А. Веденьева

Научный руководитель: Христолюбов А. Е., учитель информатики МАОУ «МСОШ №20», г. Миасс.
Научный консультант: Кочкина Е. Г., учитель физики МАОУ «МСОШ №20», г. Миасс.

КАТАСТРОФА ВСЕЛЕНСКОГО МАСШТАБА: СТОЛКНОВЕНИЕ ГАЛАКТИК

Астрономия - наука, основанная на наблюдениях. Астрономы лишены возможности ставить эксперименты, как, к примеру, физики, сталкивающие в ускорителях потоки заряженных частиц.

Исследование взаимодействующих галактик дает возможность детально изучить результаты экспериментов по столкновению гигантских звездных систем, которые ставит сама природа. Это одни из самых грандиозных процессов во Вселенной, и именно они могут приводить к рождению объектов и явлений совершенно нового типа. [5, с. 3]

Изменение представлений об эволюции галактик, произошедшее в последние годы, делает задачу исследования взаимодействующих галактик одной из наиболее интересных в современной астрономии. Например, в составленном несколько лет назад А. Сендиджем списке 23 наиболее актуальных на последующие 30 лет проблем астрономии под первым номером стоит вопрос о том, определяется ли структура нормальных галактик их эволюцией или же - начальными условиями при их формировании. Вопрос о роли слияний между галактиками А. Сендидж выделил в отдельную проблему в своем списке. [5, с. 3]

Цель нашего исследования состоит в том, чтобы выяснить какие последствия ожидают галактику Млечный Путь в результате столкновения с галактикой Андромеды.

Реализация поставленной цели потребовала решения ряда конкретных задач, а именно:

1. Изучить материалы о взаимодействии галактик.

2. Изучить виды слияния галактических систем.

3. Оценить время возможного столкновения нашей Галактики и галактики Андромеды (М 31).

4. Дать анализ проблем, к которым приводит слияние галактик.

5. Выяснить, что ожидает Солнце вследствие слияния галактик Местной группы.

6. Создать компьютерную модель слияния нашей Галактики и галактики М 31.

Исследуемая проблема: возможность столкновения галактики Млечный Путь с галактикой М 31.

В работе были использованы следующие методы исследования:

- *теоретический:* изучение и анализ научной литературы, обобщение и систематизация собранного материала;
- *математический:* оценка времени возможного столкновения галактик;
- *эмпирический:* создание компьютерной модели столкновения галактик.

Объект исследования: взаимодействие галактик.

Предмет исследования: процесс сближения галактик Млечный Путь и галактики Андромеды

С 50-х годов прошлого века астрономы пристально изучают галактики, расположенные близко друг к другу, многие из которых имеют необычный вид, их невозможно пристроить ни в одно место последовательности Хаббла. В это время взаимодействующие галактики начали систематически наблюдать Э. Хольмберг, Б.А. Воронцов-Вельяминов, Ф. Цвикки и Х. Арп. Одним из первых всерьез занялся изучением неправильных галактик Б.А. Воронцов-Вельяминов, который в 1959 г. создаёт «Атлас и каталог взаимодействующих галактик», в который вошло 354 объекта. С легкой руки ученого, одна из самых необычных пар NGC 4676 получила название Мышки. Есть и другие интересные экземпляры подобных объектов - Антенны (NGC 4038/39), Водоворот (М 51 или NGC 5194/95).[1]

В 1941 г. шведский астроном Хольмберг предпринял попытку моделирования тесного сближения галактик.

В 1972 г. появилась работа братьев Тумре, в которой было наглядно показано, что морфологические особенности галактик естественным образом могут быть объяснены гравитационным взаимодействием между ними [5, с 2]. Алар Тумре даже высказал предположение, что все эллиптические галактики возникли при слиянии спиральных.

Настоящий прорыв в исследованиях обеспечил космический телескоп «Хаббл». На снимках, полученных телескопом, видно огромное количество далеких галактик. Результат исследований их морфологии показал, что среди галактик с возрастом около половины возраста Вселенной почти 40% объектов не укладываются в стандартную классификацию[1].

