

В. И. Лейман

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОСНОВЫ
КОСМОЛОГИИ
ГАЛАКТИКИ**



**Санкт-Петербург
Медиапапир
2021**

В. И. Лейман

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОСНОВЫ
КОСМОЛОГИИ
ГАЛАКТИКИ**

Сборник статей

Санкт-Петербург
Медиапир
2021

УДК 524.6
ББК 22.67
Л42

Лейман В. И. Модифицированные основы космологии. Галактики: сборник статей. — СПб.: Медиапайр, 2021. — 42 с.

Полагается повсеместное присутствие особой формы материи — Мировой субстанции, которая обладает протяженностью и этим создает пространство, в котором существует наша Вселенная. Мировая субстанция имеет гравитационную компоненту, из которой в результате Большого взрыва образовались области сгущения положительной гравитации «темная материя» в виде «феломентов», а также цилиндрические вихри темной материи. В сгущениях темной материи, в том числе и в вихрях, происходили всплески (флуктуации) плотности темной материи галактического масштаба. В критических флуктуациях плотности темной материи произошли фазовые переходы с образованием из темной материи обычной материи в виде объемных, высокотемпературных плазменных образований — плазмOIDов, состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. Затем из плазмOIDов сформировались галактики, как эллиптические, так и спиральные внутри вихрей.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Модифицированные основы космологии.....	3
2. Возникновение галактик из критических возмущений темной материи. Цилиндрические вихри темной материи.	11
3. Формирование структуры спиральных галактик <i>SBbc</i>	24
4. Парадокс спиральных галактик.	28

1. МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОСНОВЫ КОСМОЛОГИИ

В работе обсуждается природа пространства и рождение Вселенной. Полагается повсеместное присутствие особой формы материи – Мировой субстанции, которая обладает протяженностью и этим создает пространство, в котором существует наша Вселенная. Мировая субстанция абсолютная прозрачна для движения элементов обычной материи, что связано с большим энергетическим барьером, препятствующим взаимодействию обычной материи с Мировой субстанцией. Мировая субстанция имеет гравитационную компоненту, из которой в результате Большого взрыва образовались области сгущения положительной гравитации “темная материя” и области пространства с отрицательной гравитацией “темная энергия”. При стягивании темной материи в крупномасштабные сгущения в виде филоментов, а также формировались вихри темной материи. Повсюду происходили всплески (флуктуации) плотности темной материи галактического масштаба. В критических флуктуациях плотности темной материи произошли фазовые переходы с образованием из темной материи обычной материи в виде объемных, высокотемпературных плазменных образований – плазмоидов, состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. После охлаждения плазмоидов они превратились в газовые скопления водорода, гелия и лития, а излучение распространилось по пространству в виде реликтового излучения. Затем из газовых сгущений сформировались звездные скопления – галактики.

Ключевые слова: мировая субстанция, протяженность, темная материя, темная энергия, большой взрыв, сгущения темной материи, филоменты, фазовый переход, плазмоиды, галактики.

1. ВВЕДЕНИЕ

Согласно стандартной космологической теории на основе холодной темной материи и постоянной Λ (LambdaColdDarkMatter- Λ CDM) наша Вселенная состоит из нескольких видов материи/энергии (см., например, Долгов, 2014). Всего 5% из всей материи занимает обычная барионная материя, из которой состоят галактики и межзвездная пыль. Большую долю занимают две пока неизвестные формы материи/энергии, это темная материя (Dark Matter-DM) (около 27%) и темная энергия (Dark Energy-DE) (около 70%). Кроме этого повсюду во Вселенной существует фоновое реликтовое микроволновое излучение (Cosmic Microwave Background Radiation – CMB) и нейтрино, составляющие ничтожную долю от общей массы Вселенной. Причем общая средняя плотность материи во Вселенной, практически, равна критической $\rho_{tot} \approx \rho_c$ ($\rho_c = 0.85 \cdot 10^{-29} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$), а пространство Вселенной имеет плоскую евклидову геометрию.

Известно также, что наша Вселенная постоянно расширяется. В настоящее время расширение ускоряется. Скорость расширения пропорциональна расстоянию между

рассматриваемыми точками Вселенной. Коэффициент пропорциональности H (постоянная Хаббла).

Стандартная космологическая Λ CDM теория включает теорию Инфляции и теорию Большого взрыва и достаточно хорошо описывает космологическую историю и эволюцию нашей Вселенной, начиная от Инфляции, Большого взрыва и до наших дней. Однако в этой картине имеются “небольшие тучки”, которые приводят, в том числе, к серьезным трудностям в объяснении образования галактик и их строения.

Одна из таких “тучек” это проблема космологических совпадений (concordance) или, как иногда называют, космический заговор (cosmic conspiracy), означающий близость по величине абсолютно разных, согласно Λ CDM не связанных между собой, форм материи/энергии: барионов, темной материи и темной энергии (Долгов, 2014). Причина их близости до сих пор не ясна.

Ниже приводятся современные значения космологических параметров основных форм материи во Вселенной (относительные плотности в долях % от ρ_c), а также значение постоянной H (Долгов, 2014):

$$H = (67.9 \pm 1.5) \text{ кмс}^{-1}\text{Мпс}^{-1}, \quad (1)$$

$$\Omega_b = 4.9, \quad (2)$$

$$\Omega_{DM} = 26.8, \quad (3)$$

$$\Omega_{DE} = 68.3. \quad (4)$$

Более подробно о достижениях и нерешенных вопросах современной космологии можно ознакомиться в обзорах и монографиях (Черепашука, 2013; Турнера и Тисона, 1999; Вайнберга, 2008; Горбунова и Рубакова, 2008, 2010).

Недавние астрономические исследования добавили некоторые дополнительные «тучки» к теории Λ CDM. В глубоком космосе при красном смещении $z > 4$ оказалась неожиданно большая концентрация протогалактик (Ванг и др. 2019, Штейнхард и др. 2016). Число массивных галактик при красном смещении $z > 4-10$ на несколько порядков больше, чем предсказывают расчеты (Мюллер и др., 2018). Происходит более быстрый, чем процесс собирания звезд и газа в сгущения темной материи, механизм рождения галактик. Этот результат поставил под сомнение механизм формирования галактик в рамках Λ CDM теории.

С другой стороны, при подробном изучении ближайших трех спиральных галактик (Млечный Путь, Андромеда и Центавра А) у всех обнаружены обширные полярные структуры галактик-спутников, движение которых также не согласуется с предсказаниями Λ CDM теории (Мюллер и др. 2018). Наличие не сферичных структур галактик-спутников у ближайших спиральных галактик, соосно вращающихся около основной галактики бросает еще один вызов к Λ CDM теории, в частности, к модели формирования структур обычной материи на субгалактическом уровне. В большинстве случаев в Λ CDM модели получается близкое к изотропному распределение и случайная

кинематика для галактических спутниковых систем. В связи с этим встает вопрос о необходимости пересмотра Λ CDM теории, но уже и эволюции галактик.

В настоящей статье предложена Модификация Основ Космологии (Modified Basics of Cosmology – MoBC), в которой обсуждается природа пространства, его протяженность, а также объясняются механизмы образования галактик, причины вращения спиральных галактик и формирования их рукавов.

2. ПУСТОТА

Аристотель (Аристотель, 1981) и Декарт (Декарт, 1989) привели целый ряд суждений и доказательств невозможности существования в Природе пустоты (пустого пространства). Декарт понимает под пустотой, “когда ничего нет”, то есть простое “ничто” (Декарт, 1989, с. 351). Если пояснять более подробно, то под этим (ничто) необходимо понимать, что “ничто” не только ничего не содержит, но и не обладает размером, по определению. Это значит, что оно (ничто) в Природе не существует! Следовательно, пустота, как ничего не содержащая, не обладает протяженностью (размером) и поэтому в Природе ее нет.

С другой стороны существует физическая реальность - пространство. Аристотель определял его (пространство) как “место”, в котором могут находиться четыре осязаемые стихии: земля, вода, воздух и огонь (Аристотель, 1981, с. 123). Аристотель также обсуждает “эфир”, как повсеместно присутствующее, всепроникающее “первое тело” (Аристотель, 1981, с. 272). Ньютон определял эту физическую реальность как неподвижное, пустое “абсолютное пространство” (Ньютон, 1989), Эйнштейн - как “физическое пространство” (Эйнштейн, 1965, 1966). В работе (Архангельская, Розенталь и Чернин, 2006) для пространства используют определение “физический вакуум”, а (Чернин, 2001) – “космический вакуум”.

С самого начала появления гипотезы Эфира не прекращались попытки найти признаки его присутствия. В эксперименте было доказано полное отсутствие влияния эфира на движение света (Майкельсон и Морли, 1887). В связи с отрицательным результатом опыта Майкельсона и Морли вплоть до 1910 года Эйнштейн считал гипотезу эфира устаревшей, а пространство, свободное от весомой материи и излучения, пустым (Эйнштейн, 1985, с. 138). В 1920 году в статье “Эфир и теория относительности” Эйнштейн выдвигает гипотезу о “гравитационном эфире” (Эйнштейн, 1985, с. 138), то есть гравитационное поле весомой материи создает пространство с его метрическими свойствами. Однако, много лет спустя, в 1952 году Эйнштейн соглашается с Декартом, что существование пустого пространства исключено. “... Пустое пространство, т. е. пространство без поля, не существует. Пространство-время существует не само по себе, но только как структурное свойство поля” (Эйнштейн, 1986, с. 758). Таким образом он считал, что метрику пространства создает гравитационное поле весомой материи.

Однако в дальнейшем гипотеза гравитационного эфира не была поддержана. В книге “Теория поля” (Ланду и Лифшиц, 2006) по-прежнему рассматривается возможность распространения электромагнитных волн в пустом пространстве. А так как пустое пространство не имеет размера (см. выше), то и распространяться электромагнитным волнам негде.

Затем проблему о метрических свойствах пространства надолго забыли. В настоящее время для обозначения космического пространства, в основном, используется определение “космический вакуум”. Однако в переводе с латинского понятие “вакуум” (vacuum) это пустота, которая (см. выше) в природе не существует. Поэтому использование понятия вакуум не решает проблему существования метрических свойств пространства.

В предлагаемой теории МоВС дан новый взгляд на природу пространства и его свойства, и пересмотрена картина рождения нашей Вселенной.

3. МИРОВАЯ СУБСТАНЦИЯ

Согласно МоВС в Природе существует особый вид материи, далее – Мировая субстанция (Эфир), которая единственная обладает свойством протяженности. Этим Мировая субстанция обуславливает метрику Вселенной, то есть создает метрическое пространство, в котором существует обычная материя (элементарные частицы, тела из них состоящие и излучение) и различные поля. В соответствии с доказанным в начале статьи отсутствию в Природе пустоты, Мировая субстанция и, соответственно, созданное ею пространство не могут иметь границ и разрывов. Мировая субстанция существует всегда и везде.

Известно, что пространство абсолютно прозрачно для движения материальных объектов обычной материи, в том числе излучения. Это возможно если объекты обычной материи, в том числе фотоны, не взаимодействуют с Мировой субстанцией.

Абсолютную прозрачность пространства можно объяснить по аналогии с эффектом абсолютной прозрачности в среде обычной материи на примере сверхпроводимости и сверхтекучести. Оба эффекта объясняются существованием энергетической щели (Д. Тилли и Дж. Тилли, 1974). Было показано, что в сверхпроводниках при сверхнизких температурах появляется энергетическая щель между энергией конденсата куперовских пар электронов и энергией фононных возбуждений, определяющих электрическое сопротивление сверхпроводника (Бардин, Купер и Шиффер, 1957).

Аналогичным образом, по расчетам в сверхтекучем гелии существует энергетическая щель между энергией движения жидкого HeII и минимумом спектра ротонных возбуждений стенок сосуда, отвечающих за трение (Ландау, 1946).

По аналогии с этими эффектами можно предположить, что абсолютная прозрачность космического пространства для движения обычной материи, в том числе и фотонов, можно объяснить наличием значительного по величине энергетического барьера исключаяющего взаимодействие элементов обычной материи с Мировой субстанцией. Этим можно объяснить и отрицательный результат опыта по обнаружению влияния Эфира на измеряемую скорость света (Майкельсона и Морли, 1887). В виду отсутствия взаимодействия Мировой субстанции с обычной материей она не может также служить и системой отсчета.

В настоящее время интенсивно изучаются новые объекты Вселенной - темная материя и темная энергия, природа которых не ясна. Темная материя проявляет себя гравитационным воздействием на вращение спиральных галактик и эффекте линзирования (см., например, Бегман, Броельс и Сандерс, 1991; де Блок и Мак Гауг,

1997;Эйнасто, 2009). Считается, что темная энергия ответственна за антигравитацию, которая приводит к ускорению расширения нашей Вселенной (Чернин, 2008). Темная материя и объекты темной энергии не взаимодействуют с фотонами и поэтому невидимы.

