

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА УРОКА ПО АСТРОНОМИИ В  
XI КЛАССЕ «ЗВЁЗДНЫЕ СИСТЕМЫ – ГАЛАКТИКИ»**

**Кричко Светлана Викторовна,**  
учитель физики, высшая квалификационная  
категория,  
ГУО «Средняя школа № 21 г.Бобруйска»

**ЗВЁЗДНЫЕ СИСТЕМЫ - ГАЛАКТИКИ**

## 11 класс

Это третий урок в изучении раздела «Строение и эволюция Вселенной». Тип урока комбинированный. Выбор типа и структуры учебного занятия объясняется требованиями учебной программы и его местом в учебном разделе. В основу методики проведения урока положены проблемно-поисковая беседа с учащимися, работа с текстом, выполнение теста.

Урок был проведён в 11 «А» классе, класс правовой направленности. Учащиеся класса изучали предметы естественно-научного цикла на базовом уровне.

Дидактическая цель урока:

Предполагается, что учащиеся к концу урока:

будут знать названия и внешний вид различных типов галактик;

будут уметь отличать друг от друга различные типы галактик;

будут знать закон Хаббла, величины входящие в него;

смогут применить закон Хаббла при решении задач;

успешно выполняют задания выходного контроля.

Также в процессе проведения урока решались следующие развивающие и воспитательные задачи:

создать условия для формирования читательской грамотности;

создать условия для развития творческих способностей учащихся;

создать условия для развития коммуникативных способностей учащихся.

Учебно-методическое обеспечение: «Астрономия» учебник для 11 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения (§ 29), раздаточный материал для учащихся: входной тест, текст с изучаемым материалом для самостоятельной работы учащихся.

*Эпиграф к уроку*

Галактика своей голубизной

Медузу мне напоминает,

И купол бледно-голубой

Таинственно во тьму роняет.  
И к берегу ее прибой  
Волной подносит чуть небрежно,  
И вдруг осев, ее остов,  
Белеет щупальцами нежно.  
Еще порыв, еще волна,  
И, будто нехотя, случайно,  
Она безжизненно лежит,  
Причудлива необычайно.  
Как та галактика в ночи,  
Что так сложна, непостижима...  
Медуза, правду Расскажи,  
Ты, как и все — необъяснима?

Алдони́на Р.

## ХОД УРОКА

### I этап. Организационный

Педагогическая задача: обеспечить позитивный эмоциональный настрой учащихся на урок (с помощью эпиграфа и видеофрагмента с космической музыкой Дидье Маруани. <https://www.youtube.com/watch?v=QsawHcNnVsw>). Музыка очень актуальна и сейчас, сопровождается соответствующим видеорядом.

### II этап. Ориентировочно-мотивационный

Педагогическая задача: актуализировать опорные знания по материалам предыдущего параграфа, поддерживать познавательную мотивацию, организовать принятие цели самими учащимися.

Входной тест. Приложение 1. Взаимопроверка по предложенным эталонам верных ответов (отметки выставляются учителем в конце урока на контрольно-оценочном этапе)

### III этап. Этап изучения нового материала

В ходе чтения предложенного текста учащиеся знакомятся с новым материалом (приложение 2). Затем учащийся с использованием презентации (приложение 3) излагает учебный материал, визуализируя изучаемую информацию (учащемуся заранее предлагается небольшая презентация по теме урока, которую он дополняет по своему усмотрению, заранее изучив материал §29 в учебнике для 11 класса УОСО с русским языком обучения. Предварительно перед уроком учитель проверяет презентацию).

#### IV этап. Операционно-познавательный

Учащиеся, изучив текст и выслушав одноклассника, работают в парах. Из предложенного набора негативов галактик (приложение 4) заполняют таблицу, определяя основные характеристики и тип галактик (приложение 5).

Возможно с использованием интернет-сайта

[http://kosmoved.ru/nebo\\_segodnya\\_geo.php](http://kosmoved.ru/nebo_segodnya_geo.php). Для обращения к интернет-ресурсам учащиеся могут использовать свои собственные гаджеты. Затем совместно с учителем производят проверку полученных результатов по предоставленному образцу (приложение 6).

Затем, для проверки прочности усвоения закона Хаббла и величин входящих в него, учащиеся решают задачи №№ 5 и 6 из рабочей тетради по астрономии (авторы И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалеv). Сверяют ответы с учителем. Учитель уточняет необходимый теоретический материал необходимый для решения задач (если это необходимо).

#### V этап. Рефлексивный

Учитель создаёт условия для рефлексивной деятельности учащихся по результатам усвоения новых знаний и предлагает учащимся закончить следующие фразы:

Для меня этот урок был...

Я не до конца разобрался в...

Мне хотелось бы узнать...

К следующему уроку я обязательно...

Работа в паре с одноклассником помогла мне...

## VI этап. Контрольно-оценочный

### Домашнее задание:

1. § 29 (с. 190 – 201), устно ответить на контрольные вопросы к § 29.
2. **Задание исследовательского характера:** учащиеся с помощью сайта [http://kosmoved.ru/nebo\\_segodnya\\_geo.php](http://kosmoved.ru/nebo_segodnya_geo.php) отмечают на распечатанных картах звёздного неба Северного полушария (приложение 7) перечисленные в §29 галактики.
3. **Задания творческого характера:** подготовить рефераты по темам
  - а) Соседи нашей галактики.
  - б) Сейфертовские галактики.
  - в) Квазары.
  - г) Местная группа галактик.

Приложение 1

### Входной тест:

#### Вариант 1

1. Как называется раздел астрономии, изучающий происхождение, строение и эволюцию Вселенной как единого целого, основанный на наблюдаемой части Вселенной?
  - 1) Астрофизика;
  - 2) звездная астрономия;
  - 3) практическая астрономия;
  - 4) космогония;
  - 5) космология.
2. Как называется большая гравитационно связанная совокупность звезд и межзвездного вещества, состоящая приблизительно из 200 млрд звезд, в число которых входит и Солнце?
  - 1) Шаровое звездное скопление;
  - 2) звездное гало;
  - 3) наша Галактика;
  - 4) Галактика Туманность Андромеды;

5) Большое Магелланово Облако.