В зависимости от типа галактик и геометрии их взаимного сближения столкновения могут приводить к появлению спиральных рукавов, множества фрагментов, вращающихся перпендикулярно галактической плоскости, к возникновению звездных или газовых колец и всевозможных типов светящихся волокон и отростков [3].

Галактики Местной группы являются гравитационно связанными, исследования показали, что наша Галактика и галактика Андромеды приближаются друг к другу.

В таблице 1 мы представили характеристики главных галактик Местной группы. Из анализа таблицы видно, что ближе всего к нашей Галактике расположены Большое и Малое Магеллановы Облака, они начнут разрушаться первыми под действием гравитационных сил. Со временем Млечный Путь полностью поглотит все вещество Магеллановых Облаков.

Затем наша Галактика захватит карликовую эллиптическую галактику (система в Скульпторе). Через сотню миллионов лет звезды этой карликовой галактики станут звездами Млечного Пути. И только потом произойдет слияние Галактики и М 31.

Таблица 2 — **Главные галактики Местной группы**

Галактика	Тип	Расстояние, млн. св. лет	Видимые параметры (зв. величина)	Диаметр (тыс. св. лет)
Млечный Путь	S(B)bc			80
БМО	Ir III	0,15	0,4	31
ММО	Ir IV	0,18	2,0	13
М 31	Sb	2,1	3,4	110
М32	E2	2,1	8,1	2
М 33	Sc	2,2	5,9	38
NGC 205	Sph	2,1	8,1	6
NGC 6822	Ir IV	1,8	8,5 7	7
IC 1613	Ir V	2,1	9,1	10
Система в Печи	dE	0,75	7,3	11
Скульптор	dE	0,35	8,8	5

Попробуем оценить время, которое должно пройти до столкновения крупнейших галактик Местной группы.

Занесем известные нам данные о галактиках Млечный Путь и М 31 в таблицу 2.

Таблица 2. — **Галактики М 31 и Млечный Путь**

Галактика	Тип	Расстояние, Мпк	Масса	Скорость сближения
Млечный Путь	S(B)bc	-	$2 \cdot 10^{11} M_c$	
М 31	Sb	0,7	$1{,}5 M_{МП}$	120 км/с

M_C - масса Солнца, $M_{МП}$ - масса галактики Млечный путь.

Для начала оценим массу галактики Млечный Путь:

$$M_{МП=} 2 \cdot 10^{11} M_c = 2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{30} кг = 4 \cdot 10^{41} кг$$

Масса галактики Андромеды:

$$M_{A=} 1{,}5 \cdot \mathrm{M}_{МП} = 1{,}5 \cdot 4 \cdot 10^{41} кг = 6 \cdot 10^{41} кг$$

Оценим скорость движения Галактики к галактике Андромеды. Для этого можно воспользоваться формулой для определения скорости движения двух материальных точек в системе центра масс:

$$\upsilon = \frac{M_1 \cdot \upsilon_{сбл}}{M_1 + M_2}, \qquad [6, с. 144] \quad (1)$$

$$\upsilon = \frac{M_A \cdot \upsilon_{сбл}}{M_A + M_{МП}} = \frac{6 \cdot 10^{41} \cdot 120 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{41}} = 72 \cdot 10^3 \frac{м}{с}$$

Ускорение нашей Галактики к галактике Андромеды найдем, используя II закон Ньютона:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{G \cdot M_A \cdot M_{МП}}{M_{МП} \cdot R^2} = \frac{G \cdot M_A}{R^2} \qquad (2)$$

$$R = 0{,}7 \cdot 10^6 Пк = 2282000 св.лет = 2{,}16 \cdot 10^{22} м$$

$$a = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{41}}{4{,}6656 \cdot 10^{44}} = 8{,}58 \cdot 10^{-14} \frac{м}{с^2}$$

Предположим, что при максимальном удалении Галактики от галактики Андромеды скорость Галактики, относительно Андромеды, была равна нулю. Попробуем оценить время до столкновения нашей Галактики с галактикой Андромеды:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{\Delta v}{a} = \frac{72000}{8{,}58 \cdot 10^{-14}} = 839 \cdot 10^{14} с = 2{,}8 \cdot 10^9 лет \qquad (3)$$

Таким образом, примерно через три миллиарда лет галактики - Туманность Андромеды и Млечный Путь - достигнут друг друга, и начнется долгий процесс поглощения. Это событие будет катастрофичным для обеих галактик.

