

Министерство образования и науки Самарской области  
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области  
«Большеглушицкий государственный техникум»

ОУП.08 Астрономия

Методические указания для студентов  
по выполнению лабораторных работ и / или практических занятий  
по специальности 35.02.06 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

с. Большая Глушица, 2022

Методические указания для выполнения практических работ являются частью основной профессиональной образовательной программы ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум» по специальности: 35.02.06 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции в соответствии с требованиями ФГОС СПО.

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной формы обучения.

Методические указания включают в себя цель, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы студентов и инструкцию по ее выполнению, методику анализа полученных результатов, порядок и образец оформления практической работы.

Разработчики: Брусенцева М.В., преподаватель ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум».

Организация – разработчик: ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум»

## Содержание

	Стр.
Введение	4
Практическое занятие №1:Астрономия в древности. Звездное небо.	5
Практическое занятие №2:Летоисчисление и его точность.	12
Практическое занятие №3:Оптическая астрономия.	17
Практическое занятие №4:Планеты земной группы.	21
Практическое занятие №5:Меркурий. Венера.	26
Практическое занятие №6:Земля. Марс.	32
Практическое занятие №7:Планеты- гиганты.	38
Практическое занятие №8:Юпитер. Сатурн.	42
Практическое занятие №9:Уран. Нептун.	50
Практическое занятие №10:Закономерность в расстояниях планет от Солнца.	55
Практическое занятие №11:Малые тела Солнечной системы.	58
Практическое занятие №12:Метеориты. Кометы и метеоры.	63
Практическое занятие №13:Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли.	68
Практическое занятие № 14: Решение задач по теме: Законы Кеплера.	72
Практическое занятие №15:Двойные звезды. Звездные системы. Экзопланеты.	76
Практическое занятие №16:Наша Галактика. Радиоизлучения Галактики.	85
Практическое занятие №17:Происхождение Галактик. Многообразие и характеристики.	91
Практическое занятие №18:Квазары. Метагалактика.	95
Практическое занятие №19:Эволюция галактик и звезд. Происхождение планет.	103

## **Уважаемый студент!**

Методические указания созданы в помощь Вам для подготовки к практическим занятиям. Наличие положительной оценки по практическим занятиям необходимо для допуска к зачёту по дисциплине Астрономия, поэтому в случае отсутствия на занятии или получения неудовлетворительной оценки за выполнение практической работы Вы должны найти время для её выполнения или передачи.

### **Правила подготовки к практическим занятиям**

1. Для повышения эффективности выполнения практических работ и активного участия в них каждый студент должен заранее готовиться к очередной работе.
2. Подготовка к работе складывается из освоения теоретического материала, относящегося к работе, изучения цели и содержания практической работы.
3. Практические работы выполняются на занятиях всей группой одновременно.
4. В начале практической работы преподаватель проверяет подготовленность каждого студента (путем опроса или другого вида контроля, ознакомления с записями в рабочей тетради).
5. По результатам практического занятия каждый студент, выполнивший заданный объём работы, получает оценку.
6. Оценку по практическому занятию, с учётом срока выполнения работы, студент получает, если: - может пояснить выполнение любого этапа работы; - задание выполнено правильно и в полном объеме. Оценки за выполнение практических занятий выставляется по пятибалльной системе.
7. Работы студентов, выполненные на практических занятиях, хранятся в кабинете преподавателя в течение учебного года.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим занятиям или при их выполнении возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

**Желаем Вам успехов!!!**

## Практическое занятие №1

### *Астрономия в древности. Звездное небо.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Астрономия в древности. Звездное небо», изучить историю астрономии, познакомиться с подвижной картой звёздного неба, научиться определять условия видимости созвездий, научиться определять координаты звезд по карте.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Астрономия в древности. Звездное небо».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Астрономия в древности. Звездное небо».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Решить 5 практических задач.
4. Оформить решение в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

История астрономии начинается из самых ранних времен. Первые зарегистрированные астрономические достижения относятся к XXXI веку до н. э. В начале целью астрономии как науки считалось описание движения небесных тел в небе. Таким образом, были задействованы только Солнце, Луна, звезды и некоторые планеты. В древние времена было четкое разделение астрономии на два направления. Первый сосредоточился на возможностях воздействия астрономии на повседневную жизнь жителей Земли, тогда как второе направление было чисто теоретическим. Оно сосредоточилось на построении математических моделей, описывающих движения небесных тел и позволяющих предсказать их позиции в будущем. Астрономия развивалась независимо в Древней Греции, Египте и в Месопотамии. И уже в 3000 году до нашей эры был создан календарь, который делит год на 365 дней. Тогда впервые началось разделение дня на двенадцать частей. В то время были придуманы первые имена созвездий, шумерами жившим в древней Месопотамии. Некоторые из этих имен используются и по сей день. Речь идет о созвездиях Тельца, Льва и Скорпиона. На рубеже восемнадцатого и семнадцатого веков до нашей эры были созданы астрономические вавилонские тексты. Одна из работ, полностью была посвящена планете Венера. Ее название: «Enlil Anu Enlil». В пятом веке до нашей эры вавилонская астрономия ввела знаки зодиака. Эта концепция касалась как совокупности созвездий, так и называемого большого круга, ставшего основой системы координат в небе. Вавилонские астрономы

также создали первые математические модели, из которых можно было рассчитать даты возникновения астрономических явлений. В Древней Греции астрономы научились использовать геометрию для описания явлений в небе. Развитие греческой астрономии относится к шестому столетию до нашей эры. В то время было создано много теоретических космологических моделей. Астрономы пытались объяснить, например, природу света или небесных тел. Во главе этой школы были в основном Анаксимандр и Пифагор. Говорят, что Пифагор первый, предположил, что Земля может иметь форму сферы. На рубеже пятого и четвертого веков до н. э. жил Платон, который предположил, что движения тел в небе круговое и однообразное. Он также передал свои знания и предположения своим ученикам. Одним из них был Евдокс из Книдоса ставшим автором модели Вселенной, которая предполагает, что она состоит из системы сфер с общей средой, и они движутся вокруг Земли. Эта модель несколько лет спустя была слегка расширена Каллиппсом Кизикский. Он увеличил количество сфер с 26 до 35. Аристотель также работал над этой моделью, но он предполагал, что в итоге сфер должно быть 55. Однако это была чисто теоретическая модель. В последующие годы греческая астрономия шла в направлении объединения таких теоретических предположений с данными наблюдений. В третьем веке до нашей эры, Аполоний Перги, построил две геометрические модели планетарных орбит. Первая из них предположила, что планеты движутся вокруг Земли по кругу с постоянной скоростью, но Земля не находится в центре этого круга. Это должно было объяснить изменением расстояния между Землей и остальными планетами. Вторая модель предполагала движение планет и называлась эпициклом. Предположения первой из моделей были использованы во втором веке до нашей эры Гиппархом. Он попытался описать движение Солнца вокруг Земли. Он даже установил параметры для предполагаемой солнечной орбиты в зависимости от продолжительности весны и лета. Гиппарх также использовал вторую модель Аполлония. Наука затем вступила в новую эру, где наибольшее влияние на ее развитие сделали в первую очередь исламские астрономы, а также отдельные ученые в Европе. Венцом этих многовековой теории была работа Коперника. В XI веке арабские астрономические работы стали все более популярными в Западной Европе. Таким образом, теории Птолемея, переведенные ранее на арабский язык, попали в Западную Европу. В тринадцатом веке на основе предположений Птолемея были созданы новые астрономические таблицы для расчета положений планет. В 1543 году Коперник опубликовал в Нюрнберге свою работу «О вращении небесных сфер». Во второй половине XVI века астроном Тихо Браге, благодаря своим наблюдениям обнаружил, что комета двигалась в области, которая, согласно модели Птолемея, была зарезервирована для движения планет. Таким образом, он опроверг теорию существования сфер. В последние годы своей жизни Браге сотрудничал с Кеплером, который помог ему разработать его теорию. Потом благодаря этим данным, полученным Браге, Кеплер обнаружил, какова природа планетных орбит.

Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Работа посвящена знакомству со звёздным небом, решению задач на условия видимости созвездий и определении их координат.

На карте:

- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;

- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1 ч;
- небесные параллели нанесены через 30°. С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил  $\delta$ ;
- точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего  $g$  и  $W$  равноденствий;
- по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;
- зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

**Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.**

Небесный экватор — *большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора*. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное полушарие, с вершиной в северном полюсе мира, и южное полушарие, с вершиной в южном полюсе мира. Созвездия, через которые проходит небесный экватор, называют экваториальными. Различают созвездия южные и северные.

Созвездия Северного полушария: Большая и Малая Медведицы, Кассиопея, Цефей, Дракон, Лебедь, Лира, Волопас и др.

К южным относятся Южный Крест, Центавр, Муха, Жерввенник, Южный Треугольник.

**Полюс мира** — *точка на небесной сфере, вокруг которой происходит видимое суточное движение звёзд из-за вращения Земли вокруг своей оси*. Направление на Северный полюс мира совпадает с направлением на географический север, а на Южный полюс мира — с направлением на географический юг. Северный полюс мира находится в созвездии Малой Медведицы с поляриссимой (видимая яркая звезда, находящаяся на оси вращения Земли) — Полярной звездой, южный — в созвездии Октант.

**Туманность** — *участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением излучения на общем фоне неба*. Ранее туманностями называли всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 1920-е годы выяснилось, что среди туманностей много галактик (например, Туманность Андромеды). После этого термин «туманность» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле. Туманности состоят из пыли, газа и плазмы.

**Эклиптика** — *большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца*. Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты).

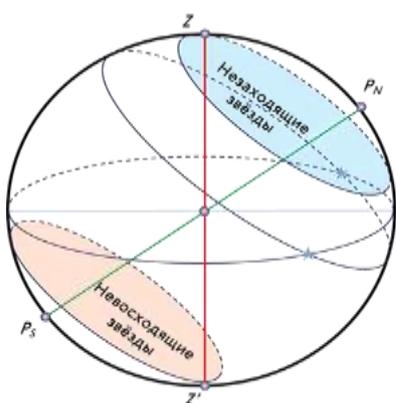
В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд. Суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору.

Рассмотрим, как изменяется вид звездного неба на полюсах Земли. Полюс — это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом.



Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе Земли, Полярная звезда будет располагаться в зените, звёзды будут двигаться по кругам, параллельным математическому горизонту, который совпадает с небесным экватором. При этом над горизонтом будут видны все звёзды, склонение которых положительно (на Южном полюсе, наоборот, будут видны все звёзды, склонение которых отрицательно), а их высота в течение суток не будет изменяться.

Переместимся в привычные для нас средние широты. Здесь уже ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту. Поэтому и суточные пути звёзд также будут наклонены к горизонту. Следовательно, на средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды.

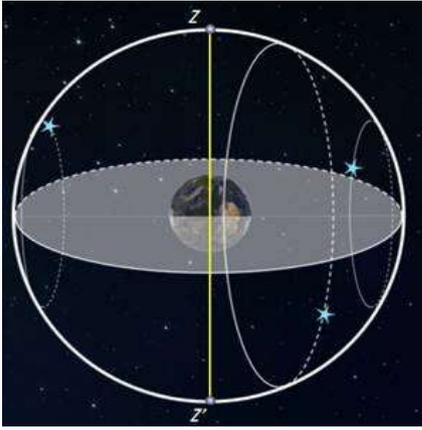


**Под восходом** понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а **под заходом** — западной части этого горизонта.

Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть **незаходящими**.

А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться **невосходящими**.

Отправимся дальше — на экватор, географическая широта которого равна нулю. Здесь ось мира совпадает с полуденной линией (то есть располагается в плоскости горизонта), а небесный экватор проходит через зенит.



Суточные пути всех, без исключения, звёзд перпендикулярны горизонту. Поэтому находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть все звёзды, которые в течение суток восходят и заходят.

Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем  $|\delta| < 90^\circ - \varphi$ .

Если  $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$ , то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей).

Тогда очевидно, что те светила, склонение которых  $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$ , являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного).

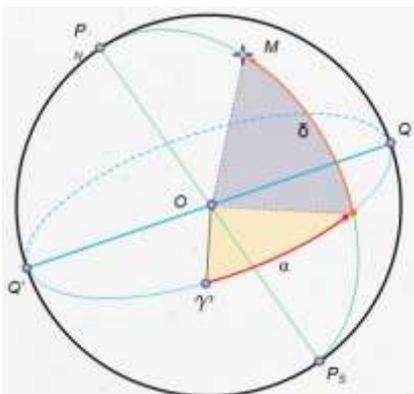
**Экваториальная система координат** — это система небесных координат, основной плоскостью в которой является плоскость небесного экватора.

**Экваториальные небесные координаты:**

**1. Склонение ( $\delta$ )** — угловое расстояние светила  $M$  от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения. Обычно выражается в градусах, минутах и секундах дуги.

Склонение положительно к северу от небесного экватора и отрицательно к югу от него. Объект на небесном экваторе имеет склонение  $0^\circ$ . Склонение северного полюса небесной сферы равно  $+90^\circ$  Склонение южного полюса равно  $-90^\circ$ .

**2. Прямое восхождение светила ( $\alpha$ )** — угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила.



## Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что такое звёздное небо?
2. Что такое созвездия?
3. Сколько на сегодняшний день созвездий?
4. Что такое карта неба?
5. Что такое небесный экватор?
6. Когда были зарегистрированы первые астрономические достижения?

### Задания для практического занятия:

**Задание 1:** Определите экваториальные координаты Альтаира ( $\alpha$  Орла), Сириуса ( $\alpha$  Большого Пса) и Веги ( $\alpha$  Лиры).

**Задание 2:** Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам:  $\delta = +35^\circ$ ;  $\alpha = 1^h 6^m$ .

**Задание 3:** Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

**Задание 4:** Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

**Задание 5:** Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

### Форма контроля выполнения практических занятий:

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

1. В первом задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить экваториальные координаты.
2. Во втором задании, опираясь на теоретический материал, нужно по координатам найти звезду.
3. В третьем задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить какие созвездия являются незаходящими.
4. В четвертом задании, опираясь на теоретический материал, нужно найти созвездия, которые расположены между координатами.
5. В пятом задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить видимость созвездий.

### Образец оформления практического занятия

**Задание 1:** Определите экваториальные координаты Альтаира ( $\alpha$  Орла), Сириуса ( $\alpha$  Большого Пса) и Веги ( $\alpha$  Лиры).

**Решение:** Альтаир ( $\alpha$  Орла) -  $\delta = +9^\circ$   $\alpha = 19^h 50^m$ , Сириус ( $\alpha$  Большого Пса) -  $\delta = -16^\circ$   $\alpha = 6^h 45^m$ , Вега ( $\alpha$  Лиры) -  $\delta = +38^\circ$   $\alpha = 18^h 36^m$ .

**Задание 2:** Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам:  $\delta = +35^\circ$ ;  $\alpha = 1^h 6^m$ .

**Решение:**  $\beta$  Андромеды.

**Задание 3:** Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

**Решение:** Наблюдения производились на  $54^\circ$  северной широты.  
 $90^\circ - 54^\circ = 36^\circ$

Незаходящими будут все объекты, имеющие склонение  $>36^\circ$ .

Малая Медведица – незаходящее.

Волопас – частично (незаходящими являются  $\beta$  Волопаса,  $\gamma$  Волопаса и расположенные рядом с ними звезды)

Возничий – частично ( $\gamma$  Возничего,  $\beta$  Возничего и некоторые другие – незаходящие)

**Задание 4:** Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

**Решение:** 10 октября в 21 час из-за облачности на небе были видны только Кассиопея и часть Малой Медведицы. В 22 часа 38 минут стали видны Большая Медведица и Волопас. Судя по их расположению на небе остальные созвездия с помощью карты тоже были определены верно.

**Задание 5:** Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака. Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

**Решение:** Дева, Рак и Весы – зодиакальные созвездия. Так как Солнце находится в Деве в конце сентября - октябре, в Весах – в начале ноября, в Раке – в конце июля – начале августа, то 15 сентября в полночь они на небе будут не видны. И подвижная карта звёздного неба это подтверждает. Вблизи горизонта на севере 15 сентября в полночь будет находиться Большая Медведица.

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие №2

### *Летоисчисление и его точность.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Летоисчисление и его точность», уметь различать календари, определять их тип и различные характеристики.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Летоисчисление и его точность».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Летоисчисление и его точность».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Заполнить 2 таблицы.
4. Оформить таблицы в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Летоисчисление - система исчисления больших промежутков времени. Во многих системах летосчисления счет велся от какого-либо исторического или легендарного события.

Современное летоисчисление – "наша эра", "новая эра" (н.э.), "эра от Рождества Христова" (Р.Х.), Anno Domini (A.D.– "год господина") – ведется от произвольно выбранной даты рождения Иисуса Христа. Поскольку ни в одном историческом документе она не указана, а Евангелия противоречат друг другу, ученый монах Дионисий Малый в 278г эры Диоклетиана решил "научно", на основе астрономических данных вычислить дату эпохи. В основу расчетов были положены: 28-летний "солнечный круг" – промежуток времени, за который числа месяцев приходятся точно на те же дни недели, и 19-летний "лунный круг" – промежуток времени, за который одинаковые фазы Луны приходятся на одни и те же дни месяца. Произведение циклов "солнечного" и "лунного" круга с поправкой на 30-летнее время жизни Христа ( $28 \times 19 + 30 = 572$ ) дало начальную дату современного летоисчисления. Счет лет согласно эре "от Рождества Христова" "приживался" очень медленно: вплоть до XV века (т.е. даже 1000 лет спустя) в официальных документах Западной Европы указывалось 2 даты: от сотворения мира и от Рождества Христова (A.D). Сейчас эта система летосчисления (новая эра) принята в большинстве стран. Начальная дата и последующая система летоисчисления называются эрой. Начальную точку отсчета эры называют ее эпохой. У народов, исповедующих ислам, летосчисление ведется от 622 н.э. (от даты переселения Мухаммеда — основателя ислама — в Медину). На Руси летоисчисление «От сотворения мира» («Древнерусская эра») велось от 1 марта 5508г до НЭ вплоть до 1700г.

### **Лунный календарь**

Начало новых суток и нового года определить трудно. А вот начало лунного месяца просто, достаточно посмотреть на Луну. Начало нового месяца определялось древними из наблюдений первого появления узкого серпа после новолуния. Поэтому древние цивилизации пользовались лунным месяцем как основной единицей измерения длительных промежутков времени.

Истинная продолжительность лунного месяца составляет в среднем 29 с половиной суток. Лунные месяцы были приняты разной продолжительности: в них попеременно получалось то 29, то 30 суток. Целое число лунных месяцев (12 месяцев) насчитывало 354 суток, а продолжительность солнечного года – полных 365 суток. Лунный год оказался короче солнечного на 11 суток, и их необходимо было привести в соответствие. Если этого не сделать, то начало года по лунному календарю со временем будет перемещаться по временам года. (зима, осень, лето, весна). К такому календарю невозможно привязать ни ведение сезонных работ, ни проведение ритуальных мероприятий, связанных с солнечным годовым циклом.

В разные времена эта задача решалась по-разному. Но подход к решению проблемы был един: в определённые годы в лунный календарь вставляли дополнительный месяц.

Наиболее лучшее сближение лунного и солнечного календарей даёт 19-летний цикл, при котором в течение 19 солнечных лет по определённой системе в лунный календарь добавляются 7 дополнительных лунных месяцев. Длительность 19 солнечных лет отличается от длительности 235 лунных месяцев всего на 2 часа.

Для практического использования лунный календарь не очень-то удобен. Но в мусульманских странах он принят и в наши дни.

### **Солнечный календарь**

Солнечный календарь появился позднее лунного, в Древнем Египте, там, где очень регулярны ежегодные разливы Нила. Египтяне заметили – начало разливов Нила близко совпадает с появлением над горизонтом самой яркой звезды – Сириус, по-египетски Сотис. Наблюдая Сотис, египтяне определили продолжительность солнечного года, равную полным 365 суткам. Год они поделили на 12 одинаковых месяцев по 30 суток в каждом. А пять лишних дней каждого года объявлялись праздниками в честь богов. Но точная продолжительность солнечного года – 365.24... суток. Каждые 4 года неучтённые 0.24 суток накапливались почти в полные сутки. Каждый период из четырёх лет наступал на сутки раньше, чем предыдущий. Жрецы знали, как можно исправить календарь, но не делали этого. Они считали благом, что Восход Сотис приходится попеременно на все 12 месяцев. Начало солнечного года, определённое по восходу звезды Сотис и начало года по календарю совпадали через 1460 лет. Такой день и такой год торжественно отмечались.

