ТЕОРЕМЫ О ЧЕРНЫХ ДЫРАХ

Борис Ихлов

Введение

Увы, физика политизирована, и давно. Квантовую механику трактуют как агностицизм, ведь наблюдаемы только проекции спина, но не сам спин. Теория струн подменяет материю геометрией. Антропный принцип утверждает, что бог создал вселенную специально для человека, и т.д.

Всё это ведет к деградации физики. Масла в огонь подлили советские философы, которые оказались неспособны осмыслить главные открытия XX столетия.

Теорема о площадях

В 2021 году, анализируя частоты гравитационных волн, испускаемых при слиянии, ученые смогли предоставить наилучшие на сегодняшний день наблюдательные доказательства так называемой теоремы о площади черной дыры – идеи, выдвинутой Стивеном Хокингом в 1971 году, согласно которой, общая площадь горизонта событий черных дыр не может уменьшаться. При слиянии черных дыр их массы суммируются, увеличивая площадь поверхности.

Международная команда ученых с участием физиков из МГУ исследовала событие GW250114, слияние двух массивных черных дыр, массы каждой их которых примерно в 30−40 раз превосходили массу Солнца. Эти объекты находятся на расстоянии примерно 1,3 млрд. световых лет, само событие по своим параметрам напоминает GW150914 — впервые в истории зафиксированный сигнал гравитационных волн. Новое наблюдение оказалось примерно втрое «громче» и в разы точнее за счет многочисленных улучшений в работе детекторов и новых методов анализа данных.

Наблюдения за GW250114 позволили проверить «закон площадей Хокинга» с точностью в 99,999%. и это исключительно высокий уровень достоверности. Это стало подтверждением и другой фундаментальной теории, предложенной новозеландским физиком Роем Керром еще в 1963 году и встроенной в общую теорию относительности Эйнштейна: черные дыры действительно можно полностью описать всего двумя параметрами — массой и скоростью вращения.

Теорема Хокинга 1971 года (с использованием поверхностей Каучи) гласит, что площадь горизонта событий не уменьшается с временем. Что противоречит теореме того же Хокинга (на самом деле теореме Грибова, Старобинского, Зельдовича) об испарении черных дыр, ведь если масса уменьшается, то площадь горизонта событий уменьшается.

С другой стороны, можно рассмотреть энтропию Бекенштейна-Хокинга:

$$S_{BH} = kA / 4l_{Pl}^2; l_{Pl} = \sqrt{G\hbar / c^3}$$

где k - постоянная Больцмана, l_{Pl} – планковская длина, G – гравитационная постоянная, A – площадь горизонта событий. Согласно 2-му закону термодинамики энтропия замкнутой системы не убывает, потому не убывает и ее площадь. То есть, 2-е начало термодинамики запрещает черным дырам испаряться.

Разрешение парадокса в том, что Бекенштейн и Хокинг использовали классическую, нерелятивистскую энтропию. Следовательно. испарение черных дыр – не только квантовый, но и релятивистский эффект.

При этом пишут, что якобы из этого утверждения о не уменьшении якобы вытекает, что площадь горизонта событий образовавшейся после слияния двух черных дыр черной дыры будет больше суммы площадей исходных черных дыр.

Для не вращающихся черных дыр горизонт событий - это сфера Шварцшильда. Пусть площади сфер двух черных дыр – S_1 и S_2 , образовавшаяся после слияния площадь – S_3 , соответственно, радиусы – R_1 , R_2 , R_3, c - скорость света, G – гравитационная постоянная. В три школьных арифметических действия, используя формулу для радиуса Шварцшильда, показываем, что теорема - не теорема, а тривиальное неравенство:

$$R_{1,2} = 2Gm_{1,2} / c^2$$

$$S_{1,2} = 4\pi(R_{1,2})^2 = 16\pi G^2 (m_{1,2})^2 / c^4 \quad (1)$$

$$S_1 + S_2 = 4\pi(R_1)^2 + 4\pi(R_2)^2 = 16\pi G^2 (m_1^2 + m_2^2) / c^3 \quad (2)$$

$$S_3 = 4\pi(R_3)^2 = 16\pi G^2(m_1+m_2)^2/c^4 = 16\pi G^2(m_1^2+2m_1m_2+m_2^2)/c^3 \quad (3)$$