3. Как называется внешняя очень разреженная часть Галактики?

- 1) Корона;
- 2) звездное гало;
- 3) спиральные рукава;
- 4) балдж;
- 5) галактический экватор.

4. Как называется не имеющая правильной формы сравнительно неплотная группа звезд, содержащая от нескольких сотен до нескольких тысяч звезд?

- 1) Звездная ассоциация;
- 2) неправильная галактика;
- 3) линзовидная галактика;
- 4) рассеянное звездное скопление;
- 5) шаровое звездное скопление.

5. Туманности, представляющие собой слабо светящиеся кольца, напоминающие диски планет, называются:

- 1) светлые диффузные туманности,
- 2) планетарные туманности;
- 3) планетизимали;
- 4) темные туманности;
- 5) протопланетные диски.

6. Как называется тепловое микроволновое радиоизлучение, пронизывающее Вселенную по всем направлениям с одинаковой интенсивностью с температурой около 3 K?

- 1) Гамма-излучение;
- 2) рентгеновское излучение;
- 3) реликтовое излучение;
- 4) ультрафиолетовое излучение;

5) инфракрасное излучение.

7. Как называется максимально большая область пространства, включающая в себя все доступные для изучения небесные тела и их системы?

- 1) Млечный Путь;
- 2) Метагалактика;
- 3) Галактика;
- 4) Местная группа галактик;
- 5) Сверхскопление галактик.

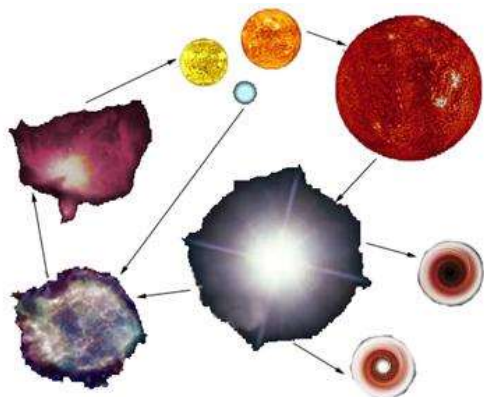
8. Какие координаты имеет антиапекс Солнца, если апекс имеет экваториальные координаты  $\alpha = 270^\circ$ ,  $\delta = +30^\circ$ ? В каком созвездии находится антиапекс?

- 1)  $\alpha = 270^\circ$ ,  $\delta = -30^\circ$ ; Стрелец;
- 2)  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\delta = +30^\circ$ ; Возничий;
- 3)  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\delta = -30^\circ$ ; Голубь;
- 4)  $\alpha = 180^\circ$ ,  $\delta = 0^\circ$ ; Дева;
- 5)  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\delta = 0^\circ$ ; Рыбы.

9. Основным источником космических лучей в Галактике являются:

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| 1) красные гиганты;          | 4) темные туманности;    |
| 2) планетарные туманности;   | 5) диффузные туманности. |
| 3) остатки сверхновых звезд; |                          |

10. Подпишите на схеме, как происходит кругооборот вещества в Галактике.



Вариант 2

1. Как называется точка на небесной сфере. По направлению к которой движется солнце со скоростью 19,4 км/с?

- 1) Апекс;                      4) зенит;
- 2) антиапекс;              5) центр Галактики.
- 3) радиант;

2. Какое из следующих созвездий лежит в направлении центра нашей Галактики?

- 1) Стрелец;
- 2) Рак;
- 3) Малая Медведица;
- 4) Близнецы;
- 5) Орион.

3. Солнечная система в Галактике:

- 1) находится в ее центре;
- 2) расположена почти в галактической плоскости на расстоянии около 8 кпк от ядра;
- 3) не лежит в галактической плоскости и входит в звездное гало;
- 4) находится во внешней части короны на расстоянии 30 кпк от ядра;
- 5) находится в 1 кпк от её центра.

4. Чему равен полный период обращения Солнца вокруг ядра Галактики?

- 1) 5 млрд лет;                      4) 250 млн лет;
- 2) 1 млрд лет;                      5) 125млнлет.
- 3) 500 млн лет;

5. Масса межзвездного вещества нашей Галактики от ее общей массы оценивается в:

- 1) 30%;                      4) 2%;
- 2) 15%;                      5) 0,1%.



3) 10%;

6. Модель горячей Вселенной получила экспериментальное подтверждение после открытия:

- 1) инфракрасного излучения;
- 2) ультрафиолетового излучения;
- 3) рентгеновского излучения;
- 4) гамма-излучения;
- 5) реликтового излучения.

7. Межзвездная пыль в межзвездное пространство не поставляется в основном за счет:

- 1) расширения оболочек новых звезд;
- 2) расширения оболочек сверхновых звезд;
- 3) планетарных туманностей;
- 4) расширения атмосфер красных гигантов и сверхгигантов;
- 5) расширения планетных атмосфер.

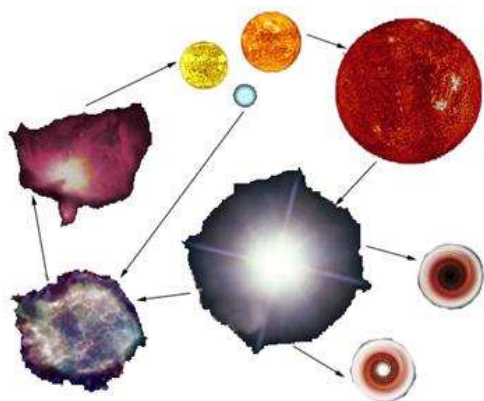
8. Основным источником космических лучей в Галактике являются:

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| 1) красные гиганты;          | 4) темные туманности;    |
| 2) планетарные туманности;   | 5) диффузные туманности. |
| 3) остатки сверхновых звезд; |                          |

