

Эволюция черных дыр порождает квазары – фабрику барионной и темной материи

Аннотация: Статья написана по материалам доклада профессора Валерия Эткина «О НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ 2020 ГОДА», в которых указано, что в свете новой модели локального расширения и сжатия Вселенной, выводы Роджера Пенроуза о роли сингулярности внутри черной дыры, выглядят не так однозначно. После открытия темной материи, дальнейшее развитие теории зарождения и эволюции черных дыр, лежит на пути отказа от геометрической теории гравитации ОТО Эйнштейна и Большого взрыва. Статья впервые знакомит читателя с монографией А. К. Т. Ассис, К. Х. Видеркер и Г. Вольфшмидт, "Планетарная модель атома Вебера" 2020, где представлена планетарная модель атома, разработанная Вильгельмом Вебером (1804-1891) во второй половине XIX века, еще до модели Бора. Вебер предлагает современным физикам модель атома, ядро которого будет состоять из электронов и позитронов удерживаемых электродинамическими силами Вебера в ядре атома. При этом отпадает необходимость в пойсках гипотетических кварков, в качестве строительных кирпичиков для создания ядра атома и роль ядерных сил становится вспомогательной. Новые астрономические наблюдения последних лет со всей определенностью говорят, что черные дыры в своем развитии в квазары становятся не могилщиком барионной материи, а фабрикой барионной и темной материи для новых галактик.

Ключевые слова: темная материя; барионная материя; коллапс; черная дыра; квазар
PACS: 01.10.Fv, 04.50.-h, 12.10.Kt, 95.36.+x, 98.80.-k

1. Вступление

Черная дыра и квазар – это две самые интригующие тайны Вселенной. Никто с точностью не может сказать, что это такое, зачем они существуют и какие происходят процессы внутри них. Квазар не может существовать без черной дыры, в свою очередь, черная дыра – вполне может обойтись без квазара. О том, что квазары самые яркие объекты вселенной, знают многие. А вот то, что квазары это взорвавшиеся чёрные дыры, пока мало кому известно. Более подробно познакомиться с гипотезой, объясняющей перерождение чёрных дыр в квазары можно в работе профессора Валерия Эткина [1]. Таким образом, уплотнение какой-либо области Вселенной, однажды начавшись, не прекращается вплоть до возникновения сингулярности (состояния с бесконечной плотностью и температурой), если только растущие внутренние силы давления не вызовут ее «взрыв» ещё на подходе к этому состоянию. Такой «взрыв» неизбежен, поскольку по мере приближения к сингулярности относительные градиенты плотности $\nabla\rho/\rho$ и силы тяготения ослабевают, а силы внутреннего давления, обусловленные термоядерными реакциями, напротив, возрастают. Это явление нарушения гидростатического равновесия следовало бы называть «взрывом» не «сверхновой», а «черной дыры», но на этом эволюция черной дыры не завершается. Сопровождающее взрыв локальное расширение заканчивается так называемым «большим разрывом» всех структур черной дыры и барионного вещества, включая атомы. Этот «разрыв» возвращает вещество в первоначальное (небарионное) состояние. Неупорядоченное чередование процессов сжатия и расширения отдельных областей бесконечной Вселенной реализует кругооборот материи, позволяющий ей существовать неограниченно долго, минуя состояние равновесия. Отличительной особенностью взрыва черной дыры является то, что он может происходить не одномоментно, а постепенно в несколько этапов. Это подтверждается переменной светимостью наблюдаемых квазаров. На практике это означает, что сбросив часть своей массы, чёрная дыра гасит скорость вращения ниже световой и переходит в режим дальнейшего накопления массы. Полное разрушение чёрной дыры происходит лишь в том случае, когда приток вещества к чёрной дыре стабильно превышает массу излучаемого ею вещества. Тогда скорость вращения такой чёрной дыры начинает спонтанно расти и как только скорость вращения внутренней области тора ЧД достигает скорости света, чёрная дыра разрушается полностью. В

результате такого взрыва в окружающее пространство выбрасывается огромное количество материи. Тысячи и миллионы миллионов масс нашей солнечной системы. Материя эта представляет собой плазму из самых элементарных частиц вселенной. По сути, это огромное и всё ещё очень плотное облако плазмы, сохраняющее форму диска. Скорость его вращения близка к скорости света, а направление вращения совпадает с направлением вращения исходной чёрной дыры. Такой диск современные астрономы называют квазаром (Рис1) [2].