Если исходить из экономности природы, то можно утверждать, что два объекта, имеющие некоторое одинаковое свойство, могут оказаться одним и тем же объектом. В данном случае, это невидимость объектов темной материи и темной энергии, как и Мировой субстанции. Тогда можно предположить, что темная материя и темная энергия являются компонентами Мировой субстанции. В таком случае можно сформулировать ряд следствий.

Следствие 1. Мировая субстанция имеет однородно распределенную по всему пространству гравитационную составляющую, в которую входят темная материя и темная энергия.

Следствие 2. Мировая субстанция не взаимодействует с элементами обычной материи из-за большого энергетического барьера, препятствующего такому взаимодействию.

Следствие 3. Большой взрыв всколыхнул одну из частей гравитационной компоненты (темную материю). Причем возмущение распространилось с очень большой скоростью на огромное по космологическим меркам пространство. В результате чего образовались области сгущения положительной гравитации – темной материи, и, соответственно, области с преимущественно отрицательной гравитацией – темная энергия.

Следствие 4. В сгущениях темной материи могли возникать локальные всплески (флуктуации) плотности темной материи галактического масштаба. При достижении критического значения плотности в сгустке темной материи стал возможным фазовый переход превращения темной материи в обычную материю в виде высокотемпературных плазмондов.

4. РОЖДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

MoBC учитывает современные знания о составе и строении нашей Вселенной и предлагает следующую картину ее зарождения. Изначально (до Большого взрыва) везде и всегда существовала Мировая субстанция, создающая бесконечное, плоское, изотропное пространство без края и разрывов. В этом пространстве были однородно распределены темная материя и темная энергия с суммарной плотностью массы/энергии равной критической ρ_c . Большой взрыв всколыхнул темную материю. Возмущения темной материи распространились на значительный по космологическим меркам объем. (В качестве Большого взрыва вполне могла оказаться Гигантская флуктуация). В результате Большого взрыва стали формироваться крупномасштабные, порядка Mpc (расстояние в 1pc =3.3 св. года) области сгущения темной материи (положительная гравитация), которые сформировали некую сеточную структуру (феломенты). Соответственно, появились также области пространства с преимущественно отрицательной гравитацией (темная энергия).

В процессе стягивания (течения) темной материи в крупномасштабные сгущения возникали вихри (в том числе цилиндрические вихри). Также повсеместно

возбуждались мелкомасштабные (порядка размера галактик) сгущения (флуктуации) плотности DM. В флуктуациях плотности DM или вихрях плотность темной материи могла достигнуть критического значения. В результате чего мог произойти фазовый переход темной материи в обычную материю, при котором темная материя перешла в частицы обычной материи. Фазовый переход осуществился через образование высокотемпературных плазменных сгустков различной формы - плазмоидов, состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. Из симметричных амплитудных флуктуаций темной материи образовались плазмоиды в виде плазменных шаров. На месте вихрей образовались плазмоиды в виде эллипсоидов вращения или сильно сжатых плазменных дисков. Таким образом, при Большом взрыве в крупномасштабных сгущениях темной материи вспыхивали “вкрапления” плазмоидов из обычной материи, представляющих собой зародыши будущих галактик.

При остывании плазмоидов до температуры 3000 К началась стадия рекомбинации (Горбунов и Рубаков, 2008), при которой из электронов и протонов образовались атомы нейтрального водорода, гелия и лития. В результате плазмоиды превратились в газовые сгустки нейтральных атомов, а излучение (фотоны) свободно разлетелось по Вселенной в качестве Реликтового излучения. Затем в газовых облаках начали формироваться звезды. В результате образовались эллиптические, спиральные и другие галактики, большие или малые в зависимости от типа первичных плазмоидов.

Таким образом, согласно концепции MoVC галактики, состоящие из барионной материи, образовались за счет темной материи в результате фазового перехода (образования плазмоидов) в местах критического сгущения ее плотности и последующего остывания плазмоидов.

Наличие у всех исследованных галактик гало темной материи (Бегеман, Броельс и Сандерс, 1991; де Блок и Мак Гауг, 1997; Эйнасто, 2009) подтверждением связи галактик со сгущениями темной материи.

Распределения плотности темного гало в спиральных галактиках описываются следующим соотношением:

$$\rho = \rho_0 \left[1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (5)$$

где ρ_0 – максимальная плотность гало темной материи, r_c – радиус полуспада плотности гало. Параметр r_c для различных галактик меняется в пределах 2-100 кпс при радиусах исследованных галактик 8-50 кпс (Бегеманом, Броельсом и Сандерсом, 1991; де Блоком и Мак Гаутом; 1997). Наличием гало темной материи с распределением (5) объясняет плоский характер кривых вращения большинства исследованных спиральных галактик.

Согласно MoVC вращения галактик изначально исходят из различных скоростей вращения вихрей темной материи. Момент вращения спиральных вихрей темной материи при фазовом переходе передался плазмоидам, состоящих из барионного вещества. После стадии рекомбинации вращение сохранилось в газовом облаке нейтрального водорода. В настоящее время вращение наиболее ярко проявляется в спиральных галактиках.

Неподвижные (без вращения) шаровые звездные скопления образовались из неподвижных плазменных шаров, образовавшихся из амплитудных флуктуаций темной материи, не имеющих вращения.

Спустя миллиарды лет спиральные галактики все еще находятся в местах, где они образовались – в вихрях темной материи. Это означает, что наблюдаемое “разбегание” галактик (см., например, Горбунов и Рубаков, 2008) представляет собой “разбегание” участков сгущений темной материи с закрепленными в них галактиками.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя новой концепции космологической теории - МоВС получен сценарий рождения Вселенной, в том числе объяснено рождение барионной материи, образование галактик и причины их вращения. Можно прояснить некоторые проблемные вопросы космологии, постоянно обсуждаемые в научных публикациях.

1. Вопрос о космологическом совпадении (concordance) – одинаковость по порядку величины плотности массы/энергии компонентов Вселенной: темной энергии, темной материи и обычной (барионной) материи. В предлагаемой МоВС явление космологических совпадений объясняется образование этих компонентов в одном акте Большого взрыва из одного объекта - гравитационной компоненты Мировой субстанции. Обычная (барионная) материя образовалась в виде плазмоидов в результате фазового перехода в мелкомасштабных критических сгущениях темной материи. Причем возбуждение темной материи при Большом взрыве было такой мощности, что целых 15 % темной материи перешло в результате фазового перехода в плазмоиды, состоящие из обычной материи и излучения.
2. Вращение галактик изначально происходит из вращения различных вихрей темной материи (в том числе цилиндрических вихрей), возникших при Большом взрыве в процессе течения темной материи в крупномасштабные сгущения. Моменты вращения вихрей DM передавались при фазовом переходе плазмоидам, из которых после их охлаждения образовались вращающиеся спиральные галактики.
3. Отпадает вопрос подбора мировых констант (h , c , G и др.), обеспечивших возможность существования нашей Вселенной и в конечном итоге жизни. Мировая субстанция с ее гравитационными компонентами (темной материей и темной энергией), как показано выше, существовала всегда, поэтому все константы Вселенной, скорее всего, изначально заложены в параметрах Мировой субстанции. Кроме нашей Вселенной, в других местах единой Мировой субстанции могут образоваться другие Вселенные, и у них будут те же мировые константы, и поэтому в них может также образоваться жизнь.

В последующих статьях сборника рассматриваются конкретные вопросы возникновения флуктуаций в темной материи, образования различных вихрей темной материи, а также образование галактик и формирование их структуры.

Задачи возможных дальнейших исследований не затронуты в сборнике:

- природа фазового перехода в темной материи, в результате которого образуется барионная материя в виде плазмоидов;
- процессы внутри плазмоидов, приводящие выбросу горячей плазмы и образованию рукавов спиральных галактик, а также начальные флуктуации реликтового излучения.

Самый важный из всех вопросов - что такое Мироздание, в которой все находится, которую мы не видим и поэтому не изучаем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аристотель, Сочинения в 4-х т. Т.3: Перевод. М.: Мысль, 1981. 613 с.
2. Архангельская И. В., Розенталь И. Л., Чернин А. Д., Космология и физический вакуум. М.: КомКнига, 2006. 216 с.
3. Бардин, Купер, Шриффер (J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer), *Phys. Rev.*, **108**, 1175 (1957).
4. Бегеман, Броельс, Сандерс (K. G. Begeman, A. H. Broeils, R. H. Sanders), *Mon. Not. R. astr. Soc.* **249**, 523 (1991).
5. Березинский В. С., Докучаев В. И., Ерошенко Ю. Н., УФН **184**, 3 (2014).
6. Вайнберг (S. Weinberg), *Cosmology*. Oxford: University press. 2008. (Вайнберг С., Космология. М.: URSB, 2012. 605 с.)
7. Вангидр. (T. Wang, C. Schreiber, D. Elbaz, at al.) *Nature* **572**, 211 (2019).
8. Горбунов Д. С., Рубаков В. А., Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва. М.: ЛКИ. 2008. 552 с.
9. Горбунов Д. С., Рубаков В. А., Введение в теорию ранней Вселенной. Космологические возмущения. Инфляционная теория. М.: КРАСАНД, 2010. 568 с.
10. деБлок, МакГауг (W. J. G. de Blok, S. S. McGaugh), *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **290**, 533 (1997).
11. Декарт Р., Сочинения в 2-х т.: Пер. с лат. и франц. Т. 1. М.: Мысль, 1989. 654 с.
12. Долгов А. Д., УФН **184**, 211 (2014).
13. Ландау Л. Д., *Физический журнал*. **11**, 91 (1946).
14. Ланду Л. Д. и Лифшиц Е. М., Теоретическая физика. В десяти томах. Том 2 «Теория поля». М.: Физматлит. 2006. 505 с.
15. Майкельсон, Морли (A. A. Michelson, E. W. Morley), *Amer. J. Sci.* **34**, 333 (1887).
16. Мюллеридр. (O. Müller, M. S. Pawlowski, at al.), *Science* **359**, 534 (2018).
17. Ньютон Ис., Математические начала натуральной философии. Перевод с лат. М.: Наука, 1989. 690 с.
18. ТиллиД., ТиллиДж. (D. R. Tilley, J. Tilley), *Superfluidity and superconductivity*. New York. Van Nostr. Reinh. Comp. 1974. 350 p. (ТиллиД. Р., ТиллиДж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. пер. с англ. М.: Мир. 1977. 304 с.)
19. Турнеранд, Тисон (M. S. Turnerland, J. A. Tyson), *Rev. of Mod. Phys.* **71**, 145 (1999).
20. Черепашук А. М., УФН **183**, 535 (2013).
21. Чернин А. Д., УФН **171**, 1153 (2001).
22. Чернин А. Д., УФН **178**, 267 (2008).
23. Штейнхардидр. (C. L. Steinhardt, P. Capak, at al.), *Astrophys. J.* **824**, 21 (2016).
24. Эйнасто (J. Einasto), *Dark Matter*. Tartu Observatory. Estonia. 2009. 25 p. arXiv:0901.0632v1 [astro-ph.CO] 6 Jan 2009.
25. Эйнштейн А., Собрание научных трудов. Т.1. Работы по теории относительности, 1905-1920. М.: Наука, 1965. 702 с.
26. Эйнштейн А., Собрание научных трудов. Т.2. Работы по теории относительности, 1921-1955. М.: Наука, 1966. 880 с.

2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГАЛАКТИК ИЗ КРИТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ВИХРИ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ.

Неожиданно большая концентрация массивных галактик в ранней Вселенной (при $z > 4-10$) не согласуется с предсказаниями стандартной космологической теории. Трудности Λ CDM теории возникают и при объяснении особенностей движения обширных полярных структур галактик-спутников, обнаруженных у спиральных галактик в ближнем космосе (Млечный Путь, Андромеда и Центавра А). Эти неудачи стандартной космологической теории стимулировали предложить модификацию основ космологии, заключающуюся в следующем. До Большого взрыва существовало пространство и в нем однородно распределенная темная материя. Обычная (барионная) материя отсутствовала. При Большом взрыве образовались крупномасштабные сгущения темной материи и различные вихри темной материи, в том числе тонкие цилиндрические вихри. Одновременно повсюду возникали локальные возмущения (флуктуации) плотности темной материи галактического масштаба, в том числе по центру цилиндрических вихрей темной материи. В возмущениях темной материи с критической плотностью произошли фазовые переходы с образованием высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. После остывания плазмоидов сформировались разного типа и размеров галактики. Посередине цилиндрических вихрей формировались спиральные галактики. Например, наша Галактика диаметром около 30 кпк (1 пк = 3.26 св. года) и скоростью вращения около 200 км/с образовалась посередине тонкого цилиндрического вихря DM высотой около 600 кпк и диаметром около 4 кпк.

Ключевые слова: темная материя, Большой взрыв, вихри темной материи, флуктуации темной материи, фазовый переход, плазмоиды, галактики

1. ВВЕДЕНИЕ

Недавние исследования глубокого космоса при красном смещении $z > 4$ показали неожиданно большую концентрацию массивных протогалактик (Ванг и др. 2019, Штейнхард и др. 2016), что поставило под сомнение предлагаемый механизм формирования и эволюцию галактик в рамках стандартной космологической теории на основе холодной темной материи и постоянной Λ (Lambda Cold Dark Matter- Λ CDM). Оказалось, что число массивных галактик $z > 4-10$ на несколько порядков больше, чем предсказывают расчеты (Мюллер и др., 2018).

