**Астрономия**

**Тема: Галактики. Их виды и строение**

*Задание:*

1. *составить конспект лекции, особенно делая упор на виды галактик, их краткую характеристику и буквенную классификацию.*
2. *Зарисовать в тетради схему нашей Галактики Млечный Путь;*
3. *ответить на тестовые вопросы*

**1. Открытие других галактик**

Идея о том, что наша Галактика не заключает в себя весь звездный мир и существуют другие, сходные с ней звездные системы, впервые была высказана учеными и философами в середине 18 века (Э.Сведенборг в Швеции, И.Кант в Германии, Т.Райт в Англии).

Вильям (Уильям) Вильгельм Фридрих ГЕРШЕЛЬ (1738-1822, Англия) начав с 1775г вести планомерные обзоры неба открывает, что среди данных видимых туманностей ряд из них состоит из звезд (открывает звездные скопления), а некоторые представляют собой правильную форму (открывает и вводит название планетарных туманностей) и к 1791г приходит к правильному выводу о существовании самостоятельных звездных систем (галактик), подтвержденных лишь в 1924г.

1 января 1925г Эдвин Поуэлл ХАББЛ -сообщает об открытии других галактик на примере М31 Адромеды. Это единственная для наших широт видимая невооруженным глазом галактика и замечена была еще в 10 веке арабским астрономом Ас-Суфи . Невооруженному глазу на небе доступно всего три галактики – туманность Андромеды в северном полушарии и более близкие к нам Большое и Малое Магеллановы Облака – в южном.

**2. Многообразие (классификация) галактик**

**Галактики** – это большие звездные системы, в которых звезды связаны друг с другом силами гравитации. Существуют галактики, включающие триллионы звезд. Наша Галактика c 200-250 млрд. звезд – Млечный Путь – достаточно велика. Самые маленькие галактики содержат в миллион раз меньше звезд. Абсолютная звездная величина самых ярких сверхгигантских галактик М = –24m, у карликовых галактик М = –15m, самые слабые из карликовых галактик имеют абсолютную звездную величину М = –6m. У туманности Андромеды абсолютная звездная величина М = –20,3m, у нашей Галактики М = –19m.

Э.П. Хаббл в 1925 году впервые разработал первую классификацию галактик (внегалактических туманностей), руководствуясь гипотезой Д. Джинса по формам, составляющим основу современной классификации.

Около 90 % массы галактик приходится на долю тёмной материи и энергии, природа этих невидимых компонентов пока не изучена. Существуют свидетельства того, что в центре многих (если не всех) галактик находятся сверхмассивные чёрные дыры.

В 2004 году самой далёкой галактикой из тех, что когда-либо наблюдались человечеством, стала галактика Abell 1835 IR1916. Однако в феврале 2007 года обнаружена галактика еще более удаленная, в 11 миллиардах световых лет от Земли, располагаемая вокруг квазара.

1) Эллиптические галактики составляют примерно 20 % от общего числа галактик высокой светимости, обозначаются буквой E (англ. elliptical). Типичная Е-галактика выглядит как сфера или эллипсоид, диск в ней практически полностью отсутствует. Эллиптические галактики, как и сферические компоненты у галактик других типов, почти лишены межзвездного газа (не считая разреженного и очень горячего газа, заполняющего всю галактику), а следовательно и молодых звезд. По степени вытянутости эллиптических галактик Эдвин Хаббл получил 8 подтипов галактик от Е0 до Е7 (E0 – «шаровые» галактики, E7 – «сплюснутые»). Звезды эллиптических галактик обращаются вокруг центра галактики очень медленно (скорость вращения обычно не превышает нескольких десятков км/с). Таким образом, эллиптические галактики – это системы с низким удельным моментом импульса. Ближайшая к нам эллиптическая галактика – Sculptor (ESO 351-30, подкласс – E0, радиус – 1505 световых лет). На фото последний объект в каталоге Шарля Мессье - М110 (или NGC 205)- карликовая эллиптическая галактика - яркий спутник большой спиральной галактики Андромеды. На переднем плане изображения видно множество близких звезд. Размер M110 - около 15 тысяч световых лет.