### **Календарь в древнем Риме**

В древнем Риме календарь отличался редкостной путаницей. Все месяцы в этом календаре, за исключением последнего, февруариуса, содержали счастливое нечётное число дней – либо 29, либо 31. В февруариусе насчитывалось 28 дней. Всего в календарном году получалось 355 дней, на 10 дней меньше, чем следовало бы. Такой календарь нуждался в постоянных исправлениях, что было вменено в обязанность коллегии понтификов, членов верховной касты жрецов. Понтифики ликвидировали неувязки в календаре своей властью, добавляя в календарь дополнительные дни по своему разумению. Решения понтификов доводили до общего сведения глашатаи, которые объявляли о появлении дополнительных месяцев и начале новых лет. С календарными датами были связаны уплата налогов и процентов по ссудам, вступление в должности консулов и трибунов, даты праздников и другие события. Внося тем либо иным образом изменения в календарь, понтифики могли ускорить или отсрочить такие события.

### **Введение юлианского календаря**

Конец произволу понтификов положил Юлий Цезарь. По совету александрийского астронома Созигена он произвёл реформу календаря, придав ему тот самый вид, в котором календарь и сохранился до наших дней. Новый римский календарь получил название юлианского. Юлианский календарь начал действовать с 1 января 45 года до н. э. Год по юлианскому календарю содержал 365 дней, каждый четвёртый год был високосным. В такие годы в февраль добавлялся дополнительный день. Таким образом, средняя продолжительность юлианского года составляла 365 дней и 6 часов. Это близко к продолжительности года астрономического (365 дней, 5 часов, 48 минут, 46,1... секунд), но всё же на 11 минут отличается от него.

#### **Принятие юлианского календаря христианским миром**

В 325 году состоялся первый Вселенский (Никейский) Собор Христианской Церкви, который утвердил юлианский календарь для использования его во всем христианском мире. При этом в юлианский календарь, строго ориентирующийся на Солнце, было введено движение Луны со сменой её фаз, то есть солнечный календарь был органично соединен с календарем лунным. За начало летоисчисления был принят год провозглашения Диоклетиана римским императором, 284 год по принятому ныне летоисчислению. День весеннего равноденствия по принятому календарю пришёлся на 21 марта. От этого дня рассчитывается дата главного христианского праздника – Пасхи.

#### **Введение летоисчисления от рождества Христова**

В 248 году эры Диоклетиана настоятель римского монастыря Дионисий Малый поставил вопрос, почему христиане ведут летоисчисление от воцарения яростного гонителя христиан. Каким-то образом он определил, что 248 год эры Диоклетиана соответствует 532 году от рождества Христова. Предложение вести счёт годам от рождества Христова сначала не привлекло к себе внимания. Лишь в XVII веке началось внедрение такого летоисчисления во всём католическом мире. Наконец, в XVIII веке дионисиево летоисчисление переняли учёные, и его употребление стало повсеместным. Годы стали считать от рождества Христова. Это и есть «наша эра».

#### **Григорианский календарь**

Юлианский год больше солнечного астрономического года на 11 минут. За 128 лет юлианский календарь на сутки отстаёт от природы. В XVI веке за период, прошедший со времени Никейского собора день весеннего равноденствия отступил на 11 марта. В 1582 году папа римский Григорий XIII утвердил проект календарной реформы. За 400 лет пропускаются 3 високосных года. Из «вековых» лет с двумя нулями на конце следует считать високосными лишь те, первые цифры которых без остатка делятся на 4. Следовательно, 2000 год високосный, а 2100 год високосным считаться не будет. Новый календарь получил название григорианского. Согласно декрету Григория XIII вслед за 4 октября 1582 года наступило сразу 15 октября. В 1583 году день весеннего равноденствия снова пришёлся на 21 марта. Григорианский календарь или новый стиль тоже имеет погрешность. Григорианский год на 26 секунд длиннее, чем следовало. Но смещение в одни сутки накопятся лишь за 3000 лет.

#### **По каким календарям в России жили**

На Руси в допетровское время был принят юлианский календарь со счётом лет по византийскому образцу «от сотворения мира». Пётр I ввёл в России старый стиль, юлианский календарь со счётом лет «от рождества Христова». Новый стиль или григорианский календарь был введён в нашей стране только в 1918 году. При этом вслед за 31 января наступило сразу 14 февраля. Только с этого времени даты происходящих событий по российскому календарю и по календарю западных стран стали совпадать.

#### **Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие календари вы знаете?
2. Каким календарём мы пользуемся сейчас?
3. Что такое високосный год?
4. В каком календаре используется движение Солнца и Луны?

5. Что такое Коптский календарь?
6. На сколько Юлианский год отстает от тропического?
7. Что такое календарь?
8. У народов, исповедующих ислам, летосчисление ведется от чего?

### Задания для практического занятия:

Опираясь на теоретический материал, заполнить таблицы.

#### Виды календарей.

Календарь	Начало использования	Тип	Эры
Египетский лунный			
Египетский солнечный			
Греческий			
Римский республиканский			
Птолемея Эвергета			
Юлианский			
Раннехристианские календари (Коптский, Римский, Византийский)			
Дионисия Малого ( вечный лунно-солнечный церковный календарь)			
Григорианский			

#### Календарные системы.

Календарь	Месяц	Год	Особенности
Лунный			
Солнечный			
Лунно - солнечный			

#### Форма контроля выполнения практических занятий:

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

#### Инструкция по выполнению практического занятия

Опираясь на теоретический материал, заполнить таблицу.

#### Виды календарей.

Календарь	Начало использования	Тип	Эры
Египетский лунный	-4236	Лунный	По годам правления фараонов
Египетский солнечный	-1700-1500	Солнечный	
Греческий	1 тыс. до нашей эры	Лунно - солнечный	От первых Олимпийских игр
Римский республиканский	-753	Лунно - солнечный	От основания Рима
Птолемея Эвергета	-238	Солнечный	
Юлианский	-45	Солнечный	
Раннехристианские календари (Коптский, Римский, Византийский)	2-3 век	Солнечный	Разные, часто от сотворения мира. Коптский календарь использует эру Диоклетиана (284)
Дионисия Малого ( вечный)	525	Солнечный	От рождества Христова

лунно- солнечный церковный календарь)			
Григорианский	1582	Солнечный	

### Календарные системы.

Календарь	Месяц	Год	Особенности
Лунный	29,53 суток	354,37 суток	Простота наблюдений. Не привязан к солнечному году. Непостоянство месяца из-за сложного движения луны по орбите.
Солнечный	30,44 суток	365,24 суток	Привязан к природным процессам. Необходимость корректировки.
Лунно - солнечный	29,53 суток	365,24 суток	Переменное количество месяцев в году (12-13).

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;  
<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение  
<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;  
<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга  
<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;  
<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;  
<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;  
<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие №3

### Оптическая астрономия.

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Оптическая астрономия», закрепить умения находить разрешающую и проникающую силу телескопа, увеличение окуляра в задачах.

#### Задачи:

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Оптическая астрономия».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Оптическая астрономия».

#### Задачи практической работы:

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Решить 2 практические задачи.
4. Оформить решение в тетради.

#### Обеспеченность занятия (средства обучения):

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы

Наблюдения — основной источник информации о небесных телах, процессах и явлениях, происходящих во Вселенной. Наибольшая часть сведений получена благодаря исследованию света звезд. Свет, излучаемый звездами, распространяется в форме волны. Световая волна представляет собой электромагнитное колебание, которое переносит энергию от звезд к сетчатке нашего глаза. Для проведения наблюдений созданы астрономические обсерватории, которые оснащены крупными оптическими телескопами, представляющими собой сложные и в значительной степени автоматизированные инструменты.

Оптический телескоп:

- *увеличивает угол зрения*, под которым видны небесные тела;
- *собирает во много раз больше света*, приходящего от небесного светила, чем глаз наблюдателя.

Благодаря этому телескоп дает возможность изучить мелкие детали наблюдаемого объекта и увидеть множество слабых звезд.

В астрономии расстояние между объектами на небе измеряют углом, образованным лучами, идущими из точки наблюдения к объектам. Такое расстояние называется *угловым*, и выражается оно в градусах и долях градуса. В крупные телескопы удастся наблюдать отдельно звезды, угловое расстояние между которыми составляет сотые или даже тысячные доли секунды.

Существует несколько типов оптических телескопов. В *телескопах-рефракторах* лучи от небесных светил собирает линза или система линз, и используется преломление света. В *телескопах-рефлекторах* — вогнутое зеркало, способное фокусировать отраженные лучи. В *зеркально-линзовых телескопах* — комбинация зеркал и линз.

С помощью телескопов производятся не только визуальные и фотографические наблюдения, но преимущественно высокоточные фотоэлектрические и спектральные наблюдения. Из спектральных наблюдений получают сведения о температуре, химическом составе, магнитных полях небесных тел, а также об их движении.

Способность телескопа показывать (или регистрировать с помощью приборов) слабые звезды называется *проницающей силой*, а способность различать мелкие детали — *разрешающей силой*.

*Разрешающая сила* телескопа характеризуется предельным угловым расстоянием между двумя звездами, которые видны в этот телескоп, не вполне сливаясь одна с другой.

Разрешающая сила характеризуется величиной

$$S = 11",6 / D$$

где  $D$  — диаметр объектива в сантиметрах.

*Проницающая сила* телескопа характеризуется предельной величиной звезд, еще видимых в данный телескоп в совершенно ясную темную ночь: она приближенно выражается формулой

$$m = 7,5 + 5lgD$$

Рассмотрим, от чего зависят эти характеристики телескопа.

Показателем качества объектива является *размер изображения* светящейся точки: чем он меньше, тем лучше. Астрономы характеризуют размер изображения величиной угла, под которым оно видно из центра объектива.

Можно теоретически оценить минимальный размер изображения светящейся точки, которое строит объектив. Выраженный в секундах дуги, он равен

$$\alpha = 206265'' \lambda / D$$

где  $\lambda$  — длина волны света, выраженная в сантиметрах,  $D$  — диаметр объектива, выраженная в сантиметрах.

Эта величина и служит мерой разрешающей способности телескопа.

Кроме проницающей и разрешающей силы есть и другие важные характеристики телескопа: *фокусное расстояние, увеличение, поле зрения и светосила телескопа*.

Телескоп состоит из объектива и окуляра. Объектив телескопа действительное изображение небесных светил, рассматриваемое в окуляр.

Угловой размер изображения в телескопе больше углового размера объекта на небе. Отношение этих углов называется увеличением телескопа. Оно равно

$$K = F / f$$

где  $F$  — фокусное расстояние объектива,  $f$  — фокусное расстояние окуляра.

Окуляр использовать не обязательно. Можно поставить в фокусе объектива приемник света, например, фотопластинку. И в этом случае, чем больше фокусное расстояние объектива, тем крупнее будет изображение. Взяв два объектива с одинаковыми диаметрами, но с разными фокусными расстояниями, мы получим два изображения небесного тела разных размеров. Но количество света, попавшего в каждое из них, одинаково, так что освещенность большего изображения окажется меньше.

Объектив телескопа или астрографа (для фотографирования светил) характеризуется его диаметром  $D$ . Отношение диаметра к фокусному расстоянию называет относительным отверстием или *светосилой* объектива

$$A = D / F$$

Если светосилы двух объективов одинаковы, то одинаковы и освещенности изображений небесных тел.

Очень важной характеристикой телескопа является величина его поля зрения. Одна фотография на телескопе с большим полем зрения показывает много небесных тел. Но надо позаботиться о том, чтобы и в центре поля зрения, и на его краю изображения звезд

были резкими. Для этого строят специальные телескопы, объектив которых состоит из линзы и зеркала. Такими телескопами являются телескопы Шмидта и Максудова.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какова роль наблюдений в астрономии?
2. Типы оптических телескопов.
3. Дать определения основным характеристикам телескопа.

**Задания для практического занятия:**

**Задание 1:** Какова была разрешающая и проникающая сила телескопа с объективом в 75см, находившегося в Пулковской обсерватории до ее разрушения фашистами?

**Задание 2:** Если окуляр при фокусном расстоянии объектива в 160 см дает увеличение в 200 раз, то какое увеличение он даст при фокусном расстоянии объектива в 12 м?

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

1. В первом задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить разрешающую и проникающую силу телескопа.
2. Во втором задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить увеличение окуляра.

**Образец оформления практического занятия**

**Задание 1:** Какова была разрешающая и проникающая сила телескопа с объективом в 75см, находившегося в Пулковской обсерватории до ее разрушения фашистами?

Дано:	Решение:	
D=75 см h=1000 м	$S=11",6 / D$ $m = 7,5 + 5lgD$	$S=11",6 / 75 = 0",15$ $m = 7,5 + 5lg75 = 16,88$
Найти: S=? m=?		

**Ответ:** Разрешающая сила объектива равна 0",15; проникающая сила 16,88 звездной величины.

**Задание 2:** Если окуляр при фокусном расстоянии объектива в 160 см дает увеличение в 200 раз, то какое увеличение он даст при фокусном расстоянии объектива в 12 м?

Дано:	Решение:	
K <sub>1</sub> =200 F <sub>1</sub> =160 см F <sub>2</sub> =12 м	$K = F / f$ $f = F / K$	$f = 160\text{см} / 200 = 0,8\text{см};$ $K_2 = 1200\text{см} / 0,8\text{см} = 1500$
Найти: K <sub>2</sub> =?		

**Ответ:** Окуляр дает увеличение в 1500 раз при фокусном расстоянии объектива 12 м.

**Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу:  
ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии)  
[Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск:  
Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452  
с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу:

ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/>- Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения

радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/>- Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие №4

### Планеты земной группы.

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Планеты земной группы», закрепить умения различать планеты по их основным параметрам и свойствам.

#### Задачи:

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Планеты земной группы».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Планеты земной группы».

#### Задачи практической работы:

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Заполнить таблицу.
4. Оформить таблицу в тетради.

#### Обеспеченность занятия (средства обучения):

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

### Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы

Планеты земной группы — Меркурий, Венера, Земля и Марс — по сравнению с планетами-гигантами имеют относительно небольшие размеры, твердую поверхность и значительную плотность (около  $5 \text{ г/см}^3$ ), так как состоят преимущественно из тяжелых химических элементов.

Эти планеты имеют горячее металлическое ядро, окруженное мантией из силикатных пород. Верхний слой планет — кора, формируется под действием, как внутреннего тепла, так и внешних (космических) факторов. Но температура на поверхности планет земной группы существенно отличается, потому что они получают от Солнца разное количество энергии. К тому же в атмосферах Меркурия, Венеры и Марса почти нет кислорода, а давление существенно отличается от атмосферного давления на Земле. Если на поверхности Земли есть условия для существования жизни, то на поверхности других планет пока не обнаружено даже примитивных бактерий.

#### Меркурий

Меркурий является самой маленькой планетой Солнечной системы, которую редко кому приходилось наблюдать невооруженным глазом, потому что она находится близко от Солнца. Меркурий очень медленно вращается вокруг своей оси — солнечные сутки вдвое длиннее, чем период его обращения вокруг Солнца.

Снимки поверхности Меркурия, сделанные с помощью АМС «Маринер-10» (США), поражают сходством его рельефа с поверхностью Луны — такое же огромное количество кратеров, что свидетельствует природе этих космических тел.

На поверхности Меркурия были обнаружены также огромные равнины, заполненные застывшей базальтовой лавой. Это свидетельствует о том, что планета была когда-то разогрета, вследствие чего в то время происходила интенсивная вулканическая деятельность.

**Меркурий**Радиус  $0,38 R_3$ Масса  $0,06 M_3$ Плотность  $5,4 \text{ г/см}^3$ Ускорение свободного падения  $0,38 G_3$ Орбита  $a = 0,39 \text{ а. е.}$ 

Год 88 з. сут

Солнечные сутки 176 з. сут

Температура, °C:

днем +430

ночью -170

Продолжительность дня и ночи и погода на Меркурии не изменяются, так как его ось вращения почти перпендикулярна к плоскости орбиты, и смены времен года на нем не происходит. Дневная температура достигает  $+430^\circ\text{C}$ , но в течение ночи поверхность планеты сильно охлаждается, и температура на рассвете снижается до  $-170^\circ\text{C}$ . Почва Меркурия очень раздроблена и имеет низкую теплопроводность, поэтому уже на глубине нескольких десятков сантиметров температура не меняется. Меркурий не может удерживать постоянную атмосферу, но у поверхности планеты удалось обнаружить присутствие атомов гелия — это объясняется солнечным ветром, который состоит из элементарных частиц и отдельных ядер легких химических элементов. В гравитационном поле Меркурия атомы гелия могут двигаться не более 200 суток, а затем теряются в межпланетном пространстве. Итак, атмосфера этой планеты напоминает реку, составляющие которой постоянно «плывут» от Солнца мимо Меркурия до Земли и более далеких планет.

**Венера**

Венера привлекает внимание людей тем, что на нашем небе ее яркость в десятки раз превышает блеск звезд первой звездной величины.

Венера медленно вращается вокруг оси в обратном направлении (по сравнению с вращением Земли) и солнечные сутки там продолжаются 117 земных суток.

На первый взгляд, Венера очень похожа на Землю, потому, что эти планеты имеют почти одинаковые размеры и массу. В облаках на Венере кроме паров воды образуются капли серной кислоты, но к поверхности эти кислотные дожди не долетают, так как под облаками температура резко повышается (на поверхности  $+480^\circ\text{C}$ ) и капли испаряются. Основной слой облаков находится на значительной высоте (50—60 км), что объясняется большим атмосферным давлением, которое у поверхности достигает 90 атм — такое давление на Земле в океане на глубине 900 м.

Облака на Венере, скорее, напоминают слабую мглу, в которой видны предметы на расстоянии до 1 км? Исследования показывают, что общее количество углекислого газа и воды, которая выделялась при извержении вулканов на Земле и Венере, было когда-то примерно одинаковым.

Астрономы составили подробную карту Венеры, на которой обозначены сотни кратеров, большинство из которых прежде были вулканами, потому что почти 80% поверхности Венеры покрыты вулканической лавой. Некоторые кратеры образовались после падения астероидов.

Температура поверхности Венеры составляет  $+480^\circ\text{C}$ , остается постоянной в течение суток и не меняется в зависимости от расстояния до полюса или экватора. При таких условиях на Венере не происходит резких изменений погоды — никогда не бывает ураганов, а скорость ветра у поверхности не превышает 1 м/с. Высокая температура у поверхности планеты обусловлена парниковым эффектом. Главная составляющая атмосферы Венеры — углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) — около 97% объема. Неожиданностью

оказалось то, что в течение двухмесячной ночи на поверхности Венеры не наблюдается абсолютной темноты.

### **Венера**

Радиус -  $0,95 R_3$

Масса -  $0,8 M_3$

Плотность -  $5,2 \text{ г/см}^3$

Ускорение свободного падения -  $0,9 g_3$

Орбита -  $a = 0,72 \text{ а. е.}$

Год - 225 з. сут

Солнечные сутки - 117 з. сут

Атмосфера: -  $\text{CO}_2, \text{N}_2, \text{H}_2\text{O}$

Атм. давление - 90 атм.

Температура поверхности, °С:

- днем +480

- ночью +480

Кроме постоянных вспышек молний, сопровождающихся раскатами грома, ночью видно свечение верхних слоев атмосферы. Ночное освещение усиливают огни от действующих вулканов, которые, вследствие преломления лучей в атмосфере, видны на расстоянии сотен километров.

### **Марс**

Названный когда-то за свой красный цвет в честь бога войны, «кровавый» Марс во время противостояний по яркости уступает только Венере. Хотя масса и радиус Марса меньше, чем Земли, но продолжительность суток (24,6 ч) и смена времен года (ось вращения наклонена под углом  $65^\circ$  к плоскости орбиты) напоминают нашу планету. Правда, продолжительность сезонов на Марсе почти в 2 раза длиннее, чем на Земле. Даже в небольшие телескопы на Марсе видны белые полярные шапки, свидетельствующие о наличии воды в атмосфере планеты.

С близкого расстояния Марс больше похож на Луну, чем на Землю, ибо множество круглых кратеров свидетельствует об интенсивной метеоритной бомбардировке в прошлом. На некоторых склонах метеоритных кратеров видны застывшие потоки какой-то жидкости,— возможно, при взрыве из недр выделялась вода, а потом при низкой температуре снова замерзала.