Согласно Λ CDM теории галактики образуются посредством перетекания барионной материи (в основном, газа водорода) в потенциальные ямы, приготовленные

сгущениями темной материи (Dark Matter- DM) (Окабе и др. 2013, Березинский и др. 2014, Лонгайр 2008, Пионтек, Штейнмец 2011, Харвей и др. 2017).

На рис. 1 показаны кривые (сплошные) теоретических распределений концентрации массивных галактик при красных смещениях $4 < z < 10$ и результаты наблюдения (точки) при аналогичных красных смещениях (Штейнхард и др., 2016). Из рис. 1 следует, что в ранней Вселенной, при $z = 10$ концентрация массивных галактик с массой $6 \cdot 10^{12} M_{\odot}$ равна $1 \cdot 10^{-6} h^3 \text{Mpc}^{-3}$ (левая нижняя точка), что более чем на 4 порядка превышает расчетные данные в Λ CDM теории (левая расчетная кривая, для $z = 10$). Наблюдаемая концентрация галактик и характер их распределения мало изменяется в диапазоне $4 < z < 10$.

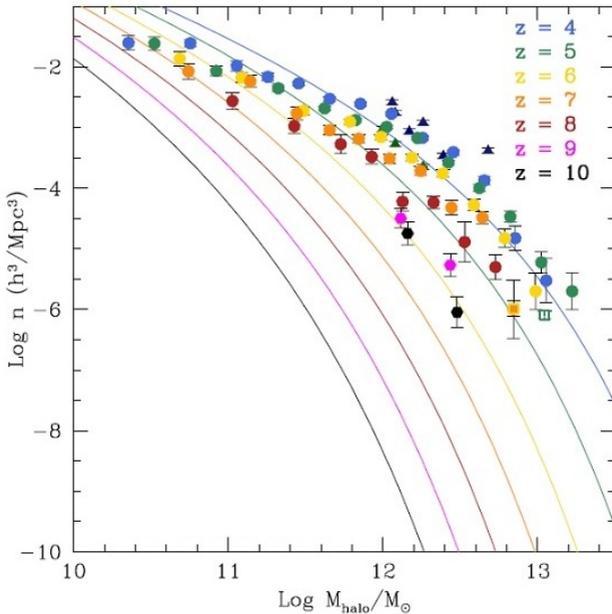


Рис. 1. Теоретическая плотность числа гало галактик как функция массы и красного смещение для наиболее массивных ореолов при $4 < z < 10$ (показаны сплошными линиями, левая кривая при красном смещении $z = 10$) по сравнению с наблюдательным числом плотности соответствующих масс гало при сходных красных смещениях (точки) (подробнее, см. Штейнхард и др. 2016).

Большая концентрация ранних галактик свидетельствует о более коротком времени их формирования, чем требуется по механизму стекания газа в локальные сгущения темной материи DM, предлагаемого в Λ CDM теории. Поэтому необходимо предложить более быстрый механизм зарождения галактик.

С другой стороны, в ближнем космосе исследованы три спиральные галактики и у всех обнаружены обширные полярные структуры галактик-спутников, движение которых также не согласуется с предсказаниями Λ CDM теории (Мюллер и др. 2018).

На рис. 2 представлены результаты наблюдений структуры распределения галактик-спутников у нашей галактики Млечный Путь (Milki Way – MW), состоящей из карликовых сфероидальных галактик, шаровых звездных скоплений и газа (Павловски и др. 2012, Фоуквет и др. 2012, Павловски и др. 2013).

Ближайшая к Млечному пути галактика Андромеда (M31), находящаяся на расстоянии 2,5 млн св. лет имеет, по крайней мере, 13 галактик-спутников, соосно вращающихся около основной галактики (Павловски и др. 2013, Конначи, Ирвин 2006, Кох, Гребел 2006). И наконец, у пятой по яркости на небе галактики Центавра А (CenA), находящейся на расстоянии 10-16 млн св. лет от MW, из 16 спутников с измеренными кинематическими данными 14 когерентно с Cen A вращаются вокруг единой оси (Мюллер и др., 2018).

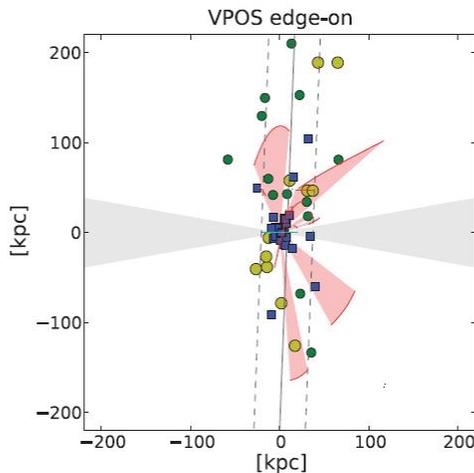


Рис. 2. Обширная полярная структура у галактики MW (вид сбоку). Y-ось указывает на северный полюс галактики MW. Галактики-спутники показаны как большие точки, шаровые звездные скопления представлены как квадраты. Отдельные тонкие кривые соединяют точки привязки потока газа. В центре показана галактика MW как короткая горизонтальная линия. (Подробнее, см. Павловски и др. 2012)

Наличие не сферичных структур галактик-спутников у ближайших спиральных галактик (MW, M31 и Cen A), соосно вращающихся около основной галактики, бросает вызов современному пониманию формирования структур обычной материи на субгалактическом уровне. В большинстве случаев в Λ CDM модели получается близкое к изотропному распределение и случайная кинематика для галактических спутниковых систем. В симуляциях формирования галактик на основе Λ CDM модели вероятность подобных полярных структур из галактик-спутников, как у MW, составляет менее

0.05% (Ибата и др. 2013, Кроупа, и др. 2005). Тем более маловероятно образование таких структур у всех трех галактик в ближнем космосе. В связи с этим еще раз встает вопрос о необходимости пересмотра Λ CDM модели механизма образования и эволюции галактик.

Для объяснения указанных наблюдений экспериментальной астрономии, которые не согласуются с предсказаниями Λ CDM теории, в настоящей работе используется модифицированные основы космологии (Modified Basics of Cosmology – MoBC) (см. предыдущую статью), объясняющие, в том числе, зарождение и формирование структуры галактик.

2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГАЛАКТИК ИЗ КРИТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ.

В трактовке MoBC (см. предыдущую статью 1) утверждается, что до Большого взрыва в бесконечном пространстве существовала однородно распределенная темная материя. Обычная (барионная) материя отсутствовала. При Большом взрыве стали образовываться крупномасштабные сгущения темной материи (масштаба Мпк). При стягивании (течении) DM в крупномасштабные сгущения возникали турбулентности с образованием вихрей DM (в том числе тонких цилиндрических вихрей DM). Одновременно повсеместно возникали локальные возмущения (флуктуации) плотности DM галактического масштаба, в том числе внутри цилиндрических вихрей DM. При критической плотности в этих возмущениях DM произошли фазовые переходы с образованием высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. После охлаждения плазмоидов в них сформировались газовые структуры и звездные системы – галактики. Внутри (посередине) цилиндрических вихрей возникали критические возмущения плотности DM с вращением. В результате фазовых переходов из них образовались вращающиеся плазмоиды. После их остывания образовались спиральные галактики.

Таким образом, в предлагаемой работе объясняется возникновение обычной материи из возмущений DM через стадию образования высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения.

До Большого взрыва в бесконечном пространстве было однородное распределение массы/энергии с критической плотностью $\rho_c = 0.85 \cdot 10^{-29}$ г см⁻³ (Долгов 2014). Обычная (барионная) материя отсутствовала. Поэтому доля темной материи составляла $\Omega_M = (\Omega_{DM} + \Omega_b) = 0.317$ (где Ω_{DM} и Ω_b - современные доли темной и обычной материи (Долгов 2014)). Тогда начальная плотность темной материи $\rho_{M0} = \Omega_M \cdot \rho_c$, что составляет $4 \cdot 10^{-8}$ Мпк⁻³.

Из термодинамической теории известно, что в любой большой системе возможны локальные флуктуации ее параметров. Существует так называемый закон квадратного корня (Пригожин 1978), согласно которому средняя относительная флуктуация некоторого параметра в большой системе обратно пропорциональна квадратному корню от его среднего значения. Тогда в случае Темной материи средняя величина флуктуации плотности $\langle \delta \rho \rangle$ пропорциональна корню квадратному от плотности DM,

$\langle \delta\rho \rangle \sim \rho^{1/2}$. При Большом взрыве в образовавшихся крупномасштабных сгущениях возрастает плотности DM по сравнению с изначальной и, соответственно, растет $\langle \delta\rho \rangle$.

Наличие крупномасштабных сгущений DM выявлено при исследовании относительного движению галактик в скоплениях, а также по эффекту линзирования (Окабе и др. 2013). Плотность DM может в десятки раз превосходить плотность барионного вещества в скоплениях галактик и достигать согласно (Окабе и др. 2013) $1.5 \cdot 10^{15} \text{ hMpc}^{-2}$. (h - параметр Хаббла равен 0.73 (Долгов 2014). Если учесть сферичность сгущения DM в работе (Окабе и др. 2013) (около 500 кпк), тогда плотность в центре сгущения составит $3.4 \cdot 10^{-3} \text{ M}_\odot \text{ кпк}^{-3}$. Таким образом, средняя плотность DM в крупномасштабных скоплениях галактик возрастает почти в 10^5 раз по сравнению с изначальной плотностью. Соответственно, средние флуктуации $\langle \delta\rho \rangle$ увеличились в $10^{2.5}$ раза. Так как $\delta\rho$, скорее всего, имели гауссово распределение (Ландау, Лифшиц 1995), при некоторых флуктуациях плотность $\rho + \delta\rho$ могла достигнуть критического значения. В результате, в таких возмущениях DM мог произойти фазовый переход *темная материя-обычная материя* в виде высокотемпературного плазмоида.

В пользу *горячей плазменной стадии* возникновения барионной материи из критических возмущениях DM свидетельствует существование реликтового излучения (Вайнберг 2008, Горбунов, Рубаков 2008). После остывания плазмоеидов до 3000 К (стадия рекомбинации) произошло освобождение реликтового излучения, и началась стадия формироваться звездных систем – *галактик* (Горбунов, Рубаков 2008).

3. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ВИХРИ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ

При Большом взрыве образование крупномасштабных сгущений DM можно представить как течение сжимаемой материальной среды (темной материи), в которой могли возникать турбулентности. В результате турбулентности могли образоваться различные, в том числе и цилиндрические вихри DM. В центре вихрей могли возникать условия для возникновения локальных критических возмущений DM с вращением. При фазовом переходе из них возникали вращающиеся плазмоеиды, а после их остывания сформировались спиральные галактики.

Хотя вихри темной материи невидимы, галактики-спутники и центральную спиральную галактику можно представить как пробные тела, которые вращаются в гравитационном поле вихря DM и обозначают границы его действия. В случае галактики MW с ее галактиками-спутниками (см. рис. 2) можно представить некоторые размеры вихря DM и его структуру.

Из рис. 2 следует, что галактики-спутники, шаровые звездные скопления и галактика MW в центре представляют цилиндр ограниченной высоты. Галактики-спутники и шаровые звездные скопления на рис. 2 показаны как большие точки и квадраты, соответственно. Отдельные тонкие кривые показывают потоки газа. Наша Галактика (MW) на рис. 2 показана в центре как короткая горизонтальная линия.

Форму вихря, связанного с галактикой MW, можно также представить по 3D-анимации, приложенной к работе (Павловски и др. 2012). В следующей работе Павловского и др. обозначены системы из галактик-спутников в виде “столбов” (красные или синие крестики) и сами галактики MW и M31 (в виде колец) (Павловски

и др. 2013, рис. 6). “Столбы” характеризуют соответствующие цилиндрические вращающиеся спутниковые системы галактик MW и Cen A.

Из данных той же работы следует, что галактики-спутники распределены относительно центральных галактик MW или M31 до расстояния 300 кпк (Павловски и др. 2013, рис. 1). Это расстояние можно считать длиной полуоси цилиндрических систем галактик-спутников, связанных с MW или M31. Отсюда можно сделать вывод, что вихрь DM, сформировавший галактику MW и ее спутники на рис. 2, представляет собой цилиндрический вихрь с полной длиной оси около 600 кпк и диаметром эффективного притяжения галактик-спутников 60-100 кпк.