2) Линзовидные галактики – это промежуточный тип между спиральными и эллиптическими, составляют до 20%. У них есть гало и диск, но нет спиральных рукавов. Такие галактики обозначаются S0.

3) В 1845 году английский астроном лорд Росс (Вильям ПАРСОНС, 1800-1877) обнаружил целый класс «спиральных туманностей». В начале XX века было доказано, что спиральные туманности – это огромные звездные системы, похожие на нашу Галактику. С тех пор их стали называть галактиками и они составляют до 80% всех галактик .

 Спиральные галактики содержат как гало, так и массивный звездный диск и обозначаются буквой S. Их различают по степени своей спиральной структуры добавлением к символу S букв a, b, c.

Sa – спиральная галактика с мало развитой спиральной структурой и с мощным ядром.

Sc – галактика с малым ядром и с сильно развитыми спиральными ветвями.

Наша Галактика принадлежит к промежуточному типу Sb.

У некоторых спиральных систем в центральной части имеется звездная перемычка – бар. В этом случае к их обозначению после буквы S добавляется B.

В 2005 году при работе с Космическим телескопом имени Спитцера и основываясь на более ранних наблюдениях, было установлено, что Млечный Путь также следует относить к спиральным галактикам с баром. Гипотеза о наличии бара в нашей галактике была выдвинута на основе многочисленных данных с радиотелескопов. Однако только благодаря изображениям со Спитцера, работающего в инфракрасном диапазоне, данное предположение получило твердое подтверждение. На фото спиральной галактики NGC 613 с перемычкой, находящейся на расстоянии 65 миллионов световых лет от нас в южном созвездии Скульптор, имеющая размер более 100 тысяч световых лет и в центре массивную черную дыру.

Плоская дискообразная форма объясняется вращением. Существует гипотеза, что во время образования галактики центробежные силы препятствуют сжатию протогалактического облака в направлении, перпендикулярном оси вращения. Газ концентрируется в некоторой плоскости – так образовались диски галактик. Характер движения звезд и газа в галактиках не одинаков: газ вращается быстрее, чем старые звезды. Если характерные скорости вращения газа в галактиках составляют 150–500 км/с, то старые звезды гало всегда вращаются медленнее. Балджи спиральных галактик, состоящие из старых звезд, вращаются в 2–3 раза медленнее, чем диски. Во вращающемся диске, образуемом звездным газом, могут даже распространяться спиральные волны плотности сжатия-разрежения, наподобие звуковых волн. Они обегают галактику за несколько сотен миллионов лет с постоянной угловой скоростью. Именно эти волны ответственны за появление спиральных ветвей. При сжатии газа начинается образование холодных газовых облаков и их комплексов, активное звездообразование. Почти все звезды диска то попадают внутрь спиральных ветвей, то выходят из них. Когда звёзды проходят сквозь рукав галактики, они замедляются, несколько увеличивая среднюю плотность рукава. Подобные «волны», состоящие из медленно едущих машин, можно увидеть на переполненных дорогах. В результате возникающей неоднородности гравитационного потенциала (10-20 %) «догоняющий» межзвёздный газ разгоняется до сверхзвуковых скоростей и тормозится о «набегающий», образуя ударную волну со значительно повышенной, по сравнению со средней, плотностью. Рукава заметны потому, что повышенная плотность способствует формированию звёзд, из-за чего спиральные рукава населены молодыми голубыми звёздами. Единственное место, где скорости звезд и рукавов совпадают, – это коротационная окружность. Именно вблизи нее в нашей Галактике и располагается наше Солнце. Для Земли это обстоятельство крайне благоприятно: наша планета существует в относительно спокойном месте Галактики и в течение миллиардов лет не испытывает влияния галактических катаклизмов.