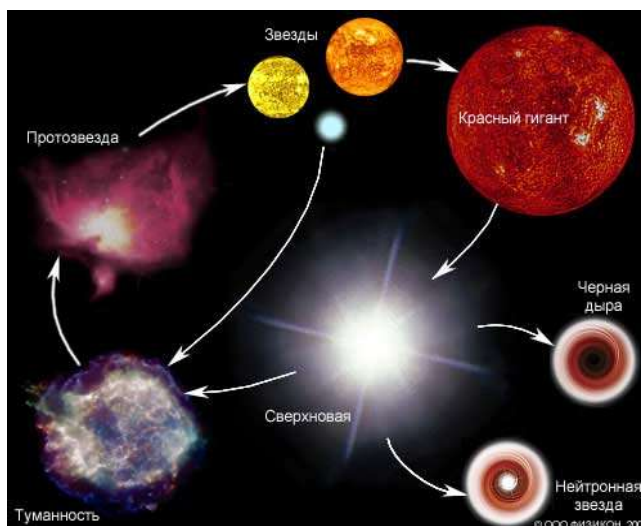
9. Космическое радиоизлучение на длине волны 21 см принадлежит:

- 1) молекулярному водороду;
- 2) молекулам натрия;
- 3) ионизированному атомарному водороду;
- 4) нейтральному атомарному водороду;
- 5) гидроксильной группе OH.

10. Подпишите на схеме, как происходит кругооборот вещества в Галактике.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	3	1	4	2	3	2	2	3	Ответ на рисунке
2	1	1	2	4	4	5	5	3	4	Ответ на рисунке



## Приложение 2



«Давным-давно, в далекой-далекой галактике...» — этими словами обычно начинаются фильмы известного сериала «Звездные войны». А представляете ли вы, как велико количество таких «далеких-далеких» галактик? Например, галактик, которые мы видим как точку ярче  $12^m$ , известно около 250. Галактик, блеск которых еще слабее — до  $15^m$ , — около 50000. Число тех, которые могут быть

сфотографированы лишь очень мощным, например 6-метровым, телескопом на пределе его возможностей, – многие миллиарды. С помощью космического телескопа их можно увидеть еще больше. Все вместе эти звездные острова и есть Вселенная – мир галактик.

Астрономы обнаружили, что у нашей Галактики есть соседи, что туманность Андромеды, Большое Магелланово Облако, Малое Магелланово Облако и многие другие туманные пятнышки – это уже не наша Галактика, а другие, самостоятельные звездные острова.

Галактики резко различаются размерами, внешним видом и числом входящих в них звезд, светимостью.

Основоположником внегалактической астрономии, которая занимается этими вопросами, по праву считают американского астронома Эдвина Хаббла (1889-1953). Он доказал, что многие «туманности» на самом деле – другие галактики, состоящие из множества звезд. Изучил более тысячи галактик и определил расстояние до некоторых из них. Среди галактик выделил три основных типа: спиральные, эллиптические и неправильные.

Более половины галактик – спиральные. К их числу относятся и наш Млечный Путь, и галактика в Андромеде (M31), и галактика в Треугольнике (M33).

Спиральные галактики очень красивы. В центре – яркое ядро (большое тесное скопление звезд). Из ядра выходят спиральные, закручивающиеся вокруг него ветви. Они состоят из молодых звезд и облаков нейтрального газа, в основном – водорода. Все ветви – а их может быть одна, две или несколько – лежат в плоскости, совпадающей с плоскостью вращения галактики. Поэтому галактика имеет вид сплющенного диска.

Почему галактические спирали, или, как их еще называют, рукава, так долго не разрушаются. По этому вопросу было много разных гипотез. Сейчас большинство исследователей галактик склоняются к мнению, что галактические спирали представляют собой волны повышенной плотности

вещества. Они подобны волнам на поверхности воды. А те, как известно, при своем движении не переносят вещество.

Галактики, именуемые эллиптическими, по внешнему виду существенно отличаются от спиральных. На фотографиях они выглядят как эллипсы с разной степенью сжатия. Среди них есть галактики, похожие на линзу, и почти шаровые звездные системы. Встречаются и гиганты, и карлики. Примерно четверть из наиболее ярких галактик относят к числу эллиптических. Для многих из них характерен красноватый цвет. Долгое время астрономы считали это одним из свидетельств того, что эллиптические галактики в основном состоят из старых (красных) звезд. Последние наблюдения космического телескопа Хаббла и инфракрасного телескопа «ISO» опровергают эту точку зрения.

Наконец обратимся к третьему (по классификации Хаббла) типу галактик – неправильным (или иррегулярным). Они отличаются хаотической, клочковатой структурой и не имеют какой-либо определенной формы.

Именно такими оказались две самые близкие к нам сравнительно небольшие галактики – Магеллановы Облака. Это спутники Млечного Пути. Они видны невооруженным глазом, правда, только на небе Южного полушария Земли.

Вы помните, что Южный полюс мира не отмечен на небе какой-либо заметной звездой (в отличие от Северного полюса мира, рядом с которым сейчас расположена  $\alpha$  Малой Медведицы – Полярная звезда). Магеллановы Облака помогают определить направление на Южный полюс мира. Большое Облако, Малое Облако и Южный полюс лежат в вершинах равностороннего треугольника.

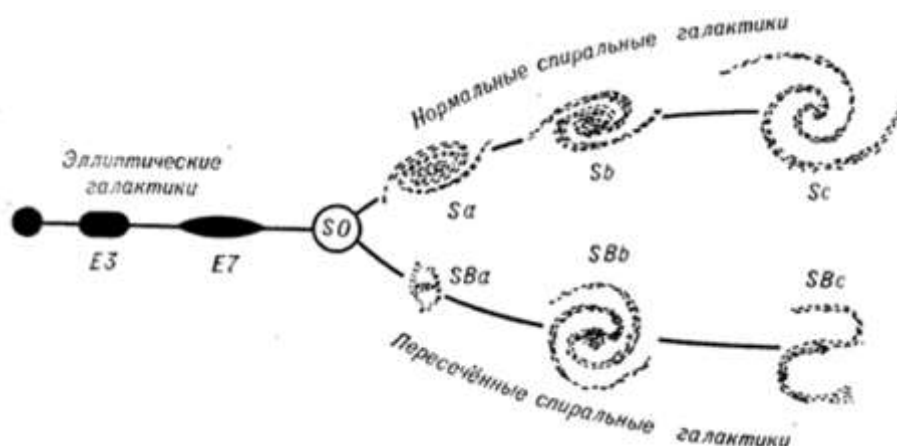
Астрофизики постоянно обнаруживают в этих внегалактических мирах что-нибудь очень интересное: уникальные наблюдения вспышки сверхновой звезды в Большом Магеллановом Облаке 23 февраля 1987 года.