Образование различных вихрей ранее подробно изучено в гидро- и аэродинамике при течении жидкости или газа (Фридман 1966, Лейбович 1983, Грабовски, Бергер 1976, Лотов 2002). Теория цилиндрических, аэродинамических Q-вихрей разработана в работе (Лейбович 1983). Рассчитан теоретический профиль радиального изменения скорости $v(r)$ вращения вещества в Q-вихре:

$$v(r) = qr^{-1}[1 - \exp(-r^2)], \quad (1)$$

где q – некоторая положительная константа. Приведены также экспериментальные данные радиального распределения скорости Q-вихря (Лейбович 1983, рис. 6). Посередине Q-вихря наблюдается “ядро вихря”, где скорость вращения вихря квазилинейно растет при удалении от центра (как в твердом теле - вращение с постоянной угловой скоростью частиц тела). Далее, с ростом расстояния от центра Q-вихря скорость вращения практически не меняется.

Известно также (Лотов 2002) взаимодействие и распад аэродинамических вихрей. При сближении цилиндрических вихрей с противоположным направлением вращения начинается их параллельное перемещение перпендикулярно оси вращения. Если цилиндрические вихри вращаются в одном направлении, то происходит их слияние в большой вихрь.

Распад аэродинамического вихря может происходить из-за неустойчивости (возмущения) вдоль оси вихря (S-распад) или из-за диссипации момента вращения в окружающее вихрь пространство (B-распад) через образование пузыря (Лейбович 1983, Грабовски, Бергер 1976).

Накопленные данные теории Q-вихрей можно использовать по аналогии при анализе строения цилиндрических вихрей DM. Характер радиального распределения кривых вращения звезд и газа в спиральных галактиках, которые находятся в гравитационном поле цилиндрических вихрей DM, определяется распределением плотности темной материи в вихре.

Кривые радиального распределения скоростей вращения звезд и газа в целом ряде спиральных галактик представлены в работах (Рубин и др. 1978, 1980, Ейнасто 2012). При удалении от центра галактик скорость вращения звезд и газа водорода вначале растет, а затем остается, практически, постоянной, $v_{max}(r) = \text{const}$ на всем протяжении исследованных радиусов. Считается, что плоский характер радиального распределения скоростей вращения звездного вещества и газа в спиральных галактиках обусловлен присутствием темной материи (Ейнасто 2012, Бегеман и др. 1991, Де Блок, МкГауг 1997).

4. КРИВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ГАЛАКТИК.

В представленной работе, исходя из данных по вращению ряда типичных спиральных галактик, производится расчет распределения плотности DM в предположении цилиндрических вихрей. Экспериментальные профили изменения скорости вращения ряда спиральных галактик представлены на рис. 3 (кривые с точками), данные взяты из работ (Рубин и др. 1980, Бегеман и др. 1991).

Из рис. 3 следует, что профили радиального изменения скорости вращения спиральных галактик подобны экспериментальным профилям скорости вращения аэродинамического Q -вихря (Лейбович 1983, рис. 6). Начиная из центра, у всех галактик скорость вращения квазилинейно растет до некоторого максимального значения v_{max} . Будем представлять эту область как “ядро галактического вихря”, где галактика вращается как твердый диск с одинаковой угловой скоростью. После достижения на краю ядра максимальной скорости вращения вещества в галактике далее, с ростом радиуса скорость вращения, практически, не меняется.

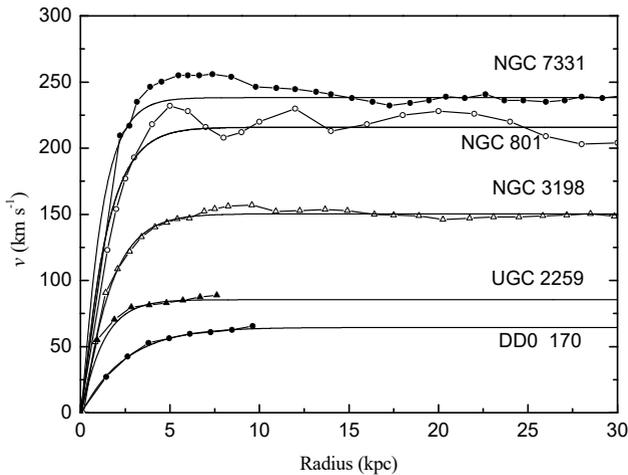


Рис. 3. Кривые распределения скорости вращения ряда галактик (кривые с точками – экспериментальные данные, сплошные кривые - расчет с учетом распределения массы в центральном сечении цилиндрических вихрей DM , где находятся спиральные галактики). Экспериментальные данные (точки) восстановлены по работам (Рубин и др. 1980, Бегеман и др. 1991).

Расчеты показали, что профили скорости $v(r)$ большинства спиральных галактик можно описать эмпирической формулой, подобной соотношению (1) только без множителя r^{-1} :

$$v(r) = v_{\max} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{r}{R_G} \right) \right] \right\}, \quad (2)$$

где R_G – параметр спада величины $v(r)$ в ядре галактического вихря.

Спиральные галактики вращаются в совместном гравитационном поле галактики и соответствующего цилиндрического вихря DM. Квадрат скорости вращения звезд или газа (пробных тел) в некотором гравитационном поле, в соответствии с законом Ньютона, можно определить через соотношение

$$v^2(r) = g(r)r, \quad (3)$$

где $g(r)$ – ускорение, определяемое общим распределением гравитирующих масс. Далее можно применить теорему Гаусса-Остроградского для локальных векторных полей. В применении к напряженности гравитационного поля (для сгущения темной материи) теорема Гаусса-Остроградского будет иметь вид (Ильин и др. 1987)

$$\iiint_V \operatorname{div} \mathbf{g} = \iint_S \mathbf{g}_n \quad (4)$$

где \mathbf{g} – вектор напряженности гравитационного поля в сгущении DM. Соотношение (4) означает равенство интеграла $\operatorname{div} \mathbf{g}$ по некоторому выделенному объему и потока проекции вектора \mathbf{g}_n на нормаль к поверхности выделенного объема.

Выберем в цилиндрическом вихре DM некоторый цилиндрический срез радиуса r и высотой h . В первом приближении, считаем вектор \mathbf{g}_n в средней части цилиндра DM мало меняющимся с высотой h . Ввиду цилиндрической симметрии системы вектор \mathbf{g} перпендикулярен боковой поверхности цилиндра и направлен внутрь поверхности. В соответствии с работой Остроградского (Остроградский 1959)

$$\operatorname{div} \mathbf{g} = -4\pi G \rho(r), \quad (5)$$

где G – гравитационная постоянная, $\rho(r)$ – плотности массы DM в вихре при радиусе r . Из (4) и (5) получаем соотношения:

$$\begin{aligned} -4\pi G \int_0^r \rho(r') 2\pi r' dr' h &= -g(r) 2\pi r h, \\ 2G \int_0^r \rho(r') 2\pi r' dr' &= g(r) r. \end{aligned} \quad (6)$$

Подставим (6) в (3) получим соотношение для расчета радиального распределения скорости вращения галактик в гравитационном поле цилиндрического вихря DM:

$$v^2(r) = 2G \int_0^r \rho(r') 2\pi r' dr'. \quad (7)$$

Расчеты показали, что профили скорости вращения галактик $v(r)$ можно согласовать с экспериментальными профилями, представив радиальное распределение плотности $DM\rho(r)$ в цилиндрическом вихре через соотношение

$$\rho(r) = \rho_0 \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{r}{R_d} \right) \right] \right\} \exp \left[- \left(\frac{r}{R_a} \right) \right], \quad (8)$$

где параметр R_a определяет спад плотности ДМк центру вихря , R_d - параметр экспоненциального спада плотности на периферии цилиндрического вихря ДМ. Подбором параметров R_d и R_a в распределении (8) по соотношению (7) подбирались близкие к экспериментальным профили $v(r)$. Первый множитель определяет провал плотности ДМ как результат центробежных сил. Второй множитель определяется действием сил турбулентности во вращающемся потоке ДМ.

На рис. 3 представлены рассчитанные по соотношению (7) профили скоростей вращения $v(r)$ ряда галактик (сплошные линии) и экспериментальные данные для этих же галактик (кривые с точками), восстановленные из работ (Рубин и др. 1980, Бегеман и др. 1991). Расчеты приведены для спиральных галактик NGC 7331, NGC 801, NGC 3198, NGC 2259 и карликовой галактики DDO 170.

На рис. 3 видны волновые искажения на экспериментальных кривых $v(r)$ ряда массивных галактик.

5. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВИХРЯХ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ.

На рис. 4а представлены рассчитанные по (8) распределения $\rho(r)$ цилиндрических вихрей ДМ, где находятся соответствующие спиральные галактики. Из рис. 4а следует, что плотность темной материи $\rho(r)$ в вихре сильно возрастает с ростом скорости вращения галактики, от $0.017 M_{\odot}/\text{пк}^3$ (галактика DDO 170, $v_{\max} = 64.5$ км/с) до $0.973 M_{\odot}/\text{пк}^3$ (галактика NGC 7331, $v_{\max} = 237$ км/с). Из соотношения (7) ясно, что масса цилиндрических вихрей ДМ пропорциональна соответствующей v_{\max}^2 . Поэтому нормировка $\rho(r)$ на соответствующую v_{\max}^2 позволяет более детально рассмотреть профиль распределения массы в вихрях ДМ (см. рис. 4б). При этом площадь под нормированными кривыми $\rho(r)/v_{\max}^2$ одинакова для всех вихрей.

Параметры R_d и R_a влияют на кривую спада скорости вращения в ядре галактического вихря на рис. 3. Оказалось, что с уменьшением v_{\max} увеличивается параметр R_d , соответственно, замедляется экспоненциальный спад $\rho(r)$ на периферии цилиндрического вихря ДМ. У вихря с массивной галактикой NGC 7331 параметр $R_d = 0.8$ кпк, а у карликовой галактики DDO 170 параметр $R_d = 1.8$ кпк.

Можно определить характерный диаметр цилиндрических вихрей ДМ, куда входит 75% массы вихря. Из полученных данных следует, что по мере возрастания скорости вращения галактики цилиндрический вихрь ДМ становится более массивным

и сжимается его характерный диаметр от 9.7 кпк (галактика DDO 170) до 3.9 кпк (галактика NGC 7331). Как уже упоминалось, высота цилиндрических вихрей DM с галактиками MW и M31 около 600 кпк (Павловски и др., 2013). У малых галактик, типа DDO 170 высота вихря может быть значительно меньше.

В спиральных галактиках обнаруживаются эффекты с вихрями DM, аналогичные с эффектами аэродинамических Q-вихрей. Приблизившиеся цилиндрические вихри DM с галактиками NGC 2207 и IC 2163 имеют разное направление вращения и поэтому, как и аэродинамические вихри (Лотов 2002), скорее всего, двигаются параллельно плоскости видимости в сторону, перпендикулярную относительно прямой, соединяющей их центры.

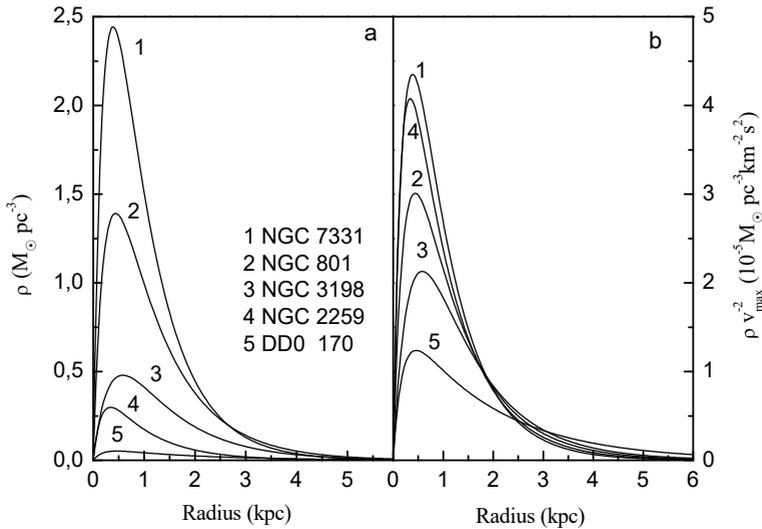


Рис. 4. Распределения плотности массы в центральном срезе цилиндрических вихрей DM с соответствующей галактикой в центре: а) распределения $\rho(r)$ в средней части вихря DM, в диске толщиной 1 кпк (в области расположения галактики) и б) распределения $\rho_n(r)$, нормированные на соответствующую v_{max}^2 .

При S-распаде (неустойчивость на оси цилиндрического вихря DM) некоторые карликовые галактики-спутники могут разрушиться, образовав газовые потоки внутри вихря DM (см. рис. 2). Возможен и случай полной потери галактик-спутников у спиральной галактики.

При В-распаде одиночного вихря, находящаяся в его центре спиральная галактика или плазмод могут получить возмущение расширения, в результате которого образуются неправильные галактики типа I. Как пример, галактика NGC 55. В случае слияния двух вихрей, две галактики могут получать взаимное возмущение. В результате образуются неправильные, смешавшиеся галактики типа II. Как пример -

контактирующая галактика Антенна, состоящая из галактик NGC 4038 и NGC 4039, ядра которых удалены всего на 20 кпк.