Откуда следует, что

$$S_1 + S_2 < S_3$$

при любых значениях масс черных дыр. То же можно показать для решения Керра. Причем Хокинг сам это показывает – именно в духе арифметики (1-3) [1, ф-лы (6-8)].

На самом деле суть «теоремы» дважды тривиальна: площадь поверхности чёрной дыры не может уменьшаться, потому что она увеличивается с её массой**,** а ни один объект, заброшенный внутрь, не может выйти обратно.

А что за экспериментальное подтверждение «теоремы» Хокинга?
Компьютерным моделированием был изучен сигнал GW150914 до и после космического столкновения. Анализ показал, что общая площадь горизонта событий НЕ УМЕНЬШИЛАСЬ после слияния.

Лысина черной дыры.
Гипотеза об отсутствии волос у черной дыры утверждает, что все изолированные стационарные черные дыры описываются гравитационными уравнениями Эйнштейна и уравнениями электромагнетизма Максвелла и полностью характеризуются всего тремя независимыми внешне наблюдаемыми классическими параметрами: массой, электрическим зарядом и угловым моментом. Вся другая информация о материи, которая образовала чёрную дыру или поглощается ею, исчезает за горизонтом событий чёрной дыры.
Допустим, из двух одинаковых чёрных дыр одна состоит из обычной материи, а другая – из антиматерии.. Они неотличимы для наблюдателя вне горизонта событий, с одними и теми же массой, электрическим зарядом и угловым моментом. Барионные, лептонные числа и пр. не сохраняется. Черная дыра уничтожает информацию, содержащуюся в падающем на нее теле.
Однако не существует строгого математического доказательства гипотезы.

Сначала дадим справку о чистом (когерентном) состоянии в квантовой механике.
Допустим, произошло падение в чёрную дыру и последующее испарение. Для квантовой системы, находящейся в каком-либо чистом состоянии, получим преобразование исходного чистого состояния в «тепловое» (смешанное) состояние. Такое преобразование неунитарно, а вся квантовая механика строится на унитарных преобразованиях. Т.е. переход от чистого состояния противоречит квантовой механике.

Однако чистое состояние переходит в смешанное во многих случаях, не обязательно в черной дыре. Декогеренция системы происходит, когда она взаимодействует с объектом, испытывающим хаотические изменения, например, с макроскопическим телом.
Классическая когерентность — это постоянство относительной фазы между двумя или более волновыми процессами одной частоты. При квантовой интерференции суммарный поток энергии от нескольких когерентных источников в некоторой точке пространства получается не непосредственным сложением потоков энергии от каждого источника, путем сложения комплексных амплитуд.

В классической физике нарушение декогеренции — это потеря постоянства относительной фазы между источниками. В квантовой механике декогеренция – это взаимодействие квантовой системы с окружающей средой, при котором квантовое состояние системы неконтролируемо изменяется.
В окружение попадает часть информации о квантовом объекте, в квантовую систему попадает часть информации об окружении. Декогеренция происходит из-за того, что хаос неопределенности состояния окружения изменяет квантовую систему неконтролируемым образом.
В опыте Юнга интерференция пропадает тогда, когда в окружение попадает информации, через какую из двух щелей прошла частица. Окружение – это измерительный прибор или неконтролируемые экспериментаторами явления.

