

The origin of the Milky Way galaxy sleeves. Происхождение рукавов галактики Млечный Путь.

Путенихин П.В.
m55@mail.ru

Аннотация

The observed rotation curve of stars of the Milky Way, formed under the influence of dark matter leads to some surprising conclusions. This rotation curve could not form a sleeve of the galaxy, what today we imagine them. The hypothesis about of the origin of sleeves of the galaxy.

Наблюдаемая кривая вращения звёзд Млечного Пути, сформированная под влиянием темной материи приводит к некоторым неожиданным выводам. Эта кривая вращения не могла сформировать рукава галактики, какими сегодня мы их себе представляем. Рассмотрена гипотеза о происхождении рукавов галактики.

Ключевые слова

Кривая вращения, черная дыра, джет, рукава галактики Млечный Путь, анимация, темная материя

Предвзятый и скрупулезный анализ влияния кривой вращения галактики Млечный Путь на форму её рукавов, приводит к неожиданным выводам. Если бы галактика двигалась с такой кривой вращения, то всего два оборота назад – около 600 млн. лет – её рукава были «закручены» в обратную сторону. И, напротив, в течение следующих нескольких оборотов она должна полностью лишиться рукавов, которые туго свернутся, равномерно заполняя весь её диск. Учитывая, что возраст галактики предполагается порядка десятка миллиардов лет, её прошлое выглядит ещё более загадочно – возникновение рукавов невозможно объяснить по чисто кинематическим противоречиям.

Выходит, что гипотеза о темной материи не только не устраняет противоречий самой наблюдаемой кривой вращения нашей галактики [2...8], но, напротив, создаёт новые.

Возможно, наблюдаемая, вычисленная кривая вращения галактики нестабильна и не отражает длительной эволюции Млечного Пути. Измеренные скорости звёзд соответствуют текущему моменту времени и, видимо, мало что говорят о своих прошлых или будущих значениях. Возможно, говорить о динамике их движения можно лишь с определённой степенью надёжности. А иначе, законы механики дают этот закономерный логический результат.

Логично допустить, что возможна иная долговременная форма кривой вращения, которая за многие миллиарды лет позволила принять рукавам Млечного Пути ту форму, какую стало возможным ныне вычислить по астрономическим наблюдениям. Но в этом случае возникает закономерный вопрос: а какой была галактика «в начале пути»? И «когда оно началось, это начало»?

Выдвинем предположение, что галактика образовалась ну, скажем, 3 млрд. лет назад. Этот срок взят из утилитарных соображений: чтобы было проще просматривать эволюцию на анимации. А возникнуть рукава могли, например, в результате коллапса двух черных дыр, которые выбросили в разных направлениях свои джеты. Вращаясь, эти джеты, скажем так, «подметали» окружающее пространство, собирая в себя газ и звёзды. Постепенно рукава закрутились в нынешнюю форму. Почему черных дыр две? Потому что рукавов четыре, а джеты образуются парами.

С целью рассмотреть вероятный ход процесса формирования рукавов и их эволюции была разработана математическая модель вращения галактики Млечный Путь. За исходную форму рукавов я взял [1] одно из изображений галактики в интернете:

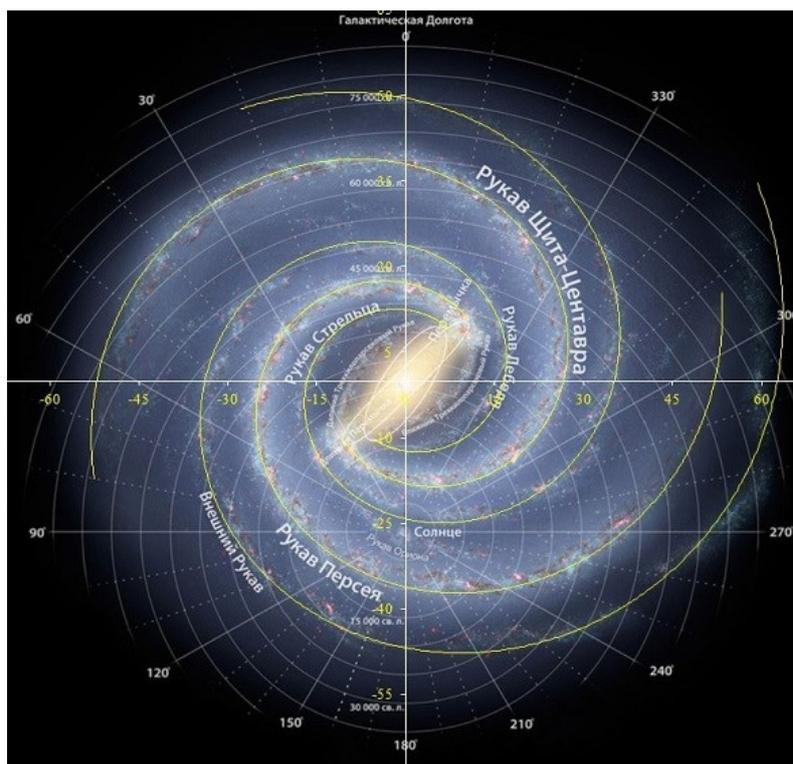


Рис.1 Карта галактики Млечный Путь [1] с нанесёнными на неё функциональными кривыми, аппроксимирующими форму рукавов.

Нанесённые на эту карту тонкие желтые линии – это аналитические кривые рукавов. Можно с уверенностью утверждать, что совпадение линий и астрономической формы рукавов достаточно хорошее. Для построения этих линий я составил аналитические уравнения формы рукавов в полярных координатах. Уравнения имеют следующий вид:

Рукав Щита-Центавра:	$R = 0,1690\varphi^2 + 1,9538\varphi + 8,1629$	
Рукав Персея:	$R = 0,2689\varphi^2 + 0,1631\varphi + 4,3407$	(1)
Рукав Стрельца:	$R = 0,2114\varphi^2 - 0,1821\varphi + 3,5837$	
Рукав Лебедя:	$R = 0,1801\varphi^2 + 1,1166\varphi + 5,0917$	

где:

R – радиус-вектор некоторой точки рукава от центра галактики в кпс
 φ – текущий угол этой точки от внутреннего края рукава, в радианах

Углы вращения радиус-векторов в этих уравнениях изменяются приблизительно в следующих диапазонах:

Рукав Щита-Центавра:	$\varphi = -2,4 \dots 3,5$
Рукав Персея:	$\varphi = 0,8 \dots 6,6$
Рукав Стрельца:	$\varphi = 0,9 \dots 8,4$
Рукав Лебеда:	$\varphi = -2,1 \dots 6,8$

Выведенные уравнения рукавов позволяют легко вычислить основные параметры движения галактики на произвольном интервале времени. В первую очередь посмотрим, возможна ли и какой могла бы быть кривая вращения, чтобы исходным состоянием рукавов были прямые линии, гипотетические джеты. Очевидно, что искомая кривая вращения, которая выпрямит за указанное время рукава, может быть найдена как решение уравнения для рукава и следующего уравнения:

$$v_i = \frac{R_i}{R_0} v_0 + \frac{R_i(\varphi_0 - \varphi_i)}{t_0}$$

где:

- v_i – скорость i -ой точки галактики
- R_i – радиус-вектор i -ой точки галактики
- φ_i – текущий угол i -ой точки от внутренней точки рукава
- φ_0 – угол дальнего края галактики от внутреннего края рукава
- t_0 – время в прошлом, когда рукав был спрямленным
- v_0 – скорость дальнего края спрямляемого рукава галактики
- R_0 – радиус-вектор дальнего края галактики

Не трудно заметить, что первое слагаемое в этом уравнении – это уравнение кривой вращения твердого тела. Второе слагаемое – приращение скорости точки (звезды), необходимое для прохождения дополнительного пути, вызванного её угловому отставанию (опережению) от дальней точки рукава галактики. Видимо, это решение определённо спрямит выбранный рукав, но нет гарантии, что выпрямленными будут и другие рукава.