4) При исследовании неба с помощью телескопов обнаружено множество галактик неправильной, клочковатой формы, похожих на Магеллановы Облака. Около половины вещества в них – межзвездный газ. Подобные галактики называются неправильными и по классификации Хаббла обозначаются Ir (англ. irregular). К этому классу относятся около 3% всех галактик. (на фото неправильная галактика NGC 1427A) Существует два больших типа неправильных галактик:

• • Неправильные галактики первого типа (Irr I) представляют собой неправильные галактики, имеющие намеки на структуру, которых, однако, не достаточно чтобы отнести их к последовательности Хаббла. Существует два подтипа таких галактик — обнаруживающих подобие спиральной структуры (Sm), и с отсутствием таковой (Im).

• • Неправильные галактики второго типа (Irr II) — это галактики, не имеющие никаких особенностей в своей структуре, позволяющих отнести их к последовательности Хаббла.

• • Третий подтип неправильных галактик — так называемые карликовые неправильные галактики, обозначаемые как dI или dIrrs. Этот тип галактик в настоящее время считается важным звеном в понимании общей эволюции галактик. Вызвано это тем, что они обнаруживают тенденцию низкого содержания металлов и экстремально высокого содержания газа и поэтому подразумеваются схожими с самыми ранними галактиками, заполнявшими Вселенную. Этот тип галактик может представлять местную (и поэтому наиболее современную) версию тусклых голубых галактик, обнаруженных при сверх глубоком обзоре неба.

В прошлом считалось, что Большое и Малое Магеллановы Облака относятся к неправильным галактикам. Однако позже было обнаружено, что они имеют спиральную структуру с баром. Поэтому эти галактики были переквалифицированы в SBm, четвертый тип спиральных галактик с баром. Да и возможно они просто пролетающие мимо галактики, а не спутники Млечного Пути.

ИТАК:

• • E0—E7 — эллиптические галактики, имеют относительно равномерное распределение звёзд без явного ядра. Цифра показывает эксцентриситет: галактики E0 практически шарообразны, с увеличением номера развивается уплощение. Число показывает форму проекции на плоскость наблюдения, а не реальную форму галактики, которую может быть трудно установить.

• • S0 — линзообразные галактики дискообразной формы с явно выраженным центральным балджем (выпуклостью), но без наблюдаемых рукавов.

• • Sa, Sb, Sc, Sd — спиральные галактики, состоящие из балджа и внешнего диска, содержащего рукава. Буква показывает, насколько плотно расположены рукава.

• • SBa, SBb, SBc, SBd — спиральные галактики с перемычкой, в которых центральный балдж пересекает яркий бар (перемычка), от которого отходят рукава.

• • Irr — иррегулярные галактики, которые не могут быть отнесены ни к одному из перечисленных классов. Галактики типа IrrI показывают остатки спиральной структуры, а IrrII имеют совершенно неправильную форму.

5) В 2003 году Майклом Дринкуотером (Michael Drinkwater) из университета Квинсленда (University of Queensland) был открыт новый вид галактик, классифицируемый как ультракомпактные карликовые галактики, которые не вписываются в классификацию Хаббла. Они в десятки раз меньше по размерам обычных галактик. Карликовые галактики обозначают буквой d (от англ. dwarf - "карлик"). Их можно разделить на карликовые эллиптические dE, карликовые сфероидальные dSph (Sph - сокращение от англ. sphere - "шар"), карликовые неправильные dIr и карликовые голубые компактные галактики dBCG (здесь BCG - blue compact galaxies). dSph похожи на шаровые звездные скопления, увеличенные по объему в тысячи раз. Такие галактики – рекордсмены по низкой поверхностной яркости среди карликов, которая даже во внутренней области галактик часто бывает значительно ниже яркости темного ночного неба. Несколько галактик dSph являются спутниками нашей Галактики. В отличие от них галактики dBCG имеют высокую поверхностную яркость при небольшом линейном размере, а их голубой цвет свидетельствует об интенсивно происходящем звездообразовании. Эти объекты особенно богаты газом и молодым звездами. Галактик со спиральными ветвями среди карликов не встречается. Скорее всего, для образования спиралей нужен массивный звездный диск, а масса карликовых галактик недостаточна для этого. На фото Leo A - карликовая неправильная галактика - одна из наиболее многочисленного типа галактик во Вселенной, которые, возможно, являются строительными блоками более массивных галактик.