Несколько десятков лет назад профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов (1904-1994) прилагал огромные усилия к тому, чтобы привлечь внимание

своих коллег к взаимодействующим галактикам. Но вот спустя годы стало ясно, что работы Бориса Александровича (и его последователей) – исследования взаимодействующих галактик – открыли новую, очень важную страницу в истории внегалактической астрономии. И сейчас уже никому не представляются экзотикой не только самые причудливые (и не всегда понятные) формы взаимодействия галактик, но даже и «каннибализм» в мире гигантских звездных систем.

«Каннибализм» – взаимное «поедание» галактик друг другом (их слияние при тесных сближениях) – запечатлен на фотоснимках. По одной из гипотез, «каннибалом» может стать и наш Млечный Путь. Основанием для такого предположения стало открытие в начале 90-х годов карликовой галактики. В ней всего несколько миллионов звезд, а находится она на расстоянии 50 тысяч световых лет от Млечного Пути. Эта «малышка» не такая уж юная: она возникла несколько миллиардов лет назад. Чем закончится ее долгая жизнь, пока сказать трудно. Но не исключена возможность того, что она когда-нибудь сблизится с Млечным Путем, и он ее поглотит.

Схема классификации галактик, по Хаббл (1925 год).



Он разделил их, главным образом по внешнему виду, на три основных типа: эллиптические, с разной степенью сжатия (самые круглые обозначаются E0, самые сплюснутые – E7); спиральные, с разной степенью

развития рукавов (Sa – с короткими, толстыми спиральями, у Sc – ветви длинные, тонкие), вторая ветвь спиральных – это «пересеченные», с перемычкой, из концов которой начинаются рукава (SBa, SBb, SBc); кроме того, выделены галактики S0 – промежуточные между спиральными и эллиптическими; и наконец – неправильные галактики (Ir).

Как определяется расстояние до галактик?

Самым важным является метод, основанный на использовании зависимости период-светимость классических цефеид, который используется для определения расстояний до близких спиральных и неправильных галактик и служит основой для определения расстояний в ближайшей Вселенной, так как именно с помощью наблюдения цефеид калибруется зависимость лучевая скорость-расстояние (закон Хаббла) (см. учебник для 11 класса УОСО с русским языком обучения стр. 194).

Перейдем теперь к определению расстояний до наиболее удаленных объектов, к которым неприменимы отмеченные выше методы. Введем так называемое красное смещение:  $z = (\lambda - \lambda_0)/\lambda_0$  – относительное изменение длины волны спектральных линий.

Эдвин Хаббл установил, что приближенно для не очень близких галактик выполняется соотношение  $v_r = Hr$ , величину  $H$  называют постоянной Хаббла.  $H = 72$  км/(с·Мпк). Постоянная Хаббла до сих пор известна с ошибкой порядка 10 км/(с·Мпк). Однако это единственный метод определения расстояния до далеких галактик, квазаров и скоплений галактик.

Более точная формула связи  $z$  и  $v_r$ , в отличие от приведенной выше верной для малых  $z$ , имеет вид:  $v_r = c((z + 1)^2 - 1)/((z + 1)^2 + 1)$ .

В целом модули расстояния до отдельных галактик определяются с ошибками около  $1^m$ .

Для определения массы галактик служит формула:

$$M = Rv^2/G,$$

где  $R$  – радиус галактики,

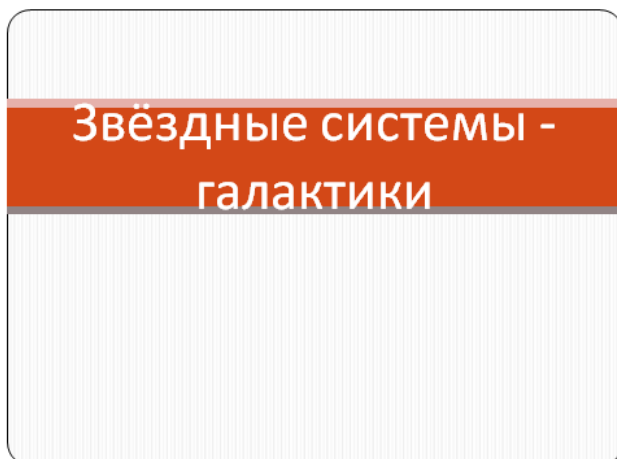
$v$  – линейная скорость вращения внешней части галактики,

$G$  – гравитационная постоянная.

Обратим внимание на парадокс скрытой массы (см. учебник для 11 класса УОСО с русским языком обучения стр. 196 - 197).

## Приложение 3

### Слайд 1



### Слайд 2

**Эдвин Хаббл (1889-1953)**

В 1922 году предложил подразделить наблюдаемые туманности на внегалактические (галактики) и галактические (газо-пылевые).

В 1924-1926 годах обнаружил на фотографиях некоторых ближайших галактик звёзды, из которых они состоят, чем доказал, что они представляют собой звёздные системы, подобные нашей Галактике (Млечный Путь).

В 1929 году обнаружил зависимость между красным смещением галактик и расстоянием до них (Закон Хаббла).

2,5 метровый телескоп, которым Эдвин Хаббл пользовался для измерения расстояний до галактик, величины Красного смещения и скорости расширения Вселенной



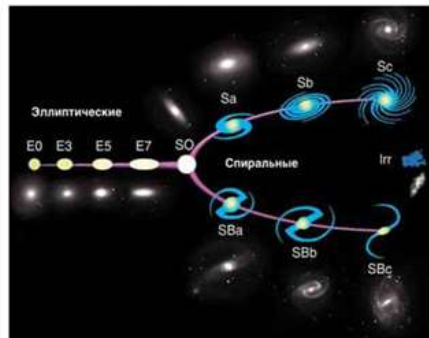
### Слайд 3

**Галактики**

- Гигантские гравитационно - связанные системы звёзд и межзвёздного вещества, расположенные вне нашей галактики
- Основные структурные элементы – звезды
- Содержат от  $10^6$  до  $10^{13}$  звезд (95% видимого галактического вещества), различные виды туманностей, планетные тела и другие космические объекты.
- Масса галактик от  $10^{36}$  до  $10^{43}$  кг.
- Размеры от  $10^3$  до  $10^5$  пк
- Возраст свыше  $1,3 \times 10^{10}$  лет.

