

О рельефе черных дыр

(05.09.2013)

Часто применительно к черным дырам (ЧД) ссылаются на знаменитую теорему Уилера об “отсутствии волос у черной” дыры. Однако эта теорема справедлива исключительно для *уединенной стационарной* ЧД, и *только* при этом условии последняя описывается *всего лишь* несколькими глобальными параметрами (массой, моментом, зарядом).

Однако мы можем наблюдать только такие ЧД, которые взаимодействуют с окружающей материей и, следовательно, не являются ни уединенными, ни стационарными. В связи с этим можно утверждать, что каждая такая нестационарная ЧД должна обладать неоднородным гравитационным “рельефом”, причем эти неоднородности в принципе должны быть доступны для внешнего обнаружения.

1. Нестационарные черные дыры

Часто применительно к черным дырам (ЧД) ссылаются на знаменитую теорему Уилера об “отсутствии волос у черной” дыры. Однако эта теорема справедлива исключительно для *уединенной стационарной* ЧД, и *только* при этом условии последняя описывается всего лишь несколькими глобальными параметрами (массой, моментом, зарядом). Вот что говорится, например, в книге [Новиков и Фролов, 1986]:

Подытожив результаты многочисленных работ, посвященных возможным конечным состояниям черных дыр, Уилер сформулировал утверждение, состоящее в том, что уединенная черная дыра при переходе в стационарное состояние избавляется в процессе излучения от всех тех характеристик, от которых можно избавиться путем излучения. ...

Уединенная стационарная черная дыра не может быть источником какого-либо *массивного* поля, поскольку для таких полей возможны все моды излучения ... и, согласно гипотезе Уилера, все они должны излучаться при переходе черной дыры в стационарное состояние...

С 70-х годов прошлого века в теории ЧД принята так называемая “мембранная парадигма”. В соответствии с ней для *внешнего* наблюдателя горизонт событий ЧД абсолютно строго представляет собой *двумерную физическую мембрану из вязкой жидкости* с определенными механическими, электрическими и термодинамическими свойствами (см., например, [Новиков и Фролов, 1986]). При этом основные свойства мембраны определяются ее поверхностным гравитационным и электрическим зарядами. В частности, *механическая* форма мембраны (горизонта событий ЧД) достигает финального динамического равновесия в результате взаимодействия между поверхностным давлением, гравитацией и центробежными силами [Новиков и Фролов, 2001]:

Если ЧД образуется при гравитационном коллапсе некоторого асимметричного невращающегося тела, то вначале образуется несферическая дыра. Мембрана дыры деформирована, и между ее гравитацией и поверхностным давлением нет равновесия. Поэтому

мембрана колеблется и испускает гравитационные волны, которые уносят энергию деформации мембраны. Этот эффект, вместе с вязкостью мембраны, приводит к тому, что горизонт успокаивается и приобретает абсолютно сферическую равновесную форму.

Важное заключение, которое мы можем вывести из всего вышесказанного, состоит в том, что *в принципе неверно* рассматривать модель, в которой поглощение частицы или тела производится *уединенной* ЧД. В частности, с этим связано недоразумение с так называемым “информационным парадоксом”. На самом деле любое такое поглощение возмущает стационарность ЧД, и она реагирует на него *переходным* излучением, никак *не связанным* со стационарным термальным излучением Хокинга и испарением ЧД [Шульман, 2013].

Следовательно, сама возможность наблюдения за потоками материи (в том числе – межзвездного газа), падающей в ЧД, также противоречит гипотезе о *стационарности* такой ЧД (любопытно, что это еще одно свидетельство замечательного сходства между ЧД и элементарными частицами). Это значит, что форма мембраны (ее горизонта) не является симметричной и однородной, т.е. равновесной. Таким образом, в соответствующем случае можно утверждать, что горизонт черной дыры обладает *рельефом*.

2. Неоднородность и эволюция рельефа ЧД

Логично предположить, что при поглощении материи извне рельеф мембраны может оказаться весьма неоднородным, напоминая, например, лунный ландшафт. Однако этот рельеф, в отличие от лунного, вероятно, является подвижным: неоднородности поверхностной плотности, обладая кинетической энергией, перемещаются вдоль мембраны подобно обычным частицам во внешнем мире, возможно, сталкиваясь и обмениваясь энергией между собой.

Наличие неоднородностей может привести и к такой интересной ситуации, когда на этой мембране возникают сверхплотные (относительно средней) образования, которые испытывают, так сказать, “вторичный” гравитационный коллапс и образуют вложенные черные дыры. Если мембрану ЧД внутри нашей Вселенной опять-таки уподобить поверхности сферы, то “обычные” неоднородности поверхностной плотности должны напоминать горы и долины, а вторичные ЧД должны выглядеть как “дырки” в такой мембране, нарушающие связность ее топологии.

По мере эволюции исходной ЧД – за счет поглощения материи из нашей Вселенной – ее общая масса и размер, а также масса и размер каждого локального объекта на мембране должны возрастать. Таким образом, “наблюдая” за эволюцией вторичных ЧД, мы увидим растущие временные “воронки”, которые растут как за счет общего расширения первичной ЧД, так и, возможно, за счет поглощения окружающих уплотнений внутри первичной ЧД. Дно каждой такой воронки связано с “моментом” образования соответствующей вторичной ЧД.

3. Может ли удаленный наблюдатель в нашей Вселенной видеть рост ЧД

Вернемся к нашей Вселенной и первичным ЧД в ней. Учитывая замедление до *бесконечности* распространения информации от горизонта черной дыры до удаленного наблюдателя, последний, казалось бы, в состоянии видеть ЧД *только в первое мгновение* после ее рождения. Это означало бы, что мы *вечно* обречены наблюдать только новорожденные ЧД.

Однако растущие ЧД поглощают большие массы материи, которые, с точки зрения удаленного наблюдателя, стекаются к ее горизонту событий. С течением времени масса накопившейся там материи становится такой, что и в ближайшей окрестности ЧД плотность материи достигает критической величины, и эта ближайшая окрестность также коллапсирует, т.е. видимый радиус ЧД для удаленного наблюдателя все-таки возрастает.

Поэтому в нашей Вселенной эволюция во времени первичной ЧД также может быть представлена 4-мерной картиной, в которой ЧД соответствует временная воронка, причем дно воронки связано с моментом образования соответствующей первичной ЧД.

Ссылки

[Новиков и Фролов, 1986] И.Д. Новиков, В.П. Фролов. Физика черных дыр. М., Наука, 1986.

[Новиков и Фролов, 2001] И.Д. Новиков, В.П. Фролов. Черные дыры во Вселенной. УФН, том 171, № 3, март 2001.

[Шульман, 2013] М.Х. Шульман. О черной дыре и информационном парадоксе.
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/BH_information_paradox_rus.pdf