В некоторых случаях, в результате совместного S и V-распада, может все содержимое вихря (центральный плазмод и его спутники) развернуться в пространстве, например, в виде Магелланового Потока – облаков нейтрального водорода). Согласно (Путман и др. 2003) масса Магелланового Потока составляет около $2 \cdot 10^8 M_{\odot}$. Тогда согласно закономерности Тулли-Фишера (МкГауг и Шомберг 2015), карликовый плазмод, который полностью развернулся в результате распада вихря DM, имел скорость вращения около 50 км/с.

Вне вихрей, в области ламинарного течения DM возникали сфероидальные возмущения плотности DM. Из таких возмущений при фазовом переходе образовались плазмоды в форме сфер или эллипсоидов с малой скоростью вращения. В этом случае после стадии рекомбинации (Горбунов, В. А. Рубаков 2008) в них начали сформироваться эллиптические галактики различного типа: от E0 (шаровые) до E7 (сплюснутые сфероиды), где цифра обозначает различную степень сжатия сферической (эллипсоидной) структуры галактики (как пример – галактика M87 (E0) в созвездии Девы или галактика NGC 3923 (E4) в созвездии Гидры).

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, MoBSпредлагается следующий сценарий образования нашей Вселенной. Изначально существует Евклидово (Планк сообщество 2016) и поэтому бесконечное пространство. По всему пространству однородно распределена гравитационная субстанция, представляющая собой “смесь” из темной материи и темной энергии. Обычная (барионная) материя отсутствовала. В некоторый момент времени, в некотором месте произошел Большой взрыв. Вполне возможно, что это была Гигантская флуктуация. Большой взрыв всколыхнул гравитационную субстанцию на огромном расстоянии. В результате стали формироваться крупномасштабные, порядка Mпк, области сгущения положительной гравитации (темная материя), которые сформировали некую сеточную структуру - феломенты. В процессе течения темной материи в крупномасштабные сгущения появлялись условия для турбулентности. В результате чего возникли различные вихри темной материи, в том числе тонкие цилиндрические вихри DM диаметром около 4-10 кпк и высотой до 600 кпк.

В процессе сгущения темной материи повышалась ее плотность до 10^5 раз (до $3.4 \cdot 10^{-3} M_{\odot} \text{пк}^{-3}$). Столь значительное увеличение плотности темной материи привело буквально к ее “кипению”, то есть к повсеместному появлению локальных возмущений (флуктуаций) плотности DM. В цилиндрических вихрях DM, где плотность DM могла достигать $0.97 M_{\odot} \text{пк}^{-3}$, возникали локальные возмущения DM. В критических возмущениях DM стали вспыхивать высокотемпературные плазмоды, состоящие из первичных частиц обычной материи и излучения. После остывания плазмодов до 3000 К реликтовое излучение и нейтрино покинули плазмоды. В результате образовались газовые протогалактики, в которых стали формироваться звездные системы – галактики различного типа.

Учитывая современные данные по распределению материи во Вселенной (Долгов 2014) получается, что целых 16% DM в результате стадии “кипения” перешло в обычную материю в виде плазмоидов. В области ламинарного течения темной материи возникали сфероидальные критические всплески DM, что привело в итоге, к образованию сфероидальных плазмоидов и затем образованию галактик типа E0 – E7

В центре цилиндрических вихрей DM образовались вращающиеся области критической плотности DM, что привело к появлению высокотемпературных вращающихся плазмоидов. После их охлаждения до 3000 К стали формироваться спиральные галактики. Вдоль оси вихря образовались малые критические сгустки DM, которые превратились в карликовые плазмоиды, из которых сформировались карликовые галактики-спутники. Распад или столкновение цилиндрических вихрей DM привели к различным искажениям спиральных галактик или к полному разворачиванию плазмоидов в пространстве и, соответственно, к образованию газовых потоков между галактиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Березинский В. С., Докучаев В. И., Ерошенко Ю. Н., УФН **184**, 3 (2014).
2. Вайнберг (S. Weinberg), *Cosmology*. University press. Oxford. (2008).
3. Вангидр. (T. Wang, C. Schreiber, D. Elbaz, at al.) *Nature* **572**, 211 (2019).
4. Горбунов Д. С., Рубаков В. А., *Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва*. ЛКИ. М. (2008).
5. ГрабовскийБергер (W. J. Grabowski, S. A. Berger), *J. Fluid Mech.* **75**, 525 (1976).
6. Бегеманидр. (K. G. Begeman, at al.), *MNRAS***249**, 523 (1991).
7. ДеБлокиМкГаук (W. J. G. De Blok, S. S. McGaugh), *MNRAS***290**, 533 (1997).
8. Долгов А. Д., УФН**184**, 211 (2014).
9. Ейнасто (J. Einasto), *Astr. and Astroph.* **2**, 152 (2012).
10. Ибатаидр. (R. A. Ibata, at al.), *Nature* **493**, 62 (2013).
11. Ильин В. А.,Садовничий В. А., Сендов Б. Х., *Математический анализ. Продолжение курса*. МГУ, М. (1987).
12. Конначи, Ирвин (W. Mc Connachie, and M. J. Irwin), *MNRAS* **365**, 902 (2006).
13. Кох, Гребел (A. Koch, and E. K. Grebel), *Astron. J.* **131**, 1405 (2006).
14. Кроупаидр. (P. Kroupa, at al.), *Astron. Astrophys.* **431**, 517 (2005).
15. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., *Теоретическая физика. Т. V. Статистическая физика. Ч. 1*, Наука, М. (1995).
16. Лейбович (S. Leibovich), *AIAA JOURNAL* **22**, 1192 (1983).
17. ЛикуйяиНьюман (T. C. Licquia, and J. Newman), *Astr. Soc.* **806**, 96 (2015).
18. Лонгайр (M. S. Longair) *Variations on a Theme of Cold Dark Matter. Galaxy Formation*, Springer, Berlin (2008).
19. Лотов К. В., *Физика сплошных сред*, ИКИ, М.-И. (2002).
20. МкГаугиШомберт (S. S. McGaugh, J. M. Schombert), *Astroph. J.* **802**, 18 (2015).
21. МкМиллан (P. J. McMillan), *MNRAS* **414**, 2446 (2011).
22. Мюллеридр. (O. Müller, M. S. Pawlowski, at al.), *Science* **359**, 534 (2018).
23. Окабеидр. (N. Okabe, G. P. Smith, at al.), *ApJ Letters* **769**, L35 (2013).
24. Остроградский М. В., *Полное собрание трудов. Т.1*, АН УССР, Киев, (1959)
25. Павловскиидр. (M. S. Pawlowski, atal.), *MNRAS* **423**, 1109 (2012).
26. Павловскиидр. (M. S. Pawlowski, at al.), *MNRAS* **435**, 1928(2013).
27. ПионтекиШтейнмец (F. Piontek, M. Steinmetz), *MNRAS* **410**, 2625 (2011).
28. Планксообщество (Planck Collaboration: P. A. R. Ade at al.), *A&A* **594**, A13 (2016).

29. Пригожин (I. Prigogine), Science **201**, 777 (1978).
30. Путмандр. (M. E. Putman, at al.), Astroph. J. **586**, 170 (2003).
31. Рубиндр. (V. C. Rubin, at al.), Astron. J. **225**, L107 (1978).
32. Рубиндр. (V. C. Rubin, at al.), Astron. J. **238**, 471 (1980).
33. Софу (Y. Sofue), Astr. S. Japan **61**, 227 (2009).
34. Фоукветдр. (S. Fouquet, at al.), MNRAS **427**, 1769 (2012).
35. Фридман А. А., *Избранные труд*, Наука, М. (1966).
36. Харвейдр. (D. Harvey, F. Courbin, at al.), MNRAS **472**, 1{10 (2017)
37. Штейнхарддр. (C. L. Steinhardt, P. Capak, at al.), Astrophys. J. **824**, 21 (2016).

3. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК *SBbc*.

Согласно модифицированной космологии (см. статьи 1 и 2) при Большом взрыве образовались крупномасштабные сгущения и вихри темной материи, в том числе тонкие цилиндрические вихри. Одновременно повсеместно возникали локальные возмущения (флуктуации) плотности DM галактического масштаба. В критических возмущениях DM произошли фазовые переходы с образованием из них высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. После остывания плазмоидов сформировались разного типа и размеров галактики. По центру цилиндрических вихрей возникли вращающиеся возмущения DM, из которых при фазовом переходе образовались вращающиеся высокотемпературные плазмоиды. В результате выброса плазмы в плоскости вращения плазмоида сформировалась структура спиральных галактик: балдж, перемычки и рукава спиралей (галактики типа *SBbc*). Непрерывный поток выброса плазмы длился сотни миллионов лет и мог начинаться несколько раз создавая сложную картину структуры галактических спиралей.

Ключевые слова: Большой взрыв, сгущения темной матери, вихри темной материи, локальные возмущения темной материи, фазовый переход, плазмоиды, выброс плазмы, структура спиральных галактик.

1. ВВЕДЕНИЕ

Ряд наблюдений экспериментальной астрономии не согласуются с предсказаниями стандартной космологической теории на основе холодной темной материи и темной энергии (LambdaColdDarkMatter- Λ CDM) (Ванг и др. 2019, Стейнхард и др. 2016, Мюллер и др. 2018). В связи с этим было предложено модифицировать основы космологии, (Modified Basics of Cosmology – MoBC) (см. предыдущие статьи), объясняющие, в том числе, зарождение и формирование галактик. Согласно MoBC до Большого взрыва в бесконечном пространстве существовала однородно распределенная темная материя (DarkMatter- DM). Обычная (барионная) материя отсутствовала. В результате Большого взрыва стали образовываться крупномасштабные сгущения темной материи. При этом возникали и вихри темной материи, в том числе тонкие цилиндрические вихри. Одновременно и повсеместно возникали локальные возмущения (флуктуации) плотности DM галактического масштаба. В критических возмущениях DM произошли фазовые переходы с образованием высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения. Внутри цилиндрических вихрей возникали вращающиеся критические возмущения DM. В результате фазовых переходов из них образовались высокотемпературные вращающиеся плазмоиды. После остывания вращающихся плазмоидов сформировались спиральные галактики

В предлагаемой работе исходя из представлений МоВС предлагается рассмотреть процесс формирования звездной структуры спиральной галактики типа SBbc, которая происходит в результате выброса плазмы из вращающегося центрального плазмоида и ее последующего охлаждения и формирования звезд.

2. ОБРАЗОВАНИЕ ЗВЕЗДНЫХ РУКАВОВ ЩИТА-ЦЕНТАВРА, ПЕРСЕЯ И СТРЕЛЬЦА В ГАЛАКТИКЕ МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ.

Расчеты показывают (см. предыдущую статью), что радиальное распределение скорости вращения $v(r)$ спиральных галактик обусловлено совместным гравитационным воздействием вещества галактики и вихря DM. Типичная кривая распределения $v(r)$ состоит из двух участков (статья 2, рис. 3). Начиная от центра галактики $v(r)$ вначале растет, а затем выходит на плато до v_{\max} , оставаясь далее неизменной на протяжении всех измеренных радиусов. Участок зависимости $v(r)$, где скорость вращения квазилинейно растет до v_{\max} , представляет собой область “ядра галактического вихря”, где вещество галактики (газ и звезды) вращается как твердый диск с одинаковой угловой скоростью. В настоящей работе показано, что зависимости $v(r)$ в области ядра галактического вихря существенным образом зависит от радиального распределения плотности материи $\rho(r)$ в цилиндрическом срезе по центру вихря DM, где находится спиральная галактика.

Как и в предыдущей статье представим распределение $\rho(r)$ эмпирическим соотношением (1)

$$\rho(r) = \rho_0 \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{r}{R_d} \right)^\alpha \right] \right\} \exp \left[- \left(\frac{r}{R_d} \right)^\beta \right], \quad (1)$$

где параметр R_d определяет спад плотности DM к центру вихря, R_d - параметр экспоненциального спада плотности на периферии цилиндрического вихря DM. Введенные дополнительные показатели степени α и β в значительной мере влияют на форму распределения $\rho(r)$ и, через это, на распределение вещества в ядре спиральной галактики.

Скорость вращения $v(r)$ зависит от напряженности гравитационного поля $g(r)$ (ускорение) и определяется из соотношения (2):

$$v^2(r) = g(r)r, \quad (2)$$

В случае цилиндрического вихря (показано в предыдущей статье) ускорение зависит от $\rho(r)$ радиального распределения массы DM в вихре:

$$g(r) = \frac{2G}{r} \int_0^r \rho(r') 2\pi r' dr', \quad (3)$$

где G – гравитационная постоянная.

Используя соотношение (3) получим зависимости $v(r)$ от $\rho(r)$:

$$v(r) = 2G \int_0^r \rho(r') 2\pi r' dr', \quad (4)$$

В связи с выходом на плато зависимости $v(r)$ от r , вылетающая плазма в рукавах спиральных галактик находясь на разном расстоянии от центра галактики будет при вращении галактики отставать от вращения в ядре галактики согласно соотношению

$$\Delta\varphi(r) = [v(r_n)r_n^{-1} - v(r)r^{-1}]t, \quad (5)$$

где r_n некоторый радиус в ядре галактического вихря, а t время от начала выброса плазмы из плазмоида. После охлаждения плазмы в рукавах галактики формируются звезды и сгустки газа. Поэтому астрономические данные строения рукавов реальной галактики отображают процесс выброса горячей плазмы из центрального плазмоида.