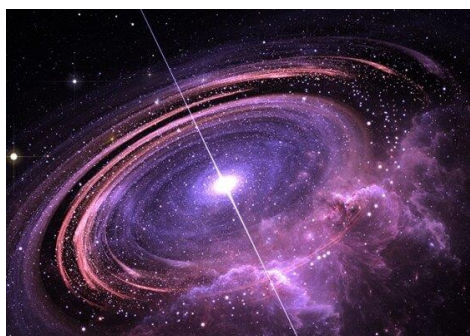


Рис. 1. Свет, излучаемый квазаром J1120 + 0641, в 13 миллиардах световых лет от Земли.

2. Квазары – фабрики барионной и темной материи

До недавнего времени считалось, что константы взаимодействия, в том числе значение тонкой структуры это неизменная сила во времени и пространстве. Однако, в статье, опубликованной 27 апреля 2020 года в журнале Science Advances, ученые из Университета Южного Уэльса в Сиднее сообщили, что четыре новых измерения света, излучаемого квазаром на расстоянии 13 миллиардов световых лет от Земли, подтверждают прошлые исследования профессора Джона Уэбба, которые обнаружили вариации в значениях тонкой структуре [3]. Вещество извергается из черной дыры со скоростью, значительно превышающей скорость света. Хотя извергаемая субстанция и принимает форму вытянутого луча, она не похожа на равномерный поток — это скорее комковатые, неоднородные сгустки раскаленной материи, летящие на гребне гравитационной волны (Рис.2). Результаты последнего исследования представлены в работе, опубликованной в Astrophysical Journal [4].

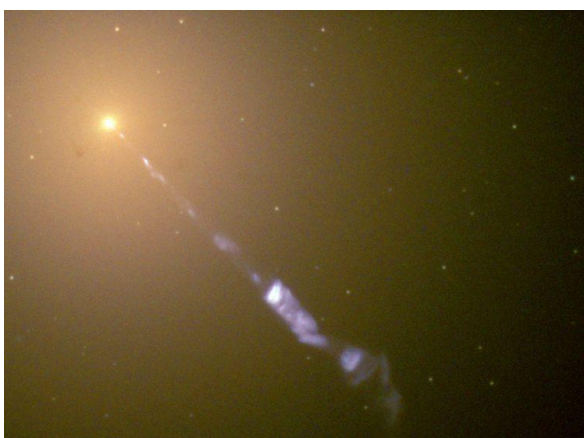


Рисунок 2. Поток вещества, извергаемого из черной дыры NGC 4486 со скоростью в 6.3 раза превышающей скорость света.

Коллаборация CMS в эксперименте на Большом адронном коллайдере в 2019 впервые продемонстрировала уменьшение массы t-кварка с ростом энергии [5]. Они изучили распределение продуктов реакции в pp-столкновениях с энергией от 1 [ТэВ] до 13 [ТэВ]. Было установлено, что уменьшение массы элементарных частиц, полученных из данных до энергии 13 [ТэВ], а также уменьшение величины констант взаимодействия на уровне достоверности 95%, зависят от энергии, при которой измерения сделаны. Этот эффект, объясняемый поляризацией

вакуума, действительно наблюдался в экспериментах, в частности, было измерено уменьшение массы b - и c -кварков, а также уменьшение константы взаимодействия [5].

В лаборатории впервые было получено вещество, которое обладает свойствами, идентичными плазме в окрестностях черной дыры. Об этом говорится в совместной работе российских, японских и французских ученых [6]. В лабораторных условиях были получены аккреционные диски черной дыры. Это такая структура, которая возникает в результате диффузного материала, обладающего вращательным моментом, на массивное центральное тело. Сжатие вещества, а также выделение тепла в результате трения дифференциально вращающихся слоев, приводит к разогреву аккреционного диска (Рисунок 3).

