

Конкурс-защита научно-исследовательских работ

МАН «Искатель»

Отделение: Физики и астрономии

Секция: Астрономия и астрофизика

«Классификация галактики Млечный Путь»

Работу выполнил: Байчук Анастасия
Александровна

учащийся 9 класса муниципального
бюджетного общеобразовательного
учреждения г.Керчи РК «Школа-гимназия
№1 имени Героя Советского Союза
Е.И. Дёминой»

Научный руководитель:

Петрашкевич Сергей Вячеславович,

учитель математики муниципального
бюджетного общеобразовательного
учреждения г.Керчи РК «Школа-гимназия
№1 имени Героя Советского Союза
Е.И. Дёминой»

Керчь 2023, год

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 Теоретическая часть.....	4
1.1. Галактики и их формирование	4
1.2. Строение Галактик.....	5
1.3. Классификация галактик	6
1.4. Галактика Млечный Путь	7
ГЛАВА 2 Практическая часть	9
2.1. Создание астрофотографии	9
2.2 Классификация Галактики.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12
СПИСОК ИСПЬЛЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	13

ВВЕДЕНИЕ

Изучение космоса человеком является неотъемлемой частью познания окружающего мира. Каждая цивилизация, оставившая след в истории, предпринимала попытки изучения мира, находящегося за пределами планеты Земля.

С древних времен человечеству известно о наличии других небесных тел: планет, звезд, астероидов.

Развитие оптических устройств и их применение для исследования космоса, позволило установить наличие огромного количества звезд, которые объединены в звездные скопления – галактики, находящиеся на огромных расстояниях.

С помощью современной оптики можно сделать снимки звездного неба в хорошем качестве и с их помощью проводить исследования космоса. Попытка подобного исследования будет совершена в ходе выполнения проектной работы.

Цель: классифицировать галактику Млечный Путь, определив ее основные отличительные черты с помощью астрофотографии.

Задачи:

1. Изучить процесс формирования галактик;
2. Рассмотреть типы галактик, их классификацию;
3. Получить изображение галактики Млечный путь методом астрофотографии;
4. Проанализировать изображение, выделить основные отличительные черты галактики и определить ее тип.

Актуальность работы заключается в том, что она может вызвать интерес подростков и детей к изучению космоса, а любые научные исследования в конечном итоге приводят к продвижению научно-технического прогресса.

Гипотеза: с помощью астрофотографии возможно определить основные отличительные черты галактики Млечный путь и классифицировать ее, отнеся к одному из существующих типов галактик.

Срок выполнения 1 год.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Галактики и их формирование

Наша планета, как и другие объекты солнечной системы, вращаются вокруг общего центра масс – Солнца. Солнечная система в свою очередь входит в состав структуры галактики Млечный путь.

Галактика – это сложноорганизованная система звезд, звездных скоплений, планет, пыли и газа, темной материи, удерживаемая взаимным гравитационным тяготением и вращающаяся вокруг общего центра масс.

Во вселенной существуют миллиарды галактик, которые находятся на огромном расстоянии от друг друга. Ближайшая к нам галактика – Андромеда. Она удалена от Земли на 2,5 миллиарды световых лет. (т.е. свет от Андромеды, скорость которого составляет 300 000 км/с, будет идти около 2,5 миллиарды лет.)

Согласно теории Большого взрыва, Вселенная появилась из горячей и бесконечно плотной «точки». Около 13,7 миллиардов лет назад она взорвалась, что и послужило отправной точкой в формировании Вселенной. Ее развитие можно разделить на два условных этапа:

Первый – эра излучения. Во время этого периода Вселенная начала стремительно расширяться быстрее скорости света. Появились частицы, которые со временем сформировались в протоны и нейтроны, которые в свою очередь образовали первый атом – водород. Это послужило началом второй эры – эры материи. Она определяется присутствием и преобладанием материи. Сначала температура Вселенной понизилась настолько, что электроны смогли прикрепиться к ядрам. Этот процесс позволил создать гелий [1].

На протяжении миллионов лет после Большого взрыва, Вселенная продолжала расширяться и остывать. Однако существовали области (медленно вращающиеся водородно-гелиевые облака), где плотность превышала средний уровень, и расширение там замедлялось дополнительным гравитационным притяжением, и в итоге заменилось сжатием. В результате этого рождались первые звезды. Выделяющаяся потенциальная энергия переходила в кинетическую энергию движения.