На Марсе никогда не выпадает дождь, поэтому паров воды в атмосфере в 100 раз меньше, чем на Земле. На самой поверхности Марса вода в жидком состоянии не замечена, потому что при давлении 0,006 атм температура кипения воды снижается до  $+3^\circ\text{C}$ . То есть как только на поверхности образуется небольшая лужа, вода закипает и испаряется. Запасов воды в виде снега и льда под поверхностью Марса может быть намного больше — если бы равномерно ее распределить по поверхности, то глубина такого моря могла бы достигать нескольких сотен метров. Руслу высохших рек на поверхности свидетельствуют, что в прошлом на Марсе была более плотная атмосфера, выпадали дожди, и могла существовать жизнь. Климат на Марсе мог измениться из-за столкновения с астероидом.

На Марсе обнаружена очень разреженная атмосфера.. Атмосферное давление не превышает 0,006 атм , поэтому парниковый эффект невелик — этим объясняются значительные суточные колебания температуры. Самая высокая температура летом вблизи экватора на темных участках почвы поднимается до  $+22^\circ\text{C}$ , но в том же месте температура перед рассветом опускается до  $-50^\circ\text{C}$ . Зимой у полюсов, где полярная ночь длится 8 месяцев, мороз достигает  $-133^\circ\text{C}$ ,— это самая низкая возможная температура на поверхности Марса. При таких условиях начинается конденсация углекислого газа, когда

выделяется тепло. Температура остается постоянной, пока весь углекислый газ из атмосферы не перейдет в твердое состояние.

### **Выводы**

Хотя планеты земной группы (Меркурий, Венера, Земля и Марс) похожи по размерам, массе и внутреннему строению, но физические условия на поверхности Меркурия, Венеры и Марса очень отличаются от земных, поэтому там не обнаружены признаки жизни. На Меркурии отсутствует постоянная атмосфера, поэтому колебания температуры в течение суток там почти такие же, как на Луне. На Венере плотная атмосфера из углекислого газа создает невозможные для существования живых существ условия — там и днем и ночью температура +480 °С.

### **Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие планеты относятся к планетам земной группы?
2. Какие планеты очень похожи друг на друга?
3. Что общего у планет земной группы?

### **Задания для практического занятия:**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет земной группы:

<b>Физические характеристики планет</b>	<b>Меркурий</b>	<b>Венера</b>	<b>Земля</b>	<b>Марс</b>
Масса (в массах Земли)				
Радиус (в радиусах Земли)				
Плотность, кг/м <sup>3</sup>				
Период вращения				
Атмосфера: давление, химический состав				
Температура поверхности, °С				
Число спутников				
Названия спутников				

### **Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### **Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет земной группы

### **Образец оформления практического занятия**

<b>Физические характеристики планет</b>	<b>Меркурий</b>	<b>Венера</b>	<b>Земля</b>	<b>Марс</b>
Масса (в массах Земли)	0.055	0.815	1	0.107
Радиус (в радиусах Земли)	0.382	0.949	1	0.533

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	5440	5240	5520	3940
Период вращения	58.6 сут	243 сут	23 ч 56 мин	24 ч 37 мин
Атмосфера: давление, химический состав	Практически нет	95 атм, 96.5% CO(2), 3.5% N(2) и др.	1 атм, 78% N(2), 21% O(2) и др.	1/150 атм, 95% CO(2), 2.5% N(2) и др.
Температура поверхности, °С	+430 днём; -170 ночью	+480	От +60 до +17 днём; -80 ночью	От +15 до -60 днём; -120 ночью
Число спутников	—	—	1	2
Названия спутников	—	—	Луна	Фобос и Деймос

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 5

### *Меркурий. Венера.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Меркурий. Венера», закрепить основные характеристики и особенности этих планет, пройти тест.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Меркурий. Венера».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Меркурий. Венера».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Меркурий получил своё имя от римлян в честь бога торговли, потому что двигался по небу быстрее чем любая другая планета.

Меркурий - самая внутренняя планета в нашей солнечной системе и предпоследняя по величине. Меньше Меркурия только Плутон.

Сатурн и Юпитер имеют спутники, которые по размерам больше Меркурия, например, Титан и Ганимед.

Ио, Европа и Каллисто близки по размерам к Меркурию.

Меркурий - самая близкая к Солнцу планета. поэтому его очень трудно наблюдать с Земли, он всегда теряется в ярких лучах Солнца. Более всего Меркурий удаляется от Солнца на  $28^0$ .

Ранее астрономы думали, что планета всегда обращена к Солнцу одной стороной, период обращения вокруг Солнца равен периоду вращению вокруг оси и соответствует 88 сут.

Однако радионаблюдения Меркурия на телескопе в Аресибо показали, что это не так.

Оказалось, что период вращения равен 59 земных суток, т.е.  $2/3$  периода обращения. Вследствие резонанса солнечные сутки на Меркурии равны 176 земных суток.

Меркурий обращается вокруг Солнца по сильно вытянутой орбите (эксцентриситет = 0,21), поэтому в перигелии диаметр Солнца в 1,5 раза больше, чем в афелии. Поверхность Меркурия в перигелии получает в 2 с лишним раза больше тепла, чем в афелии. Ось вращения перпендикулярна плоскости орбиты. Космический аппарат «Маринер-10» пролетел на расстоянии 756 км. от поверхности Меркурия, поэтому на переданных изображениях можно рассмотреть детали размером до 50 - 150 м.

Поверхность Меркурия похожа на лунную, но почти не имеет морей. Есть участки поверхности, где кратеры не наблюдаются. Существуют свойственные только для

Меркурия образования - эскарпы или обрывы, разделяющие два ничем не отличающиеся друг от друга участка поверхности.

Самый большой кратер на Меркурии Бетховен равен 625 км.

На Меркурии менее выраженные рельефные формы, чем на Луне, горы меньше. Это вызвано, очевидно, большей силой тяжести (в 2,3 раза).

За долгие ночи температура на Меркурии падает до  $-173^{\circ}\text{C}$ , за солнечные дни поднимается до  $+430^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре плавятся олово, свинец и цинк. Суточные изменения температуры составляют  $600^{\circ}\text{C}$ .

Диаметр Меркурия измерен радиолокационным методом и равен 4878 км., что в 1,4 раза превышает диаметр Луны.

Но масса Меркурия больше лунной в 4,5 раза. Значит плотность планеты больше ( $5,43 \text{ г/см}^3$ ) и примерно равна Земной.

На Меркурии должно находиться очень много железа (60% его массы). Атмосфера:

Обнаружена водородно-гелиевая очень разреженная атмосфера. Этот факт был открыт ещё на Земле Н.А. Козыревым, наблюдавшим прохождения Меркурия по диску Солнца.

Атмосфера разреженная из-за низкой силы тяжести на поверхности и невысокой скорости убегания ( $4,2 \text{ км/с}$ ).

Давление атмосферы на поверхности на солнечной стороне меньше триллион-ной доли земного давления. На ночной стороне давление на порядок выше. Магнитное поле:

“Маринер-10” обнаружил магнитное поле у Меркурия, где-то в 100 раз меньше чем у Земли. Учитывая среднюю плотность планеты  $= 5,43 \text{ г/см}^3$ , можно предположить, что Меркурий имеет железное ядро, размеры которого равны размерам Луны (диаметр - 3600 км.) Ядро окружено тонким слоем мантии  $= 640 \text{ км}$ .

Сильного магнитного поля на Меркурии не может быть из-за медленного вращения планеты, даже если она и обладает большим жидким ядром.

Лёд: - Околополярные регионы планеты покрыты водяным льдом. Ось планеты перпендикулярна плоскости орбиты, поэтому несмотря на то, что полуденная температура достигает  $500^{\circ}\text{C}$ , солнечные лучи никогда не проникают во внутренние области околополярных кратеров. Температура там не поднимается выше  $-160^{\circ}\text{C}$ . Источниками водяного пара могут быть недра, кометы, астероиды. Так как орбита Меркурия наклонена к плоскости эклиптики на  $7^{\circ}$ , это позволило радиолокационным методом с Земли наблюдать околополярные области планеты.

Отражённый сигнал был отражён водяным льдом толщиной 2 метра. Лёд этот очень древний и накапливается на дне кратеров миллионы лет.

Венера - третье по яркости светило на небе. В экваториальных областях Земли она светит так ярко, что предметы отбрасывают от её света тени. Древние халдеи на барельефах всегда рисовали три светила - Солнце, Венеру и Луну. Изучению Венеры и её влияния на жизнь людей уделялось пристальное внимание. Называли планету в Вавилоне по имени богини Иштар.

Наблюдается Венера либо вечером, после захода Солнца, либо утром, перед восходом. Древние астрономы предполагали, что это две разные планеты.

Фазы Венеры впервые увидел Галилей и зашифровал своё открытие в анаграмме:

Венерианский день равен 243 земным и длиннее года, который равен 224,7 дней.

Венера вращается с востока на запад. Наблюдатель на поверхности планеты увидел бы восход Солнца на западе и заход на востоке.

Сидерический период обращения Венеры равен 224,7 дня, а синодический - 440 суток.

Венера подходит к Земле на самое близкое расстояние - 42 млн. км, но в это время её наблюдения затруднены из-за того, что она видна в виде узкого серпа и расположена очень близко к Солнцу.

По массе и размерам Венера очень близка к Земле.

Планета обладает такой плотной атмосферой, что сквозь неё никогда нельзя увидеть элементы поверхности. Поэтому с давних пор выдвигались разные гипотезы о том, какой

должна быть поверхность Венеры. До середины 20 века высказывалось мнение, что на Венере имеются условия, схожие с земными в эпоху каменноугольного периода. Рисовались картины с динозаврами и птеродактилями, хвощами и плаунами.

Впервые удалось наблюдать детали атмосферы Венеры только с помощью ультрафиолетового излучения.

Ультрафиолетовые облака Венеры вращаются с периодом 4 дня. Радиолокационные наблюдения Венеры показали, что она вращается вокруг своей оси в обратную сторону, по сравнению с Землёй. Наклон экватора к плоскости орбиты равен  $177^{\circ}$ .

Только недавно удалось проникнуть за покров венерианских облаков.

Это сделали космический аппарат "Пионер - Венера" (1978), Венера 15 и 16 (1983-1984), и Magellan (1990-1994).

Венерианская поверхность состоит из обширных плоскостей, покрытых потоками лавы и областями нагорий и гор.

Поверхность Венеры покрыта многочисленными ударными кратерами. Маленьких (до 2 км) среди них почти нет из-за плотной атмосферы.

85 % поверхности покрыто вулканическими породами.

Потоки лавы простираются на сотни километров.

Потоки из вулканов создали длинные извилистые каналы, простирающиеся на сотни километров.

На поверхности найдены гигантские кальдеры, более 100 км в диаметре.

Горные области Венеры подобны по размерам земным материкам, а низменности - океанам. Низменные части поверхности занимают 1/6 часть поверхности. Венерианские вулканы поднимаются на высоту около 4000 км и значительно больше земных.

Самые возвышенные части Венеры - земля Иштар с горами Максвелла. Эти горы поднимаются на 11 км. Земля Иштар вдвое больше земного Тибетского нагорья и лежит на большей высоте.

Температура поверхности Венеры равна  $+467^{\circ}\text{C}$ . Эта температура мало меняется от дня к ночи и быстро падает с высотой.

Такие элементы, как кадмий, свинец, олово и цинк находятся в расплавленном состоянии. Давление атмосферы у поверхности равно 90 атм. Оно соответствует давлению на дне земного океана на глубине 900 м.

Спектральные наблюдения с Земли и космических аппаратов позволили определить состав атмосферы Венеры.

Углекислый газ - 96,4%

Азот - 3,4%

Вода - от 0,1 до 1%

Водород - 0,03%

В незначительных количествах двуокись серы, кислород, окись углерода, аргон, аммиак, гелий, сероводород.

Было установлено, что облака Венеры состоят из капелек серной кислоты. Освещённость поверхности Венеры составляет 10% земной освещённости.

По сведениям, переданным спускаемыми аппаратами, поверхность Венеры состоит из базальтов. Не найдены признаки выветривания пород. У поверхности ветры очень слабы - 0,3 - 1,4 м/с.

На высоте от 10 до 50 км. ветры усиливаются до 50 - 60 м/с.

Магнитное поле Венеры очень мало. Его напряжённость в  $10^5$  раз меньше земного. Поэтому головная ударная волна солнечного ветра находится на расстоянии 1,5 радиуса планеты, в 10 раз ближе, чем от Земли. Магнитосфера почти полностью отсутствует.

То, что Венера не имеет большого магнитного поля, согласуется с её медленным вращением.

История - 300 - 500 млн. лет назад мощный всепланетный потоп выплеснул много лавы из жерл многих вулканов и покрыл всю поверхность планеты.

На планете отсутствуют фрагменты рельефа, принадлежащие к первым 85% её истории.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какое место по яркости занимает Венера?
2. Какая температура на планете?
3. Какова масса Венеры?
4. Что необычного есть на поверхности планеты?
5. Какова плотность Меркурия?
6. Из каких элементов состоит атмосфера Меркурия?
7. Какова масса Меркурия?
8. Что необычного есть на поверхности планеты?

**Задания для практического занятия:**

**1.Обладает ли Меркурий магнитным полем?**

- 1.да
- 2.нет

**2.По одной из гипотез Меркурий в прошлом являлся:**

- 1.спутником Венеры
- 2.спутником Марса
- 3.спутником Плутона
4. блуждающей планетой в Солнечной системе

**3.По своим размерам Меркурий:**

- 1.превосходит размеры Земли
- 2.меньше размеров Земли

**4.Планета Меркурий названа в честь:**

1. древнегреческого бога земледелия
2. древнеримского бога торговли
- 3.в честь астронома, открывшего его

**5.Меркурий относится:**

- 1.к планетам земной группы
- 2.к газовым гигантам
- 3.к поясу астероидов
4. к карликовым планетам

**6.Меркурий является:**

- 1.самой тяжелой планетой Солнечной системы
- 2.самой маленькой планетой Солнечной системы
- 3.единственной планетой Солнечной системы, не имеющей ядра

**7.Имеет ли Меркурий атмосферу?**

- 1.да
- 2.нет

**8.Период полного обращения Меркурия вокруг Солнца составляет:**

- 1.57 Земных суток
- 2.88 Земных суток
- 3.156 Земных суток
- 4.975 Земных суток

**9.Название космического аппарата NASA, запущенного 3 ноября 1973 года для изучения Меркурия:**

- 1.Маринер-10
- 2.Вояджер-1
- 3.Вояджер-2
- 4.Новые горизонты

**10.Сколько спутников у Меркурия?**

1. один спутник
2. четыре спутника
3. нет спутников
4. два спутника

**11. Венера получила свое название по имени римской богини:**

1. Хаоса и войны
2. Красоты и любви
3. Охоты

**12. Ближайший транзит Венеры по диску Солнца, видимый с Земли, произойдет:**

1. в 2021 году
2. в 2056 году
3. в 2117 году

**13. Подавляющее большинство элементов рельефа на Венере имеет:**

1. женские имена
2. мужские имена
3. имена ученых, открывших их

**14. По одной из гипотез естественным спутником Венеры изначально была:**

1. Луна
2. планета Меркурий
3. планета Нибиру

**15. В связи с выраженным парниковым эффектом температура на поверхности Венеры :**

1. выше температуры Солнца
2. выше температуры Меркурия
3. ниже температуры Земли

**16. Атмосфера Венеры состоит преимущественно из:**

1. углекислого газа
2. азота
3. паров серной кислоты

**17. Сколько естественных спутников у Венеры?**

1. у Венеры нет естественных спутников
2. 1 спутник
3. 2 спутников
4. 5 спутников
5. 18 спутников

**18. Является ли Венера одним из главных кандидатов для терраформирования (создания условий для жизни, приближенных к земным)?**

1. да
2. нет

**19. Наиболее точную съемку поверхности Венеры получил космический корабль :**

1. Магеллан
2. Венера-16
3. Венера-Экспресс
4. Галилео

**20. Какой по счету планетой от Солнца является Венера?**

1. первая
2. вторая
3. пятая
4. седьмая

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Меркурий. Венера.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	
Ответ																					

### Образец оформления практического занятия

Ответы на практическое занятие по теме: Меркурий. Венера.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	1	1	2	2	1	2	1	2	1	3	2	3	1	2	2	1	1	1	1	2

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru>- Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS>- Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 6

### *Земля. Марс.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Земля. Марс», закрепить основные характеристики и особенности этих планет, пройти тест.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Земля. Марс».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Земля. Марс».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Земля особенная планета. И не только потому, что ее поверхность на 2/3 покрыта водой, и не из-за того, что она имеет сильное магнитное поле, а ее атмосфера — уникальные свойства. На Земле есть жизнь! Причем это не просто феномен существования белковых тел, а жизнь, эволюция которой увенчалась образованием вида *Homo sapiens* — Человека разумного. Возможно, что на многие десятки световых лет вокруг Земля является единственным оазисом разумной жизни во Вселенной.

Средний диаметр нашей планеты равен 12 750 км, а масса составляет примерно  $6 \times 10^{24}$  кг (при сравнениях она часто принимается за единицу). Земля имеет самую высокую среднюю плотность среди всех планет — 5,52 г/см<sup>3</sup>. Земля — третья по удаленности от Солнца планета. Ближайшими ее соседями являются Венера и Марс, к которым она периодически приближается в среднем на расстояние 41 и 78 млн. км соответственно. Расстояние от нашей планеты до центрального светила составляет 150 млн. км и принято за астрономическую единицу длины (1 а. е.). Орбита Земли имеет форму эллипса, вытянутость которого настолько мала (эксцентриситет равен 0,017), что он почти не отличается от окружности. Оборот вокруг Солнца планета совершает за один год, двигаясь со скоростью примерно 30 км/с. Земля вращается вокруг своей оси, делая один полный оборот за 24 часа. При этом на той стороне Земли, которая обращена к Солнцу, — день, а на другой половине —ночь. Издавна люди приняли смену дня и ночи за одну из единиц времени — солнечные сутки. Землю можно назвать шаром только условно — из-за вращения вокруг оси земной «шар» имеет сплюснутую эллипсоидальную форму. Полярный радиус Земли (6357 км) на 21 км меньше экваториального (6378 км). Сплюснутость земного шара у полюсов определяется отношением этой разницы к экваториальному радиусу Земли и называется полярным сжатием земного эллипсоида. Величина этого сжатия, определенная наземными геодезическими методами, а затем подтвержденная измерениями со спутников, составляет 1/298,3.

Атмосфера Земли. Земля отличается от других планет своей атмосферой. Например, у Венеры и Марса атмосферы почти целиком образованы из углекислого газа, а у планет-гигантов — из водорода и гелия. Суть этого отличия в том, что все живое на Земле может дышать тем воздухом, из которого состоит земная атмосфера (во всяком случае, ее приземный слой), и погибло бы в атмосферах других планет. Земля окружена воздушной оболочкой, которая состоит в основном из азота — 79% и кислорода — 20% (до высоты 100—150 км). После 800 км в атмосфере преобладает гелий, а свыше 1600 км — водород. Он образует водородную геокорону, которая простирается в космическое пространство на расстояние до нескольких радиусов Земли.

По мере подъема давление и плотность в атмосфере нашей планеты быстро падают. Можно считать, что начиная с высоты более 800 км не имеет смысла говорить об атмосфере Земли в привычном понимании. Азотно-кислородный состав атмосферы нашей планеты ученые объясняют тем, что на ней по крайней мере 3 млрд. лет назад появились живые организмы, которые начали поглощать углекислый газ и выделять кислород. Азот образовался при разложении погибших организмов. Именно наличие жизни преобразует атмосферу, состоящую из углекислого газа (как у Венеры и Марса), в азотно-кислородную.

Поверхность Земли. Наша планета коренным образом отличается от других планет и тем, что на ней очень много влаги: более 2/3 поверхности Земли покрыто водой — Мировым океаном. Почти все водные запасы (97%) сосредоточены в океанах, средняя глубина которых составляет 3800 м. Некоторая часть земной влаги (около 24 млн. км<sup>3</sup>) пребывает в виде льда и снега. Примерно 3% земной поверхности покрыто льдами. Если бы они растаяли, то уровень Мирового океана поднялся бы на 62 м. Ежегодно 14% поверхности планеты скрывается под снегом. Ученые подсчитали, что если снежный покров окутает всю Землю, то средняя температура на ее поверхности понизится до —88° С (сейчас она равняется +15° С) и жизнь на ней вряд ли будет возможна.