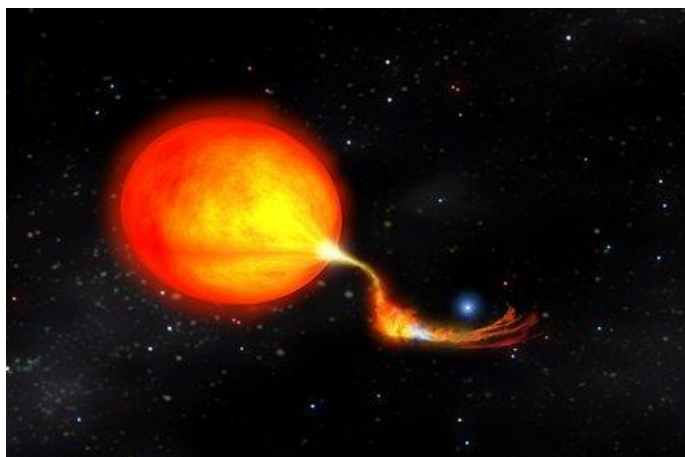


Рисунок 3. Формирование аккреционного диска вокруг пульсара

Плазма, перетекающая от одного компонента системы к другому, имеет значительный момент вращения: он появляется из-за орбитального движения. Поэтому частицы плазмы не могут падать на звезду радиально. Вместо этого они движутся вокруг нее по кеплеровским орбитам. В результате образуется плазменный диск, в котором распределение скоростей соответствует законам Кеплера. Согласно ему слои, расположенные ближе к звезде, будут иметь большие скорости. Однако из-за трения между слоями их скорости выравниваются, и внутренние слои передают часть своего момента импульса наружу. Вследствие этого внутренние слои приближаются к звезде и в конце концов падают на ее поверхность. Фактически траектории отдельных частиц плазмы имеют вид спиралей, которые медленно закручиваются. Радиальное смещение вещества в аккреционном диске сопровождается высвобождением гравитационной энергии, часть которой превращается в кинетическую энергию (ускорение движения газа при приближении к звезде), а другая часть превращается в тепло и разогревает вещество диска. Поэтому аккреционный диск испускает тепловое электромагнитное излучение. Кинетическая энергия газа при столкновении с поверхностью звезды также трансформируется в тепловую энергию и излучается. Основным свойством образования таких рентгеновских источников будет сильное магнитное излучение. Его магнитное поле и индукция могут достигать нескольких тысяч Тесла, отмечают в своей работе исследователи из института ЛаПлаз, НИЯУ МИФИ и лаборатории CELIA Университета Бордо [6]. Уникальность эксперимента в том, что параметры полученной плазмы не нужно масштабировать, они соответствуют действительным параметрам плазмы в окрестности черной дыры тесных двойных систем типа Лебедь X-1. В объеме мишени на несколько пикосекунд образовалась материя с температурой в миллиарды градусов, плотностью 10^{18} частиц на см^3 и замороженным магнитным полем более 2 000 Тесла. Именно эти параметры можно обнаружить у плазмы в активной области рентгеновских источников. Объем раскаленной замагниченной материи был достаточным, чтобы обладать основными характеристиками своего космического прототипа. Этому также способствовали условия эксперимента, в частности то, что внутри объема плазмы магнитные поля были направлены навстречу друг другу таким образом, что в области соприкосновения встречных магнитных линий происходила аннигиляция магнитного поля, приводящая к возникновению потоков электронов и позитронов со скоростями, близкими скорости света. Этот процесс напоминает рождение релятивистских электрон-позитронных пар,

обнаруженных в околоземное пространство при пересоединении - взрывном контакте между двумя силовыми линиями магнитного поля в тонких слоях магнитосферы Земли, детально изученный миссией MMS [7].