## Слайд 4

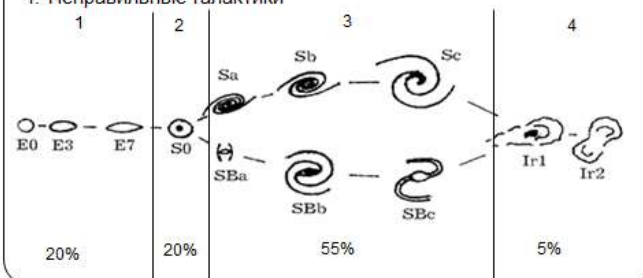
### Классификация Хаббла



## Слайд 5

### Классификация Хаббла

1. Эллиптические галактики
2. Линзовидные галактики
3. Спиральные галактики
4. Неправильные галактики



## Слайд 6

### Эллиптические галактики (E0 - E7)

1. Наиболее просты по структуре и составу и составляют от 17 до 25% от общего числа галактик.
2. Масса от  $10^6$  до  $10^{13} M_{\odot}$
3. Сфероидальная форма
4. Яркость плавно уменьшается от центра к периферии
5. Не содержат звезд высокой светимости.
6. В зависимости от степени сжатия эллиптические галактики подразделяются на 8 видов: от сферических E0 до чечевицеобразных E7.

$$\text{степень сжатия} = 10 \cdot \left(1 - \frac{a}{b}\right)$$

7. Эллиптические галактики состоят из старых звезд и практически полностью лишены газа.

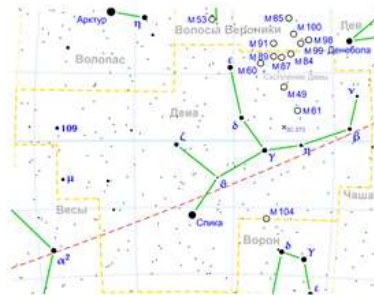
## Слайд 7



## Эллиптические галактики (E0 - E7)



M49



- M 49 принадлежит к классу эллиптических галактик типа E4.
- Она активно взаимодействует с соседней галактикой M59
- M 49 входит Скопление Девы, и является самой яркой в скоплении.
- Исследования с помощью орбитального телескопа Хаббл показали, что в ядре галактики находится кандидат в сверхмассивные чёрные дыры

## Слайд 8

### Линзовидные галактики (S0)

1. Похожи на сильно вытянутые эллиптические системы.
2. Но обладают ступенчатым увеличением яркости от периферии к центру с ярким, хорошо выделяющимся ядром
3. до 20% от общего числа галактик.



Галактика Веретено находится в созвездии Дракон.

Галактика наблюдается практически с ребра, что позволяет видеть тёмные области космической пыли, находящиеся в галактической плоскости.

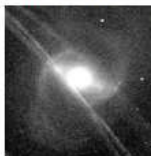
Галактика Веретено находится на расстоянии примерно в 44 млн световых лет.

Свету требуется около 60 тысяч лет, чтобы пересечь всю галактику.

## Слайд 9

### Спиральные галактики (S)

1. Наиболее распространенный класс галактик (до 50% от общего числа).
2. Масса от  $10^8$  до  $10^{12}$   $M_{\odot}$
3. Светимость  $10^{34}$ - $10^{38}$  Дж/с.
4. Вокруг яркого ядра наблюдается сферическое вздутие (балдж), от которого закручиваются два и более клочковатых спиральных рукава, образующих плоский диск и содержащих в своем составе многочисленные газопылевые туманности и молодые звезды высокой светимости.
5. По степени развития спиралей и уменьшению видимых размеров ядра подразделяются на 3 подкласса: Sa, Sb, Sc.



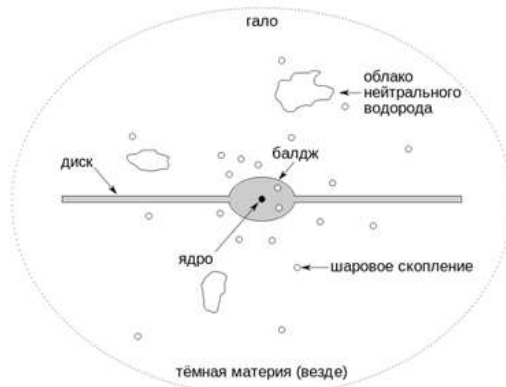
M91 – галактика в созвездии Волосы Вероники

M94 – галактика в созвездии Гончих Псов



## Слайд 10

## Спиральные галактики (S)



Слайд 11

## Спиральные галактики (S)

1. В нормальных спиральных галактиках (Sa, Sb, Sc) рукава начинаются сразу от ядра.

2. В пересеченных спиральных галактиках (SBa, SBb, SBc) центральное ядро пересекается по диаметру поперечной полосой, из концов которой начинают закручиваться спиральные рукава.

3. Наша Галактика - пересеченная спиральная система класса SBb.



Панорама южного неба, сделанная около обсерватории Параналь, Чили, 2009 год.

Слайд 12

## Неправильные галактики (Ir)

Не вписываются в последовательность Хаббла.

Они не обнаруживают ни спиральной, ни эллиптической структуры.

Чаще всего такие галактики имеют хаотичную форму без ярко выраженного ядра и спиральных ветвей.

В процентном отношении составляют одну четверть от всех галактик.

Большинство неправильных галактик в прошлом являлись спиральными или эллиптическими, но были деформированы гравитационными силами.



Слайд 13

## Взаимодействующие галактики

Расположены в пространстве достаточно близко, чтобы взаимная гравитация существенно влияла на форму, движение вещества и звезд, на процессы звездообразования, а в некоторых случаях и на обмен веществом между галактиками.

Для взаимодействующих галактик характерно наличие «хвостов», «мостов» и выбросов вещества.