Марс светит красным светом и поэтому всеми народами, наблюдавшими его, отождествлялся с богом войны.

В условиях низкого атмосферного давления вода закипает при температуре +2° С и в жидком виде существовать не может.

Наиболее благоприятные условия для наблюдений Марса складываются через каждые 2 года и 50 суток, когда он находится в противостоянии.

Лучше всего видны на поверхности полярные шапки. Они подвержены сезонным изменениям. Когда на одном из полушарий приходит зима, соответствующая полярная шапка начинает расти и достигает 57 широты в северном полушарии и 45° в южном. С приходом весны шапки начинают таять.

Полярные шапки состоят из обычного льда и замерзшего углекислого газа или “сухого льда”. Осенью, когда формируются полярные шапки, можно наблюдать голубовато-белые облака в атмосфере планеты.

На поверхности часто наблюдаются пылевые бури. тучи пыли могут полностью скрыть поверхность Марса от наблюдателя. Программа полёта “Маринера-9” чуть не сорвалась из-за сильной пылевой бури, которая поднялась во время подлёта аппарата к Марсу. Наиболее часты бури во время прохождения планеты через перигелий, когда в южном полушарии лето. Возле северной полярной шапки накапливается вода и пыль.

Слой вечной мерзлоты может достигать километровых толщин.

Южная полярная шапка состоит из двуокиси углерода, а северная из водяного льда и пыли.

Вода течёт под слоем грунта из северных областей и испаряется в “оазисах”. Пыль попадает в атмосферу при испарении воды во время нагрева марсианским летом южных экваториальных областей. Скорость ветра достигает 50 - 90 м/с. Учёные долго спорили о происхождении русел рек на Марсе. Одни говорят, что раньше планета обладала более мощной атмосферой и условия были благоприятны для сохранения воды в жидком виде.

Другие предполагают, что существует большой подповерхностный слой воды, который подогревается недрами планеты и радиоактивными породами, залегающими в коре. Время от времени в результате катастроф этот слой пробивается и изнутри извергаются большие потоки воды.

Недавно были получены новые подтверждения гипотезы, что на Марсе текла настоящая вода. Учёные исследовали метеорит, упавший среди льдов Антарктики около 10 лет назад. Исследования показали, что это осколок, выброшенный с Марса. Его возраст более 4,5 млрд. лет. В метеорите оказалось очень высокое содержание карбонатов - химических элементов, которые могут быть образованы только при условиях, что на Марсе когда-то текли большие потоки воды.

Красный цвет поверхности Марса вызывают красные окислы железа.

Кратеры покрывают преимущественно южное полушарие. Значит с геологической точки зрения северное - моложе.

На Марсе существует самый большой перепад высот в Солнечной системе и достигает 27 км. (на Земле - 19 км.).

Самый большой марсианский вулкан - гора Олимп возвышается на 21 (24) км. над равнинами (Эверест на Земле имеет высоту 8,8 км. над уровнем моря). Основание горы имеет диаметр около 500 км и возвышается на 6 км.

С вулканами и поднятием Фарсида связаны огромные системы трещин и гряд, некоторые из них тянутся на 4000 км. и возвышаются на 10 км.

Долина (Vallis Marineris) тянется на 4000 км и имеет глубину от 2 до 7 км.

Hellas Planitia - ударный кратер в южном полушарии, имеет глубину 6 км и диаметр 2000 км.

Температура поверхности Марса была найдена по измерениям "Викинга-1". Самая низкая температура наблюдается вблизи южного полюса, где может конденсироваться углекислый газ = - 139<sup>0</sup>С. В оазисах в районе озера Феникс и земли Ноя перепад температур составляет от -53<sup>0</sup> до +22<sup>0</sup>С летом и от -103 до - 43<sup>0</sup>С зимой.

Атмосфера: Среднее давление атмосферы Марса составляет 6 мбар - 0,6% земного.

Сила тяжести равна 0,38 земной. Масса атмосферного столба над единичной площадкой равна 0,2%.

Атмосфера состоит:

Углекислый газ - 95%

Азот 2,7%

Аргон 1,6%

Кислород 2%

Содержание водяного пара сильно меняется.

Синодический период относительно Земли равен 780 суток.

Марсианский год равен 687 суткам.

Экватор Марса наклонён к плоскости орбиты на угол около 24<sup>0</sup>.

Период обращения Марса вокруг своей оси - 24ч.37мин.

Расстояние до Марса меняется от 55,7 млн. до 101,2 млн. км. из-за большого эксцентриситета орбиты. Ближе всего Марс подходит к Земле во время великих противостояний, когда противостояние совпадает с прохождением планеты через перигелий. Это время равно 15 - 17 годам.

Марс имеет два спутника - Фобос и Деймос, которые были открыты в 1877 году Асафом Холлом во время великого противостояния планеты.

Спутники имеют сероватый цвет и отражают свет. Большие оси спутников всегда направлены на Марс.

Происхождение спутников остаётся загадкой. Одни учёные считают, что это захваченные астероиды, другие считают, что это осколки одного спутника, распавшегося в результате столкновения.

Космический аппарат "Викинг-1" в 1977 году получил подробные снимки поверхности

спутников. Специалисты по планетам обработали их так, чтобы не были видны стыки отдельных фотографий и разность в яркости отдельных фрагментов. В результате были получены хорошие по качеству фотографии Фобоса.

Самой главной деталью Фобоса является кратер Стикни. Его диаметр 10 км., тогда как диаметр самого спутника - 22 км. От кратера Стикни тянутся длинные борозды, шириной 150 - 200 м и протяжённостью до 10 км. и более.

Было высказано несколько гипотез о происхождении борозд. Одна говорит о том, что это наслаения лавы на том небесном теле, от которого откололся обломок - Фобос.

Другая гипотеза предполагает, что борозды - это свидетельства начавшегося процесса разлома спутника под действием приливных сил. В конце концов приливные силы могут привести к распаду Фобоса и превращению его в кольцо астероидов.

Связь борозд с кратером Стикни может также свидетельствовать о их метеоритном происхождении.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. На какую планету похожа Земля?
2. Из каких элементов состоит атмосфера Земли?
3. Какова масса Земли?
4. Что необычного есть на поверхности планеты?
5. Как называются спутники Марса?
6. Из каких элементов состоит атмосфера Марса?
7. Какова масса Марса?
8. Что необычного есть на поверхности планеты?

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Атмосфера Земли в основном состоит из:**

1. Азота
2. Водорода
3. Гелия
4. Кислорода

**2. Расстояние от Земли до Луны составляет**

1. ~1,5 миллиона километров
2. ~384 тысячи километров
3. ~871 тысяча километров

**3. Первым искусственным спутником Земли был**

1. СССР-1
2. Вояджер-1
3. Союз-1
4. Спутник-1

**4. По мнению ученых, Земля образовалась**

1. 14 миллиардов лет назад
2. 4,5 миллиарда лет назад
3. 600 миллионов лет назад

**5. Укажите название последнего суперконтинента, объединявшего все современные материи**

1. Колумбия
2. Родиния
3. Пангея
4. Лавруссия

**6. Земля бывает ближе всего к Солнцу**

1. В начале января
2. В начале июля

3. В конце мая

**7. Какая по счету планета Земля от Солнца?**

1. Первая
2. Третья
3. Пятая
4. Восьмая

**8. Какой средний радиус Земли?**

1. 8540 километров
2. 6371 километров
3. 19032 километра

**9. Расстояние от Земли до Солнца составляет:**

1. ~400 тысяч километров
2. ~150 миллионов километров
3. ~380 миллионов километров

**10. Одна астрономическая единица это:**

1. Расстояние от Земли до Луны
2. Расстояние от Земли до Марса
3. Расстояние от Земли до Солнца

**11. Можно ли на Марсе увидеть облака?**

1. да
2. нет

**12. Сколько естественных спутников у Марса?**

1. два
2. у Марса нет естественных спутников, но есть два искусственных
3. один
4. семнадцать
5. три

**13. Происходит ли смена времен года на Марсе?**

1. Да
2. Нет

**14. Минимальное расстояние от Земли до Марса составляет:**

1. ~ 56 миллионов километров
2. ~ 1,5 миллиарда километров
3. ~ 400 миллионов километров

**15. Обладает ли Марс магнитным полем?**

1. да
2. нет

**16. Современные модели внутреннего строения Марса предполагают, что он состоит из:**

1. мантии и ядра
2. коры и мантии
3. коры, мантии и ядра

**17. Первый спускаемый аппарат, достигший поверхности Марса:**

1. Марс-2
2. Viking 1
3. Opportunity
4. Curiosity

**18. Чем известна гора Олимп на Марсе?**

1. является второй по высоте горой Солнечной системы
2. является самой высокой горой Солнечной системы
3. является действующим вулканом

**19. Среднее расстояние от Марса до Солнца составляет:**

1. ~ 228 миллионов километров
2. ~ 3 миллиарда километров
3. ~ 780 миллионов километров

**20. Марс превосходит по массе и размеру:**

1. Землю
2. Венеру
3. Юпитер
4. Меркурий

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Земля. Марс.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	
Ответ																					

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Земля. Марс.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	1	2	4	2	3	1	2	2	2	3	1	2	1	1	1	3	1	1	1	4

**Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 7

### *Планеты гиганты.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Планеты - гиганты», закрепить умения различать планеты по их основным параметрам и свойствам.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Планеты - гиганты».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Планеты - гиганты».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Заполнить таблицу.
4. Оформить таблицу в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

За орбитой планеты земного типа Марсом расположились так называемые «планеты-гиганты». Именно там сконцентрирован пояс из мелких космических тел – малых планет астероидов, несущих опасность нашей Земле. К находящимся на внешней стороне астероидного пояса относятся: Сатурн, Уран, Юпитер и Нептун – «великаны» газового типа. Превышают многократно Марс, Венеру и Землю, но всё же не могут быть больше показателей Солнца. Их характеристики – это весьма увлекательные вещи, вызывающие интерес не только у учёных, но и просто любознательных людей.

Расположился этот объект в пяти планетах от светила, самый крупный в нашей системе. Вес превышает в 318 раз наш, то есть Земли. Радиус гиганта равняется 69912 км, что в 19 раз превышает земные показатели, меньше диаметра Солнца в десять крат. Количество суток в году равно 4333 на Земле, то есть, почти 12 лет. В одних юпитерских сутках десять часов.

Полный состав планеты-гиганта Солнечной системы полностью до сих пор не изучен учёными. Известно, что в больших количествах присутствуют газы — ксенон, элемент аргон и криптон. Но главным образом состоит тело из водорода и газа гелия. Этим объясняются сверхвысокие температурные показатели внутри космического тела, вызывающие мощные вихри в зоне атмосферы, полосатые облака и Гигантское Красно Пятно, называемое «глаз Юпитера».

Некоторые астрономы выдвигали гипотезы о том, что Юпитер является несостоявшейся звездой и доказательством этому служит огромное количество спутников – 79 штук. Среди них крупнейшие Европа, Ио, любимцы астрономов Каллисто и Ганимед. У последнего, радиус равен 2634 км, что на 8% больше чем весь Меркурий – малыш системы. А Ио имеет собственную атмосферу. Учёные утверждают, что структура спутников схожа с представителями земного типа. На них наблюдаются такие явления, как действующие вулканы, нагрев внутри.

По величине вторая по счёту планета-гигант в Солнечной системе. Состав элементов схож со светилом. Показатели радиуса – 57350 километров, суток в одном году 10759, что для нас означает около 30 лет. Длительность суток – 10,5 часов (земных). По весу – в 95 раз больше земного.

Интересный факт: несмотря на большую массу, Сатурн представляет собой тело с наименьшей плотностью в Солнечной системе.

Окружён 62 спутниками, наибольшая величина у Титана, у которого также имеется собственная атмосфера. Немного меньше по размерам Мимас, Диона, Рея, Энцелад, Япет и Тефия. Перечисленные космические тела чаще наблюдаются учёными и о них данных больше. У Энцелада и Титана астрономы выявили намёки на геологическую активность, но её нельзя сравнить с земной. Она объясняется активным движением льдов. Учёные не перестают изучать Энцелад, под толщей его льда расположены колоссальные запасы воды. Согласно исследованиям, положительные показатели температуры могут указывать на наличие в ней жизни.

Особое внимание уделяли кольцам Сатурна, ведь считалось, что ни у одной другой планеты-гиганта Солнечной системы нет такого явления. Состоят кольца из льда, причём их размер может быть от пылинки до огромных фракций. В диаметре – 282000 км, а толщина минимальная – до километра. Именно по этой причине, если смотреть на Сатурн сбоку, то колец не видно.

На самом деле таким «ореолом» окружены все планеты-гиганты газового типа. Просто ещё нет таких возможностей разглядеть малозаметные кольца. Откуда они произошли до сих пор точно неизвестно, существует несколько ничем не подтверждённых гипотез. Был открыт астрономом из Англии Гершелем Уильямом, название дано в честь бога неба. Первая планета, которую обнаружили в Новое время, чем расширили устоявшееся во мнении многих пределы системы. Из-за того, что она плохо рассматривается невооружённым глазом, считалась ранее тусклой звездой.

Седьмая от Солнца и третья по величине, в радиусе 25267 км, по весу 14 масс Земли.

Уникальность заключается в том, что Уран как бы лежит «на боку» – наклон оси составляет 98°. По своему вращению другие планеты-гиганты напоминают крутящийся волчок, а Уран это катящийся шар, который считают самым холодным телом – температура может достигать до -224 градусов. При этом Нептун, находящийся дальше от Солнца намного теплее. Периодически Уран поворачивается к Солнцу то южным, то северным полюсом. Так, 42 дня сменяется 42 ночами.

Интересный факт: наблюдая за Ураном, астроном Гершель был уверен, что перед ним комета, причина – тот самый наклон.

Год равняется 30685 земным суткам, в которых чуть больше 17 часов.

Имеет 27 спутников, самые известные — это Миранда, Умбриэль, Ариэль и Титания.

В состав атмосферы входит гелий, водород, а структура – твёрдые породы и лёд. В отличие от Юпитера, здесь всё «тихо», никаких мощных вихрей и сильных ветров.

Был открыт математическим путём в сентябре 1846 года, название в честь римского бога морей Нептуна. Расчёты проводили представители обсерватории Берлина,

использовавшие для открытия работы французского учёного Леверье и англичанина

Джона Куча Адамса. Восьмая от Солнца, по показателям схожа с соседом – Ураном. В

радиусе – 24547, год равняется 60190 суткам (164 года на Земле), вес – 17 масс нашей

планеты. К особенностям относятся сильнейшие ветра, их скорость достигает 260 метров в секунду. Имеет 14 спутников, самые известные Нереида, Протей и Тритон, обладающий атмосферой. На Тритоне также наблюдаются гейзеры с жидким азотом и геологическая активность.

Интересный факт: среди других спутников единственный, что движется в обратном от них направлении. Ведущие астрономы мира в 2011 году провели ряд исследований и построили модель формирования нашей Солнечной системы. Оказывается, по гипотетической теории, примерно 600 миллионов лет назад существовала ещё одна

планета «великан», параметры которой были схожи с Ураном. Планеты-гиганты мигрировали, и она или была выброшена за пределы системы, или оказалась на самой удалённой точке от Солнца. Таким образом, освободились места для новых участников системы и такие, как Земля, Меркурий, Марс, Венера, Плутон смогли обойти столкновения между собой. Её символически назвали планетой «X», Тюхе, расположенной в облаке с названием Оорта.

Согласно расчётам учёных астрономов, благодаря существованию больших космических тел, земной тип защищён от комет, астероидов и метеоритов. И если бы их не было, то вряд ли наша планета смогла устоять перед «атакой» агрессивных космических тел, коих было бы в сотни раз больше.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие планеты относятся к планетам гигантам?
2. Чем отличаются планеты земной группы от планет гигантов?
3. Что общего у планет земной группы?

**Задания для практического занятия:**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет гигантов:

<b>Физические характеристики планет</b>	<b>Юпитер</b>	<b>Сатурн</b>	<b>Уран</b>	<b>Нептун</b>
<b>Масса (в массах Земли)</b>				
<b>Диаметр (в диаметрах Земли)</b>				
<b>Плотность, кг/м<sup>3</sup></b>				
<b>Период вращения</b>				
<b>Атмосфера: температура, °С; химический состав</b>				
<b>Число спутников</b>				
<b>Названия самых крупных спутников</b>				

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет земной группы.

**Образец оформления практического занятия**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет гигантов:

<b>Физические характеристики планет</b>	<b>Юпитер</b>	<b>Сатурн</b>	<b>Уран</b>	<b>Нептун</b>

<b>Масса (в массах Земли)</b>	318	95.2	14.5	17.2
<b>Диаметр (в диаметрах Земли)</b>	11.2	9.5	4	3.9
<b>Плотность, кг/м<sup>3</sup></b>	1270	690	1290	1640
<b>Период вращения</b>	9 ч 55 мин	10 ч 40 мин	17 ч 14 мин	16 ч 7 мин
<b>Атмосфера: температура, °С; химический состав</b>	90% Н, 10% Не	96% Н, 4% Не	83% Н, 15% Не, 2% СН <sub>4</sub>	80% Н, 19% Не, 1% СН <sub>4</sub>
<b>Число спутников</b>	63	61	27	13
<b>Названия самых крупных спутников</b>	Ио, Европа, Ганимед, Каллисто, Амальтея	Титан, Рея, Япет, Диона, Тефия	Ариэль, Оберон, Умбриэль, Дездемона, Джульетта	Тритон, Нереида, Протей, Ларисса, Таласса

### **Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. *Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>*

Кессельман В.С. *Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>*

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 8

### *Юпитер. Сатурн.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Юпитер. Сатурн», закрепить основные характеристики и особенности этих планет, пройти тест.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Юпитер. Сатурн».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Юпитер. Сатурн».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Самое близкое расстояние от Юпитера до Земли - 630 млн. км. Масса Юпитера более чем в 300 раз больше массы Земли. Полный оборот Юпитера вокруг оси – 9ч 55мин.

На поверхности видны разноцветные полосы, структура которых постоянно трансформируется, но общий характер сохраняется.

Линейная скорость перемещения поверхностных облачных масс на экваторе - 40 000 км/ч.

Ось магнитного поля Юпитера наклонена на 10 градусов к оси вращения. Магнитное поле вращается равномерно, с периодом 9 часов 55 мин. Это указывает на почти твёрдый характер вращения планеты под слоем облаков. Сила тяжести на поверхности в 2,6 раза больше земной.

Средняя плотность Юпитера - 1,34 г/см. Это свидетельствует о том, что планета состоит в основном из лёгких газов, главным образом - водорода и гелия. Юпитер имеет протяжённую атмосферу. Интересным её объектом является Большое Красное пятно.

Протяжённость пятна от 15 000 до 50 000 км. Временами оно становится ярче, временами почти пропадает.

Пятно постоянно дрейфует в атмосфере планеты. В первые годы после открытия оно было очень ярким, с тех пор яркость постепенно падает. Вероятно, пятно со временем затухает.

Исследования Галилео показали, что пятно лежит выше и более холодное, чем окружающие облака.

Юпитер имеет такой большой диаметр, какой только может иметь газовая планета. Если бы ему добавили ещё массу, он бы увеличился ненамного в размерах. Для того, чтобы стать звездой, Юпитеру понадобилось бы в 80 раз больше массы, чем он имеет.

Атмосфера Юпитера состоит в основном из водорода (90%) и гелия (10%). Обнаружены также аммиак (0,01%) и метан (0,07%), вода, окись углерода, фосфин, циан, этан, ацетилен. Остальных элементов очень мало. Вода вымерзла, сохранившись в

газообразном состоянии в малых количествах. Температура в атмосфере с высотой быстро падает. От  $-113^{\circ}\text{C}$  при давлении 1 атм. до  $-160^{\circ}\text{C}$  при давлении 0,03 атм.

Генерация тепла в недрах Юпитера и его собственное тепловое излучение превышает в 2 раза поток энергии, поступающий от Солнца.

На Юпитере отсутствует твёрдая поверхность и какой-то рельеф. Тепло из недр выносится путём вертикальной конвекции, порождающей турбулентные вихри. В экваториальной зоне (от  $+9^{\circ}$  до  $-9^{\circ}$ ) течения направлены строго с запада на восток. Дуют западные ветры со скоростью 100 м/с. Вблизи широт от  $+20^{\circ}$  до  $-20^{\circ}$  ветры дуют с востока на запад со скоростью около 50 м/с. Между основными течениями существуют вихри и струи.