Проведенный эксперимент показал, что разработанная международной группой методика может создавать не только квазистационарные магнитные поля рекордной величины, но и моделировать состояние возникающей в них плазмы с высокой плотностью энергии вещества и электромагнитной энергии. В результате мы получим в окрестности черной дыры электронно-позитронную смесь, состоящую примерно из равного количества отрицательных электронов и положительных позитронов. В свободном состоянии электроны и позитроны аннигилируют – это неоспоримый факт. Однако, в аккреционном диске электроны и позитроны не совсем свободные. Они продолжают по инерции вращаться в составе плазменного диска с около световой скоростью. И именно эта скорость, а точнее сила инерции, удерживает их от прямых столкновений и полного взаимоуничтожения. На этом этапе электроны и позитроны образуют дипольные структуры – позитронии. Экспериментально такая пара впервые была обнаружена в 1951 году немецким физиком Мартином Дойчем (Рисунок 4) и надежно установлена профессором Д. Б. Кэссиди и его ассистентом А. П. Миллс-мл в 2007 году [8].



Рисунок 4. Атом позитрония

Позитроний имеет устойчивые компактные состояния с высокой энергией связи, которые могут быть интерпретированы как частицы и элементарные ячейки структуры квантового вакуума. Масса позитрония равна двум электронным, а размеры вдвое превышают диаметр атома водорода. Основное состояние ячейки структуры вакуума (позитроний) имеет энергию $E = 3727.7763161411854$ eV. В работе академика РАН Р.Ф.Авраменко показано, что возбужденные состояния вакуума имеют более низкую энергию чем основное состояние. А это прямая возможность доступа к неисчерпаемому и чистому источнику энергии [9]. Кэссиди и Миллз подсчитали, что в их эксперименте плотность атомов позитрония составила 10^{15} на см^3 . Расчеты показывают, что при повышении этой плотности на три порядка, эти атомы при температуре 15 кельвинов сольются в единую квантовую систему — Бозе-Эйнштейновский конденсат [8]. Авторы статьи «Фундаментальная диссипация из-за связанных фермионов в пределе нулевой температуры» физик Самули Аути и др. установили, что частицы в сверхтекучей жидкости прилипают к объекту, защищая его от взаимодействия с объемной сверхтекучей жидкостью, таким образом, предотвращая распад сверхтекучей жидкости [10]. Квантовый вакуум, как космологическая среда в новой модели, по аналогии с сверхтекучим ${}^3\text{He-B}$, имеет две фазы: темную энергию и темную материю. Фазовое состояние квантового вакуума, характеризующего темную энергию, обладающую антигравитационными свойствами, обеспечивающими ускоренно расширяющейся пространства межгалактической Вселенной, рассматривается в сверхтекучей космологической модели квантового вакуума как аналог сверхпроводящей α -фазы ${}^3\text{He-B}$, при этом предполагается, что темная материя может рассматриваться как аналог спонтанно ферромагнитной β -фазы ${}^3\text{He-B}$, образовавшейся в сильных гравитационных и электромагнитных полях галактик и черных дыр, и приобретшей гравитационные свойства с увеличением массы и плотности темной материи [11]. «Сверхтекучий гелий-3 ощущается как вакуум для движущегося через него стержня, хотя это относительно плотная жидкость. Сопротивления нет, никакого сопротивления», — сказал физик Самули Аути из Ланкастерского университета в Великобритании. «Я нахожу это очень интригующим». Сверхтекучая жидкость — это жидкость, которая имеет нулевую вязкость и нулевое трение и поэтому течет без потери кинетической энергии. Их относительно легко сделать из бозонов изотопа гелия-4, которые при охлаждении до уровня чуть выше абсолютного нуля замедляются достаточно, чтобы перекрываться и

образовывать кластер атомов с высокой плотностью, действующих как один «суператом». Однако эти «суператомы» образуют только один тип сверхтекучей жидкости. Поведение темной материи в таком энергетическом состоянии аналогично поведению атомов в конденсате Бозе-Эйнштейна (квантовое пятое состояние вещества), полученном, при температуре материи близком к абсолютному нулю - 273.5 по Цельсию или 0 Кельвинов (Рисунок 5) [10].