Существуют и другие виды галактик.

1) Взаимодействующие - галактики, соединенные перемычками из звезд и газа, а также далеко уходящими в сторону протяженными "хвостами". В середине XX столетия крупные телескопы выявили, что 5–10 % от общего числа галактик имеет весьма странный, искаженный вид, так что их трудно классифицировать по Хабблу. Иногда такие галактики окружены светящимся гало либо связаны звездной перемычкой. Иногда от галактик на сотни тысяч световых лет отходят длинные хвосты. В некоторых системах обращает на себя внимание сложный характер внутреннего движения межзвездного газа. Если галактики в своем движении близко походят друг к другу, то они могут испытывать сильное гравитационное взаимодействие на расстоянии, даже не соприкасаясь. При взаимном проникновении галактики могут даже слиться друг с другом за несколько сотен миллионов лет. Открыты и впервые исследованы Борисом Александровичем Воронцовым - Вильяминовым (1904-1994) открыл более 2000 и начал их исследование). Первый атлас таких галактик на более 800 объектов создал в 1959г, в который вошла и наша Галактика с Большим Магеллановым Облаком и Малым Магеллановым Облаком.

Например радиогалактика Центавр А (NGC 5128) считается результатом слияния спиральной галактики с эллиптической. Именно поэтому в этой галактике так много пыли. Газопылевой диск, наследство от спиральной галактики, как бы перечеркивает эту сферическую галактику.

В галактике М64 слились две дисковые спиральные галактики с разным направлением вращения. В итоге возник газопылевой диск, вращающийся в направлении, противоположном вращению звездного диска. На снимке активно взаимодействует спиральная галактика М51 с соседней галактикой.

2) Галактики с активными ядрами (4 типа) - обычно это эллипсоидные и неправильные гелактики. Они всего составляют около 1% всех галактик.

1) Сейфертовские - Тип галактик с ярким точечным ядром и незаметными спиральными рукавами, открыты в 1943г Карлом Кинан Сейфертом (1911-1960, США) -молодые спиральные галактики, внутри которых происходит беспорядочное движение газовых масс со скоростями в тысячи км/с и выбросы вещества ("джеты") со скоростью 500-4000км/с. Их спектр показывает широкие эмиссионные линии. Около 1% всех спиральных галактик являются сейфертовскими. Многие из них - сравнительно сильные инфракрасные источники; в некоторых центральное ядро является и слабым радиоисточником. Обычно наблюдается изменение яркости ядра.

На фото сейфертовская галактика NGC 1566, находящаяся на расстоянии около 50 млн. световых лет. Кроме плотно закрученных спиральных рукавов с ясно выраженной симметрией, эта галактика представляет большой интерес благодаря своему светящемуся ядру, обладающему многими характеристиками квазара, хотя и гораздо менее энергетически насыщенному.

2) Радиогалактики - источником интенсивного радиоизлучения. На каждый миллион галактик приходится одна радиогалактика. Радиоизлучение представляет собой синхротронное излучение электронов, движущихся со скоростями, близкими к скорости света. В радиогалактике Лебедь A (3С 405, первым открыт в 1946г, а отождествлен в 1951г; 3С- Третий Кембриджский каталог 1959г на 471 радиоисточник) часто считающейся прототипом радиогалактик, имеются два обширных облака радиоизлучения, расположенных симметрично с каждой стороны возмущенной эллиптической галактики и простирающихся более, чем на три миллиона световых лет. Кажется маловероятным, что столь большое выделение энергии может быть результатом нормальных ядерных реакций в звездах. Поэтому был предложен механизм, в котором в качестве "центрального движителя" работают черные дыры.