Исследования «Галилео» показали, что ветры в атмосфере могут значительно превышать 100 м/с и вызываются внутренним источником тепла. Ветры носят более характер реактивных струй, чем вихрей и торнадо.

Большое Красное пятно увлекается на запад вместе с южной тропической зоной. Оно не связано с глубокими слоями планеты. В нём наблюдается подъём вещества из верхних областей и растекание его от центра. Этим объясняется низкая температура пятна и антициклоническое вращение в нём, т.е. против часовой стрелки в южном полушарии с периодом около 7 суток.

Помимо Красного пятна наблюдаются белые овалы, которые представляют собой такие же возмущения, но появились позже, в 1939 году, и в настоящее время сжимаются.

Облака атмосферы состоят в основном из аммиака. Температура от  $-100^{\circ}$  до  $-160^{\circ}\text{C}$ . При давлении 1 атм. аммиак кипит при  $-33^{\circ}\text{C}$  и плавится при  $-78^{\circ}\text{C}$ . Метан кипит при  $-161^{\circ}\text{C}$  и плавится при  $-184^{\circ}\text{C}$ , поэтому существование его в жидком или кристаллическом виде невозможно. Атмосфера Юпитера очень глубокая и, возможно, включает целую планету.

На большой глубине внутри Юпитера, давление настолько большое, что атомы водорода разрушаются и электроны освобождаются. Возникающие в результате этого атомы состоят из пустых протонов. Это состояние называется металлическим водородом. Температура в ядре достигает 30 000 К, а давление больше 1 млн. бар. Высокая температура ядра существует из-за медленного гравитационного сжатия планеты.

В полярных облаках Юпитера наблюдается явление, подобное земному северному сиянию. Эти явления связаны с веществом, падающим из спутника Ио по спиральным линиям магнитного поля в атмосферу Юпитера.

Облака простираются в интервале высот 12 км. Атмосфера Юпитера окрашена различными цветами. Устойчивые атмосферные составляющие не могут так окрашивать атмосферу, они бы стремились постепенно выровнять окраску. Значит из глубины постоянно поступают окрашенные металлические соединения, которые затем либо оседают, либо подвергаются химическим реакциям в атмосфере. Р. Вилд считает, что окраска Юпитера обусловлена натрием, а Г. Юри связывает окраску облаков с органическими молекулами. К. Саган и С. Миллер, пропуская через смесь газов, моделирующую атмосферу Юпитера, искровые разряды, получили ярко окрашенные органические молекулы. Космические аппараты «Вояджер-1 и 2» зарегистрировали мощные вспышки молний на Юпитере, сравнимые с сильнейшими грозовыми разрядами на Земле. Однако, никакой зависимости между молниями и цветом пока не найдено.

Исследования «Галилео» показали, что молнии на Юпитере вспыхивают в 10 раз реже, чем на Земле. Органических молекул почти не обнаружено. Химический состав Юпитера близок к протопланетному облаку.

Юпитер является полупериодическим радиоисточником. К. Шайн из Австралии открыл, что радиоизлучение Юпитера должно быть связано с определёнными районами поверхности планеты. Энергия всплесков радиоизлучения Юпитера соответствует энергии миллиарда одновременных вспышек молний на Земле. Радиоизлучение может быть связано с внутренней частью магнитосферы и движением спутника Ио.

Юпитер обладает огромным магнитным полем. Его магнитосфера простирается на

расстояние 650 миллионов км. Галилео обнаружил, что окружающая среда около Юпитера содержит высоко энергичные частицы, пойманные магнитным полем. Атмосферные исследования Галилео обнаружили новый интенсивный лучевой пояс между кольцом Юпитера и высшими атмосферными слоями.

Внутреннее строение Юпитера до конца неизвестно. Скорее всего его недра находятся в жидком состоянии, за исключением небольшого каменного ядра. Жидкий водород на глубине 25 000 км металлизруется. Выше этой границы расположена зона молекулярного водорода, ниже металлического.

Кольцо: “Вояджер-1” в 1979 году открыл у Юпитера кольцо. Внешний край кольца находится у орбиты самого малого 14 спутника, а внутренний - на расстоянии 5500 км от видимой границы облаков. Ширина наиболее яркой части кольца достигает 800 км. Толщина до 1 км. Кольцо Юпитера сильно отличается от кольца Сатурна. Оно состоит из очень маленьких частиц. Составлено из частиц пыли меньше чем 10 микронов в диаметре. Происхождение кольца вероятно связано с бомбардировкой микрометеоритами маленьких спутников Юпитера, расположенных внутри кольца.

Возможно, что оно постоянно пополняется за счёт частиц космической пыли. Кольца Юпитера и его спутники существуют внутри интенсивного лучевого пояса электронов и ионов, которые улавливаются магнитным полем планеты. Спутники. Первые четыре спутника Юпитера были открыты Галилеем в 1610 году. Сейчас известно уже 16.

Орбиты шести внутренних спутников почти круговые и располагаются в экваториальной плоскости планеты. Каждая последующая орбита лежит в 1,7 раза дальше предыдущей. Восемь внешних спутников очень маленькие. Их орбиты образуют две группы по четыре спутника. Первая группа располагается на расстоянии 12 млн. км. от Юпитера, движутся они в прямом направлении. Спутники второй группы находятся вдвое дальше, движение их по орбитам обратное. Это спасает их от притяжения Солнца, которое может действовать на них с силой вдвое большей, чем у Юпитера, вследствие большой удалённости спутников (0,2 а.е.). Орбиты этих спутников сильно вытянуты ( $e = 0,4$ ), наклонены к орбите Юпитера под углом  $30^{\circ}$  и постоянно меняются из-за солнечных возмущений. Три внутренних спутника Ио, Европа, Ганимед движутся почти в полном резонансе с периодами обращения 1.77, 3.55, 7.16 земных суток, находящимися в соотношении 1:2:4. В небесной механике такое расположение считается устойчивым. Все внутренние спутники обращены к Юпитеру одной и той же стороной.

Ио. Радиус 1815 км. Ещё до полётов “Вояджеров” учёные предсказали, что спутник Ио очень сильно нагревается вследствие приливных эффектов. Нагрев Ио должен быть в 20 раз больше чем Европы и превосходить в 10 раз нагрев Луны вследствие распада радиоактивных элементов. Предполагалось, что внутри Ио должна быть большая расплавленная область. Эти предположения сразу же подтвердились. “Вояджер-1” открыл на Ио 8 действующих вулканов. Вулканические выбросы поднимаются на высоту 7- - 280 км над поверхностью, что требует скорости выброса 1 км/с. Выбросы состоят из двуокиси серы  $SO_2$ . Образование вулканов связано с расплавлением силикатных масс в недрах Ио, содержащих небольшое железное ядро. Это подтверждается средней плотностью Ио - 3,5 г/см<sup>3</sup>. Под видимой корой лежит неоднородный подкорковый силикатный слой, который в очень немногих областях малой протяжённости выходит на поверхность в виде гор высотой до 10 км. Под верхним слоем твёрдой серы, смешанной с  $SO_2$  лежит океан расплавленной серы ( $t = 120^{\circ}C$ , давление 40 бар). Потоки в расплавленных недрах Ио, так же как и в Земле, создают тепловые очаги, в которых образуются вулканы. Интенсивные красный, оранжевый, жёлтый, коричневый, чёрный и белый цвета на Ио подтверждают эти представления. Ударные кратеры с поперечником более 600 м не обнаружены, значит, скорость отложений на поверхности должна превышать 0,1 мм/год и определяться выбросами, потоками, поверхностной эрозией, связанной с вулканической активностью. Возраст свежих разноцветных потоков меньше 1000 лет.

Европа. Радиус 1569 км. Поверхность Европы покрыта лабиринтом запутанных тонких

линий и полос, похожих на марсианские “каналы”. Длина некоторых достигает тысяч километров, ширина 20-40 км. Скорее всего это чем-то заполненные трещины. Самые высокие детали возвышаются на высоту всего 40 м. Она напоминает исцарапанный оранжевый шар. Почти полное отсутствие ударных кратеров говорит о том, что их следы сразу же исчезают. Внешняя кора скорее всего ледяная до глубин 100 км. Средняя температура поверхности около  $-150^{\circ}\text{C}$ . Недра спутника должны быть горячими, химический состав похожий на Ио. Плотность несколько меньше чем у Ио -  $3,0 \text{ г/см}^3$  вызвана наличием ледяной коры. Множество трещин - результат снятия напряжений, возникающих под поверхностью.

Недавние наблюдения с помощью космического телескопа им. Хаббла позволили обнаружить на Европе разреженную атмосферу, состоящую из молекулярного кислорода. Её плотность очень мала. Солнечный свет, космические лучи и микрометеориты выбивают с поверхности Европы молекулы воды, которые под действием ультрафиолетового излучения распадаются на атомы водорода и кислорода. Атомы водорода сразу же покидают атмосферу, а атомы кислорода объединяются в энергетически более выгодные молекулы.

Ганимед. Самый крупный и массивный из всех спутников. Радиус 2631 км. Средняя плотность  $1,9 \text{ г/см}^3$ . Он почти на половину состоит из воды или льда. Средняя температура поверхности -  $130^{\circ}\text{C}$ . Тёмные области Ганимеда усеяны кратерами диаметром в несколько десятков километров. На спутнике существует огромная система хребтов. Самым интересным объектом поверхности являются пучки длинных параллельных борозд. Они покрывают значительную часть площади спутника. Эти образования современной наукой не объяснены.

Каллисто. По размерам это третий спутник в солнечной системе. Радиус 2410 км. Но плотность самая маленькая  $1,8 \text{ г/см}^3$ . Поверхность Каллисто на невидимой с Юпитера стороне очень насыщена кратерами. На обращённой к Юпитеру стороне видна огромная многокольцевая структура с яркой центральной областью поперечником около 300 км. От 8 до 10 кольцевых гребней окружают центр до расстояния примерно 1500 км. В центральной области Каллисто кратеров гораздо меньше, чем на остальной поверхности. Значит эта область моложе. Парадоксально то, что при малой плотности Каллисто должна содержать больше воды, чем Ганимед, но при этом сохраняет древние ударные кратеры. Низкое альbedo Каллисто говорит о примеси в коре пыли. Температура поверхности -  $120^{\circ}\text{C}$  или выше. Эта температура всё же низка, чтобы образовать атмосферу из водяного пара.

Сатурн имеет самую низкую плотность  $0,7 \text{ г/см}^3$ . Он вращается очень быстро, с периодом чуть больше 10 часов и поэтому заметно сплюснут. Облака на Сатурне заметны менее, чем на Юпитере. Иногда заметны крупномасштабные возмущения. Так в 1994 году наблюдалось большое белое пятно в экваториальной области.

“Вояджер-1” обнаружил облака различных типов и Большое Коричневое пятно размерами с Землю. Температура в верхней части облаков от  $-178^{\circ}\text{C}$  до  $-173^{\circ}\text{C}$ . Атмосфера состоит в основном из водорода и гелия.

Атмосферные массы в циклонических областях и антициклонических движутся навстречу друг другу со скоростями выше  $100 \text{ м/с}$ , соприкасаясь, образуют вихри и бури.

Наибольшую скорость струйные течения воздушных масс имеют на экваторе -  $500 \text{ м/с}$ .

Ось магнитного поля почти полностью совпадает с осью вращения планеты. Напряжённость магнитного поля на экваторе равна  $0,7$  земного. Но внутреннее магнитное поле гораздо сильнее из-за больших размеров планеты. Сатурн имеет внутренние источники энергии и излучает в  $2,5$  раза больше энергии, чем получает от Солнца.

Внутреннее строение Сатурна такое же как и у Юпитера.

Кольца Сатурна увидел ещё Галилей, но из-за плохого качества своих инструментов, не смог разглядеть их детально и решил, что это какие-то образования, наподобие шаров.

Наблюдения Гюйгенса показали, что Сатурн имеет кольца. Применение более

совершенной техники позволило Дж. Кассини открыть щель между кольцами, которая с тех пор носит его имя.

Фотографии космического аппарата “Вояджер-1” показали, что кольца состоят из множества концентрических узких колец, общая картина которых напоминает звуковые дорожки на грампластинке.

Кольца Сатурна лежат точно в экваториальной плоскости планеты. При наблюдении с Земли они бывают видны под разным углом. 21 мая, 11 августа 1995 года и 11 февраля 1996 года кольца поворачивались к Земле ребром и были видны в виде узкой полоски.

Внутренне кольцо С имеет размеры 17 000 км, среднее самое яркое В - 28000 км и внешнее А - 17000 км. Кольца А и В разделены щелью Кассини.

Большие кольца состоят из множества маленьких колечек, которые в свою очередь распадаются на отдельные частицы, причём каждая частица движется вокруг Сатурна по своей собственной орбите в соответствии с законом тяготения Ньютона. Данные спектрального анализа показывают, что частицы кольца покрыты льдом и инеем. Поэтому обладают высокой отражательной способностью.

Самые крупные частицы колец имеют размеры от 1 до 15 метров.

Частицы не могут объединяться в крупные тела, так как приливное воздействие Сатурна разрушило бы их. Скорее всего, что кольца состоят из разрушенного ранее спутника Сатурна с диаметром несколько сотен км. Строение колец содержит много загадок. Например, некоторые узкие кольца имеют заметный эксцентриситет, наблюдается даже “переплетённое” кольцо, в котором переплетаются три отдельных кольца или потока частиц.

Наблюдаются также радиальные тёмные лучи в главных кольцах. Они создаются скорее всего магнитным полем. До полёта “Вояджеров” было известно 10 спутников Сатурна. По новым данным их число может быть от 18 до 23. Самыми большими являются Титан, Рея, Япет, Диона, Тетфия, Энцелад, Мимас, Гиперон, Феба, Янус. Их диаметры соответственно от 2575 до 110 километров. Остальные по размерам незначительны (от 70 до 12 км). Плотности больших спутников заключены между 1 и 1,3 г/см<sup>3</sup>. Самая большая плотность у Титана - 2 г/см<sup>3</sup>. Мимас (диаметр 197 км) имеет поверхность, сплошь усыпанную кратерами. Примечательной деталью является огромный кратер Гершель, диаметр которого 140 км. Перепад высот на спутнике не превышает 7-8 км. Энцелад (диаметр - 251 км) покрыт льдом. Его поверхность отражает почти 100% падающего на него солнечного излучения. На поверхности спутника видны следы тектонических процессов. Видны многочисленные разломы и борозды. Размер крупнейших кратеров не превышает 35 км.

Диона (диаметр 559 км) четвёртый по размеру спутник. Самый большой кратер имеет диаметр 100 км. Титан - единственный спутник, обладающий протяжённой атмосферой. Ещё в 1943 - 1944 годах Дж. Койпер открыл у этого небесного тела мощную атмосферу, состоящую из азота. По современным гипотезам на поверхности Титана могут быть дожди и океаны из жидкого азота. Другие предположения допускают наличие тёплой и покрытой водой поверхности. По последним данным Титан не имеет больших океанов, поскольку его орбита имеет значительный эксцентриситет, а приливные эффекты его бы давно уменьшили. Скорее всего на поверхности есть моря или озёра, заполненные жидкими углеводородными соединениями (метан). Наблюдения в инфракрасном диапазоне на космическом телескопе подтверждают эту гипотезу.

Вокруг планеты существует большое водородное облако, что можно объяснить диссипацией метана в верхней атмосфере.

Япет имеет одну особенность. Половина его поверхности, обращённая к Сатурну, тёмная и отражает около 5% падающего света, тогда как обратная сторона отражает в 6 раз больше. “Вояджер-1” показал, что яркая сторона покрыта льдом, а тёмная сторона имеет ледяное покрытие всего на 5%.

В 1995 году NASA сообщило об открытии четырёх спутников Сатурна космическим телескопом. Размеры спутников от 50 до 24 км. Они расположены вблизи колец и были

обнаружены только при компьютерной обработке фотографий, включающей уменьшение засветки колец.

Дальнейшие наблюдения на космическом телескопе показали, что это скорее всего новый класс объектов, состоящий из осколков льда. Так как их протяжённость слишком велика, чтобы составлять целое космическое тело.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Чем отличается Юпитер от других планет гигантов?
2. Из каких элементов состоит атмосфера Юпитера?
3. Какова масса Юпитера?
4. Что необычного есть на поверхности планеты?
5. Кем был открыт Сатурн?
6. Из каких элементов состоит атмосфера Сатурна?
7. Какова масса Сатурна?
8. Что необычного есть на поверхности планеты?

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Кем и когда был открыт Юпитер?**

1. Галилео Галилеем в 1610 году
2. Известен людям с глубокой древности
3. Джованни Кассини в 1685 году
4. Оле Рёмером в 1671 году

**2. Юпитер можно классифицировать как:**

1. коричневый карлик
2. газовый гигант
3. горячий юпитер

**3. Диаметр Юпитера составляет:**

1. ~140 000 километров
2. ~40 километров
3. ~280 000 километров

**4. На какое расстояние удален Юпитер от Солнца в астрономических единицах?**

1. ~0.5 а.е.
2. ~5 а.е.
3. ~1 а.е.
4. ~10 а.е.

**5. Какой космический аппарат никогда НЕ исследовал Юпитер?**

1. «Rosetta»
2. «Cassini»
3. «New Horizons»
4. «Juno»

**6. Какой по счету планетой от Солнца является Юпитер?**

1. Шестой
2. Четвертой
3. Седьмой
4. Пятой

**7. К отличительным особенностям Юпитера НЕ относится:**

1. Большое Красное Пятно
2. Малое Красное Пятно
3. Полярный шестиугольник

**8. Самый крупный спутник Юпитера – это:**

1. Калисто
2. Ио

- 3.Титан
- 4.Ганимед

**9.Масса Юпитера...**

1. в 523,1 раза меньше массы Солнца
- 2.в 15,67 раз больше массы Земли
- 3.в 2,47 раз больше суммы масс всех планет Солнечной системы

**10.Есть ли кольца у Юпитера?**

- 1.Да
- 2.Нет

**11.Из южного полюса этого спутника Сатурна вырываются ледяные шлейфы:**

- 1.Тефия
- 2.Титан
- 3.Энцелад

**12.Самый крупный спутник Сатурна:**

- 1.Ганимед
- 2.Энцелад
- 3.Титан

**13.Экваториальный радиус Сатурна составляет:**

- 1.603 000 километров
2. 6 300 километров
- 3.60 300 километров

**14.Масса Сатурна:**

- 1.в 95 раз превышает массу Земли
- 2.составляет половину массы Юпитера
- 3.в 563 раза превышает массу Земли

**15.Какой по счету планетой от Солнца является Сатурн?**

1. Шестой
2. Восьмой
- 3.Седьмой
4. Пятой

**16.Какое из небесных тел не является спутником Сатурна?**

- 1.Эпиметей
- 2.Япет
- 3.Диона
- 4.Гималия

**17.Кто первым увидел кольца Сатурна:**

- 1.Николай Коперник
- 2.Джованни Кассини
- 3.Христиан Гюйгенс
- 4.Галилео Галилей

**18.Основной компонент атмосферы Сатурна:**

- 1.Углерод
- 2.Гелий
- 3.Аммиак
- 4.Сера
- 5.Водород

**19.Какой спутник Сатурна обладает плотной атмосферой?**

- 1.Харон
- 2.Мимас
- 3.Титан
- 4.Энцелад

5.Рея

**20. На какое максимальное расстояние Сатурн удаляется от Солнца?**

- 1. ~10,1 а.е.
- 2. ~50,7 а.е.
- 3. ~5,3 а.е.
- 4. ~1,5 а.е.

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Юпитер. Сатурн.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	
Ответ																					

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Юпитер. Сатурн.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	2	2	1	2	1	4	3	4	3	1	3	3	3	1	1	4	4	5	3	1

**Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 9

### Уран. Нептун.

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Уран. Нептун», закрепить основные характеристики и особенности этих планет, пройти тест.

#### Задачи:

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Уран. Нептун».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Уран. Нептун».

#### Задачи практической работы:

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### Обеспеченность занятия (средства обучения):

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы

Открыл планету Гершель в 1781. Уран имеет экваториальный диаметр 51,800 км и год, равный 84.01 земных года.

Масса Урана = 14,5 массы Земли.

Среднее расстояние от Солнца 2.87 млрд. Км.

Длина дня на Уране - 17 часов 14 мин.

Атмосфера Урана состоит из водорода 83 %, гелия 15 %, 2 % метана и малого количества ацетилена и других гидрокарбонатов.