Рассчитывая некоторую зависимость положения $r_{arm}(t)$ вещества плазмы в рукаве галактики от начала выброса плазмы, подбором параметров расчета проводится согласование с данными оцифровки звездных спиралей галактики.

На рис. 1 показаны итоговые результаты расчета строения нашей Галактики, Млечный Путь. Расчеты зависимости $r_{arm}(t)$ для рукавов Щита-Центавра, Персея и Стрельца хорошо аппроксимируются уравнениями типа (6)

$$r_{arm}(t) = at^2 + bt^3, \quad (6)$$

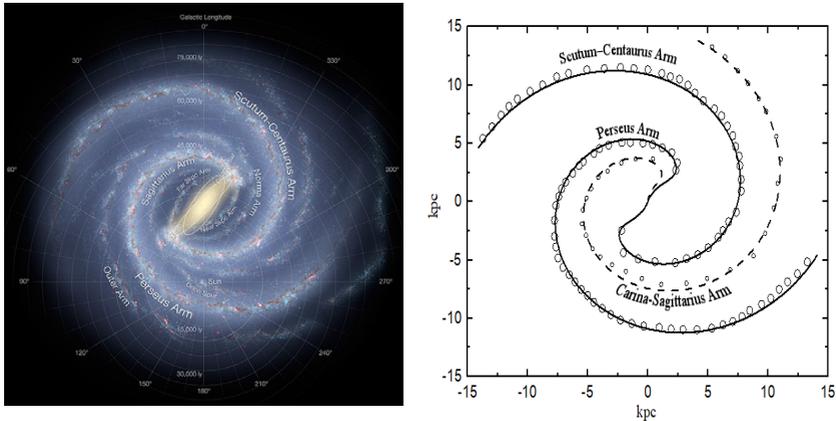


Рис. 1. Расчеты рукавов Щита-Центавра, Персея и Стрельца в галактике Млечный путь. Точки - оцифрованные кривые рукавов из рисунка слева. В расчетах (справа) в центре видно галактическое ядро диаметром около 8 кпк с, практическими, прямыми перемычками. Кривые рукавов Щита-Центавра и Персея рассчитывались при одинаковых параметрах в соотношении (1).

3. СКОРОСТЬ ВЫБРОСА ПЛАЗМЫ ИЗ ПЛАЗМОИДА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗВЕЗДНЫХ РУКАВОВ

На рис. 2 приводятся расчетные условия выброса плазмы из центрального плазмоида при формировании структуры галактики Млечный Путь.

На рис. 2а, кривая 1 (точки) представляет экспериментальные данные (Софье 2009) измерения скорости вращения $v(r)$ в галактике Млечный Путь (MilkyWay – MW). Кривая 2 показывает расчетную зависимость $v(r)$ на момент Первого двойного выброса плазмы и формирования рукавов Щита-Центавра и Персея. При этом кривая 4 показывает соответствующее распределение $\rho(r)$ в середине вихря-цилиндра DM на момент формирования этих рукавов. Первый выброс плазмы длился 163.2 млн. лет.

Начало формирование рукава Стрельца при Втором выбросе плазмы произошло позже начала Первого выброса плазмы примерно на 60 млн. лет (определено при сравнении концов рукавов Щита-Центавра и Стрельца). Второй выброс плазмы длился 135.4 млн. лет. Кривая 3 показывает расчетную зависимость $v(r)$ на момент Второго выброса плазмы и формирования рукава Стрельца. При этом получилось иное распределение $\rho(r)$ в середине вихря-цилиндра DM (кривая 5) на момент формирования рукава Стрельца.

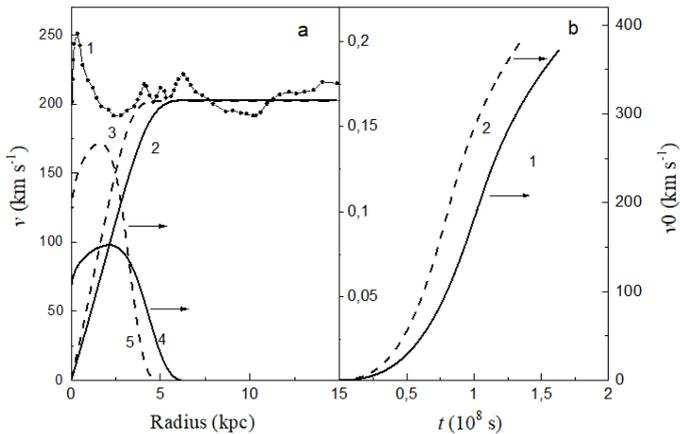


Рис. 2. Условия в галактике Млечный Путь при формировании рукавов Щита-Центавра, Персея и рукава Стрельца. а) Измеренное распределение (кривая 1) (Софье 2009) скорости вращения галактики MW и расчетное распределение скорости вращения (кривая 2) и плотности DM в вихре (кривая 4) на время процесса Первого выброса плазмы. Те же кривые 3 и 5, соответственно, на время Второго выброса плазмы. б) Кривые изменения скорости при Первом выбросе плазмы (кривая 1) и Втором выбросе плазмы (кривая 2). Начало выброса плазмы считать от конца кривой.

После вылета плазмы кинетическая энергия частиц плазмы затрачивается полностью на работу сил гравитации вихря DM на пути к конечному установившемуся положению вещества в рукаве галактики:

$$mV_0^2(r_{arm}) = 2m \int_0^r g(r_{arm}) dr, \quad (7)$$

где V_0 и m – скорость вылета и предполагаемая масса частиц (протонов) в вылетающей плазме.

Используя полученные по соотношению (6) зависимости $r_{arm}(t)$ для рукавов, была рассчитана зависимость начальной скорости вылета $V_0(r_{arm})$ для соответствующей точки с r_{arm} на кривой рукава.

На рис. 2b представлены кривые $V_0(t)$ для рукавов Щита-Центавра и Персея (кривая 1) и рукава Стрельца (кривая 2). Последняя точка на графике Рис. 2b (при максимальном $r_{arm}(t)$) – это начало выброса плазмы, соответственно, начальная скорость (кинетическая энергия) частиц в выбрасываемой плазме. Затем скорость (энергия) вылета частиц в плазме постепенно падает до нуля (в ядре галактики). Время на графике рис. 2b от начала выброса плазмы надо рассматривать в обратном порядке.

Хотя условия с формой распределения массы DM в вихре-цилиндре от Первого выброса плазмы ко Второму выбросу поменялась, скорость (энергия) выброса плазмы осталась неизменной – около 383 км/с. Если основные частицы в плазме были протоны (нейтроны), тогда энергия начала выброса плазмы составляла 76.6 кэВ, что соответствует эффективной температуре в плазме $5.9 \cdot 10^6$ К.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, формирование структуры спиральных галактик обусловлено выбросом высокотемпературной плазмы из центрального плазмоида, а конкретная конфигурация определяется радиальным распределением массы по сечению в центре вихря темной материи.

В приложении 1 показаны галактики, получившиеся в результате разного вида выбросов горячей плазмы из центрального плазмоида. При начальной, большой энергии струи плазмы возможен ее последующий дополнительный распад на два (или несколько) рукавов плазмы и тогда в галактике наблюдается множественное ветвление рукава галактики (галактика M83). Возможен одновременный множественный выброс плазмы во все стороны (в плоскости вращения) и распад первоначальной части потока плазмы на отдельные струи (галактика NGC 3982). Есть галактики, у которых наблюдаются два кольца звездных скоплений около ядра галактики (NGC 7742). Это связано с двумя выбросами плазмы с малой разностью кинетической энергии. В некоторых галактиках (например, NGC 1300 и M83) рукава приближены к ядру галактики, что можно объяснить меньшим диаметром ядра галактики в начале выброса плазмы и его увеличением к концу выброса плазмы, или изменение энергии струи плазмы во время вылета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Вангидр. (T. Wang, at al.)Nature **572**, 211 (2019).
3. Мюллеридр. (O. Müller at al.)Science.**359**, 534 (2018).
4. Софье (Sofue Y.) Astr.Soc. of Japan **61**, 227 (2009).
5. Стейнхардидр. (C. L Steinhardt, at al.)Astrophys. J. **824**, 21 (2016).

4. ПАРАДОКС СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

По астрономическим наблюдениям угловая скорость вращения спиральных галактик уменьшается с удалением от центра. Так как галактики существуют млрд. лет, при таких условиях вращения мы должны наблюдать размытую дискообразную структуру галактик. Однако, на практике, наблюдается огромное количество галактик, как бы с "замороженной во времени" спиральной структурой. Таким образом, имеет место парадокс между современными данными по вращению спиральных галактик и длительным временем сохранения их спиральной структуры. Сохранение спиральной структуры галактики возможна только, если угловая скорость вращения всех частей галактики одинакова. То есть скорость вращения частей спиральной галактики должна быть строго пропорциональна расстоянию до ее центра. В рамках предложенной ранее Модифицированной космологии описывается процесс образования спиральной структуры галактик и их стабилизация во времени. Спиральные рукава в галактиках являются результатом выброса нескольких струй горячей плазмы из центрального высокотемпературного вращающегося плазмоида, образовавшегося из критического возмущения темной материи посередине цилиндрического вихря темной материи. Стабилизация плазменных рукавов галактики на соответствующей орбите («заморозка») происходит в результате разгона участков струи плазмы до скорости вращения вихря темной материи под действием динамического трения со стороны вращающегося гравитационного поля темной материи.

Ключевые слова: цилиндрические вихри темной материи, плазмойды, формирование рукавов спиральных галактик, динамическое трение в гравитационном поле, стабилизация спиральной структуры галактик

1. ВВЕДЕНИЕ

Спиральные галактики имеют особый вид кривых радиального распределения скоростей вращения звезд и газа, который отличается от вращения планетных систем (Рубин, 1978, 1980; Ейнасто, 2012; Бегеман, 1991). При удалении от центра спиральной галактики скорость вращения звезд и газа водорода вначале растет до некоторого максимального значения, далее остается, практически, постоянной на всем протяжении исследованных радиусов (рис. 1). Это приводит к тому, что угловая скорость вращения частей галактик уменьшается с удалением от центра галактики.

С другой стороны у спиральных галактик сформировались спиральные структуры, состоящие из звезд и газа водорода, сохраняющиеся миллиарды лет. У нашей Галактики, Млечного Пути (MilkyWay – MW) можно отметить два главных звездных рукава: Щита-Центавра и Персея (Бенджамин, 2008) (рис. 2). Эти два рукава удалены от центра галактики вплоть до радиуса 14.5 кпк (1 пк = 3.26 св. года). Кривая радиального распределения скорости вращения галактики MW выходит на постоянную скорость около 200 км/с (Софу, 2009).

Независимо от механизма образования спиральных рукавов при длительном вращении (1 млрд. лет и более) из-за отставания при вращении удаленных участков рукавов спиральная структура галактики MW должна полностью размыться.

У других спиральных галактик, с подобным как на рис. 1 радиальным распределением скорости вращения (Рубин, 1978, 1980), за время их жизни должна также исчезнуть спиральная структура. Поэтому на небе мы должны наблюдать не спиральные галактики, а сплошные тонкие диски газа водорода.

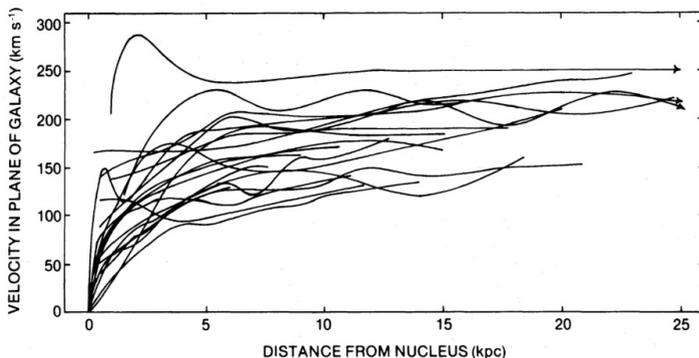


Рис. 1. Суперпозиция 21 кривых вращения галактик типа Sc. Общая форма кривых вращения для малых галактик (нижние кривые) аналогична начальной части кривой вращения для больших галактик (Рубин, 1978).

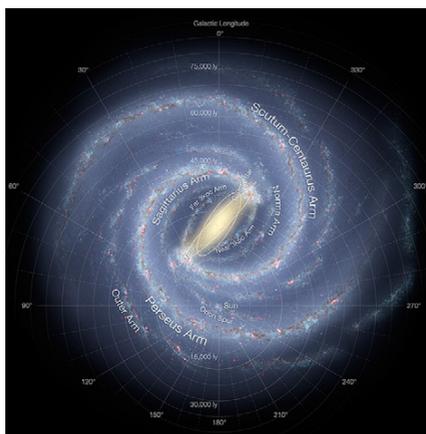


Рис. 2. Художественное отображение галактики Млечный путь. Основные рукава - Щита-Центавра и Персея (Бенджамин, 2008).