Радиогалактики тесно связаны с квазарами, многие из которых в радиодиапазоне имеют близкие характеристики.

3) Лацертиды (Lacerta (лат. ящерица))- эллиптическая галактика с ярким существенно переменным плотным ядром. Первым таким объектом была туманность BL Ящерицы, открытая в 1929г. Тогда думали, что это переменная звезда (откуда и форма названия). Уникальное свойство таких объектов - резко выраженная короткопериодическая переменность светового излучения при отсутствии каких-либо характерных черт в спектре (линий, т.е. спектр непрерывен). Яркость может измениться за месяц в сотни раз, причем иногда изменения наблюдаются ежедневно. Что самое странное, он излучает, как сотни миллиардов солнц, именно поэтому его причисляют к квазарам.

Многие из объектов типа BL Ящерицы являются радиоисточниками. Интенсивные радиовыбросы замечены и в самой туманности BL Ящерицы, но они не коррелируют с вариациями яркости в световом диапазоне. На фото BL Ящерицы с окружением.

4) Квазары (квази-звездный объект, QSO, название сокращенное обозначение радиоисточника QUAsi-StellAR было дано в 1963г ) - тип галактик с наиболее яркими (в сотни раз от нормальных) активными ядрами, удаленные на расстояние более 1 млрд. световых лет из-за чего трудно рассмотреть слабое туманное свечение окружающей галактики, обнаруженное все же у небольшого числа квазаров. Внешне подобны звездам, но излучают сильно в радиодиапазоне. Открыты квазары в 1963г астрофизиком Маартен Шмидт (р. 1929г, США). Присутствие эмиссионных линий означает, что энергия излучения возникла в результате нетепловых процессов. Методами интерферометрии с очень большой базой удалось показать, что объем центрального источника энергии в квазарах ограничен размерами порядка диаметра Солнечной системы. Это значит, что источником энергии может быть падение вещества на сверхмассивную черную дыру.

Если луч света от удаленного квазара проходит через близлежащую галактику, то может возникнуть эффект гравитационной линзы, открытая в 1979г (QSO 0957+561 А и В, появление кратного изображения квазара). Для него расстояние между объектами составляло 6" (колеблется от 0,77" до 7" у 25 открытых микролинз).

Фото слева вверху: Квазар PG 0052+251 в ядре нормальной спиральной галактики, удаленный от Земли на 1,4 млрд. световых лет. Слева внизу: Квазар PHL 909 в ядре нормальной эллиптической галактики, удаленный от Земли на 1,5 млрд. световых лет. Вверху в центре: Свидетельства катастрофического столкновения двух галактик, движущихся со скоростью около 1,6 млн. км в час. Остатком этого столкновения может быть квазар IRAS 04505-2958, который находится на расстоянии 3 млрд. световых лет от Земли. Внизу в центре: Квазар PG 1012+008, расположенный на расстоянии 1,6 млрд. световых лет от Земли, сливающийся с яркой галактикой (объект непосредственно ниже квазара). Изображение получено Космическим телескопом "Хаббла". Вверху справа: "Хаббл" снял приливный хвост пыли и газа, лежащие ниже квазара 0316-346, удаленного на 2,2 млрд. световых лет от Земли. Справа внизу: "Хаббл" заснял "танец" двух сливающихся галактик. Возможно, галактики перед слиянием совершили несколько оборотов относительно друг друга, оставив вокруг квазара IRAS 13218 + 0552 ясно различимые петли светящегося газа. Квазар находится на расстоянии 2 млрд. световых лет от Земли.

В 1998г открыт самый ближний квазар Маркарян 231 (3С 273) в 500 млн. св.лет от нас - центр эллиптической галактики. Его возраст 1 млн. лет и проявляет себя как компактный радиоисточник.