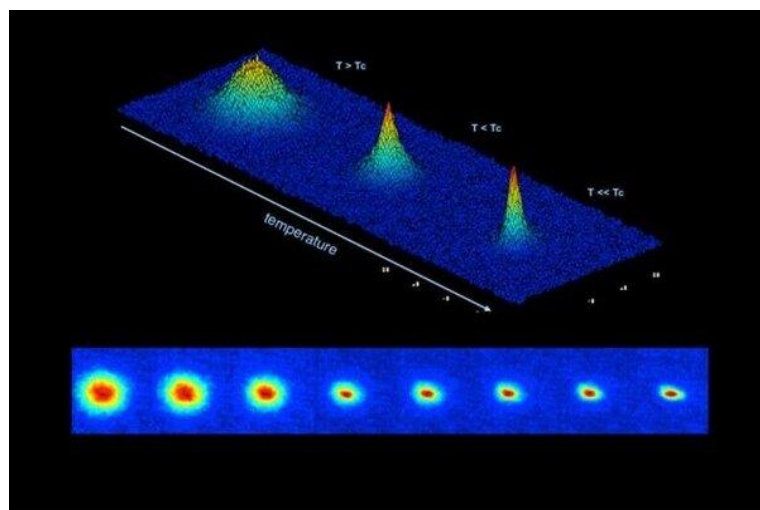


Рисунок 5. Конденсат Бозе-Эйнштейна

Теперь физики говорят, что вместо изучения пустого пространства они могут создавать конденсат Бозе-Эйнштейна и изучать квантовый вакуум. В нем звуковые частицы и фотоны становятся слышны в фоне вакуума. Звук не создается детектором, но он слышим за счет ускорения. Эффект Унру создает тепловой отклик ускоренного детектора при его движении в вакууме. Другой тип сверхтекучей жидкости основан на родном брате бозона, фермионе. Фермионы — это частицы, которые включают атомные строительные блоки, такие как электроны и кварки. При охлаждении ниже определенной температуры фермионы связываются в так называемые куперовские пары, каждая из которых состоит из двух фермионов, которые вместе образуют составной бозон. Эти куперовские пары ведут себя точно так же, как бозоны, и поэтому могут образовывать сверхтекучую жидкость. Команда создала свою фермионную сверхтекучую жидкость из гелия-3, редкого изотопа гелия, в котором отсутствует один нейтрон. При охлаждении до одной десятитысячной градуса выше абсолютного нуля (0,0001 Кельвина, или - 273,15 градусов Цельсия) гелий-3 образует пары Купера (Рис. 6) [10].

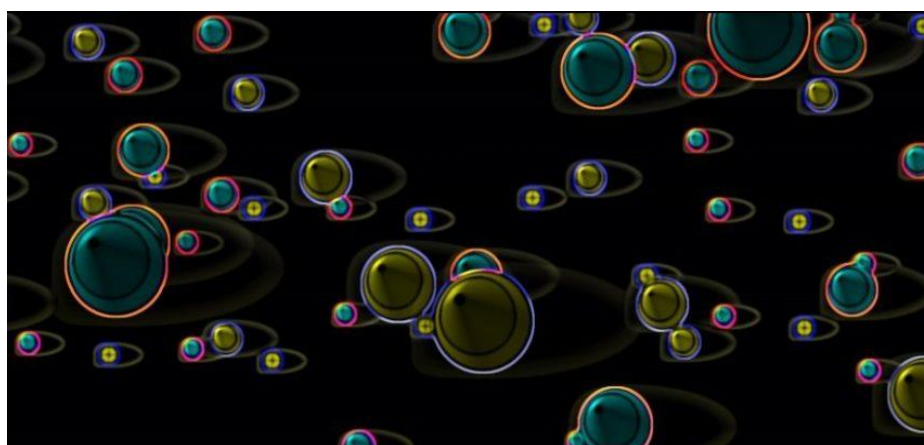


Рисунок 6. Среда сверхтекучей жидкости гелий-3

Вещество плазменного диска постепенно расслаивается на электроны-позитроны и нейтроны. Массовое появление нейтронов на окраинах плазменного диска знаменует собой принципиально новый этап в жизни формирования вселенной. С этого момента начинает работать сборочный конвейер по производству химических элементов. Здесь я предлагаю обратиться к монографии А. К. Т. Ассис, К. Х. Видеркер и Г. Вольфшмидт, "Планетарная модель атома Вебера"