Однако множество галактик, наблюдаемых в разное время от момента Большого взрыва, имеют, как и галактика MW, четкую спиральную структуру. Получается, что

спиральная структура галактик, как бы «заморожена во времени». Следовательно, имеет место некоторый *парадокс* между современными данными радиального распределения скорости вращения спиральных галактик и длительным существованием спиральных галактик.

В представленной работе, рассматривается указанный выше парадокс и предлагается механизм формирования рукавов спиральных галактик и "заморозка во времени" их спиральной структуры.

2. ПАРАДОКС СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

Результаты недавних исследований глубокого космоса при красных смещения $4 < z < 10$ показали неожиданно большую концентрацию массивных галактик (Ванг и др. 2019, Штейнхард и др. 2016), что свидетельствует о более раннем образовании галактик, чем дают расчеты в рамках стандартной Космологической теории - Темной Энергии и Холодной Темной Материи (LambdaColdDarkMatter- LCDM). Согласно LCDM теории галактики образуются посредством перетекания барионной материи (в основном, газа водорода) в потенциальные ямы, приготовленные сгущениями темной материи (см., например, Харвей и др. 2017; Сурдин, 2019). Поэтому необходимо предложить более быстрый механизм образования галактик после Большого взрыва.

С другой стороны, в ближнем космосе подробно исследована структура трех спиральных галактик и у всех обнаружены обширные полярные структуры галактик-спутников, движение которых когерентно с вращением центральной галактики. Эти наблюдения также не согласуются с предсказаниями LCDM теории (Павловский др., 2012, 2013; Мюллер и др., 2018).

В связи с этим, была предложена Модификация Основ Космологии (Modified Basics of Cosmology – MoBC) (статья 1), позволяющая объяснить эти наблюдения экспериментальной астрономии.

Концепция MoBC заключается в следующем. До Большого взрыва существовало пространство и в нем однородно распределенная темная материя (DarkMatter - DM). Обычная (барионная) материя отсутствовала. При Большом взрыве волна возмущения темной материи «мгновенно» распространилась в громадном объеме. Одновременно стали формироваться крупномасштабные сгущения DM в виде филоментов. Возникали также турбулентности, приводящие к формированию вихрей DM (в том числе цилиндрических). Кроме этого, сильное сгущение DM привело к возникновению множества локальных возмущений (флуктуаций) плотности DM галактического масштаба. В критических возмущениях DM произошли фазовые переходы с образованием высокотемпературных плазменных сгустков (плазмоидов), состоящих из первичных частиц обычной материи и излучения (статья II). После остывания плазмоидов сформировались разного типа и размеров галактики. Посередине цилиндрических вихрей DM возникали вращающиеся возмущения DM. В результате фазового перехода эти возмущения DM превратились в высокотемпературные вращающиеся плазмоиды. Затем из вращающегося плазмоида в результате выброса горячей плазмы образовались рукава спиральной галактики (статья III), а после их остывания сформировались звезды.

Галактика MW образовалась посередине цилиндрического вихря DM высотой около 600 кпк и эффективным диаметром около 8 кпк. Был произведен расчет формирования структуры звездных рукавов Щита-Центавра, Персея и Стрельца.

На рис. 3а показаны результаты расчета структуры рукавов Щита-Центавра и Персея галактики MW (гладкие кривые - статья 3) и оцифрованные данные этих рукавов из рис. 2. Расчет производился на основе данных по распределению скорости вращения галактики MW (Софу, 2009). Рукава Щита-Центавра и Персея образовались в результате одновременного выброса двух струй высокотемпературной плазмы с противоположных сторон перемычки в плоскости вращения галактики. В процессе выброса плазмы постепенно уменьшалась кинетическая энергия выбрасываемой струи плазмы. Поэтому постепенно уменьшался радиус стационарной орбиты, до которой долетал соответствующий сгусток плазмы. Уменьшался и угол отставания участка звездного рукава от вращения центральной части плазмоида. Общее время формирования главных рукавов галактики MW составляло около 160 млн. лет (статья III).

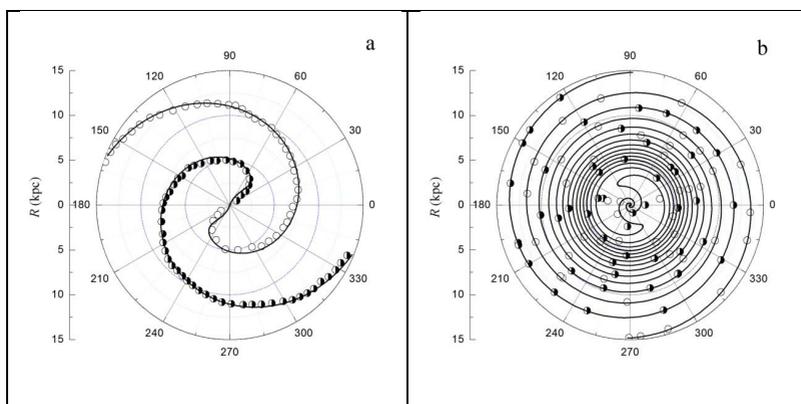


Рис. 3. Расчеты структуры рукавов Щита-Центавра и Персея в галактике Млечный Путь. а) Точки - оцифрованные кривые рукавов из рис. 2. Сплошные кривые – расчет при времени формирования спиралей 163 млн. лет (статья III). б) Расчет при продлении времени вращения галактики на 1.5 млрд. лет.

На рис. 3а наблюдается хорошее согласие расчетной структуры рукавов (гладкие кривые) и оцифровки данных из рис. 2 (точки). Однако в расчетах продление времени вращения галактики MW на 1.5 млрд. лет создает сильно закрученную структуру, как показано на рис. 3б. То есть спиральная структура галактики MW исчезает.

Другие спиральные галактики, радиальное распределение скорости вращения которых подобно данным рис. 1, в течение времени своего существования также должны были потерять спиральную структуру. Таким образом, мы имеем дело с *парадоксом* между современными данными по вращению спиральных галактик и длительным существованием спиральной структуры галактик.

3. «ЗАМАРОЗКА» СПИРАЛЬНОЙ СРУКТУРЫ ГАЛАКТИК

Галактика MW образовалась около 13.5 млрд лет назад, несколько раньше, чем ее самая старая звезда HD 140283 (Фребел, 2007). Это почти в самом начале после Большого взрыва. Если бы вращение галактики MW в самом начале было такое же, как сейчас, это привело бы к формированию тонкого газового диска с недостаточной концентрацией газа для формирования звезд. То есть, не было бы Солнца, планеты Земля и нас – людей, которые наблюдали бы спиральные галактики.

С другой стороны, множество фотографий спиральных галактик независимо от расстояния до них (их возраста) представляют четкую структуру спиралей. При этом наблюдается некая закономерность. Самые удаленные участки звездных рукавов в спиральных галактиках отстают от вращения центральной части галактики почти на одинаковую долю оборота. В конце сборника (Приложение 2) представлен ряд галактик на разном расстоянии от Солнца. Рукава галактики NGC 2997 отстают на 1 оборот (расстояние до галактики 39 млн. св. лет) (Хесс, 2009). У самой ранней галактики BX 442 (10.7 млрд. св. лет) (Лав и др., 2012), галактики ISOHDFS 27 (6 млрд. св. лет) (ЕСО0041, 2000), и CometGalaxy (3.2 млрд. св. лет) (Кортеше, 2006) - рукава отстают на 0.5 оборота. У нашей галактики MW наблюдается отставание на 0.83 оборота (рис. 2).

Сохранение спиральной структуры галактик на разном времени существования Вселенной без существенной закрутки свидетельствует о своеобразной «заморозке во времени» спиральной структуры галактик. Согласно МоВС спиральные галактики вращаются в гравитационном поле соответствующего цилиндрического вихря DM (статья II). «Замороженное» состояние спиральной структуры галактик возможно только, если галактики вращаются вместе с вихрем DM внутри его ядра. Ядро какого либо вихря – это область вихря, вращающаяся как твердое тело, то есть с одинаковой угловой скоростью при удалении от центра (Лейбович, 1983).

Тогда скорость вращения участков галактики пропорциональна расстоянию r от центра до этого участка с коэффициентом пропорциональности, равным ω_0 - угловой скорости вращения темной материи в ядре цилиндрического вихря DM:

$$v(r) = \omega_0 r. \quad (1)$$

Квадрат скорости вращения звезд или газа (как пробных тел) в некотором гравитационном поле, в соответствии с законом Ньютона, можно определить через соотношение

$$v^2(r) = g(r)r, \quad (2)$$

где $g(r)$ – ускорение, определяемое распределением гравитирующих масс (галактики и цилиндрического вихря DM). С учетом соотношения (1) и (2)

$$g(r) = \omega_0^2 r. \quad (3)$$

В соответствии с Теоремой Остроградского-Гаусса (Ильин, 1987; Остроградский, 1959) в центре цилиндрического вихря DM выполняется равенство (статья 2)

$$g(r)r = 2G \int_0^r \rho(r')2\pi r' dr', \quad (4)$$

где G – гравитационная постоянная, $\rho(r)$ – радиальное распределение плотности темной материи посередине цилиндрического вихря, где находится галактика.

Учитывая (3) получаем

$$\omega_0^2 r^2 = 2G \int_0^r \rho(r')2\pi r' dr'. \quad (5)$$

Возьмем производную по r , тогда

$$\omega_0^2 2r dr = 2G \rho(r) 2\pi r dr. \quad (6)$$

Из (6) следует, что распределение $\rho(r)$ в ядре цилиндрического вихря DM есть постоянная величина:

$$\rho(r) = \rho_0 = \frac{\omega_0^2}{2\pi G}. \quad (7)$$

Распределение потенциала гравитационного поля такого вихря DM

$$\Psi(r) = \int_0^r g(r') dr' = \frac{\omega_0^2 r^2}{2}. \quad (8)$$

На рис. 5 рассмотрена схема формирования и «заморозки» спиралей на примере галактики MW, находящейся в ядре цилиндрического вихря DM, вращающегося с некоторой угловой скоростью ω_0 .

В результате неких процессов в центральном вращающемся плазмоеде $3'$ образовалась перемычка, из которой произошел выброс плазмы массой Δm . Выброс Δm происходит в направлении прямой 4 на рис. 4. На самом деле, перемещение до стационарной орбиты радиуса R происходит по кривой $4'$, так как на сгусток плазмы Δm действует сила гравитационного динамического трения F (Ланкастер и др., 2020; Орлов и Райков, 2014) (на рис. 5 показана стрелкой) со стороны ветра темной материи в вихре DM:

$$F(r) = 4\pi\rho(r) \left(\frac{G\Delta m}{v(r)} \right)^2, \quad (9)$$

где $v'(r)$ – скорость сгустка Δm относительно потока темной материи в ядре вихря DM. В свою очередь, $v'(r)$ равна разности между скоростью вихря $DM v(r) = \omega_0 r$ на радиусе r и приобретенной под действием силы $F(r)$ скоростью v_1 сгустка Δm на пути перемещения $4'$

$$v'(r) = \omega_0 r - v_1(r). \quad (10)$$

При кинетической энергии выброса сгустка плазмы $\Delta m V_0^2/2$ он за время t_1 достигает некоторого равновесного радиуса R в потенциальном поле (8) вихря DM:

$$\frac{\Delta m \cdot V_0^2}{2} = \Delta m \frac{\omega_0^2 \cdot R^2}{2}, \quad (11)$$

где V_0 - скорость вылета сгустка плазмы.

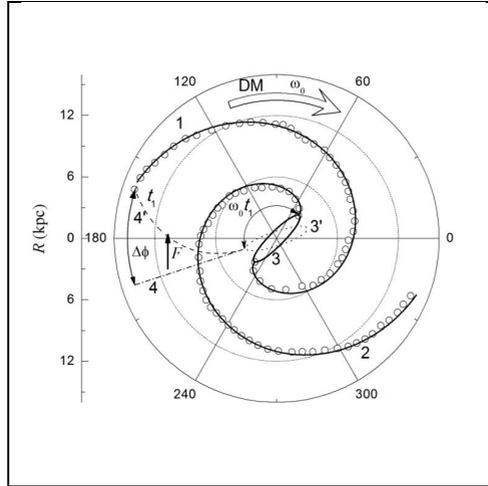


Рис. 4. Схема формирования и «заморозки» спиралей Щита-Центавра и Персея галактики MW в ядре цилиндрического вихря темной материи, вращающегося с угловой скоростью ω_0 .