Ветры в средних широтах на Уране дуют в направлении вращения планеты со скоростью от 40 до 160 м/с.

Планета обладает атмосферой, подобной той, которую имеет Юпитер.

Альbedo высокое, в спектре видны полосы поглощения метана. При визуальном наблюдении планета кажется зеленоватой. Метан в верхней атмосфере поглощает красный свет, поэтому Уран имеет сине - зеленый цвет.

Видны спектральные линии водорода, аммиак пока не обнаружен.

Температура облаков равна  $-193^{\circ}\text{C}$ .

Внутренних источников энергии планета не имеет, или они малы.

Облака планеты состоят из метана и на экваторе их высота меньше, чем у полюсов.

Уран вращается вокруг оси, наклонённой под углом  $98^{\circ}$  к орбитальной плоскости.

Наблюдается слабое магнитное поле. Магнитосфера очень сложна. Напряжённость 0,23 Э.

Ось магнитного диполя смещена почти на 8000 км. от центра планеты к северному полюсу и наклонена к оси вращения на  $60^{\circ}$ . Полярность магнитного диполя должна дважды меняться за один оборот планеты вокруг оси. Магнитный хвост скручен вращением Урана в длинный штопор позади планеты. Источник магнитного поля неизвестен. Впервые кольца Урана были открыты в 1977 году с борта Койперовской самолётной обсерватории на высоте 12,5 км.

Учёные обнаружили 4 круговых кольца и одно слегка вытянутое. Позже было обнаружено ещё четыре кольца. “Вояджер-2” в 1986 году открыл ещё одно кольцо. Сейчас всего известно 10 колец. Они расположены на расстояниях от 41 000 до 52 000 км. от центра Урана.

Кольца имеют разный цвет: белые, зелёно-голубые, светло-коричневые. Скорее всего они состоят из частиц различного химического состава.

Семь колец очень узкие (0,5 - 3 км. шириной) и непрозрачные. Одно кольцо имеет ширину 12 км. Самое внешнее кольцо сильно отличается от остальных. Его ширина равна 85 км., (в то время, как ширина всех остальных - 67 км.) переменна и линейно зависит от расстояния до Урана.

Уран имеет по крайней мере 15 лун. Две самых больших луны, Титания и Оберон, обнаружены В. Гершелем в 1787. Сегодня известно всего 18 спутников Урана.

Они малы и трудны для наблюдений. Спутники движутся в прямом направлении, их орбиты лежат почти в одной плоскости, наклонённой к плоскости орбиты Урана на  $98^{\circ}$ .

Учитывая положение плоскости спутников Урана можно предположить, что они все формировались вместе с планетой, а не были захвачены после.

Более менее точно известны массы и радиусы лишь пяти самых больших спутников - Миранды, Ариэля, Умбриэля, Титании, Оберона. Массы же большинства спутников оцениваются по взаимным возмущениям очень приближённо, а радиусы известны так плохо, что определять их плотность нет смысла.

Миранда - (диаметр - 480 км.) имеет наиболее сложную поверхность из всех известных тел Солнечной системы. Поверхность покрыта кратерами, волнистыми холмами, долинами, бороздами, впадинами, хребтами и утёсами. Высота утёсов выше 5 км. Перепад высот до 10 км.

Сложная поверхность объясняется тем, что спутник мог быть разрушен при столкновении с крупным метеороидным телом, а потом аккумуляровался вновь. Возможно, что на спутнике действуют вулканы.

#### **Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какова температура на планете?
2. Из каких элементов состоит атмосфера Урана?
3. Какова масса Урана?
4. Сколько колец у планеты?
5. Какова температура на планете?
6. Из каких элементов состоит атмосфера Нептуна?
7. Какова масса Нептуна?
8. Сколько колец у планеты?

#### **Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

#### **1. Уран можно классифицировать как:**

1. Ледяной гигант
2. Горячий юпитер
3. Супер-земля
4. Коричневый карлик
5. Карликовая планета

#### **2. Общепринятая модель формирования Урана предполагает, что:**

1. Уран был захвачен гравитацией Солнца примерно 470 000 лет назад в момент прохождения звезды HIP 85605 через облако Оорта Солнечной системы
2. Уран сформировался рядом с Юпитером и Сатурном, а затем мигрировал на свою текущую орбиту
3. Уран был спутником Нептуна, но после столкновения с космическим телом, размером с Марс, перешел на свою текущую орбиту

4. Уран сформировался в поясе Койпера, но из-за притяжения Солнца постепенно движется к внутренним областям Солнечной системы и через 2,2 миллиарда лет возможно столкновение с Сатурном

**3. Космический аппарат, посетивший окрестности Урана и открывший у него 10 ранее неизвестных спутников:**

1. Juno
2. Cassini
3. Rosetta
4. Voyager-2
5. Uranus Mission

**4. Первооткрывателем Урана является:**

1. Уильям Гершель
2. Михаил Ломоносов
3. Николай Коперник
4. Персиваль Лоуэлл

**5. День на Уране длится около 17 земных часов, а год?**

1. 156 земных лет
2. 84 земных года
3. 328 земных лет
4. 523 земных года

**6. В основном атмосфера Урана состоит из:**

1. Водорода и гелия
2. Углекислого газа и азота
3. Метана и аммиака

**7. Уран является:**

1. Самой холодной планетой Солнечной системы
2. Самой массивной планетой Солнечной системы
3. Единственной планетой, сформировавшейся за пределами Солнечной системы

**8. Выберите правильное утверждение:**

1. Уран является девятой по удаленности от Солнца и самой массивной планетой Солнечной системы
2. Уран является восьмой по удаленности от Солнца и единственной планетой в Солнечной системе, вращающейся «лежа на боку»
3. Уран является шестой по удаленности от Солнца планетой, обладает системой колец и превосходит по массе Нептун
4. Уран является седьмой по удаленности от Солнца планетой, обладает системой колец и вращается «лежа на боку»
5. Все утверждения ошибочны

**9. Метан в атмосфере Урана «окрашивает» его в:**

1. Белый цвет
2. Синий цвет
3. Красный цвет
4. Фиолетовый цвет

**10. Самый крупный спутник Урана:**

1. Титания
2. Энцелад
3. Европа
4. Титан
5. Фобос
6. Ганимед
7. Оберон

- 11. Какое прозвище не носил Нептун до присвоения официального наименования?**
1. «Планета Леверье»
  2. «Внешняя от Урана планета»
  3. «Посейдон»
- 12. Чем характеризуется атмосфера Нептуна?**
1. Самыми быстрыми ветрами в Солнечной системе
  2. Самой низкой температурой в Солнечной системе
  3. Самой низкой плотностью в Солнечной системе
- 13. Какому спутнику Нептуна хватило массы чтобы принять сфероидальную форму?**
1. Галатея
  2. Нереида
  3. Несо
  4. Тритон
- 14. Укажите область Солнечной системы, которая начинается за пределами орбиты Нептуна:**
1. Внутренняя Солнечная система
  2. Внешняя Солнечная система
  3. Пояс Койпера
  4. Облако Оорта
- 15. Какой космический аппарат передал на Землю самые подробные данные о планете Нептун?**
1. Voyager-1
  2. Voyager-2
  3. MESSENGER
  4. New Horizons
  5. Cassini
- 16. Сколько спутников на данный момент открыто у Нептуна?**
1. 10
  2. 14
  3. 21
- 17. Какой газ является основным компонентом атмосферы Нептуна?**
1. Водород
  2. Гелий
  3. Азот
  4. Метан
  5. Кислород
- 18. Укажите верное утверждение о кольцевой системе Нептуна:**
1. У Нептуна нет колец
  2. Система колец Нептуна разделена на 5 выделенных частей
  3. Кольца Нептуна имеют желтоватый оттенок за счет преобладания сероводорода
- 19. Какой по счету планетой от Солнца является Нептун?**
1. 6
  2. 7
  3. 8
  4. 9
- 20. Какое утверждение о Нептуне верно?**
1. Газовый гигант, удаленный от Солнца на 15 астрономических единиц
  2. Ледяной гигант, удаленный от Солнца на 30 астрономических единиц
  3. Карликовая планета, удаленная от Солнца на 50 астрономических единиц

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Уран. Нептун.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	
Ответ																					

### Образец оформления практического занятия

Ответы на практическое занятие по теме: Уран. Нептун.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	1	2	4	1	4	1	1	4	2	1	3	1	4	3	2	2	1	2	3	2

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru>- Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS>- Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 10

### *Закономерность в расстояниях планет от Солнца.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Закономерность в расстояниях планет от Солнца», познакомиться с правилом Тициуса-Боде, научиться его применять в задачах.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Закономерность в расстояниях планет от Солнца».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Закономерность в расстояниях планет от Солнца».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Решить практические задачи.
4. Оформить решение в тетради и заполнить таблицу.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

В 1766 году немец по имени **Иоганн Тициус** на досуге вывел довольно любопытное правило, позволяющее, зная расстояние от Солнца до Земли, рассчитать и расстояние до других планет. В 1772 году к идее Тициуса обратился **Иоганн Боде** — он добавил к формуле свои цифры. С тех пор формула называется **правилом Тициуса-Боде**.

Как работает правило Тициуса-Боде: Расстояние от Земли до Солнца составляет 149,6 млн. километров, однако так как орбита Земли не идеально круглая, мы можем смело округлить это расстояние до 150 млн. км. Именно 150 млн. км — то расстояние, что называется **астрономической единицей** (а.е.).

Он сочинил довольно несложную формулу, которую можно записать в таком виде:

$$R_n = 0.4 + (0.3 \times 2^n)$$

- $R_n$  — среднее расстояние от Солнца до планеты с порядковым номером  $n$ , в астрономических единицах.
- $n$  — число, порядковый номер планеты, причем Марсу соответствует 2, Земле 1 (т.е. 1 а.е.), Венере — 0, Меркурию — бесконечность и т.п.

Вот так всё просто (несмотря на наличие того факта, что счет начинается даже не с нуля, а бесконечности — двойного нуля!). Почему в формуле фигурируют числа 0,4 и 0,3?

Спросите у Тициуса — скорее всего он просто подобрал их эмпирически, без всякого теоретического обоснования.

Откуда пошел миф о «пятой планете» и была ли она вообще? К моменту публикации правила Тициуса-Боде ещё не были открыты Уран, Нептун и Плутон, поэтому данные приведенные в таблице сперва просто ошеломили научную общественность.

И тут уже задумались многие научные светила — если «правило» точно (вернее почти точно) указывает на 7 известных планет, то... где та самая восьмая, а точнее пятая планета, предсказанная на расстоянии 2,8 а.е., между Марсом и Юпитером? Фактически, до этого момента никто и не обсуждал (и не предполагал) всерьез её наличие — ведь сразу после Марса шел Юпитер, и никаких признаков того, что между ними могло где-то вклиниться ещё одно небесное тело не было. Фактически пресловутый миф о пятой планете (Фэтоне) был «документально засвидетельствован» именно правилом Тициуса-Боде — других доказательств свидетельствующих о наличии ещё одного небесного тела в Солнечной системе, к концу 18-го века не существовало. В 1801 году астроном Джузеппе Пиацци открыл астероид Цереру, расположенный на расстоянии... 2,8 астрономических единиц от Солнца.

Открытие Цереры не стало триумфом правила Тициуса-Боде — несмотря на то, что этот астероид имел круглую форму и был довольно солидного диаметра (950 км), все-таки это была явно не планета.

### Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. В каком году Тициус опубликовал свое правило?
2. В каком году Боде добавил свои цифры к правилу?
3. Записать правило Тициуса-Боде.

### Задания для практического занятия:

Опираясь на теоретический материал и справочники, рассчитать по правилу Тициуса-Боде расстояние от Солнца до каждой планеты и результаты занести в таблицу.

Номер планеты	Название планеты	n	Действительное расстояние от Солнца, (а. е.)	Расстояние от Солнца по правилу Тициуса — Боде, (а. е.)
1	Меркурий	—		
2	Венера	0		
3	Земля	1		
4	Марс	2		
5	Юпитер	4		
6	Сатурн	5		
7	Уран	6		
8	Нептун	7		
9	Плутон	8		

### Форма контроля выполнения практических занятий:

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Опираясь на теоретический материал и справочники, рассчитать по правилу Тициуса-Боде расстояние от Солнца до каждой планеты и результаты занести в таблицу.

### Образец оформления практического занятия

Рассчитаем расстояние для Меркурия:  $0,4+(0,3 \times 2^{-1}) = 0,4$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Венеры:  $0,4+(0,3 \times 2^0) = 0,7$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Земли:  $0,4+(0,3 \times 2^1) = 1$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Марса:  $0,4+(0,3 \times 2^2) = 1,6$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Юпитера:  $0,4+(0,3 \times 2^4) = 5,2$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Сатурна:  $0,4+(0,3 \times 2^5) = 10,0$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Урана:  $0,4+(0,3 \times 2^6) = 19,6$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Нептуна:  $0,4+(0,3 \times 2^7) = 38,8$  (а.е.).

Рассчитаем расстояние для Плутона:  $0,4+(0,3 \times 2^8) = 77,2$  (а.е.).

Полученные данные занесим в таблицу. Из справочника выписываем в таблицу действительное расстояние от Солнца.

Номер планеты	Название планеты	n	Действительное расстояние от Солнца, (а. е.)	Расстояние от Солнца по правилу Тициуса — Воде, (а. е.)
1	Меркурий	—	0,39	0,4
2	Венера	0	0,72	0,7
3	Земля	1	1,0	1,0
4	Марс	2	1,52	1,6
5	Юпитер	4	5,2	5,2
6	Сатурн	5	9,54	10,0
7	Уран	6	19,2	19,6
8	Нептун	7	30,07	38,8
9	Плутон	8	39,46	77,2

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 11

### *Малые тела Солнечной системы.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Малые тела Солнечной системы», закрепить умения различать малые тела по их основным параметрам и свойствам.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Малые тела Солнечной системы».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Малые тела Солнечной системы».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Малые тела Солнечной системы (планеты-карлики, астероиды, кометы, метеорные тела) являются остатками того огромного облака космического вещества, из которого образовались Солнце и большие планеты.

Первый астероид (от греч. — звездообразный) открыл итальянский астроном Пиацци. В ночь на 1 января 1801 г. он увидел слабую звезду, которая на следующий вечер немного переместилась. Новой планете дали название Церера. За Церерой стали внимательно наблюдать — она оказалась небольшой, даже меньше Луны, и обращалась вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Каково же было удивление астрономов, когда через несколько лет недалеко от Цереры обнаружили еще одну малую планету — ее назвали Палладой. Затем были открыты еще две — Юнона и Веста. Потом доказали, что первый открытый астероид является и самым большим — диаметр Цереры равен 960 км. В 2006 г. Цереру отнесли к классу планет-карликов. На январь 2011 г. зарегистрировано более 500000 астероидов, и меньшие из них имеют диаметр всего несколько десятков метров. Суммарная масса всех астероидов не превышает 0,1 массы Луны. Астероидам присваивают порядковый номер и название, которое предлагает автор открытия.

Почему между Марсом и Юпитером находится не одна большая планета, а множество малых тел? Для объяснения этой загадки немецкий астроном Г. Ольберс выдвинул гипотезу, что между Марсом и Юпитером некогда существовала планета Фэтон, которая почему-то взорвалась. Причиной катастрофы могла быть встреча планеты с другим космическим телом. В пользу теории взрыва планеты свидетельствует то, что большинство астероидов имеют вид осколков неправильной формы. Современные исследования распределения орбит малых планет показывают, что, скорее всего, между

Марсом и Юпитером большой планеты никогда не было, а пояс астероидов — это остатки того вещества, из которого 4,5 млрд лет назад образовались планеты Солнечной системы. За орбитой Нептуна находится кольцо мелких планетоподобных тел (так называемый пояс Койпера, которые из-за гравитационных возмущений могут изменять параметры своих орбит. Столкновение с другой планетой или спутником вызовет разрушение этих тел и образование отдельных фрагментов, которые будут обращаться по самостоятельным орбитам. О том, что малые планеты продолжают делиться, свидетельствует открытие так называемых семейств или групп астероидов. Астероиды движутся вокруг Солнца в ту же сторону, что и планеты, и имеют, как правило, эллиптические орбиты. Орбиты некоторых астероидов, пересекающих орбиту Земли.

Названия метеор и метеорит в переводе с греческого означает «тот, что находится в воздухе». Астрономы когда-то считали, что падающие звезды — чисто атмосферное явление, что-то вроде обычной молнии. Метеорные частицы — это космическая пыль, которая никогда не долетает до поверхности Земли, потому что она сгорает и испаряется в атмосфере на высоте нескольких десятков километров. То есть метеором, или падающей звездой, мы называем световое явление, которое вызывает ионизацию воздуха на пути полета метеорной частицы, так как саму микроскопическую пылинку заметить невозможно. Метеориты имеют большую массу, поэтому они могут достичь поверхности Земли. Когда метеоритное тело с большой скоростью летит в атмосфере, то из-за сопротивления воздуха оно нагревается до температуры выше 10000°C и начинает светиться, как раскаленный шар, который называют болидом (греч. — копьё). Во время полета болида со сверхзвуковой скоростью в атмосфере возникает ударная волна, которая создает мощные звуковые колебания, поэтому человек слышит сильный грохот.

Метеоритное тело — это фрагмент астероида, который, обращаясь вокруг Солнца, сталкивается с нашей планетой. То есть метеориты имеют астероидное происхождение. Скорость, с которой метеор или метеорит влетает в земную атмосферу, зависит от направления его движения относительно вектора скорости Земли. Наибольшую скорость вхождения в атмосферу (50—70 км/с) имеют те метеоритные тела, которые летят навстречу движению Земли, тогда скорости болида и Земли складываются. Скорость метеора и метеоритного тела при вхождении в атмосферу Земли не может быть меньше 11,2 км/с, так как даже когда астероидное тело «догоняет» нашу планету, то из-за земного притяжения его скорость начинает возрастать. Метеор — световое явление, возникающее в ионизированном воздухе на пути полета маленьких метеорных частиц.

Самым крупным метеоритом можно считать Тунгусский, упавший 30 июня 1908 г. в тайге у реки Подкаменная Тунгуска в Сибири.

Кометы (от греч. — мохнатый) своим необычным видом привлекают наибольшее внимание людей, ибо они имеют необычный красивый хвост. Кометы являются остатками космического вещества, из которого образовались планеты Солнечной системы. По традиции комете дают название в честь тех астрономов, которые первыми увидели ее на небе. Самой знаменитой кометой можно считать комету Галлея, которую наблюдают уже несколько тысячелетий. Долгое время загадкой для астрономов был длинный хвост кометы, который иногда простирается на миллионы или сотни миллионов километров, причем направление хвоста изменяется таким образом, что он все время отклоняется в противоположную от Солнца сторону. Кажется, что хвост к Солнцу не притягивается, а, наоборот, отталкивается, будто бы от Солнца дует своеобразный ветер. Конечно, хвост кометы притягивается к Солнцу, но для частиц с диаметром менее чем 10—5 м сила отталкивания становится больше силы притяжения. Именно хвост комет и состоит из микроскопических частиц космической пыли, на которые действует отталкивающая сила солнечного ветра.

Движение кометы вокруг Солнца. Под действием солнечного ветра хвост кометы отталкивается в противоположном направлении.

Ядро кометы, из которого образуется хвост, состоит в основном из льда. Лед в ядрах комет, которые часто приближаются к Солнцу, со временем полностью испаряется. От кометы остаются твердые силикатные пылинки, которые продолжают движение по орбите и превращаются в метеорные потоки. Когда Земля пересекает орбиту такого метеорного потока, наблюдается звездный дождь, в это время на небе можно увидеть тысячи метеоров.

Датский астроном Я. Оорт выдвинул гипотезу, что за орбитой Нептуна могут быть миллионы таких кометных ядер (облако Оорта), но из них только небольшое количество подходит в перигелии близко к Солнцу. Под влиянием гравитационного возмущения больших планет кометы могут изменить свою орбиту и даже столкнуться с ними. Такой катастрофой мог быть взрыв Тунгусского метеорита. В 1994 г. комета Шумейкера-Леви упала на Юпитер. Во время этого столкновения выделилась энергия, равная взрыву миллионов ядерных бомб. Солнечный ветер состоит из элементарных частиц и отдельных ядер легких химических элементов, летящих от Солнца.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие тела относятся к малым телам Солнечной системы?
2. Чем отличается болид от метеорита?
3. Из чего состоят кометы?
4. Когда и кем был открыт первый астероид?