2020, где представлена планетарная модель атома, разработанная Вильгельмом Вебером (1804-1891) во второй половине XIX века, еще до модели Бора. Вебер предлагает современным физикам модель атома, ядро которого будет состоять из электронов и позитронов удерживаемых электродинамическими силами Вебера в ядре атома. При этом отпадает необходимость в поисках гипотетических кварков, в качестве строительных кирпичиков для создания ядра атома и роль ядерных сил становится вспомогательной [12]. В основе атомной модели Вебера лежат электродинамические силы Вебера 1846 года, которые зависят от расстояния между взаимодействующими зарядами, их относительной скорости и относительного ускорения. Вебер показал, что два взаимодействующих заряда одного знака могут вести себя так, как если бы они имели отрицательные инерционные массы когда они ускорялись относительно друг друга, при условии, что они двигались на очень близких расстояниях, меньших критического расстояния r_c . Когда это условие будет выполнено, эти два заряда одного и того же знака будут притягиваться друг к другу, а не отталкиваться друг от друга, как это обычно наблюдается. Затем Вебер предсказал, что атомы могут состоять из отрицательных зарядов, описывающих эллиптические орбиты вокруг положительного ядра, притягиваемых ядром, в то время как положительные частицы, составляющие ядро, также будут притягиваться друг к другу из-за их отрицательных инерционных масс. Следует подчеркнуть три основных замечательных аспекта его модели:

I) Предсказание Вебера было сделано и опубликовано до открытия электрона (1897), а также до экспериментов Резерфорда по рассеянию (1911). Его модель была также разработана до открытия Балмером (1885) и Пашеном (1908) серий, описывающих спектральную линию излучения атома водорода. Атомная модель Бора атом (1913), с другой стороны, был изобретен для того, чтобы быть совместимым с этими экспериментальными открытиями. В то время как модель Бора была *ad hoc*, модель Вебера была реальным предсказанием.

II) В модели Вебера нам не нужны ядерные силы для стабилизации положительных ядер. Ведь положительные частицы ядер удерживаются вместе чисто электродинамическими силами. С другой стороны, в современной физике ученым пришлось постулировать существование ядерных сил, потому что они не знали электродинамики Вебера. Поэтому после того, как было установлено существование положительных ядер, они столкнулись с проблемой объяснения устойчивости ядер против сил отталкивания Кулона между его положительно заряженными компонентами. С этой целью они постулировали ядерные силы. С другой стороны, с планетарной моделью атома Вебера мы имеем объединение электромагнетизма с ядерными силами, прежде чем эти две ветви физики были отделены друг от друга.

III) Когда Вебер разрабатывал свою модель в 1850-1870-х годах, электрон и позитрон не были известны, так как эти две частицы были открыты только в 1897 и 1932 годах. Поэтому он мог производить только качественные и алгебраические вычисления относительно своего критического расстояния r_c . Но когда мы используем известной массы и заряда двух позитронов, например, рассчитать Вебера, критическим, ниже которого эти две частицы начинают притягиваться друг друга, мы получаем число порядка 10^{-15} м, то есть, по существу, известно, размер ядра. Это сходство между Вебера r_c для этих фундаментальных частиц и величина ядер не должно быть совпадением. Вероятно, электродинамика Вебера представляет не только суть правильного объяснения устойчивости ядер, но и обоснование их измеренных размеров.