Галактика Водоворот (M51) ( созвездии Гончие Псы, которая находится на расстоянии 23 млн световых лет от Земли) и её спутник NGC 5195 (25 млн св.лет) Фотография обсерватории Китт-Пик.

NGC 5195 сильно искажена в результате гравитационного взаимодействия с галактикой «Водоворот». По этой причине она иногда определяется как линзовидная или неправильная галактика.

Слайд 14

## Взаимодействующие галактики



Созвездие «Волосы Вероники»  
Галактики «Мышки»  
Тип S0/SB(s)ab  
Расстояние: 300 млн св.лет  
Зв.величина +13,5  
Наблюдаются сталкивающиеся галактики, «хвост», выброс вещества



Созвездие «Ворон»  
Галактики «Антенны»  
Тип SA(s)SBm  
Расстояние 45 млн.лет  
Зв.величина +10,3  
Наблюдаются 2 «хвоста»

Фотография телескопа «Хаббл».

Слайд 15

## Столкновение Млечного Пути и Галактики Андромеды

Астрономы предполагают, что Млечный путь, может столкнуться с галактикой Андромеды через **пять миллиардов лет**.

Предполагается, что в этом случае две спиральные галактики сольются в одну эллиптическую галактику.

Проявления этого столкновения будут происходить крайне медленно и могут быть вообще не замечены с Земли невооружённым глазом. Вероятность какого-либо непосредственного воздействия на Солнце и планеты мала.

Но с другой стороны не исключено, что во время столкновения Солнечная система силами гравитации будет целиком выброшена из новой галактики и 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%.

К тому времени гораздо большее значение для жизни на Земле будет иметь эволюция Солнца и последующее превращение его в красный гигант через 5—6 миллиардов лет.

Слайд 16

### Ультракомпактные карликовые галактики

- Обнаружены в 1999 году
- 200 световых лет в поперечнике, сотней миллионов звезд.
- Найдены в скоплении Девы, скоплении Печи, Эйбелле 1689, скоплении Волос Вероники и в других скоплениях галактик.



Скопление галактик в созвездии Печь — наблюдения за ним привели к открытию семи UCD

Слайд 17

### Активные галактики

- Интенсивное свечением в радио- или ультрафиолетовом диапазоне.
- Испускание  $\gamma$ -квантов высоких энергий
- Необычайно яркие ядра с кратными источниками излучения, в которых происходят бурные процессы, сопровождаемые выбрасыванием мощных потоков газа (джетов) со скоростью свыше 1000 км/с (до 1% от общего числа галактик).
- Джеты начинают формироваться в непосредственной близости (менее 0,1 пк) от сверхмассивных черных дыр массой  $10^8$ – $10^9$  кг в центрах ядер активных галактик; на расстоянии около 1 пк неотожествленная сила (вероятно, закрученное сверхмощное магнитное поле) сжимает поток частиц в десятки раз, превращая его в узкую струю длиной в 103–104 пк.

(взрывающиеся галактики, галактики Сейферта, Маркаряна, радиогалактики, лацертиды и т.д.)

Слайд 18

### Квазары

Квазар - мощное и далёкое активное ядро галактики.



Галактика NGC 4319 и квазар Маркарян 205

Слайд 19

## Расстояния до галактик

- 1) звезд цефеид на основе соотношения "период изменения блеска – светимость цефеиды";
- 2) звезд ярких голубых и красных гигантов и сверхгигантов по основной фотометрической формуле

$$\lg(r) = 0,2(m - M) + 1$$

где  $m$  – видимая звездная величина звезды,  $M$  – абсолютная звездная величина звезды, определяемая на основе закономерностей (диаграмм) "спектр – светимость" и "цвет – светимость"

- 3) вспышек Новых и Сверхновых (на основе той же фотометрической формулы).
- 4) Расстояние до далеких галактик определяется на основе закона Хаббла.

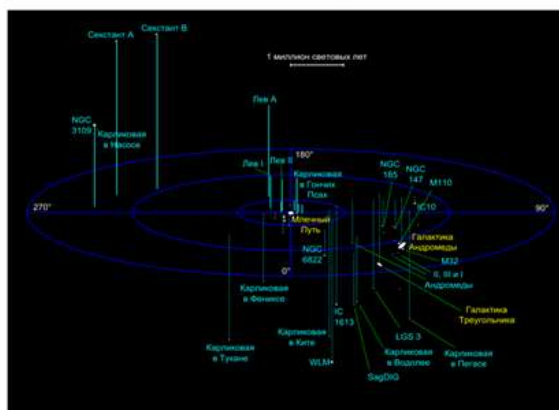
Слайд 20

## Местная группа галактик

- Размеры до 1400 кпк
- Входит 38 объектов, в том числе 4 спиральных, 20 эллиптических и 14 неправильных галактик.
- Центр масс расположен на линии, соединяющей нашу Галактику с М31 на расстоянии 40 кпк от последней.
- Взаимное сближение галактик Местной группы может привести к тому, что  $10^{11}$ - $10^{12}$  лет спустя они сольются в одну Сверхгалактику.