Действительно, повернув галактику в математической модели с полученной кривой вращения на нужное время – 3 млрд. лет, мы получаем примерно такой вид рукавов:

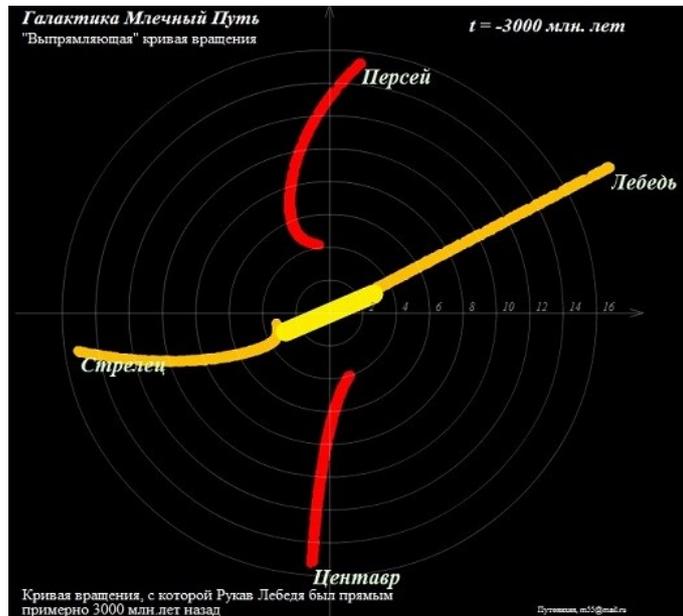


Рис.2 Так могла выглядеть галактика Млечный Путь 3000 млн. лет назад в результате коллапса двух звёзд и выброса ими двух пар джетов

Как и ожидалось, Рукав Лебеда выпрямился, а три других лишь приблизительно вытянулись вдоль прямых. Тем не менее, эта картина достаточно хорошо отражает вид галактики, как бы образовавшейся 3 млрд. лет назад из двух пар джетов.

В процессе осуществления построений обнаружился довольно любопытный факт. Все четыре вероятные выпрямляющие кривые вращения сами оказались с высокой точностью прямыми линиями:

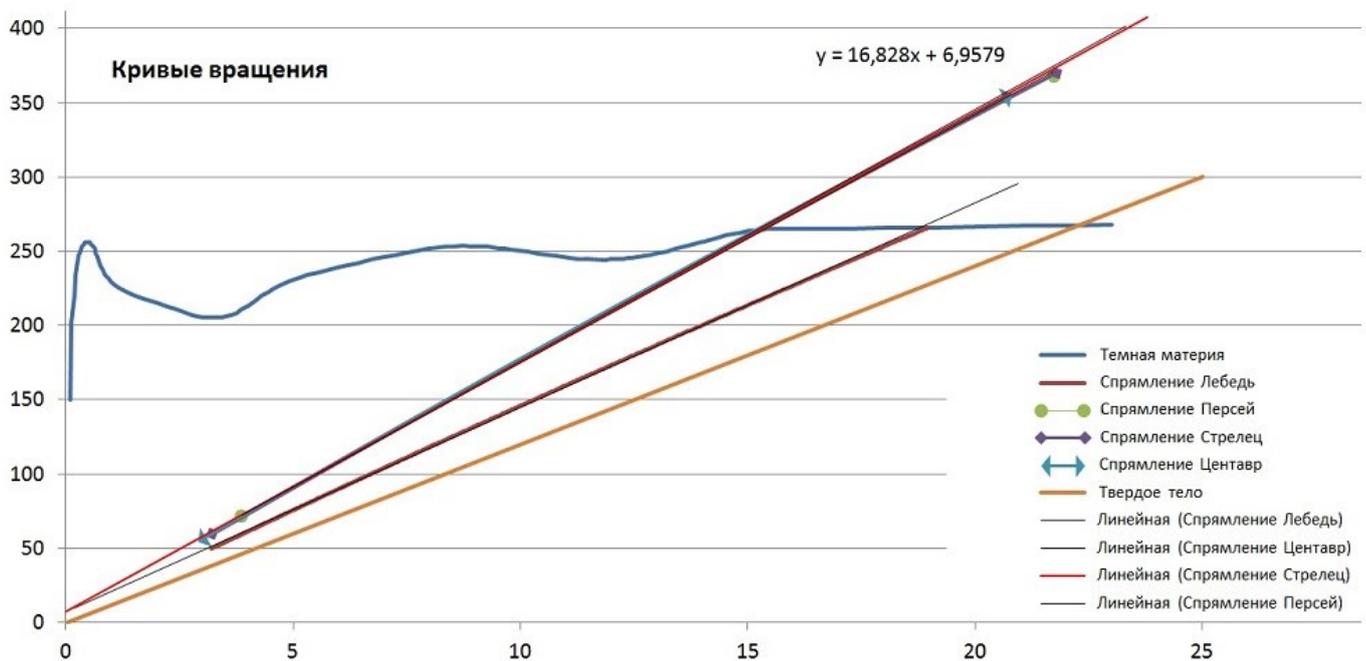


Рис.3 Кривые вращения – наблюдаемая и спрямляющие за 3 млрд. лет. Сверху уравнение линейного тренда спрямляющей кривой вращения Стрельца.

На рисунке изображены вычисленные кривые вращения, при ретроспективном движении с которыми на 3 млрд. лет назад, соответствующие рукава галактики окажутся выпрямленными. Действительно, назвать эти линии кривыми весьма сложно. Кроме этого, оказалось, что кривые вращения трёх из четырёх рукавов галактики

практически слились в одну линию. Лишь тонкие линии трендов позволяют разглядеть некоторое незначительное отклонение их друг от друга. Заметно, что вид спрямляющих кривых вращения сильно напоминает кривую вращения твёрдого тела, также изображённую на этом рисунке. Отличие в малом – они не проходят через начало координат диаграммы.

Преыдуший анализ проводился ретроспективно – от наших дней в прошлое. Для проверки гипотезы явно требуется рассмотреть прямую эволюцию – от появления джетов до наших дней. Для такой проверки самым непосредственным образом есть, в общем-то, всё необходимое. Мы приняли, что в центре нашей проектируемой галактики находятся две чёрные дыры, «выстрелившие» четыре джета под углом 60 градусов. Этот угол между двумя парами джетов я выбрал, «подсмотрев» его в нашей галактике, прокрутив её в прошлое на принятые 3 млрд. лет с кривой вращения, которая распрямила Рукав Лебеда. Получилась такая картина исходного вида рукавов:

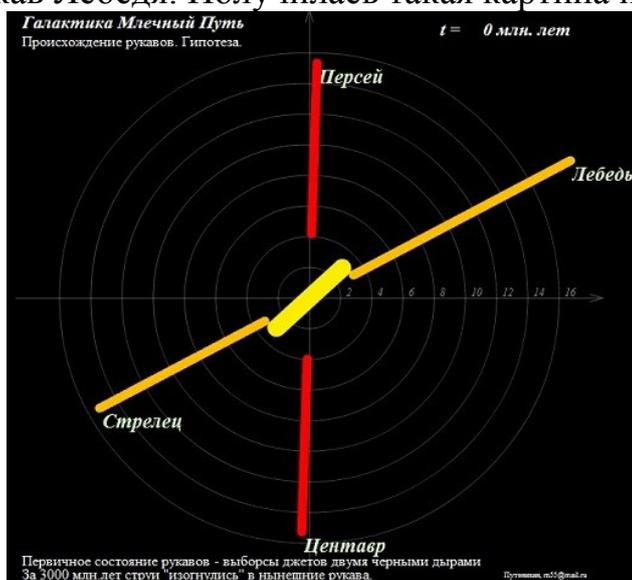


Рис.3 Вид рукавов галактики Млечный Путь в момент их возникновения.

В виде swf- или gif-анимации рисунок можно посмотреть по любой из следующих ссылок:

MilkyWay						
	MilkyWay					

Рукава галактики – джеты на данном рисунке и в модели являются строгими математическими отрезками прямых. Фактически изображенные здесь рукава являются идеализацией рис.2. Будем считать, что эти идеализированные рукава успели вытянуться до такой формы до того как галактика заметно повернулась, и рукава начали изгибаться. Даже со скоростью распространения джетов, близкой к скорости света, они вытянутся на всю длину галактики более чем за 100 тысяч лет. Но это заметно меньше одного шага вращения галактики – меньше 1 углового градуса за миллион лет, то есть, допущение правомерное.