При декогеренции редукция волновой функции - относительно плавный и растянут во времени.
В случае коллапса она практически мгновенна.
Коллапс волновой функции представляет собой предельный случай декогеренции.
Роль окружения может брать на себя измерительный прибор, транслирующий информацию о квантовой системе на макроскопический уровень

Для обращения декогеренции требуется вернуть информацию, известную окружению о квантовой системе, обратно в квантовую систему. Однако процесс утечки информации является необратимым из-за того, что степеней свободы, в которых эта информация может храниться чрезвычайно много, и все они быстро обмениваются ей между собой. Т.е. возврат к когерентности невозможен по тем же причинам, по которым невозможен возврат молекул газа на прежние места, это противоречит 2-му началу термодинамики.
Обращение декогеренции возможно, например, в опытах со спиновым эхом. Время эволюции квантовой системы (напр., ядерного спина) гораздо меньше, чем время характерного изменения внешних условий (магнитного поля). Применяя специальную последовательность операций, можно обращать утечку информации о квантовой системы вспять. Это аналогично равновесному процессу в термодинамике.

Таким образом, уже и справочного материала вытекают два важнейших вывода.
1) Вариант копенгагенской интерпретации квантовой механики (Бора-Шредингера-Гейзенберга) предписывает, что роль процесса измерения играет активную роль в формировании квантовой реальности, что поведение атомных объектов невозможно резко отграничить от их взаимодействия с измерительными приборами и т.п.
Более того, в данный вариант вместо процесса измерения помещается субъект, наблюдатель.
То есть, внутри атомов, в процессах распада нейтронов и т.п. вне наблюдателя, вне измерения – нет квантовых законов.
Первый вывод состоит в том, что данный вариант интерпретации КМ, в котором процесс измерения (человеком) или даже наблюдатель кладется в основу квантовой физики, ставится на тот же уровень, что и независимые от процесса измерения принципы дополнительности и соответствия, оказывается ложным.
Понятно, что буржуазные идеологи так повлияли на ученых, что они начали исповедовать отсутствие объективного, независимого от сознания, внешнего мира, то есть, начали гонения на материалистическое решение основного вопроса философии. Но есть еще один вывод.

2) Декогерентнсть возникает в любых квантовых процесса, не обязательно в черных дырах. Таким образом, данный довод в пользу отсутствия волос у черной дыры - ложный.

Экстремальные черные дыры, которые имеют максимально возможное значение для массы, спина или заряда. могут быть нестабильными на горизонте событий. Нестабильности придали бы одним участкам горизонта черной дыры более сильное гравитационное притяжение, чем другим. В таком случае идентичные черные дыры будут различимыми.

Могут ли такие черные дыры не могут существовать в природе? Но пусть имеется почти экстремальная черная дыра, которая приближается к максимальным значениям, но не достигает их. Такая черная дыра может существовать, в [2] показано, что это возможно. В таких черных дырах существует некоторая информация, которая остается на горизонте событий. Образование черной дыры или более поздние возмущения горизонта событий (например, падение вещества в черную дыру) могут создавать гравитационную нестабильность на горизонте событий дыры или рядом с ней. Гравитационный сигнал будет сильно отличаться от обычных черных дыр, которые не являются экстремальными.

Есть также возможность, что попавшая в чёрную дыру информация на самом деле не исчезла, она продолжает находиться внутри чёрной дыры, но просто не наблюдаема снаружи.

Есть заблуждение, что якобы фундаментальный закон квантовой теории гласит, что никакая информация из Вселенной не может исчезнуть навсегда,
Можно разрезать картину художника – и информация исчезнет, истлеет книга – информация исчезнет, сожгут на костре Жанну Д’Арк – информация исчезнет. Но суть в другом.
«Чтобы познать пудинг, надо его съесть». Чтобы узнать, состоит ли черная дыра из антиматерии, нужно посмотреть ее на практике, в эксперименте. Надо увидеть, как она поглощает материю. Всего-то.

Теорема о сингулярности
Теорема Пенроуза о сингулярности утверждает, что при определённых условиях пространство-время должно содержать сингулярности.