За время t_1 центральный плазмод с перемычкой повернулся на угол $\omega_0 t_1$, а кусок сгустка плазмы Δm приобретает кинетическую энергию вращения вокруг центра галактики и сдвигается на угол $\Delta\phi$ относительно прямой 4 на рис. 4. Тогда

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \int_0^{\Delta\phi} F(r') r' d\phi, \quad (12)$$

где $F(r)r$ - момент силы, действующей на сгусток плазмы при перемещении по кривой 4' до равновесной траектории с радиусом R . В конечной точке, при радиусе $r = R$ скорость сгустка $v_1(r)$ становится равной $\omega_0 R$ скорости вращения вихря DM. При этом скорость $v'(r)$ сгустка Δm относительно вращающейся темной материи в вихре становится равной нулю - происходит "заморозка" сгустка плазмы на орбите с радиусом R .

Остальные сгустки струи плазмы, вылетевшие сразу после первого сгустка, с меньшей кинетической энергией (статья 3), проходят такую же "заморозку" на соответствующих орбитах с меньшим радиусом и при меньшем сдвиге отставания $\Delta\varphi$. За время t_1 формируется итоговая спиральная структура рукавов Щита-Центавра и Персея (кривые 1 и 2 на рис. 4), а центральный плазмод с перемычкой (кривая 3', рис. 5) успевает повернуться за это же время на угол $\omega_0 t_1$ (кривая 3, рис. 4).

В качестве примера, расчеты для рис. 4 были выполнены для случая угловой скорости вращения темной материи в вихре $\omega_0 = 8.356 \cdot 10^{-16} \text{ с}^{-1}$, равной угловой скорости вращения Солнца вокруг центра нашей Галактики. Тогда согласно (7) плотность темной материи в ядре вихря $\rho_0 = 0.025 \text{ Мпк}^{-3}$, а начальная скорость вылета струи плазмы при формировании рукавов Щита-Центавра и Персея составляла 368.7 км/с . Если бы в струе плазмы были протоны, то эффективная температура их вылета составляла бы $4.95 \cdot 10^6 \text{ К}$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, согласно концепции MoBC образование галактик происходит почти сразу после Большого взрыва, после охлаждения плазмодов, которые образовались из критических возмущений темной материи сформировавшихся при Большом взрыве. Сложная спиральная структура галактик создается из-за выброса нескольких струй плазмы из высокотемпературного плазмоида, образовавшегося в середине цилиндрического вихря темной материи.

В настоящее время нет четкого представления о природе Темной материи, поэтому остается открытым вопрос о природе фазового перехода критического возмущения DM в высокотемпературный плазмод. Неизвестны также процессы внутри вращающегося, высокотемпературного плазмоида, приводящие к неоднократному выбросу струи плазмы.

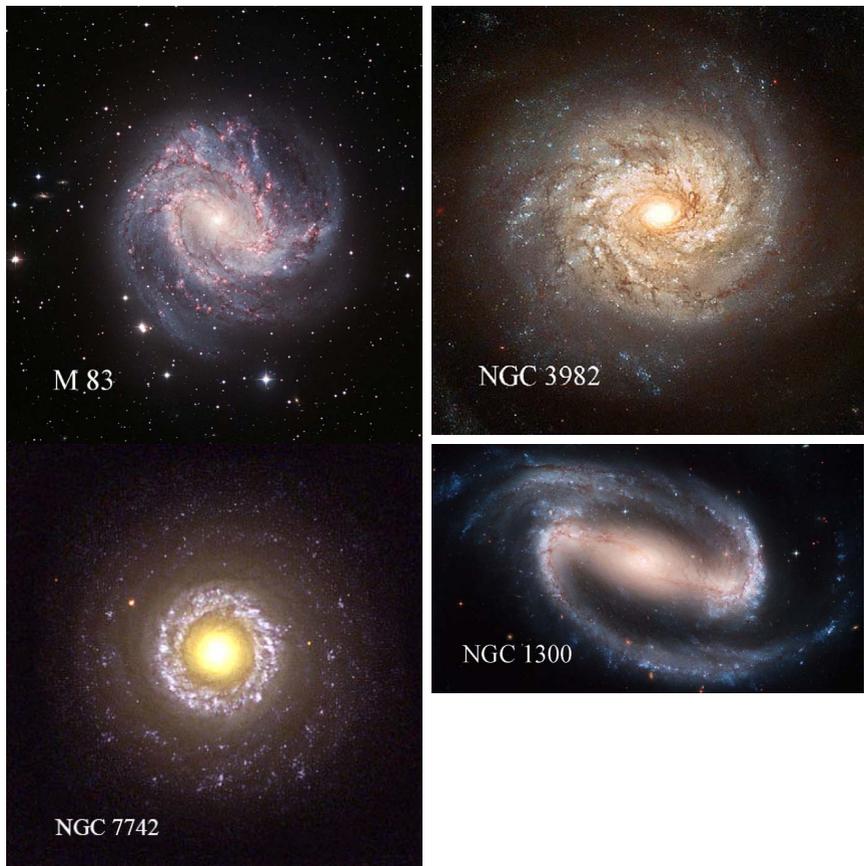
Стабилизация структуры спиралей галактик («заморозка») связана с разгоном вылетающих частей струи плазмы до скорости вращения темной материи в вихре под действием динамического трения со стороны бокового ветра темной материи. Радиус, на котором стабилизируется часть плазмы в спиральном рукаве, определяется кинетической энергией вылета плазмы и потенциальной энергией темной материи в ядре вихря DM на этом радиусе. Для конкретных расчетов, кроме данных по топологии рукавов спиралей, необходимо определить истинное радиальное распределение скорости вращения галактики. Для стабилизации («заморозки») спиральной структуры галактики эта скорость должна возрастать строго пропорционально расстоянию до центра галактики. То есть, угловая скорость вращения всех участков спиральных галактик должна быть строго одинакова и равна угловой скорости вращения темной материи в ядре цилиндрического вихря DM.

Большинство современных данных по радиальному распределению скорости вращения спиральных галактик полученных на основе эффекта Доплера показывают уменьшение угловой скорости вращения спиральных галактик с удалением от центра галактики. Этот факт составляет *парадокс* с длительным существованием спиральной структуры галактик. Возможно, при определении скорости вращения спиральных

галактик методом эффекта Доплера нужно учитывать динамическое трение на фотоны (Цвики, 1929) со стороны темной материи вихря.

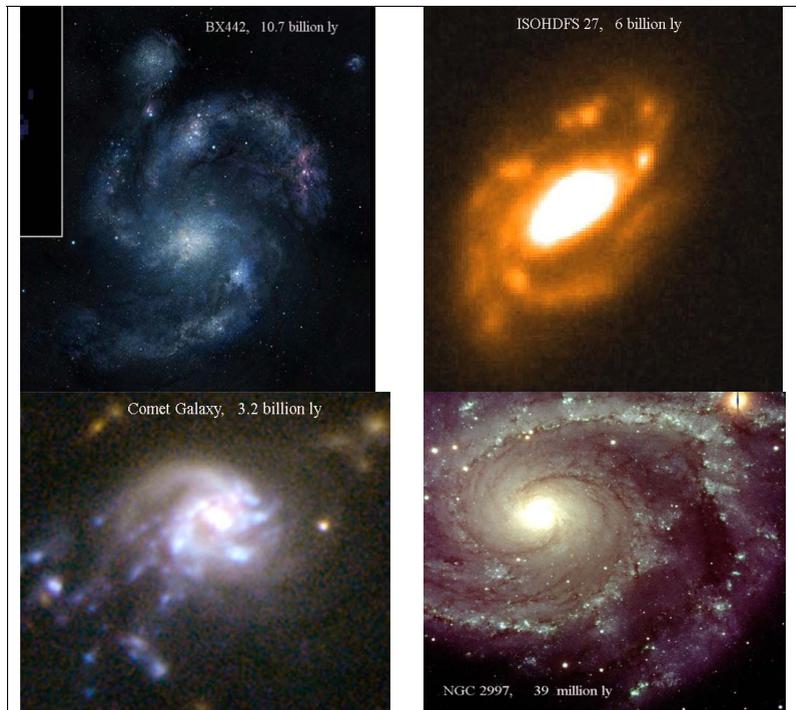
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Бегеман, БроелсиСандерс, (K. G. Begeman, A. H. Broeils, and R. H. Sanders), MNRAS**249**, 523 (1991).
2. Бенджаминидр. (R. A. Benjamin, H. Beuther, H. Linz, at al.), Astronomical Society of the Pacific Conference Series. **387**, 375 (2008).
3. Ейнасто (J. Einasto), Dark Matter. Astronomy and Astrophysics, **V.2**, Eolss Publishers Co. Ltd., United Kingdom с. 152, (2012).
4. ESO0041 (eso0041) — Science Releas. 2000.
5. Ильин В. А., Садовничий В. А. и Сендов Б. Х., *Математический анализ. Продолжение курса*. МГУ, М. (1987).
6. Кортезе (L. Cortese), MNRAS **376**, 157 (2007).
7. Ланкастеридр. (L. Lancaster, at al.), Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. **2020**, 1 (2020).
8. Лейбович (S. Leibovich), AIAA JOURNAL **22**, 1192 (1983).
9. Лейман В.И., Письма в *Астрономический журнал*. 2020 (в печати).
10. Лейман В.И., Письма в *Астрономический журнал*. 2020а (в печати).
11. Лавидр. (D. R. Law, at al.), Nature **487**, 338 (2012).
12. Мюллеридр. (O. Müller, M. S. Pawlowski, at al.), *Science* **359**, 534 (2018).
13. Орлов В. В., Райков А. А., *Астрофизический бюллетень* **69**, 399 (2014).
14. Остроградский М. В., *Полное собрание трудов. Т.1*, АН УССР, Киев, (1959)
15. Павловскиидр. (M. S. Pawlowski, atal.), MNRAS **423**, 1109 (2012).
16. Павловскиидр. (M. S. Pawlowski, at al.), MNRAS **435**, 1928(2013).
17. Рубин (V. C. Rubin, W. K. Ford, Jr., and N. Thonnard), *Astron. J.* **225**, L107 (1978).
18. Рубин (V. C. Rubin, W. K. Ford, Jr., and N. Thonnard), *Astron. J.* **238**, 471 (1980).
19. Софу (Y. Sofue), *Astronomical Society of Japan* **61**, 227 (2008).
20. Сурдин В. Г., *Галактики*. М.: Физматлит, 2019, 432 с.
21. Фребелидр. (A. Frebel, et al.), *Astrophysical Journal* **660**, L117 (2007).
22. Харвейидр. (D. Harvey, F. Courbin, at al.), MNRAS**472**, 1 (2017)
23. Хессидр. (K. M. Hess, et al.) *ApJ* **699**, 76 (2009).
24. Цвики (F. Zwicky), *Phys. Rev.* **34**, 1623 (1929).



Галактики, получившиеся в результате разного вида выбросов горячей плазмы из центрального плазмоида. Галактика M83 - При начальной, большой энергии струи плазмы возможен ее последующий дополнительный распад на два (или несколько) рукавов плазмы и тогда в галактике наблюдается множественное ветвление рукава галактики. Галактика NGC 3982 - Одновременный множественный выброс плазмы во все стороны (в плоскости вращения) и распад первоначальной части потока плазмы на отдельные струи. Галактика NGC 7742 - наблюдаются два кольца звездных скоплений около ядра галактики. Это связано с двумя выбросами плазмы с малой разностью кинетической энергии. Галактики NGC 1300 и M83B - рукава приближены к ядру галактики, что можно объяснить меньшим диаметром ядра галактики в начале выброса плазмы и его увеличению к концу выброса плазмы, или изменению энергии струи плазмы во время вылета.

Приложение 2



Вид спиральных галактик, отстоящих от нас на различном расстоянии (соответственно, назад во времени): самая ранняя галактика BX 442 (10.7 млрд. св. лет) (Лав и др., 2012), галактика ISOHDFS 27 (6 млрд. св. лет) (ECO0041, 2000), галактика CometGalaxy (3.2 млрд. св. лет) (Кортеше, 2006) и галактика NGC 2997 (39 млн. св. лет) (Хесс, 2009).

Научное издание

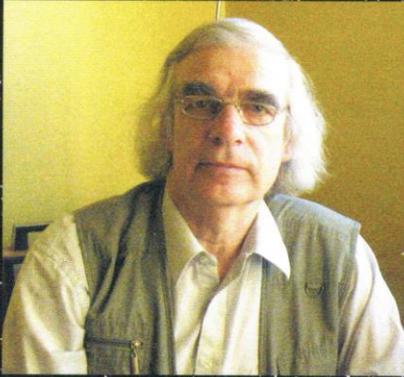
ЛЕЙМАН В. И.

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОСНОВЫ
КОСМОЛОГИИ. ГАЛАКТИКИ**

Сборник статей

Подписано в печать 17.12.2021. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2,63. Тираж 100. Заказ 154.

Выпущено ООО «Медиапапир»
с готового оригинал-макета, предоставленного заказчиком.
194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 24, лит. В,
пом. 11-Н № 25, 26.
Тел.: (812) 987-75-26
mediapapir@gmail.com www.mediapapir.com www.mediapapir.ru



“ ... имеет место парадокс между современными данными по вращению спиральных галактик и длительным временем сохранения их спиральной структуры.”

В.И. Лейман