Длины отрезков джетов мы приняли в точности равными тем, что и на всех предыдущих изображениях. То есть, радиусы от центра галактики концов джетов равны соответствующим радиусам одноименных рукавов галактики. Например, джет Стрелец начинается и заканчивается на тех же орбитах, что и Рукав Стрельца. Угол между осями джетов, как указано, взят равным в точности 60 градусам, а джеты Центавр и Персей расположены строго вертикально. Поведение и вид перемычки

(балджа) мы не анализируем и сохраняем её лишь как реально существующий элемент. Теперь строим анимационную модель и смотрим, что произойдёт с джетами через 3 млрд. лет:

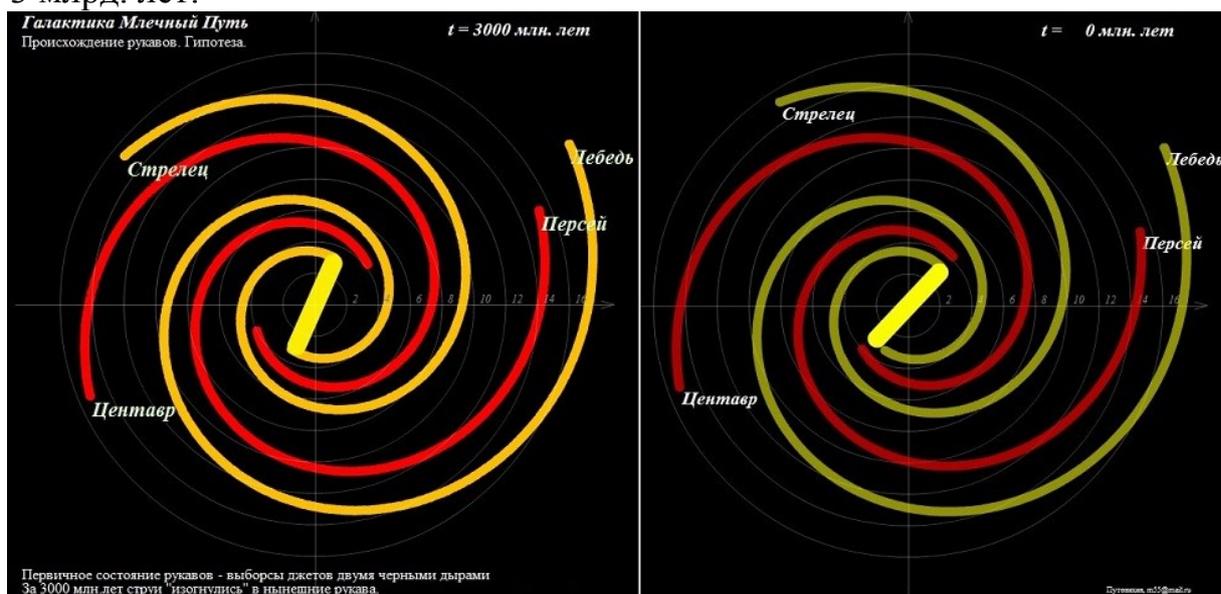


Рис.4 Изображение галактики Млечный Путь с рукавами, образованными за 3 млрд. лет из двух пар джетов (слева) и нынешнее её представление (справа). Кривая вращения – выпрямляющая Рукав Лебеда.

Слева на рисунке показан результат вращения прямолинейных джетов в течение 3 млрд. лет от образования и до наших дней с кривой вращения, спрямляющей Рукав Лебеда. Справа, вид галактики, являющейся аппроксимацией действительной формы галактики в наши дни.