Теорема Пенроуза о сингулярностях звучит так: если возникла поверхность типа горизонта событий, то в формируется сингулярность — область с бесконечной плотностью энергии и бесконечной кривизной пространства, где гравитационное взаимодействие становится бесконечно сильным.
Пенроуз доказывают, что сингулярность всегда образуется, как только образуется горизонт событий – вращается звезда или нет, центробежная сила не влияет.

Это неверно, и заряд, и вращение могут удержать от коллапса, см. [3].
Кроме того, теорема Пенроуза о сингулярности опирается на классическую общую теорию относительности, которая не учитывает квантовые эффекты, значительные вблизи сингулярностей.

Принцип космической цензуры
гласит, что природа не терпит голой сингулярности, т.е. без горизонта событий, за которым события скрыты от наблюдателя. Исчезновение горизонта событий существует в метрике Керра, если её момент импульса достаточно велик, горизонт событий исчезнет.
Однако причину перепутали со следствием. При достаточно большом моменте импульса не черная дыра перестает быть черной дырой, а черная дыра попросту не возникает, не образуется сингулярность. Т.е. голая сингулярность – это миф, всё равно, что глубинное государство, атлантизм или пассионарность.

Кротовые норы
Справка. Кротовая нора — топологическая особенность пространства-времени, представляющая собой в каждый момент времени «тоннель» в пространстве. Эти области могут быть как связаны и помимо кротовой норы, представляя собой области единого пространства (см. пример на рисунке ниже), так и полностью разъединены, представляя собой отдельные пространства, связанные между собой только посредством кротовой норы.
ОТО допускает существование таких туннелей, хотя для существования проходимой кротовой норы необходимо, чтобы она была заполнена веществом с отрицательной плотностью энергии, например, космологическим вакуумом с высокой плотностью, создающей сильное гравитационное отталкивание и препятствующей схлопыванию норы.

Утверждается, что проходимые червоточины позволяют путешествовать во времени. Для этого нужно ускорить один конец червоточины до околосветовой скорости, а затем вернуться в исходную точку. Другой способ состоит в том, чтобы взять один вход в червоточину и переместить его в гравитационное поле объекта с большей гравитацией, чем второй вход, а затем вернуть его в положение рядом со вторым входом. Для обоих этих методов замедление времени приводит к тому, что для внешнего наблюдателя перемещаемый конец червоточины стареет меньше или становится «моложе» неподвижного конца. Так как время соединяется *через* червоточину иначе, чем *снаружи*, то синхронизованные часы на любом конце червоточины всегда будут оставаться синхронизированными для наблюдателя, проходящего через червоточину, независимо от движения концов. Это означает, что наблюдатель, входящий в «молодой» конец, выйдет из более «старого» конца во время, равное возрасту более «молодого» конца, что продемонстрирует разный ход времени с точки зрения внешнего наблюдателя.

Существует версия, что чёрные дыры могут быть кротовыми норами, соединяющими различные области пространства-времени, или две дыры создают червоточину.

Ограничением такой машины времени является то, что изменить ход во времени можно только до момента создания машины. В любом случае нельзя, проходя через червоточины, появиться ранее события входа в саму червоточину, даже при расположении входа и выхода в червоточины рядом.

Во-вторых, два устья червоточины с такой индуцированной разностью часов не могут быть объединены без индукции квантового поля и гравитационных эффектов, которые либо разрушат червоточину, либо два устья будут отталкивать друг друга, или, в противном случае, будет невозможна передача информации через червоточину. Из-за этого два выхода невозможно будет расположить достаточно близко для получения нарушения причинности [4].

В-третьих, Вселенные прошлого и будущего в черных дырах – это всего лишь модели, рисунки, возникающие на упрощенных диаграммах Пенроуза или Крускала-Секереша. Беда в том, что черная дыра

испаряется. Во-вторых, черная дыра не только замедляет время, она уничтожает пространство вокруг себя. Она врет вакуум, сильное гравитационное поле порождает частицы, которые устремляются к центру черной дыры. Возвращающиеся и ускоряющиеся частицы, а также вырывающиеся частицы вырезают на диаграммах Пенроуза и Крускала-Секераша Вселенные прошлого и будущего.

