. Туннелирование вакуума и голографический интервал

Рассмотрим применение нового интервала прошлой главы для состояния вакуума. Вакуум описывается обычно в квантовой теории поля квантовым состоянием в импульсном представлении.

$$\Psi = \Psi(k)$$

Операторном представлении это связано с коодинатами.

$$-i\frac{\partial}{\partial k_\alpha}\Psi(k) = x_\alpha \Psi(k)$$

Рассмотрим два варианта

$$< E >= 0, \; < k_\alpha >= 0$$

$$< E >= 0, \qquad k_\alpha k^\alpha < 0$$

Первое, энергия и импульс для вакуума равно нулю(не наблюдаемо). Второй, тоже не наблюдаемо, импульс есть мнимое число.

$$k^2 =- q^2$$

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

$$-\frac{\partial}{\partial q_\alpha}\Psi(k) = x_\alpha \Psi(k)$$

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

$$S = -\ln|\Psi(k)|^2 = -2\ln\Psi(k)$$

$$\delta S = 2\, r\, \delta q$$

В этом случае можно определить голографической энтропии на сферической границе пространства
В этом случае расстояние в комплексном конфигурационном пространстве для волновой функции вакуума

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

Как видно, это расстояние является псевдоевклидовым, если волновая функция вакуума туннелирует

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

Вакуум туннелирует в импульсном представлении, причем изотропно во всех направлениях.

2. Голографический интервал пространства-времени

Голографический интервал имеет схожесть с пространственно-временным интервалом

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

$$s^2 = r^2 - (ct)^2$$

Здесь будем считать, это совпадение не случайным, а фундаментальным следствием геометрии пространство-времени из голографического интервала.
Тогда время имеет новое голографическое определение. Время пропорционально интегралу от голографической энтропии запутывания от места точки начала до точки на замкнутой поверхности.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^4}\int_A \frac{\delta S}{r}$$

Таким образом, возникновение времени связано с голографической энтропией запутывания на границе пространства, где ее природа следует из туннелирования волновой функции. Для сферического экрана с точкой начала в центре.

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^4} \frac{S(r)}{r}$$

Где энтропия запутывания на границе сферы определяет энтропию запутывания между пространством внутри сферы и пространством вне сферы.
Промежуток времени во всех точках одинаков, то можно найти время как градиент энтропии на экране

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^4} \frac{\partial S(r)}{\partial r}$$

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

$$s^2 = r^2 - (ct)^2 = 0$$

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

Если расстояние от начала до заданной точки отходит только постоянное расстояние
Тогда градиент энтропии запутывания на сфере можно определить как полное отношение

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

В случае плоского экрана время пропорционально градиенту энтропию запутывания на

$$t = \frac{Gh}{2\pi c^4} |\nabla S|$$

Это и есть определение голографического времени.

1. Гравитационное замедление времени и энтропия запутывания

Воспользуемся определение того, что время это энтропия запутывания между пространством внутри сферы и пространством снаружи, отнесенная к ее радиусу.

$$t(R) = \frac{Gh}{4\pi c^4} \frac{S(R)}{R}$$

Пусть в центре сферы помещается тело с массой M. Если тело будет влиять на энтропию запутывания пространства, то это изменит ход течения времени на поверхности сферы.

$$\Delta t = \frac{Gh}{4\pi c^4} \frac{\Delta S}{R}$$

Изменение энтропии в системе происходит когда система может получать или передавать информацию.

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

Пусть тело в центре сферы будет обрабатывать информацию, эту информацию может получать на квантовом уровне посредством запутывания с окружающим пространством. Максимальное скорость обработки информации для тела с массой дается теоремой Марголиса-Ливитина.

$$I_{max} = \frac{4\pi\ M\ c^2}{h} t$$

В этом случае энтропия запутывания на границе сферы изменится, если квантовая информация пересекает поверхность сферы.

$$\Delta t = \frac{Gh}{4\pi c^4} \frac{I_{max}}{R} = \frac{Gh}{4\pi c^4} \frac{4\pi\ M\ c^2}{h\ R} t$$

Отсюда получается, что время измениться на границе сферы, если энтропия запутывания между пространством внутри сферы и пространством снаружи изменяется за счет передачи квантовой информации .

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{G\ M}{c^2 R}$$

Эта есть формула гравитационного замедления времени. Таким образом новое определение времени через энтропию запутывания пространства неплохого описывает главный эффект общей теории относительности.

Эта новая парадигма возникающего времени из запутывания пространства может дать новые детали о природе гравитации.