Определим основные проблемы подобного слияния:

1. *Изменение формы обеих взаимодействующих галактик.* По теории Алара Тумре, они могут стать единой эллиптической галактикой. Спиральные рукава будут разорваны под действием гравитации.

2. *Изменение траектории движения звезд в галактиках.* Некоторые звезды, находящиеся в спиральных рукавах, окажутся выброшенными далеко за пределы обеих галактик. Расстояния между звездами в галактике велики по сравнению с размерами звезд, поэтому при столкновении галактик звезды одной галактики не столкнутся со звездами другой.

3. *Образование новых звезд.* Слияние приводит к концентрации газа в центре галактики, что является причиной активного процесса звездообразования.

Безусловно, нам интересно, что произойдет с Солнцем при слиянии галактик. В центрах обеих галактик имеются массивные черные дыры, которые в этом катаклизме должны будут сблизиться друг с другом по спирали и соединиться в одну еще более массивную черную дыру. По всей вероятности, взаимодействие вытолкнет Солнце во внешнюю область новой галактики на расстояние, по крайней мере, 100 000 световых лет от центра, что, впрочем, благополучно позволит избежать участи быть поглощенным черной дырой [4, с. 3].

Таким образом, Солнце станет странствующим межгалактическим объектом. Это не вызовет негативных последствий для нашей системы, если не считать постепенного исчезновения красивого звёздного неба. Вероятность вылета из диска Млечного Пути во время первого этапа столкновения сегодня оценивается в 12 %, а вероятность захвата Андромедой в 3 % [4, с. 3].

К этому времени жизненный цикл нашего Солнца подойдет к своей последней стадии. Солнце станет красным гигантом, а Земля превратится в раскаленный шар. Переживать об исчезновении звездного неба будет некому.

Для наглядной демонстрации глобального процесса столкновения галактик Местной группы мы создали компьютерную модель слияния галактик. Модель позволяет наглядно показать грандиозный процесс - колоссальный эксперимент по столкновению гигантских звездных систем, поставленный самой природой. Создание компьютерной модели является научной новизной нашего исследования.

Список литературы

1. Решетников, В. П. Внегалактическая астрономия - [Электронный ресурс] - URL: http://www.astrogalaxy.ru/432.html (дата обращения: 12.06.2014).

2. Сталкивающиеся галактики - [Электронный ресурс] - URL: http://galaktikaru.ru//сталкивающиеся галактики (дата обращения: 12.06.2014).

3. Каннибализм во Вселенной - [Электронный ресурс] - URL: http://galspace.spb.ru/indvop.file/63.html (дата обращения: 12.06.2014).

4. Внегалактическая астрономия. Урок 32. Структура Вселенной. - [Электронный ресурс] - URL: http://school29.ru/kurs/urok32.doc (дата обращения: 03.09.2014).

5. Решетников, В.П.. Взаимодействующие галактики. - [Электронный ресурс] - URL: csr.spbu.ru›...articles/astronomy...galaktiki...astr.pd (дата обращения: 03.09.2014).

6. Мултановский, В. В. «Курс теоретической физики» - Москва: «Просвещение» ,1988 г.

7. Клыпин, А.А., Сурдин, В.Г. Крупномасштабная структура Вселенной. М., 1981 г.

8. Сильченко, О. К. Эволюция центральных областей галактик. //Земля и Вселенная. 2005 г. - №1.

9. Яковлева, Ю. В. А. Пекулярные галактики.// Соровский образовательный журнал, 2000 г. - №6, том 6.