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Астероиды – это:**

- А. небольшие небесные тела, обращающиеся вокруг Солнца по весьма вытянутой орбите;
- Б. достаточно крупные тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца, между орбитами Марса и Юпитера.
- В. крупные тела правильной формы, обращающиеся вокруг Солнца;
- Г. мельчайшие тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца.

**2. Самый большой из найденных метеоритов весил около:**

- А. 30 т;
- Б. 100 т;
- В. 60 т;
- Г. 20 т.

**3. Упавшие на Землю космические тела называют:**

- А. болидами;
- Б. кометами;
- В. метеорами;
- Г. метеоритами.

**4. Хвост кометы состоит из:**

- А. льда и мелкой пыли;
- Б. крупных твердых частиц и льда;
- В. газа и мелкой пыли;
- Г. крупных твердых частиц, льда и газов.

**5. По мнению учёных, пояс астероидов – это куски несформировавшейся планеты:**

- А. Церера;
- Б. Плутон;
- В. Фаэтон;
- Г. Фетида.

**6. Плазменный хвост кометы направлен:**

- А. к Солнцу;
- Б. по траектории движения за кометой;
- В. от Солнца;

Г. по траектории движения перед кометой.

**7. Имеют вид огненного шара и оставляют после своего полёта след, который можно наблюдать в течение 15 минут:**

А. астероиды;

Б. кометы;

В. метеоры;

Г. болиды.

**8. Когда мелкие камешки и песчинки влетают в атмосферу Земли с огромными скоростями, возникают:**

А. метеоры;

Б. кометы;

В. метеориты;

Г. астероиды.

**9. Самый большой известный метеорит:**

А. Тунгусский;

Б. Гоба;

В. Челябинский;

Г. Галлея.

**10. Кометы – это:**

А. небольшие небесные тела, обращающиеся вокруг Солнца по весьма вытянутой орбите;

Б. достаточно крупные тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца, между орбитами Марса и Юпитера.

В. крупные тела правильной формы, обращающиеся вокруг Солнца;

Г. мельчайшие тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца.

**11. Крупнейший астероид – это ...**

А. Юнона;

Б. Галлея;

В. Паллада;

Г. Веста.

**12. «Парящими в воздухе» принято называть:**

А. малые планеты;

Б. кометы;

В. метеоры;

Г. метеориты.

**13. Звездоподобными называют:**

А. астероиды;

Б. кометы;

В. метеоры;

Г. метеориты.

**14. Главный пояс астероидов проходит:**

А. между орбитами Венеры и Земли;

Б. между орбитами Земли и Марса;

В. между орбитами Марса и Юпитера;

Г. между орбитами Юпитера и Сатурна.

**15. Твёрдое тело космического происхождения, упавшее на поверхность Земли, называется:**

А. метеором;

Б. кометой;

В. метеоритом;

Г. астероидом.

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Малые тела Солнечной системы.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ															

### Образец оформления практического занятия

Ответы на практическое занятие по теме: Малые тела Солнечной системы.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ	Б	В	Г	В	В	В	Г	А	Б	А	Г	В	А	В	В

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 12

### *Метеориты. Кометы и метеоры.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Метеориты. Кометы и метеоры», закрепить умения различать малые тела по их основным параметрам и свойствам.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Метеориты. Кометы и метеоры».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Метеориты. Кометы и метеоры».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

**Кометы** (греч. *kometes* – длинноволосый) – небольшие тела Солнечной системы, движущиеся по сильно вытянутым эллиптическим или даже параболическим орбитам. У некоторых комет перигелии находятся близ Солнца, а афелии – за пределами Плутона. Движение комет по орбитам может быть как прямым, так и обратным. Плоскости их орбит лежат в разных направлениях от Солнца. Периоды обращения комет весьма различны: от нескольких лет до многих тысяч лет. Десятая часть известных комет (около 40) появлялась неоднократно; их называют периодическими. В кометах выделяется голова и хвост. Голова состоит из твердого ядра и комы. Ядро – ледяной конгломерат из застывших газов (водяного пара, диоксида углерода, метана, аммиака и др.) с примесью тугоплавких силикатов, углекислых и металлических частиц – железа, марганца, никеля, натрия, магния, кальция и др. Предполагают присутствие в ядре и органических молекул. Ядра комет невелики, поперечник их – от нескольких сотен метров до нескольких (50 – 70) километров. Кома – газово-пылевое окружение (водород, кислород и др.), светящееся при приближении к Солнцу. Близ перигелия из ядра кометы под влиянием солнечного тепла и корпускулярных потоков происходит «испарение» (возгонка) замерзших газов и образуется светящийся хвост кометы, иногда не один. Он состоит из разреженных газов и мелких твердых частиц и направлен в сторону, противоположную Солнцу. Длина хвостов достигает сотен миллионов километров. Земля уже не раз попадала в хвосты комет, например в 1910 г. Это вызвало тогда сильное беспокойство людей, хотя никакой опасности для Земли попадание в кометные хвосты не представляет: они столь разрежены, что примесь ядовитых газов, содержащихся в составе кометных хвостов (метан, циан), в атмосфере неощутима.

Среди периодических комет наиболее интересна комета Галлея, названная именем английского астронома, открывшего ее в 1682 г. и вычислившего период обращения (около 76 лет). Именно в ее хвосте оказалась Земля в 1910 г. Последний раз она появилась в небе в апреле 1986 г., пройдя на расстоянии 62 млн км от Земли. Тщательные исследования кометы с помощью космических аппаратов показали, что ледяное ядро кометы – монолитное тело неправильной формы размером около 15x7 км, вокруг которого обнаружена гигантская водородная корона диаметром 10 млн км.

Кометы – недолговечные небесные тела, так как по мере приближения к Солнцу постепенно «тают» за счет интенсивного истечения газов или распадаются на рой метеоров. Метеорное вещество впоследствии более или менее равномерно распределяется по всей орбите родительской кометы. В этом отношении интересна история периодической (около 7 лет) кометы Биелы, открытой в 1826 г. Дважды после открытия астрономы наблюдали ее появление, а в третий раз, в 1846 г., им удалось зафиксировать деление ее на две части, которые при последующих возвращениях все больше отдалялись друг от друга. Затем метеорное вещество кометы растянулось по всей орбите, при пересечении которой Землей наблюдался обильный «дождь» метеоров.

Никаких точных данных, что Земля когда-либо сталкивалась с ядром кометы, не зафиксировано. В пределы орбиты Земли ежегодно проникает не более пяти комет. Однако есть версия, что знаменитый Тунгусский «метеорит», упавший в 1908 г. в бассейне реки Подкаменной Тунгуски, близ поселка Ванавара, является небольшим (около 30 м) осколком ядра кометы Энке, который в результате теплового нагрева в атмосфере взорвался, а «лед» и твердые примеси «испарились». При этом взрывной воздушной волной был повален лес на площади в радиусе 30 км.

В 1994 г. ученые наблюдали падение кометы Шумейкеров – Леви на Юпитер. При этом она распалась на десятки осколков по 3 – 4 км в диаметре, которые летели друг за другом с громадной скоростью – около 70 км/с, взрывались в атмосфере и испарялись. При взрывах возникло гигантское горячее облако размером в 20 тыс. км и температурой в 30 000 °С. Падение подобной кометы на Землю закончилось бы для нее космической катастрофой.

Предполагают, что «кометное облако», окружающее Солнце, образовалось вместе с Солнечной системой. Поэтому, исследуя вещество комет, ученые получают сведения о первичном материале, из которого сформировались планеты и спутники. Кроме того, появились предположения об «участии» комет в зарождении жизни на Земле, поскольку радиоспектроскопическими методами доказано наличие в кометах и метеоритах сложных органических соединений (формальдегида, цианоацетилена и др.).

*Метеоры*, называемые обычно «падающими звездами», – это мельчайшие (мг) твердые частицы, которые влетают в атмосферу со скоростью до 50 – 60 км/с, нагреваются из-за трения о воздух до нескольких тысяч градусов Цельсия, ионизируют газовые молекулы, заставляя их излучать свет, и испаряются на высоте 80–100 км над земной поверхностью. Иногда в небе появляется большой и исключительно яркий огненный шар, который может расколоться и даже взорваться во время полета. Такой метеор называют *болидом*.

Подобный огненный шар взорвался 25 сентября 2002 г. в Иркутской области, между поселками Мама и Бодайбо. В небе фиксируются как единичные метеоры, беспорядочно появляющиеся на небосводе, так и группы метеоров в виде *метеорных потоков*, в пределах которых частицы движутся параллельно друг другу, хотя в перспективе кажется, что они разлетаются из одной точки неба, называемой *радиантом*. Метеорные потоки называются по тем созвездиям, в которых расположены их радианты. Земля пересекает орбиту Персеид около 12 августа, Орионид – 20 октября, Леонид – 18 ноября и т. д. Метеорные потоки движутся по орбитам тех астероидов или комет, в результате распада которых они образуются. Орбиты метеорных потоков тщательно изучаются в целях безопасности космических кораблей и аппаратов.

*Метеоритами* (от греч. *meteora* – небесные явления) называются крупные метеорные тела, которые падают на Землю. Ежегодно на земную поверхность выпадает около двух тысяч метеоритов общей массой около 20 тонн. Они представляют собой обломки округло-угловатой формы, покрытые обычно тонкой черной коркой плавления с многочисленными ячейками от сверлящего действия струй воздуха. По своему строению они бывают трех классов: *железные*, состоящие в основном из никелистого железа, *каменные*, в состав которых входят преимущественно силикатные минералы, и *железосиликатные*, состоящие из смеси этих веществ. Среди каменных есть две группы: хондриты (зернистые метеориты) и ахондриты (землистые метеориты). Преобладают каменные метеориты. Физико-химический анализ метеоритов свидетельствует, что они состоят из химических элементов и их изотопов, известных на Земле, что подтверждает единство материи во Вселенной.

Самый крупный метеорит Гоба размером 2,75x2,43 м весом 59 т найден в юго-западной Африке, он железный. Сихотэ-Алинский метеорит (упал в 1947 г.) в воздухе раскололся на тысячи частей и выпал на Землю «железным дождем». Общий вес собранных осколков составляет около 23 т, ими создано 24 ударных кратера от 8 до 26 м в поперечнике. Метеорит Кааба («Черный камень») хранится в мечети г. Мекка в Саудовской Аравии и служит предметом поклонения мусульман. Много метеоритов обнаружено в Антарктиде, встречаются они и в осадках ложа Мирового океана.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Самый крупный метеорит?
2. Чем отличается болид от метеорита?
3. Из чего состоят кометы?
4. Какие бывают метеориты по своему строению?

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. При приближении к Солнцу комета образует:**

- а) ному
- б) кому
- в) лому

**2. Предположительно, долгопериодические кометы прилетают во внутреннюю Солнечную систему из облака:**

- а) Порты
- б) Аорты
- в) Оорты

**3. Тела, находящиеся на окраинах Солнечной системы, как правило, состоят из:**

- а) твердых веществ
- б) летучих веществ
- в) плавающих веществ

**4. На данный момент обнаружено более 400:**

- а) дальнепериодических комет
- б) среднепериодических комет
- в) короткопериодических комет

**5. Знаменитая комета Галлея относится к семейству:**

- а) Юпитера
- б) Нептуна
- в) Урана

**6. Кометы, прибывающие из глубины космоса, выглядят как:**

- а) туманные объекты

- б) разные фигуры
- в) расплывчатые объекты

**7. Ядро кометы представляет собой тело из:**

- а) твёрдых частиц
- б) газообразных частиц
- в) жидких частиц

**8. Как раньше называли метеоры?**

- а) солнечные дети
- б) горящие летуны
- в) падающие звёзды

**9. Чем вызывается явление метеора?**

- а) Зоной конвекции
- б) Метеороидами
- в) Реакциями водорода с гелием

**10. Что наблюдается в спектре вспыхнувшего метеора?**

- а) Линии кремния, кальция, железа
- б) Следы азота, метана и неона
- в) Аммиак, водород и гелий

**11. С какой скоростью метеорные тела, догоняющие Землю, влетают в её атмосферу?**

- а) До 5 км/с
- б) Не менее 11 км/с
- в) Более 52 км/с

**12. Как называется область неба, из которой появляются метеоры?**

- а) Квадрант
- б) Орионид
- в) Радиант

**13. Как называется явление, когда из космического пространства в атмосферу Земли попадает крупное тело?**

- а) Войд
- б) Квазаг
- в) Болид

**14. Какие метеориты составляют более 90% всех падающих на Землю метеоритов?**

- а) Каменные
- б) Магнитные
- в) Железные

**15. Как называются кратеры метеоритного происхождения, обнаруженные на Земле?**

- а) Хондр
- б) Факула
- в) Астроблема

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Кометы и метеоры.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ															

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Кометы и метеоры.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ответ	б	в	б	в	б	а	а	в	б	а	б	в	в	а	в

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/>- Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/>- Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 13

### *Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли», закрепить знания об основных параметрах и свойствах Солнца.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы.**

Солнце – центральное тело Солнечной системы, раскаленный плазменный шар, типичная звезда-карлик спектрального класса G2.

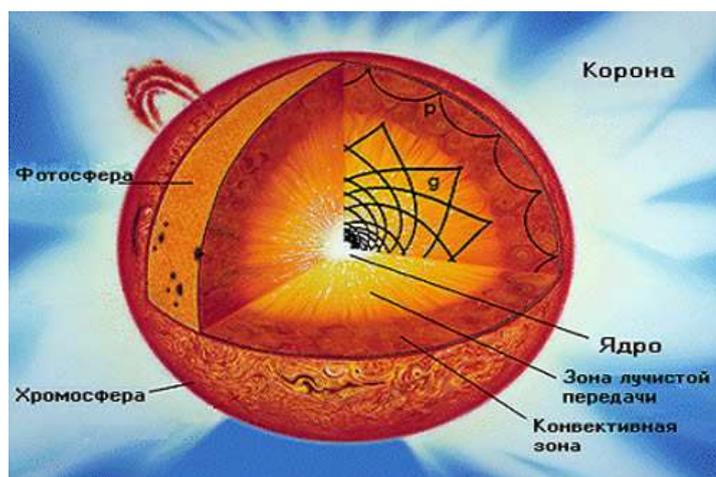
- Масса  $\sim 2 \cdot 10^{23}$  кг
- Радиус 629 тыс. км
- $1,41 \cdot 10^{27}$  м<sup>3</sup>, что почти в 1300 тыс. раз превосходит объем Земли,
- средняя плотность  $1,41 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,
- светимость  $3,86 \cdot 10^{23}$  кВт,
- эффективная температура поверхности (фотосфера) 5780 К,
- период вращения (синодический) изменяется от 27 сут на экваторе до 32 сут. у полюсов,
- ускорение свободного падения 274 м/с<sup>2</sup> (при таком огромном ускорении силы тяжести человек массой 60 кг весил бы более 1,5 т.).

В центральной части Солнца находится источник его энергии. Эта область называется ядром. В ядре, где температура достигает 15 МК, происходит выделение энергии. Ядро имеет радиус не более четверти общего радиуса Солнца. Однако в его объеме сосредоточена половина солнечной массы и выделяется практически вся энергия, которая поддерживает свечение Солнца.

Сразу вокруг ядра начинается зона лучистой передачи энергии, где она распространяется через поглощение и излучение веществом порций света – квантов. Кванту требуется очень много времени, чтобы просочиться через плотное солнечное вещество наружу. Так что если бы печка внутри Солнца вдруг погасла, то мы узнали бы об этом только миллионы лет спустя.

На своём пути через внутренние солнечные слои поток энергии встречает такую область, где непрозрачность газа сильно возрастает. Это конвективная зона Солнца. Здесь энергия передаётся уже не излучением, а конвекцией. Конвективная зона начинается примерно на

расстоянии 0,7 радиуса от центра и простирается практически до самой видимой поверхности Солнца (фотосферы), где перенос основного потока энергии вновь становится лучистым.



Фотосфера – это излучающая поверхность Солнца, которая имеет зернистую структуру, называемую грануляцией. Каждое такое зерно размером почти с Германию и представляет собой поднявшийся на поверхность поток горячего вещества. На фотосфере часто можно увидеть относительно небольшие темные области - солнечные пятна. Они на  $1500^{\circ}\text{C}$  холоднее окружающей их фотосферы, температура которой достигает  $5800^{\circ}\text{C}$ . Из-за разницы температур с фотосферой эти пятна и кажутся при наблюдении в телескоп совершенно черными. Над фотосферой расположен следующий, более разреженный слой, называемый хромосферой, то есть окрашенной сферой. Такое название хромосфера получила благодаря своему красному цвету. И, наконец, над ней находится очень горячая, но и чрезвычайно разреженная часть солнечной атмосферы - корона.

Наше Солнце – это огромный светящийся газовый шар, внутри которого протекают сложные процессы и в результате непрерывно выделяется энергия. Благодаря солнечной энергии дуют ветры, осуществляется круговорот воды в природе, нагреваются моря и океаны, развиваются растения, животные имеют корм. Именно благодаря солнечному излучению на Земле существуют ископаемые виды топлива. Солнечная энергия может быть преобразована в теплоту или холод, движущую силу и электричество.

Солнечная энергия является источником общей циркуляции атмосферы и циркуляции воды в океанах. Она как бы создаёт гигантскую систему водяного и воздушного отопления нашей планеты, перераспределяя тепло по земной поверхности.

Солнце излучает огромное количество энергии - приблизительно  $1,1 \times 10^{20}$  кВт·ч в секунду. Внешние слои атмосферы Земли перехватывают приблизительно одну миллионную часть энергии, излучаемой Солнцем, или приблизительно 1500 квадрильонов кВт·ч ежегодно. Однако только 47% всей энергии, или приблизительно 700 квадрильонов кВт·ч, достигает поверхности Земли. Остальные 30% солнечной энергии отражается обратно в космос, примерно 23% испаряют воду, 1% энергии приходится на волны и течения и 0,01% - на процесс образования фотосинтеза в природе.

Основное вещество, составляющее Солнце, - водород, на его долю приходится около 71% всей массы светила. Почти 27% принадлежит гелию, а остальные 2% - более тяжелым элементам, таким как углерод, азот, кислород и металлы. Главным «топливом» Солнца служит именно водород. Из четырех атомов водорода в результате цепочки превращений образуется один атом гелия. А из каждого грамма водорода, участвующего в реакции, выделяется  $6 \times 10^{11}$  Дж энергии!

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие элементы входят в состав Солнца?

2. Что находится в центре Солнца?
3. К какому спектральному классу относится Солнце?
4. Перечислите зоны, входящие в состав Солнца.

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Чему равна мера длины «астрономическая единица»?**

1. Расстоянию от Солнца до Меркурия
2. Расстоянию от Солнца до Венеры
3. Расстоянию от Солнца до Земли
4. Расстоянию от Солнца до Юпитера

**2. Последним этапом жизненного цикла Солнца является:**

1. Черная дыра
2. Нейтронная звезда
3. Белый карлик
4. Красный гигант

**3. Какая доля от общей массы Солнечной системы содержится в Солнце?**

1. 99,87%
2. 75,67%
3. 49,32%
4. 28,96%

**4. Возраст Солнца составляет примерно:**

1. 3 миллиарда лет
2. 4,5 миллиарда лет
3. 7,2 миллиарда лет
4. 10 миллиардов лет

**5. Какая из перечисленных миссий занимается изучением Солнца?**

1. Hayabusa2
2. MESSENGER
3. SOHO
4. Kepler

**6. К какому типу звезд по спектральной классификации относится Солнце?**

1. Белый карлик
2. Желтый карлик
3. Белый гигант
4. Красный гигант
5. Красный карлик

**7. В какой области Млечного Пути располагается Солнце?**

1. Рукав Ориона
2. Горизонт событий
3. Рукав Персея
4. Темная зона

**8. Что такое «солнечный ветер»?**

1. Поток ионизированных частиц, распространяющийся до границ гелиосферы
2. Последняя внешняя оболочка Солнца
3. Комплекс явлений, вызванных генерацией сильных магнитных полей на Солнце
4. Выброс вещества из солнечной короны

**9. Цикл солнечной активности составляет примерно:**

1. 5 лет
2. 11 лет
3. 28 лет

4.117 лет

**10.В основном Солнце состоит из:**

- 1.Гелия
- 2.Кислорода
- 3.Углерода
- 4.Водорода

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ										

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь Земли.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	3	3	1	2	3	2	1	1	2	4

**Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 14

### Решение задач по теме: Законы Кеплера.

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Законы Кеплера», освоить методику решения задач, используя законы движения планет.