В-четвертых, модель с черной дырой или двумя черными дырами не реалистична: законы физики не позволяют чёрной дыре оставаться пустой с концентрированной массой в центре, а попытки построить теорию «червоточин» нарушают фундаментальные принципы согласованности.

Но самое главное: даже в случае существования кротовых нор ими нельзя пользоваться. При подлете к черной дыре огромные гравитационные силы вытянут межзвездный корабль в волос толщиной в атом.

Возможное разрешение парадоксов, возникающих в результате путешествия во времени через червоточины, основано на многомировой интерпретации квантовой механики, которая является явно нереалистичной моделью. Смысл пропаганды это модели, а также путешествий во времени, является стремление опровергнуть материалистический принцип причинности.

Засасывание космонавтов

Неясно также, по какому праву черные дыры пользуются столь зловещей репутацией, по сути уголовной. Чем они отличаются от звезд той же массы?

Для того, чтобы свет не мг вырваться т звезды, нужна не большая сила притяжения, не большая масса и даже не высокая плотность. Нужно особое соотношение между плотностью и размером звезды.

В 1784 году Джон Митчелл высказал мысль, что при большой массе тела гравитация настолько сильна, что для ее преодоления нужна крайне высокая скорость. Чтобы частица не могла вырваться от массивного тела, нужно, чтобы

$$GMm / r^2 = mv^2 / 2$$

$$r = 2GM / v^2$$

Для фотона v = c, т.е. для гравитационного радиуса

$$r_g = 2GM / c^2$$

Однако для фотона энергия $E = mc^2$. Почему в формуле для гравитационного радиуса сохраняется двойка?

Главное в другом: м массивное сферическое тело отличается радикально от черной дыры, ведь оно описывается точно такой же метрикой Шварцшильда:

$$ds^2 = (1 - r_g / r)c^2 dt^2 + (1 - r_g / r)^{-1} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)$$

Кроме того, если масса тела намного превышает обычные для образования черной дыры массы, т.е. если его радиус много больше радиуса Шварцшильда, то никакого горизонта событий возникать не должно.

На самом деле формула Митчелла ничего не говорит о массе. Она может быть любой, всё зависит от плотности, от соотношения массы и радиуса:

$$M = \frac{4}{3}\pi\rho r^3; \rho = \frac{3c^2}{8\pi G r_g^2}; r = c\sqrt{\frac{3}{8\pi G\rho}}$$

Т.е. коллапсирующие тела – это такие тела, у которых плотность обратно пропорциональна не кубу, а квадрату радиуса.

Например, масса Млечного пути много больше массы черной дыры в его центре, но Млечный путь не коллапсирует в виду низкой плотности вещества. То же касается и Вселенной, чей радиус равен четверти радиуса Шварцшильда.

То есть, множество черных дыр – это двумерный мир, в котором все массы тожественны

$$m = k_d \frac{c^2}{G}$$

где k_d – размерный коэффициент. Т.е. разница масс черных дыр исчезает при элиминировании одного измерения. Одномерный мир, где плотность энергии убывает обратно пропорционально радиусу – это мир Казимира с плотностью вакуумов. Но есть более фантастическое продолжение теории черных дыр.

Масса Солнца m =$2 \cdot 10^{30}$ кг, радиус - $7 \cdot 10^{8}$ м. Для Солнца гравитационный радиус = 3 x 10^{3} м. Тогда плотность – 1,8 x 10^{20} кг/м^{3} . Это в 180 раз больше плотности ядра гелия, чего быть не может.
И наоборот: в центре Млечного пути не может быть черной дыры, потому что плотность массивного тела в центре на 6 прядкой больше гравитационного радиуса.
Расчеты можно найти в интернете.