Кинетическая энергия газа в результате столкновений газовых облаков преобразовывалась в тепловую. Следовательно, газовая среда продолжала сжиматься, однако в результате сохранения момента вращения возникали центробежные силы (т.к. при уменьшении размеров системы увеличивается скорость вращения) [2].

В итоге, когда эта область уменьшилась в несколько раз, эти силы остановили сжатие в плоскости вращения, но вдоль оси оно продолжалось. Установилось гравитационное равновесие и сформировался тонкий газовый диск – дискообразная галактика.

Именно дискообразные галактики являются самыми древними. Они сформировались раньше всех, а уже из них путем столкновения и слияния образовались эллиптические.

1.2 Строение галактик

Все элементы галактики образуют гравитационно-связанную систему, структуры которой вращаются вокруг общего центра масс – ядра.

Основными компонентами галактик являются: галактическое ядро, галактический диск, сфероидальный компонент, балдж, гало, перемычка.

Галактическое ядро – малая область в центре галактики. Им может быть: чёрная дыра, скопление пыли, группы звёзд, несколько чёрных дыр или другие массивные объекты. Центр галактики является источником мощного электромагнитного излучения.

Галактический диск – относительно тонкий слой вдоль плоскости галактики, который состоит из газа, пыли, и звезд. В нем содержится большинство содержимого галактики. Галактический диск можно разделить на две составляющие – «газовый диск» и «звездный диск». Первый состоит из пыли и газа, а второй из звёзд. В плоскости диска находятся спирали и рукава, расходящиеся от центра, которые имеют большую плотность. (Диск – компонент только спиральных и линзовидных галактик.)

Сфероидальный компонент – та часть галактики, где звезды и галактический газ располагаются вне галактического диска, и размещаются по сфере притяжения вокруг ядра.

Балдж – яркий эллипсоидальный центральный компонент галактики. Состоит из самых старых звезд, движущихся по вытянутым орбитам.

Гало – внешняя сфероидальная гипотетическая область. Это почти невидимая часть галактики, состоящая из разреженного горячего газа, звезд, и тёмной материи, которая распространяется далеко за пределы диска.

Бар (перемычка) – плотное вытянутое образование состоящие из звезд и звездного газа которое находится возле центра диска. (Присутствует у дискообразных галактик.)

Классификация галактик основывается на присутствии или отсутствии определённых элементов (галактический диск, балдж и бар) [3].

1.3 Классификация галактик

Многие галактики имеют заметные сходства или хотя бы общие черты строения. Основываясь на этом, Эдвин Хаббл, американский астроном 20 века, предположил свою классификацию галактик, по которой разделил их на три основные группы: эллиптические, дисковые (спиральные и линзовидные) и неправильные.

Эллиптические (сфероидальные) составляют 25% от общего числа и представляют собой скопление старых звезд, выглядящих как гигантская звезда.

Новые звезды в таких галактиках почти не образуются, потому что там нет, или почти отсутствует, межзвёздный газ. Из-за этой особенности имеют желто-красный оттенок. Обозначаются буквой Е. Отличаются по степени сжатия и в зависимости от этого, эллиптическую галактику можно отнести к разным подтипам: от Е0 до Е7. Где Е0 представляет собой почти идеальный шар, а Е7 – сплюснутый овал.

Не имеет диска и спиральных ветвей, а сфероидальный компонент – вся галактика в целом. Примером такой галактики является М87

Дисковые галактики отличаются тем, что имеют диск. Они подразделяются на спиральные и линзовидные галактики.

Спиральные галактики являются самыми распространенными и составляют более 50% от общего числа галактик. Выглядят как диск с ярким центром, вокруг которого закручены более тусклые ветви рукавов, которые имеют голубоватый оттенок. Это связано с тем, что в этих областях звездообразование особенно активно, и там присутствует большое количество белых и голубых сверхгигантов. У галактик этого типа присутствуют ярко выраженные рукава, в которых присутствуют большое количество газа и пыли, которые в свою очередь являются материалом для новых звезд. Следовательно, звездообразование в этих регионах особенно активно [3].

Спиральные галактики обозначают английской буквой S и по степени раскрученности рукавов подразделяются на три типа: Sa, Sb и Sc.

Галактики типа Sa имеют размытые и сильно закрученные спиральные ветви и наиболее ярко выраженный балдж. У галактик типа Sb балдж выражен менее ярко, а ветви четкие и развитые. Галактики типа Sc обладает мощными клочковатыми ветвями, а балдж почти не просматривается.