Экспериментальной физикой доподлинно установлено, что свободный нейтрон примерно через 15 минут распадается на протон и электрон. Благодаря этому на выходе рождается самое распространённое во вселенной вещество - водород. Атомы водорода постепенно накапливаются вокруг вращающегося диска гравитоновой протоплазмы и укутывают его достаточно плотным слоем. В какой-то момент плотность водородного одеяла достигает критического значения, и свободный выход нейтронов из плазменного диска становится затруднённым. Начинается следующий цикл синтеза атомов вещества. Заблокированные свободные нейтроны вынуждены объединяться с протонами предыдущего водородного цикла. В результате формируются знакомые нам атомы из двух протонов и одного нейтрона. Это не что иное, как следующий химический элемент таблицы Менделеева – гелий. Такие циклы с укутыванием нейтронной центрифуги газовым одеялом повторяются для каждого нового химического элемента. Причём, чем дальше по таблице Менделеева мы продвигаемся, тем плотнее становится внешний нуклоновый слой и тем меньше атомов нового вещества формируется на выходе. Именно по этой причине в нашей

вселенной водород составляет 70% от общей массы всех химических элементов. Описанный процесс позволяет понять, как протекает синтез всех химических элементов вселенной. Это не взрывоопасный термоядерный синтез в недрах нескольких поколений звёзд, а аккуратная сборка атомов химических элементов из элементарных частиц с помощью очень быстрой плазменной центрифуги. Такой синтез атомов вещества в отличие от термоядерного синтеза представляет собой чрезвычайно энергоёмкий процесс. В нашем случае источником энергии является чёрная дыра. Если быть абсолютно точным, то её масса умноженная на квадрат скорости света. Не смотря на колоссальное количество этой энергии синтез химических элементов рано или поздно должен прекратиться.