К началу 2007 года обнаружено около 100 тысяч квазаров, но только дюжина - двойных. Одиночным считался и открытый 1989 году квазар LBQS 1429-008, находящийся от нас на расстоянии 10,5 миллиарда световых лет, а в конце 2006 года профессор Джордж Джорговски из Калифорнийского Технологического Института в Пасадене вместе с командой коллег-астрономов открыли, что он является первым тройным квазаром.

Имеется распространенная разновидность квазаров с низким радиоизлучением - квазаги, т. е. квазигалактики.

 Изобразите схематично нашу Галактику в виде «сверху» и стрелками укажите положение Солнца, ядро, спиральные рукава

****

**1. Наиболее компактная область галактик, в которой наблюдается сильная концентрация звезд – в каждом кубическом парсеке находятся тысячи звезд, называется:**

А) гало;
Б) ядро галактики;
В) спиральная ветвь;
Г) диск.

**2. Источниками космических лучей являются:**

А) солнечные вспышки;
Б) пульсары;
В) ядро Галактики;
Г) красные сверхгиганты;
Д) все выше перечисленное.

**3. Линзообразные галактики с закрученными вокруг ядра спиральными рукавами из молодых звезд, газа и пыли представляют собой**

А) спиральные галактики;
Б) неправильные галактики;
В) эллиптические галактики;
Г) радиогалактики.

**4. К какому типу галактик относится Туманность Андромеды?**

А) эллиптическая галактика;
Б) спиральная галактика без перемычки;
В) спиральная галактика с перемычкой;
Г) неправильная галактика.

**5. Галактика почти лишенная межзвездного газа, не содержащая молодых звезд и имеющая только сферическую подсистему:**

А) эллиптическая;
Б) взаимодействующая;
В) спиральная;
Г) неправильная.

**6. Вращение галактик обнаруживается с помощью:**

А) эффекта Допплера;
Б) закона Хаббла;
В) закона Кеплера;
Г) закона всемирного тяготения.

**7. Процесс звездообразования практически полностью прекратился миллиарды лет назад в галактиках:**

 А) эллиптических;

 Б) спиральных;

В) неправильных;

Г) во всех типах галактик идет с одинаковой интенсивностью в настоящее время.

**8. К какому типу относится галактика Большое Магелланово Облако?**

А) эллиптическая галактика;

Б) спиральная галактика без перемычки;

В) спиральная галактика с перемычкой;

Г) неправильная галактика.

**9. Индикаторами звездообразования в галактиках являются:**

А) планетарные туманности;
Б) массивные звезды и окружающие их эмиссионные туманности;
В) скопления межзвездной пыли;
Г) шаровые скопления.

**10. Источниками пыли в галактике являются:**

А) Планетарные туманности;
Б) Взрывы сверхновых;
В) Протозвезды;
Г) Красные гиганты;
Д) Все выше перечисленное.

**11. Яркая центральная часть сферической составляющей, видная как вздутие диска галактики:**

А) ядро;
Б) шаровое скопление;
В) балдж;
Г) все выше перечисленное.

**12. Кто и когда открыл мир галактик?**

А) У. Гершель

Б) Г. Рессел

В) Э. Хаббл

Г) Э. Герцшпрунг

Д) И. Кеплер

**13. Линзовидные галактики обозначаются по классификации галактик по Хабблу:**

А) *E0*

Б) *Sa*

В) *S0*

Г) *Ir*

Д) *SBa*

**14. В каких единицах учёные измеряют диаметры галактик?**

А) В Астрономических единицах

Б) В парсеках

В) В параллаксах

Г) В километрах

**15. Как думаете, что такое «галактический каннибализм»?**

А) Обмен энергиями между двумя звёздами

Б) Процесс разрушения крупной галактикой с активным ядром более мелкой

В) Процесс поглощения галактик чёрной дырой

Г) Процесс, при котором галактика начинает разрушать сама себя