У многих спиральных галактик имеется бар. В этих местах отмечается повышенный темп звездообразования. Это связано с тем, что бар перемещая газ, формирует рукава и кольца (галактические ветви начинаются от концов бара, а не из центра галактик) и давление в нем увеличивается, газ становится молекулярным, следовательно, в нём начинается звездообразование [2].

При классификации спиральных галактик с баром используется английская буква В.

Например, галактика SBa – это спиральная галактика типа А с баром.

Линзовидные галактики относят к подвиду дисковых. Они «промежуточные» между эллиптическими и спиральными.

Имеют яркий сильно сжатый центр, напоминающий линзу. Ветви отсутствуют или слабо развиты. Звездообразование идет очень медленно, следовательно, линзовидные галактики состоят в основном из старых звезд гигантов. От спиральных отличаются тем, что у них нет спиральной структуры или она очень слабо развита, а от эллиптических тем, что имеют выпуклость и тонкий диск. Обозначаются как S0.

Существуют галактики, для которых характерна хаотичная клочковатая структура и которые не обладают не одной из вышеперечисленных форм. Они называются – неправильными. В основном состоят из молодых звезд, а балдж и ядро практически не выражены. До 50% массы галактики – межзвездный газ. Обозначается английскими буквами Irr.

Неправильные галактики подразделяются на два типа:

Irr I – галактики, имеющие слабовыраженную структуру, в свою очередь делятся на Sm – имеющие подобия спиральной структуры и Im – не имеющие спиральной структуры.

Irr II – не имеют никаких особенностей структуры, которые можно было бы классифицировать.

1.4 Галактика Млечный Путь

Наша солнечная система, состоящая из Солнца и вращающихся вокруг него различных небесных тел, находится в галактике Млечный путь.

Млечный путь – это плоская дисковидная галактика типа SBb→с т.е. спиральная галактика с баром, у которой степень раскрученности рукавов переходит из типа b в тип с.

Слово галактика происходит из древнегреческого языка γαλᾱκτικός («молочно-белый», «млечный») так как, наблюдая Млечный путь с Земли наша галактика казалась грекам разлитым молоком. С этим и связана название нашей галактики – с латинского Via lacteal («Молочная дорога»).

Изучение галактики началось в 17 веке с изобретением Галилео Галилеем первого телескопа и продолжается до сих пор. В 1920х годах Эдвин Хаббл доказал, что наша галактика не единственная во Вселенной.

Изучая через телескоп Андромеду, Треугольник и Барнард он увидел в этих туманностях отдельные звезды и определив расстояния между этими объектами заключил, что они находятся за пределами млечного пути и являются отдельными галактиками.

Последующие исследования других галактик помогли лучше понять сущность нашей галактики.

Солнечная система расположена в небольшом рукаве Ориона, который в свою очередь находится между рукавами Стрельца и Персея. Рукав Ориона вероятно имеет ширину примерно 3500 световых лет, а длину – 20 000 световых лет. Он получил свое название от одноименного созвездия, которое является одним из самых ярких созвездий зимнего северного полушария [2].

ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Создание астрофотографии

Для подтверждения гипотезы необходимо сфотографировать галактику Млечный Путь чтобы в последствии определить ее основные отличительные черты и классифицировать, отнести к одному из существующих типов галактик.

Для удачной астрофотографии должны соблюдаться несколько важных условий:

1. Минимальный процент светового загрязнения;
2. Безлунная и ясная ночь;
3. Необходимое оборудование.

Световое загрязнение – это избыточное использование искусственного наружного освещения в ночное время суток свет от которых рассеивается в нижних слоях атмосферы, мешая проведению астрономических наблюдений.

Поэтому следует выбрать местность вдали от городов, сёл и других объектов, являющихся объектами светового загрязнения. С помощью сайта lightpollutionmap.info можно определить степень засветки любого региона (по шкале Бортля).

Шкала Бортля – это девятиуровневая шкала оценки степени освещенности неба в определенном месте. Где 1 уровень — это истинно-темное небо, а 9 – небо городского центра.

Чистое небо и безлунная ночь также являются важными факторами, влияющими на итог фотографии.

В день съёмки (24 июля 2022г.) была безоблачная ночь и убывающая луна освещенная всего на 16 процентов. Это значит, что её свет не помещает съёмке.

Для астрофотографии нужно использовать устройства с настраиваемыми вручную параметрами.