Аналогично: для черной звезды Phoenix A масса (и радиус Шварцшильда) в 10^{11} раз больше, чем у Солнца 2 x 10^{41} кг). Гравитационный радиус: 2 x 6,7 x 10^{-11} x 10^{41} /(9 x 10^{16}) = 10^{14} .
Тогда плотность - порядка 10^{41} /10^{42} = 10^{-1} , чего не может быть.
Измеренный радиус – 600 млрд км = 6 x 10^{14} м, плотность – порядка 10^{-2} , чего тоже не может быть.

Масса чёрной дыры в созвездии Единорога - 3 массы Солнца**.** Её радиус - 25 радиуса Солнца = 7 x 10^{8} м.
Объем V = 4 x 1,7^{3} x 10^{30} . Тогда плотность 3 x 10^{30} / 4 x 1,7^{3} x 10^{30} = 10^{1} .
Плотность 10^{1} – на три порядка меньше плотности воды. Это крайне далеко даже от плотности нейронной звезды порядка 10^{17} кг/м^{3} .
Гравитационный радиус – 9 x 10^{3} . Тогда плотность 0,6 x 10^{20} , в 60 раз больше плотности ядра гелия.

Можно узнать. чем заняты специалисты в области физики черных дыр?

Заключение
В теории гравитации А. А. Логунова черные дыры отсутствуют, и этому дано серьезное философское обоснование. Логунов критикует то, что Ото Эйнштейна геометризована, гравитация не является физическим полем.
Аналогично Лаура Мерсини-Хоутон, профессор физики из Северного Калифорнийского университета, доказала математически, что образовавшиеся вследствие коллапса звезд черные дыры должны быстро исчезать. Излучение Хокинга настолько интенсивно, что звезда теряет массу с такой скоростью, что сингулярность и горизонт событий исчезают. Хотя в ее расчетах не учтено поглощение межзвездного вещества черной дырой.
Профессор физики Университета Гданьска Жуан Луис Роза выдвинул гипотезу о существовании гравастаров как альтернативы чёрным дырам. Гравастары представляют собой звёзды, состоящие из вакуумной или тёмной энергии. Они, как и обычные чёрные дыры, должны возникать на финальной стадии эволюции массивных звёзд, но, в отличие от чёрных дыр, не имеют сингулярностей и представляют собой тонкие сферы материи.
Аналогично в 2005 году Джордж Чаплин высказал предположение, что коллапс массивных звёзд приводит к образованию не чёрных дыр, а особых звёзд, содержащих тёмную энергию.
Указывают также, что теория Эйнштейна о чёрных дырах, образующихся из света, неточна. По их мнению, квантовое явление, называемое «эффектом Швингера», не позволяет этому произойти.

Очевидно также, что чрезмерно высокая кривизна пространства-времени вблизи радиуса Шварцшильда приводить к квантовым эффектам и разрушать классическое описание задолго до достижения сингулярности. Кроме того, в теории черных дыр абсолютно отсутствует учет окружающего космологического вакуума, обладающего отрицательной плотностью.

Но дело в другом. В виду вышеизложенного теория черных дыр крайне политизирована, вследствие чего – слабо разработана. Стремление элиминировать диалектический материализм путем распространения не реалистических моделей в духе идеализма тормозит развитие теории черных дыр.

Литература
1. Hawking S. W. Black Holes in General Relativity. Commun. Math. Phys. 1972. V. 25. P. 152-166.
2. Lior M. Burko, Gaurav Khanna, and Subir Sabharwal. Scalar and gravitational hair for extreme Kerr black holes. Phys. Rev. D. 2021. 103, L021502. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.L021502
3. Ихлов Б. Л. О причинах Большого взрыва.
https://zmclub.ru/blog/boris-ikhlov/1747-o-prichinakh-bolshogo-vzryva
4. Малдасена, Хуан. Чёрные дыры, кротовые норы и секреты квантового пространства-времени. В мире науки. 2017. № 1/2. С. 82-89.