Сразу же следует отметить, что получился несколько неожиданный результат. Конечно, можно было предположить, что получится что-то отдаленно напоминающее вид нашей галактики в нашем нынешнем представлении о ней... Но эти две картинки – просто близнецы:

вращение джетов под воздействием кривой вращения, близкой к твердому телу, выпрямляющей кривой вращения с высокой вероятностью приводит к возникновению галактических рукавов. Возможно, именно так образовались рукава галактики Млечный Путь.

Понятно, что скептик резонно возразит: ещё бы! Срок от возникновения рукавов до наших дней мы сами же и заложили в кривую вращения. Она была спроектирована именно таким образом, чтобы прямые струи джетов «изогнулись» в такие рукава за такое время. Это так и не так. Кривая вращения, которую мы использовали, выпрямила рукава галактики до несколько иной формы. Мы же взяли изначально строго прямолинейные струи джетов, никак не связанные с будущей формой рукавов! В них никем и ничем не заложена программа «изогнуться именно таким образом». То есть, кривая вращения на самом деле предназначалась для другой цели, с которой она превосходно справилась. Кроме того, мы видели, что у разных рукавов эти кривые имеют практически одну и ту же форму. Можно утверждать, что форма спрямляющих кривых вращения зависит в большей мере от срока, за который рукава примут нужную нам форму. Сложно подобрать в приведённом на рис.2 диапазоне кривых вращения принципиально отличающуюся от изображенных. Мы использовали кривую

вращения, спрямляющую Рукав Лебеда, но можем эту кривую вращения буквально начертить по линейке. Результат будет весьма схожим:

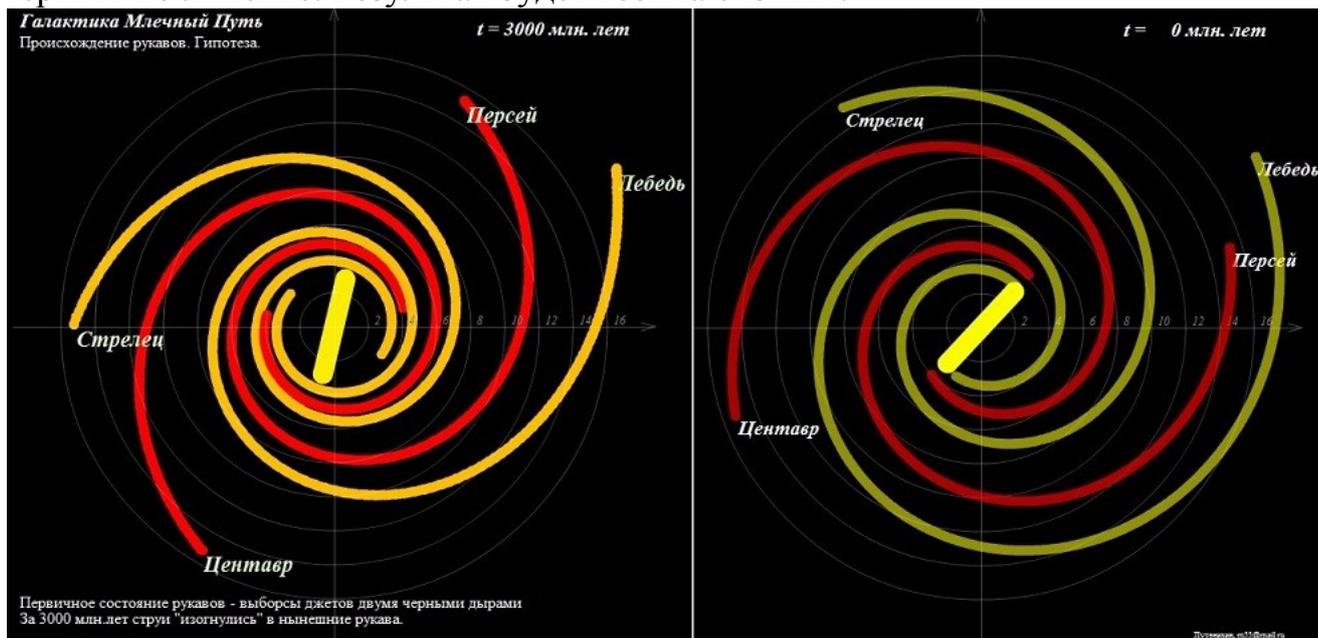


Рис.5 Изображение галактики Млечный Путь с рукавами, образованными за 3 млрд. лет из двух пар джетов (слева) и нынешнее её представление (справа). Кривая вращения – выпрямляющая Рукава Лебеда.