Была использована камера Canon EOS 6D и объектив Canon RF 28-70mm F2L USM и следующие параметры: ISO (светочувствительность) – 3200, диафрагма – f/2,8 и выдержка 20 секунд.

Ориентиром для фотографии на северном полушарии летом будет созвездие Стрельца. Оно располагается на юге.

Практически на всей территории России Стрелец находится очень низко на небе и практически не выглядывает из-за горизонта и Млечный Путь будет виден без его центра, исключение только составляют Кавказские горы.

Итак, астрофотография была сделана вблизи села Архыз (Карачаево-Черкесская республика), где уровень светового загрязнения равен второму классу, в безлунную и безоблачную ночь 24 июля 2022г. на фотоаппарат Canon ESO 6D.

2.2 Классификация Галактики

На астрофотографии можно увидеть следующее: яркая узкая полоса, пересекающая все небо – сама галактика, ближе к горизонту в направлении созвездия стрельца более яркая часть – это центр, ядро галактики.

Можно заметить более темные области, расположенные вдоль Млечного Пути – это пыль и газ. Они препятствуют прохождению света, поэтому они видны как темные участки. На основе этих данных можно классифицировать Млечный Путь.

Так как видно узкую полоску звезд это означает, что наблюдатель находится в плоском диске и смотрит на центр с «ребра». Значит галактика точно не эллиптическая, потому что у такого типа отсутствует спиральная структура, а сфероидальный компонент – это она вся.

Если рассматривать эллиптическую, то количество звезд было бы примерно одинаково во всех направлениях, но так как видно яркую полоску, где звезд больше, чем за ее пределами можно сделать вывод что Млечный Путь – дисковидная галактика.

Следовательно, если Млечный Путь – дисковидная галактика она может относиться к одному из типов: линзовидная или спиральная.

Эти два типа галактик имеют яркий центр и дисковидную форму, но у спиральных присутствуют ярко выраженные рукава, в которых присутствуют большое количество газа и пыли, а у линзовидных в свою очередь ветви отсутствуют или слабо развиты, а спиральной структуры нет.

Это значит, что линзовидная галактика на небе выглядела бы как тонкая, без пыли полоска с ярким центом. Но так как видно не такую уж и тонкую структуру в которой присутствуют темные области пыли и газа можно сделать вывод что галактика спиральная, а не линзовидная.

Итак, можно определить, что галактика Млечный Путь – спиральная галактика.

В классификации спиральных галактик есть еще один подпункт – степень раскрученности рукавов.

Этот критерий показывает насколько рукава далеко расположены друг от друга.

Так как наблюдатель находится внутри галактики и смотрит на нее изнутри, с ребра нельзя определить расстояние между рукавами и даже их количество. В середине

20 века были изобретены первые радиотелескопы, которые позволили подробнее изучить строение Млечного Пути и прийти к выводу о количестве спиральных рукавов и их расположении. Очевидно, что с земли невозможно определить к какому подклассу спиральных галактик относится Млечный Путь.

Также с земли невозможно определить имеется ли у галактики бар, так как он располагается в плоскости рукавов и газопылевые облака закрывают центр галактики. Его присутствие можно обнаружить только с помощью радиотелескопов.

Таким образом с помощью астрофотографии можно определить, что галактика спиральная, но степень раскрученности рукавов и наличие бара – нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был изучен процесс формирования галактик, рассмотрены типы галактик и их классификация. Установлены основные черты, по которым производится классификация галактик. Определены характерные признаки разных типов галактик, известных человечеству.

Также была сфотографирована и проанализирована галактика Млечный путь. В ходе анализа выделены отличительные черты и в последствии определен тип галактики.

Галактика Млечный Путь может быть отнесена к группе спиральных галактик по определенным признакам: вид галактики с Земли, количество звезд, пыли и газа.

Другие характерные признаки спиральных галактик: наличие бара и степень раскрученности рукавов определить с помощью сделанных фотографий не представляется возможным, а значит невозможно определить подтип спиральной галактики.

Гипотезу можно считать подтвержденной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. С. Хокинг Теория всего. - Москва: АСТ, 2021. – 160 с.
2. Галактика [Электронный ресурс] / URL:
<http://www.astronet.ru/db/msg/eid/FK86/galaxy>
3. Сурдин В.Г. Астрономия и астрофизика: Галактики. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 448 с.
4. Бар в нашей галактике [Электронный ресурс] / URL:
<http://www.astronet.ru/db/msg/1189775/node1.html#SECTION00018000000000000000>