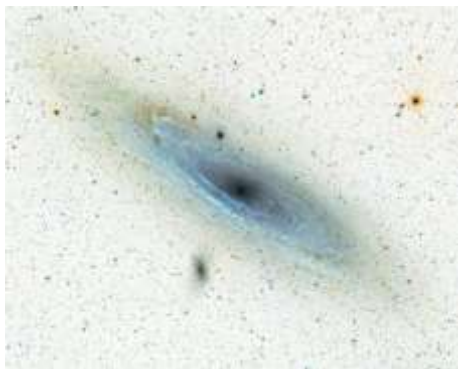
Слайд 21

## Местная группа галактик

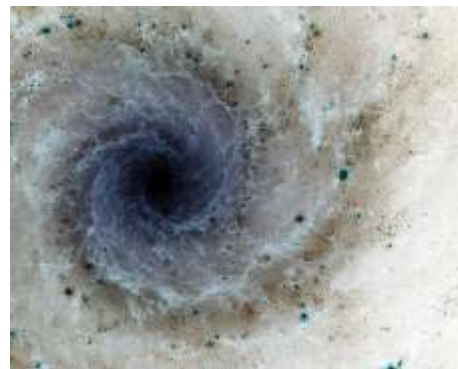




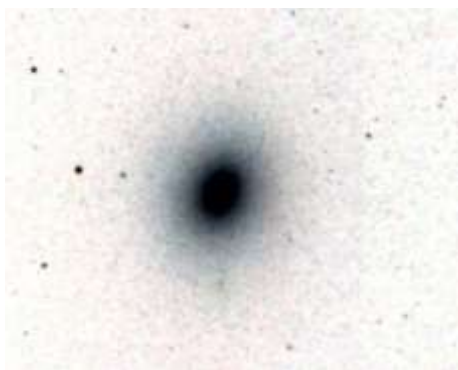
**1**



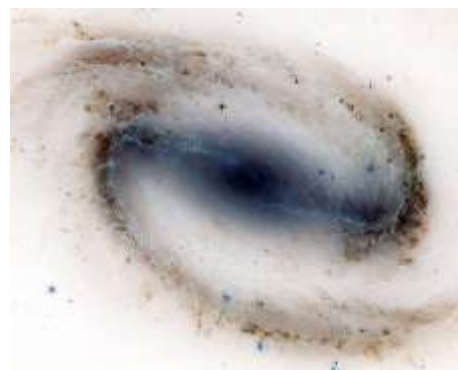
**6**



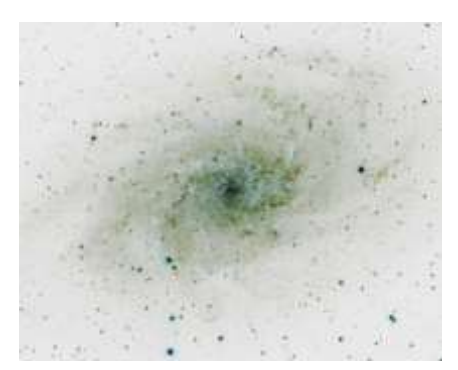
**2**



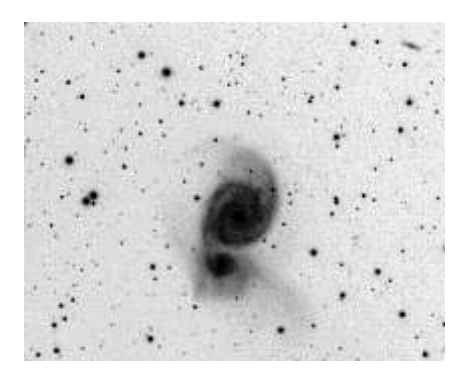
**7**



**3**



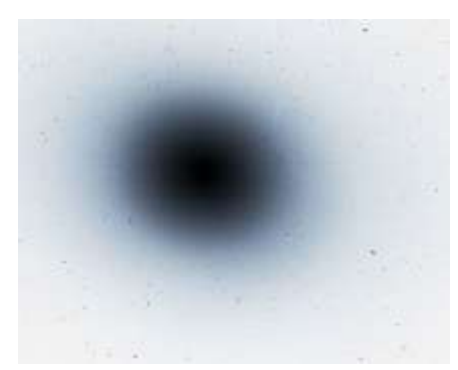
**8**



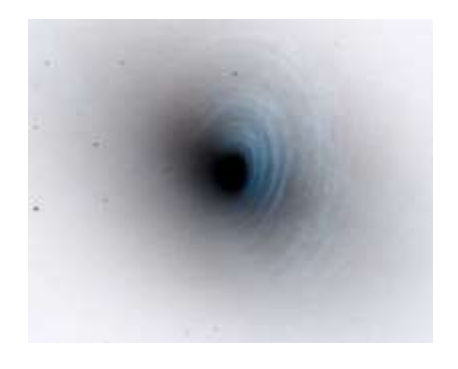
**4**



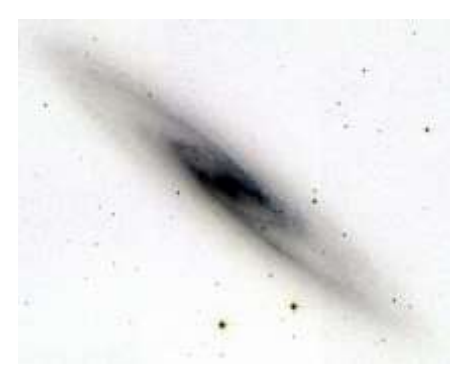
**9**



**5**



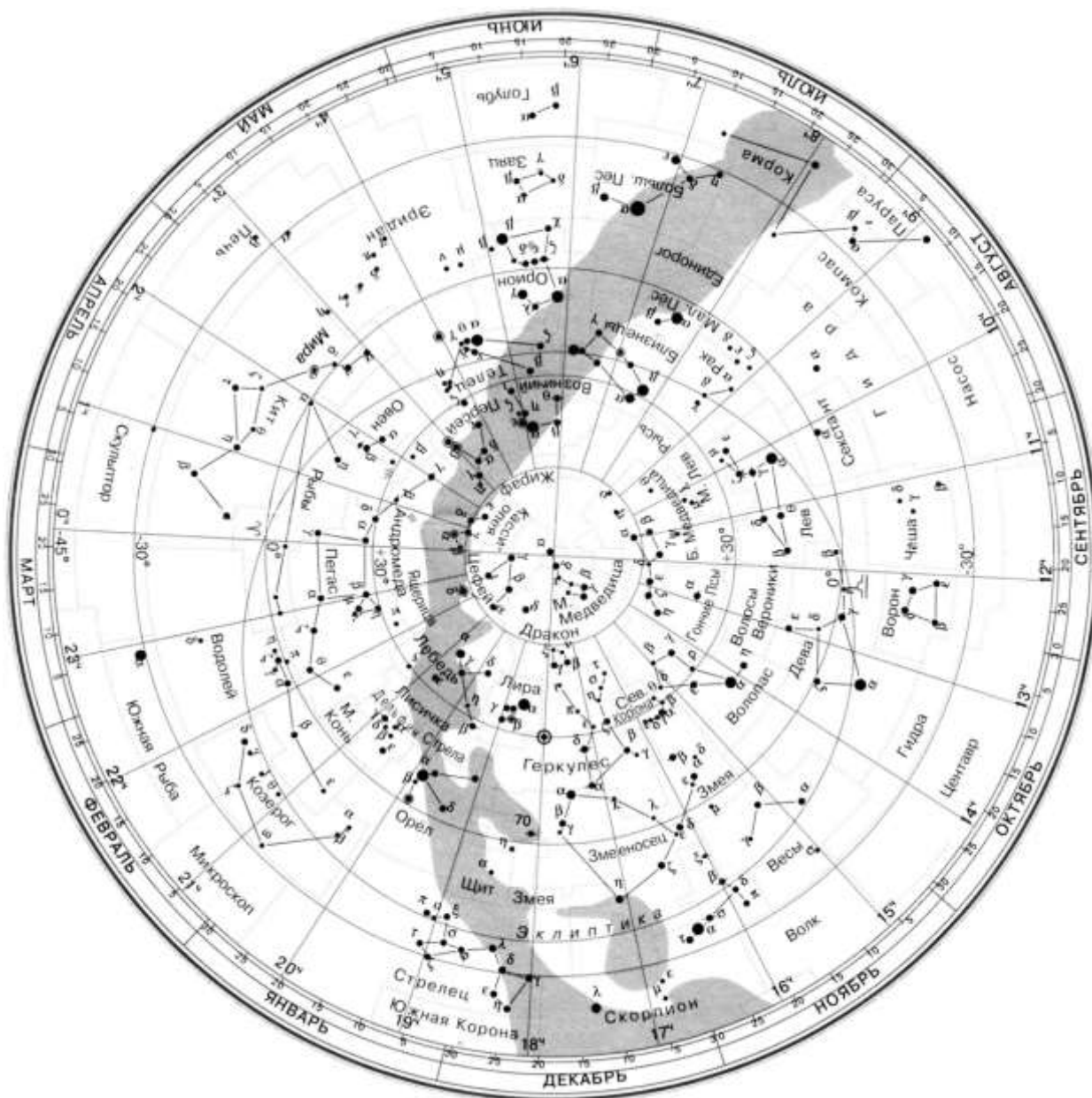
**10**



1. Галактика Андромеды — спиральная галактика типа Sb, крупнейшая галактика Местной группы. Ближайшая к Млечному Пути большая галактика. Содержит примерно 1 триллион звёзд, что в 2,5-5 раз больше Млечного Пути. Расположена в созвездии Андромеды и удалена от Земли на расстояние 2,52 млн. св. года.
2. M32 - карликовая эллиптическая галактика в созвездии Андромеды, спутник галактики Андромеды. Открыта в 1749 году Ле Жантилем. При помощи радиотелескопов Very Large Array астрофизики обнаружили в эллиптической галактике M32 сверхмассивную чёрную дыру M32\*. Её масса составляет около 2,5 млн масс Солнца, что меньше массы чёрной дыры в галактике Млечный путь (около 4 млн масс Солнца). Астрофизики из Мичиганского университета рассчитали, что большая часть звёздного гало, окружающего галактику Андромеды (M31), происходит от одной большой галактики M32p, которая 2 млрд лет назад столкнулась галактикой Андромеды, а остатки погибшей галактики теперь вращаются вокруг галактики Андромеды в виде галактики-спутника M 32.
3. Галактика Треугольника (M 33, NGC 598) — спиральная галактика типа Sc в созвездии Треугольника. Третья по размеру после Галактики Андромеды и Млечного Пути галактика местной группы.
4. NGC 1427A — неправильная галактика в созвездии Эридан. Находится на расстоянии 62 млн. световых лет от Земли. В галактику NGC 1427A входит большое число молодых горячих голубых звёзд, что свидетельствует об интенсивном формировании новых звёзд. Галактика движется со скоростью 600 км/с в сторону соседнего скопления. Некоторые астрономы полагают, что через несколько миллиардов лет это приведёт к гибели галактики.