Но, может быть, такая же картина будет наблюдаться и с другими кривыми вращения? Для полной объективности картины происхождения рукавов посмотрим, что произойдёт, если кривая вращения будет той, которая сформирована темной материей, наблюдаемой кривой вращения:

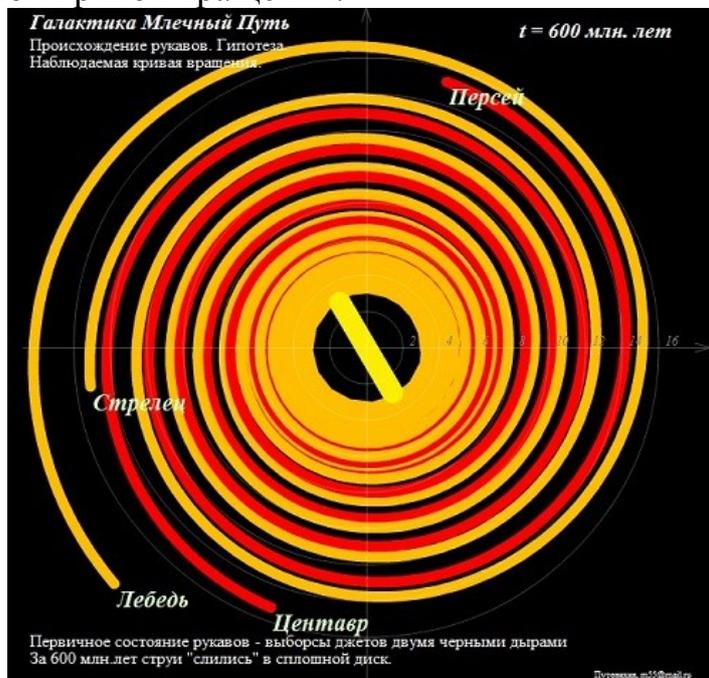


Рис.6 Модель галактики Млечный Путь с рукавами - джетами через 600 млн. лет после их образования и вращения с наблюдаемой кривой вращения

Как видим, под действием кривой темной материи из джетов может получиться только сплошная дисковая, безрукавная галактика. Формирование рукавов галактики однозначно определено формой кривой вращения. Здесь уже нет необходимости

приводить для сравнения рисунок нынешнего вида галактики, всё достаточно очевидно:

наблюдаемая кривая вращения, заданная темной материей, не способна сформировать известные нам рукава галактики Млечный Путь. Наоборот, она приводит к их деградации.

Все приведённые выше иллюстрации были получены с помощью анимированной модели галактики Млечный Путь, разработанной на основе описанного выше алгоритма и вычислений. Эту анимацию в gif-формате или в виде флэш-анимации можно увидеть в [5].

Литература

1. Карта галактики Млечный Путь, URL:
http://dlux.ru/wp-content/uploads/2014/03/1024px-Milky_Way_full_annotated_russian.jpg (Дата обращения 06.12.2015)
2. Путенихин П.В., Как бы выглядела галактика Млечный Путь с кеплеровской кривой вращения?, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/mw_57.shtml
3. Путенихин П.В., Млечный Путь – кривая вращения как твердого тела, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/t_16.shtml
4. Путенихин П.В., Происхождение рукавов галактики Млечный Путь с наблюдаемой кривой вращения, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/ak120.shtml
5. Путенихин П.В., Происхождение рукавов галактики Млечный Путь, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/mw47.shtml (Дата обращения 06.12.2015)
6. Путенихин П.В., Пульсар - образование спиральной структуры, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/p004.shtml
7. Путенихин П.В., Темная материя – парадокс создателя, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/creator.shtml
8. Путенихин П.В., Темная материя Млечного пути, 2015, URL:
http://samlib.ru/p/putenihin_p_w/mw_037.shtml