3. Заключение

В свете последних открытий галактической темной материи и межгалактической темной энергии, образующих 95% масс-энергии Вселенной, выводы Роджера Пенроуза о бесконечной схлопывания коллопсирующих тел и роль сингулярности выглядят не так однозначно. Дальнейшее развитие теории зарождения и эволюции черных дыр, лежит на пути отказа от геометрической теории гравитации ОТО Эйнштейна и Большого взрыва, и признания локальных процессов расширения и сжатия Вселенной. Сценарий, предложенный профессором Валерием Эткиным позволяет различать этапы эволюции отдельных областей Вселенной и отслеживать кругооборот материи в ней как целом. Поэтому он может стать основой энергодинамической теории её эволюции [13]. Новая космологическая теория локального расширения и сжатия Вселенной в корне отличается от концепции циклического расширения и сжатия Вселенной, предложенной еще Эйнштейном. В статье 1968 года физик Джеймс Бардин предлагает концепцию регулярной черной дыры - это черная дыра без сингулярности посередине. Это математически возможно, если ее масса не постоянна и зависит от расстояния до ее центра. В модели локального расширения и сжатия Вселенной внутренние силы давления в черной дыре вызывают ее «взрыв» ещё на подходе к состоянию сингулярности, а неравномерное распределение барионной и темной материи в пространстве Вселенной вызывает локальные очаги расширения и сжатия материи Вселенной. Можно предположить, что устройство Вселенной значительно сложнее, чем представлялось в космологии ранее. Это предположение базируется на последних открытиях астрофизиков, обнаруживших, что во Вселенной расположение галактик меняется синхронно, подобно стае птиц в полете. Например, исследование, опубликованное в издании «Astrophysical Journal» в октябре 2019, показало, что сотни галактик вращаются синхронно с другими галактиками, которые были на расстоянии десятков миллионов световых лет. «Открытие является совершенно новым и неожиданным», — говорит Джун Хео Ли, астроном Корейского института астрономии и космических наук. «Наблюдаемая когерентность должна иметь определенную связь с крупномасштабными структурами, потому что невозможно, чтобы галактики, разделенные шестью мегапарсеками (примерно 20 миллионов световых лет), напрямую взаимодействовали друг с другом», — сказал Ли. Ученые предполагают, что синхронизированные галактики могут быть встроены вдоль одной и той же крупномасштабной структуры, которая очень медленно вращается в направлении против часовой стрелки. Эта основополагающая динамика может вызвать определенную согласованность между вращением галактик и движениями их соседей. Эти открытия намекают на загадочное влияние так называемых «крупномасштабных структур», которые, как следует из названия, являются крупнейшими известными объектами во вселенной. Эти тусклые структуры состоят из газообразного водорода и темной материи и принимают форму нитей и узлов, которые связывают галактики в обширной сети, называемой космической сетью. «Именно поэтому все постоянно изучают эти крупномасштабные структуры», — сказал Ноам Либескинд, космограф из института астрофизики (AIP) в Германии в издании Vice.com. «Это способ исследования и ограничения законов гравитации и природы материи, темной материи, темной энергии и вселенной». Мы знаем, что эти структуры имеют большое значение для эволюции и движения галактик, но мы едва понимаем причины динамики, которая их движет. Карта гигантской «паутины», составленная на основании наблюдений, и выводы ученых опубликованы в журнале Science Зиюня 2019 [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Etkin VA. "Energodynamic theory of gravitation". // *Aeronautics and Aerospace Open Access Journal*, (2019); 3(1):40–44. DOI: 10.15406/aaobj.2019.03.00079
2. S.I. Konstantinov, "Roger Penrose and Black Holes", *International Journal of Advanced Research in Physical Science (IJARPS)*, Volume 8, Issue 1, (2021), PP 1-9
3. Wilczynska M. R. et al. "Four direct measurements of the fine structure constant 13 billion years ago", *Science Advances*, (2020), DOI: 10.1126 / sciadv.aay9672
4. Bradford Snios, Paul EJ Noulsen, Ralph P. Kraft, KS Chung, Eileen T. Meyer, William R. Foreman, Christine Jones, Stephen S. Murray. "Detection of superluminal motion in an X-ray jet M87", arXiv: 1905.04330 [astro-ph.HE] (2019) DOI: 10.3847 / 1538-4357 / ab 2119
5. Новости физики «Бегущая масса τ -кварка», *Успехи Физических Наук*, Том 189, №11, (2019) DOI: 10.3367 / UFNe.2019.10.038675
6. K. F. F. Law, Y. Abe, A. Morace, Y. Arikawa, S. Sakata, S. Lee, K. Matsuo, H. Morita, Y. Ochiai, C. Liu, A. Yogo, K. Okamoto, D. Golovin, M. Ehret, T. Ozaki, M. Nakai, Y. Sentoku, J. J. Santos, E. d'Humières, Ph. Korneev, and S. Fujioka "Relativistic magnetic reconnection in laser laboratory for testing an emission mechanism of hard-state black hole system", *Phys. Rev. E* 102, 033202 – Published (3 September 2020)
7. R. B. Torbert, et al. "Electron-scale dynamics of the diffusion region during symmetric magnetic reconnection in space," *Science* (15 Nov 2018): eaat2998, DOI: 10.1126/science.aat2998
8. D. B. Cassidy, A. P. Mills, Jr. "The production of molecular positronium" // *Nature*. V. 449. (2007) P. 195–197.
9. Будущее открывается квантовым ключом. Сб. статей академика Р.Ф.Авраменко.–М., «Химия», (2000).
10. S. Autti and other "Fundamental dissipation due to bound fermions in the zero-temperature limit" *Nature Communications* volume11, Article number: 4742 (2020)
11. Konstantinov S.I. "Dark Matter is an Extreme State of Dark Energy (Fifth Interaction)." *GJSFR-A* , Volume 19 Issue 9 Version 1.0, pp 1-10 (2019)
12. A. K. T. Assis, K. H. Wiederkehr and G. Wolfschmidt, "Weber's Planetary Model of the Atom", *Tredition Science*, Hamburg (2011). ISBN: 9783842402416.
13. Etkin V. "On the dialectical unity of evolution and involution" // *Annali d'Italia*, 10 (2020).19-26.
14. Nadia Drake. "Giant 'thread' of radio emissions found linking galaxy clusters", *SCIENCE*, JUNE 6, (2019)