5. Линзовидная галактика NGC 2787, находится в созвездии Б.Медведица на расстоянии около 25 млн. световых лет от нашей Солнечной системы. Это яркий представитель галактик класса SB0.

6. M74 - спиральная галактика в созвездии Рыб. Предполагают, что в центре галактики находится чёрная дыра промежуточной массы (то есть существенно больше звёздных масс, но меньше чёрных дыр в центре галактик) — уникальный ультрамощный квазипериодический рентгеновский источник.
7. NGC 1300 — спиральная галактика с перемычкой, находится на расстоянии около 70 млн. св. лет в созвездии Эридан. Характерной особенностью этой галактики является отсутствие активного ядра, что указывает на отсутствие центральной чёрной дыры.
8. M51, NGC 5194 — (Галактика Водоворот) — галактика в созвездии Гончие Псы, которая находится на расстоянии 23 млн световых лет от Земли. Диаметр галактики составляет около 100 тысяч световых лет. Галактика M 51 состоит из большой спиральной галактики NGC 5194, на конце одного из рукавов которой находится галактика-компаньон NGC 5195. В центре галактики расположена сверхмассивная чёрная дыра, пылевое кольцо вокруг которой было открыто в 1992 году с помощью орбитального телескопа «Хаббл». Разогретый ионизованный газ движется вокруг чёрной дыры со скоростью 3 с лишним миллиона километров в час. Галактика была обнаружена Шарлем Мессье 13 октября 1773 года.
9. M 60 — эллиптическая галактика в созвездии Девы, удалённая на 60 млн. световых лет от Земли. Эта эллиптическая галактика — один из ярких членов знаменитого скопления галактик в созвездии Дева.
10. NGC 253 — спиральная галактика с перемычкой (тип SBc) в созвездии Скульптор. Характеризуется мощным звездообразованием и большим содержанием пыли. Одна из наиболее ярких галактик, не входящих в Местную группу. Расположена на расстоянии около 8 млн. световых лет от Земли.





Список использованных источников:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=QsawHcNnVsw>
2. <https://www.nkj.ru/archive/articles/8805/>
3. Галузо, И.В. *Астрономия. 11 класс: тематический контроль: пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с белорус. и рус. яз. обучения* / И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалева. – Минск : Аверсев, 2017. – 208 с.: ил.