#### Задачи:

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Законы Кеплера».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Законы Кеплера».

#### Задачи практической работы:

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Решить 4 практические задачи.
4. Оформить решение в тетради.

#### Обеспеченность занятия (средства обучения):

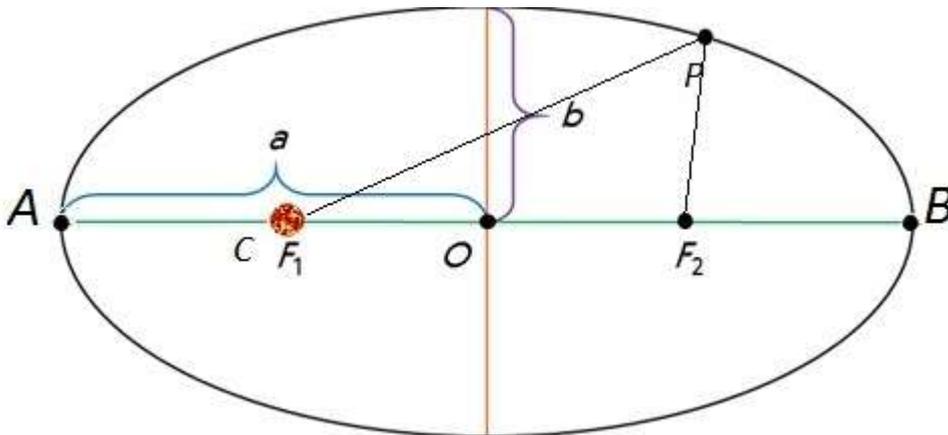
1. Тетрадь для практических работ (в клетку, 12 листов).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

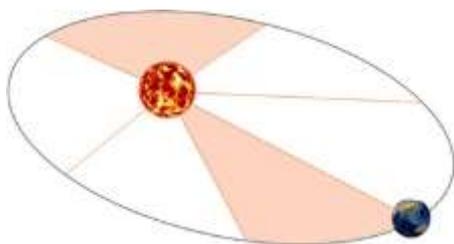
#### Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы

При решении задач неизвестное движение сравнивается с уже известным путём применения законов Кеплера и формул синодического периода обращения.

**Первый закон Кеплера.** Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.



**Второй закон Кеплера.** Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади.



**Третий закон Кеплера.** Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Для определения масс небесных тел применяют *обобщённый третий закон Кеплера* с учётом сил всемирного тяготения:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где  $M_1$  и  $M_2$  -массы каких-либо небесных тел, а  $m_1$  и  $m_2$  - соответственно массы их спутников.

Обобщённый третий закон Кеплера применим и к другим системам, например, к движению планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты. Для этого сравнивают движение Луны вокруг Земли с движением спутника вокруг той планеты, массу которой определяют, и при этом массами спутников в сравнении с массой центрального тела пренебрегают. При этом в исходной формуле индекс надо отнести к движению Луны вокруг Земли массой  $M_{\oplus}$ , а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой  $M_p$ . Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

$$M_p = \frac{T_L^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_L^3} \cdot M_{\oplus},$$

где  $T_L$  и  $a_L$ - период и большая полуось орбиты спутника планеты,  $M_{\oplus}$  -масса Земли.

Формулы, определяющие соотношение между сидерическим (звёздным)  $T$  и синодическим периодами  $S$  планеты и периодом обращения Земли, выраженными в годах или сутках,

а) для внешней планеты формула имеет вид:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$$

б) для внутренней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Сформулировать первый закон Кеплера.
2. Сформулировать второй закон Кеплера.
3. Сформулировать третий закон Кеплера.

4. Записать формулы законов Кеплера.

**Задания для практического занятия:**

**Задание 1:** За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

**Задание 2:** Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

**Задание 3:** Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

**Задание 4:** Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

1. В первом задании, опираясь на теоретический материал, нужно определить полный оборот Марса вокруг Солнца.
2. Во втором задании, опираясь на теоретический материал, нужно найти массу Юпитера.
3. В третьем задании, опираясь на теоретический материал, нужно найти большую полуось орбиты планеты.
4. В четвертом задании, опираясь на теоретический материал, нужно найти массу планеты Уран.

**Образец оформления практического занятия**

**Задание 1.** Для решения задачи используем третий закон Кеплера:  $\frac{T_1^2}{T_\oplus^2} = \frac{a_1^3}{a_\oplus^3}$

Дано:

$$a_1 = 1,5 \text{ а.е.} \quad T_1 = \sqrt{\frac{T_\oplus^2 \cdot a_1^3}{a_\oplus^3}} = \frac{T_\oplus \cdot a_1}{a_\oplus} \sqrt{\frac{a_1^3}{a_\oplus}}$$

$$a_\oplus = 1 \text{ а.е.}$$

$$T_\oplus = 1 \text{ г.} \quad T_1 = \frac{1 \cdot 1,5}{1} \sqrt{\frac{1,5^3}{1}} = 1,5 \sqrt{1,5} \approx 1,9 \text{ г.}$$

Найти:

$T_1$  -?

Ответ: Марс совершает полный оборот вокруг Солнца примерно за 1,9 года.

**Задание 2.** Для решения задачи используем формулу  $M_{II} = \frac{T_{II}^2}{T_I^2} \cdot \frac{a_I^3}{a_{II}^3} \cdot M_\oplus$

Дано:

$$M_\oplus = 1$$

$$T = 27,32 \text{ сут.}$$

$$a = 3,84 \cdot 10^5 \text{ км}$$

$$T_1 = 1,77 \text{ сут.}$$

$$a_1 = 4,22 \cdot 10^5 \text{ км}$$

$$M_{II} = \frac{(27,32)^2 \cdot (4,22 \cdot 10^5)^3}{(1,77)^2 \cdot (3,84 \cdot 10^5)^3} \cdot M_\oplus \approx 317 M_\oplus$$

Ответ: Масса Юпитера составляет примерно 317 масс Земли.

Найти:

$M_{II}$  -?

**Задание 3.** Большую полуось орбиты можно определить из третьего закона Кеплера:

Дано:	$\frac{T^2}{T_{\otimes}^2} = \frac{a^3}{a_{\otimes}^3}$ отсюда: $a^3 = a_{\otimes}^3 \cdot \frac{T^2}{T_{\otimes}^2}$
$S=2$ года	Звёздный период $T$ найдём из соотношения
$T_{\otimes}=1$ г.	$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\otimes}} - \frac{1}{T}$ , $T = \frac{T_{\otimes} \cdot S}{S - T_{\otimes}}$ , $T=2$ года
Найти: $a$ -?	$a = \sqrt[3]{\frac{(1 \text{ а.е.})^3 \cdot (2 \text{ год})^2}{(1 \text{ год})^2}} \approx 1,59 \text{ а.е.}$
	$a_{\otimes}=1 \text{ а.е.}$
	Ответ: $a \approx 1,59 \text{ а.е.}$

**Задание 4.** Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

Задание 4.	Решение
Дано:	
$a=438$ тыс. км	$\frac{T^2(M_Y + m_T)}{T_L^2(M_3 + m_L)} = \frac{a^3}{a_L^3}$
$T=8,7$ сут.	Пренебрегая массами Титания и Луны $m_T$ и $m_L$ получим, что
$a_L=384$ тыс.км	$M_Y = \left(\frac{a}{a_L}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_L}{T}\right)^2 \cdot M_3$ $M_Y = \left(\frac{438}{384}\right)^3 \cdot \left(\frac{27,3}{8,7}\right)^2 \cdot 1 = 14,6$
$T_L=27,3$ сут.	
$M_3=1$	
Найти: $M_Y$ -?	Ответ: 14.6 массы Земли.

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. *Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>*

Кессельман В.С. *Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>*

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 15

### *Двойные звезды. Звездные системы. Экзопланеты.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Двойные звезды. Звездные системы. Экзопланеты», уметь различать по типам, свойствам и характеристикам двойные звезды, научиться различать экзопланеты по характеристикам, типам, изучить основные методы их поиска.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Двойные звезды. Звездные системы. Экзопланеты».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Двойные звезды. Звездные системы. Экзопланеты».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

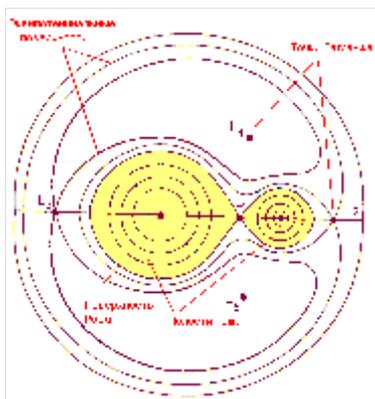
**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Двойные звезды – достаточно распространенные объекты в наблюдаемой Вселенной. Но, невзирая на это, они вызывают неподдельный интерес у астрономов всего мира.

Ученые утверждают, что двойные звезды составляют примерно половину всех звезд нашей галактики. Двойная звезда представляет собой систему, состоящую из двух объектов (звезд), связанных между собой гравитационными силами. Обе звезды, входящие в систему, вращаются вокруг общего центра их масс. Расстояния между звездами могут отличаться, равно как и масса этих звезд, а также их размеры. Обе звезды, входящие в гравитационную систему, могут иметь, как схожие, так и отличительные характеристики. Например, звезда А может иметь большую массу или размер, чем звезда В. Двойные звезды помечают латинскими буквами традиционно. Обычно буквой «А» помечают более яркого и массивного компаньона. Буквой «В» — менее яркую и массивную звезду. Ярким примером системы двойной звезды выступает ближайшая к нам звездная система – Альфа Центавра А и В. Она представляет собой целостную систему из двух звезд. Сама же Альфа Центавра состоит из трех компонентов. Если взглянуть на эту звезду, не прибегая к помощи различных оптических приборов, невооруженным глазом она будет визуально восприниматься, как одна звезда. Если посмотреть на нее через телескоп, то мы отчетливо увидим два, а то и три компонента этой системы. В качестве других примеров двойных звезд можно привести систему Бета Лиры, систему Бета Персея (Альголь), Сириус и другие звезды. Астрономами было уже давно обнаружено, что двойные звезды могут отличаться по типу своего происхождения, физическим параметрам и прочим характеристикам. По этой причине ученые предложили классифицировать эти

объекты небесной сферы. Условно двойные звезды разделяют на два типа: звезды, между которыми не происходит обмена масс, и звезды, между которыми он происходит, происходил или будет происходить в будущем. Последние, в свою очередь, подразделяются на контактные и полуразделенные. В контактных системах обе звезды заполняют свои полости Роша. В полуразделенных – только одна звезда. Помимо представленной выше классификации, двойные звезды можно разделить по способу их наблюдения. Так, существуют астрометрические, затемненные, спектральные и визуальные двойные звезды. Астрометрические двойные звезды обнаруживаются на небе путем наблюдения изменений и нелинейности движения видимого объекта системы. Таким способом часто астрономы обнаруживают коричневые карлики, которые иными путями зафиксировать не удастся. Затемненные двойные звезды можно обнаружить путем фиксации изменения блеска в паре звезд. Во время вращения звезды-компаньоны как бы затмевают друг друга, и за счет этого выдают себя, как двойная звезда. Метод спектрального обнаружения двойной звезды заключается в измерении на протяжении нескольких ночей. Смещение линий спектра звезды на протяжении некоторого времени, большая разница между минимальной и максимальной скоростью звезды, изменение лучевых скоростей – все это может указать на то, что наблюдаемое нами небесное тело – двойная звезда. Визуальный метод обнаружения двойных звезд самый простой. При помощи мощного телескопа мы можем обнаружить двойные звезды, которые удобны для визуального наблюдения и находятся на сравнительно недалеком от нас расстоянии. Интересным феноменом, который тесно связан с двойными звездами, является парадокс Алголя. Алголь – это двойная звезда, которая находится в созвездии Персея. Согласно общей теории эволюции небесных светил, чем больше масса звезды, тем быстрее она проходит все стадии эволюции. Но Парадокс Алголя заключается в том, что Алголь В – компонент двойной звезды, который обладает меньшей массой, эволюционно старше более массивного компонента этой системы – Алголь А. Ученые считают, что данный парадокс напрямую связан с эффектом перетекания масс в тесных двойных системах, за счет которого меньшая по размерам звезда могла эволюционировать быстрее более массивного компонента системы. С Парадоксом Алголя тесно связано еще одно интересное астрономическое явление, свойственное двойным звездам – это обмен массами между ними. Компоненты двойных звезд способны обмениваться своими массами и частицами друг с другом. У каждого из компонентов есть полость Роша – область, в которой гравитационные силы одного компаньона преобладают над гравитационными силами другого. Точка соприкосновения полостей Роша обеих звезд именуется точкой Лагранжа. Через эту точку возможно перетекание вещества одного компаньона к другому. Интересным явлением, связанным с двойными звездами, можно также считать симбиотические системы двойных звезд. Данные системы состоят, как правило, из красного гиганта и белого карлика, которые вращаются вокруг общего центра масс.



## Сечение поверхностей равного потенциала в модели Роша в орбитальной плоскости двойной системы

Продолжительность жизни таких систем сравнительно невелика. Однако для них характерны новоподобные вспышки, которые способны увеличить яркость звезды в 2-3 раза. Кроме того, симбиотическим двойным звездам свойственны и другие интересные астрофизические характеристики, которые привлекают умы астрономов всего земного шара. Происхождение и эволюция двойных звезд происходит, в принципе, по тому же сценарию, что и у обычных звезд. Однако есть некоторые нюансы, которые отличают происхождение и эволюцию двойных систем от происхождения и эволюции одиночных светил. Как и одинарные звезды, двойные системы образуются под влиянием гравитационных сил из газопылевого облака. В современной астрономии существует три наиболее популярных теории образования двойных звезд. Первая из них связывает образование двойных систем с разделением на раннем этапе общего ядра протооблака, которое послужило материалом для возникновения двойной системы. Вторая теория связана с фрагментацией протозвездного диска, в результате чего могут появиться не только двойные, но и многократные системы звезд. Происходит фрагментация протозвездного диска на более позднем этапе, чем фрагментация ядра. Последняя теория гласит, что образование двойных звезд возможно путем динамических физико-химических процессов внутри протооблака, которое служит материалом для образования звезд.

Экзопланета – это вне солнечная планета вращающаяся вокруг своей звезды. С момента первого обнаружения их в конце 1980-х г. таких планет на сегодня было обнаружено более 4000, но многие из них являются не подтвержденными. Согласно официальным данным на 21 марта 2016 года было достоверно подтверждено присутствие в 1341 солнечных системах 2097 различных планет данного типа.

Долгое время было затруднительно обнаружить такие планеты, т.к. они слишком малы и невидны на таком огромном межзвездном расстоянии. К примеру, до ближайшей звезды нужно лететь четыре с половиной года со скоростью света. Все такие планеты были обнаружены только в Млечном пути на различных расстояниях. Самая ближайшая из них является Альфа Центавра В b, примерное удаление от нас 4,36 световых года.

Большинство обнаруженных экзопланет похожи на газовые гиганты Юпитер и Нептун. По мнению многих ученых, общее количество таких планет в нашей галактике Млечный путь может достигать примерно 100 миллиардов, а до 20 миллиардов таких планет можно отнести к классу «землеподобных». Существует мнение, что около 34 % всех солнцеподобных звезд могут иметь землеподобные планеты в обитаемой зоне. Самая большая вероятность обнаружить обитаемую планету это, поиски вблизи коричневых карликов. Такие погасшие звезды самые старые в нашей галактике, их возраст может достигать до 14 миллиардов лет, а планеты в этих солнечных системах намного древнее нашей Земли.

Первым в истории сообщением о существовании некоего небесного тела у другой звезды, был астроном Мадрасской обсерватории, капитан В.С.Джейкоб. Сделанные им записи в 1855 году сообщали, что есть высокая вероятность существования космического тела размером с планету в системе 70 Змееносца (двойная система). Позднее в 1890 году Томас Дж. Си, астроном из Чикагского университета подтвердил догадку Джейкоба. Он сообщил, что двойная система 70 Змееносца имеет некий невидимый спутник звезды, с периодом обращения в 36 лет. Однако проведенные расчеты астрофизика Ф.Р.Мультона опровергают наличия экзопланеты в данной системе и по состоянию на 2014 год они не опровергались.

В 1916 году астроном Эдуард Барнард обнаружил звезду, которая представляла собой быстро смещающуюся красную точку на звездном небе. Эта небольшая звезда имеет массу меньшую, чем Солнце в 7 раз. Исходя из этого в 1960-х годах, астроном Питер Ван

де Камп попытался вычислить у «Летающей звезды Барнарда» ее спутник. Он сообщил, что звезда имеет свой спутник с массой как у Юпитера. Новые расчеты Дж. Гейтвуда в 1973 году опровергли наличия у этой звезды своих массивных планет.

Благодаря развитию науки в 1980 годах астрономы стали применять новые методы для обнаружения потенциальных экзопланет. В частности поиски начали с применением высокоточных спектрометров и новых научных методов.

В 1989 году сверхмассивная планета (или коричневый карлик) была найдена Д. Латамом около звезды HD 114762 A. Однако её планетный статус был подтверждён только в 1999 году. Авторское представление о транзите планеты GJ 1214b перед своей звездой.

Первые потенциальные к жизни планеты — Драугр и Полтергейст — были обнаружены у нейтронной звезды Лич, их открыл астроном Александр Вольшчан в 1991 году. Эти планеты были признаны вторичными, возникшими уже после взрыва сверхновой.

В 1995 году астрономы Мишель Майор и Дидье Келос с помощью сверхточного спектрометра обнаружили покачивание звезды Гельвеций с периодом 4,23 сут. Планета Димидий, вызывающая покачивания, напоминает Юпитер, но находится в непосредственной близости от светила. В среде астрономов планеты этого типа называют «горячими юпитерами». В дальнейшем путём измерения лучевой скорости звёзд и поиска их периодического доплеровского изменения (метод Доплера) было обнаружено несколько сотен экзопланет.

В августе 2004 года в системе звезды Сервантес ( $\mu$  Жертвенника) была обнаружена первая планета — горячий нептун Кихот. Она обращается вокруг светила за 9,55 суток, на расстоянии 0,09 а. е., температура на поверхности  $\sim 900$  К (+626 °С), масса  $\sim 14$  масс Земли. Первая сверхземля, обращающаяся вокруг нормальной звезды (а не пульсара), была обнаружена в 2005 году около звезды Глизе 876. Её масса — 7,5 масс Земли.

В 2004 году было получено первое изображение (в инфракрасных лучах) кандидата в экзопланеты у коричневого карлика 2M1207. 13 ноября 2008 года впервые удалось получить изображение сразу целой планетной системы — снимок трёх планет, обращающихся вокруг звезды HR 8799 в созвездии Пегаса. Это первая планетная система, открытая у горячей белой звезды раннего спектрального класса (A5). Все открытые ранее планетные системы (за исключением планет у пульсаров) были обнаружены вокруг звёзд более поздних классов (F-M). 13 ноября 2008 года также впервые удалось обнаружить планету Дагон вокруг звезды Фомальгаут путём прямых наблюдений.

В 2011 году Дэвид Беннетт из Университета Нотр-Дам объявил на основе наблюдений 2006—2007 годов на 1,8-метровом телескопе Университетской обсерватории Маунт-Джон в Новой Зеландии об открытии с помощью метода микролинзирования 10 одиночных юпитероподобных планет. Правда, две из них могут быть высокоорбитальными спутниками ближайших к ним звёзд. В сентябре 2011 года было объявлено об открытии двух подобных планет KIC 10905746 b и KIC 6185331 b любителями астрономии в рамках проекта Planet Hunters, предназначенного для анализа данных собранных телескопом «Кеплер». При этом упоминалось о 10 кандидатах в планеты, но на тот момент только два из них с достаточной степенью уверенности определялись учёными как экзопланеты. Планеты были найдены добровольными участниками проекта среди данных, которые профессиональные астрономы по тем или иным причинам отсеяли и если бы не помощь добровольцев, то эти планеты вероятно остались бы неоткрытыми.

5 декабря 2011 года телескопом Кеплер была обнаружена первая сверхземля в обитаемой зоне — Kepler-22 b. 20 декабря 2011 года телескопом Кеплер у звезды Кеплер-20 были обнаружены первые экзопланеты размером с Землю и меньше — Kepler-20 e (радиусом 0,87 земного и массой от 0,39 до 1,67 масс Земли) и Kepler-20 f (0,045 массы Юпитера и 1,03 радиуса Земли).

22 февраля 2012 года учёные из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики на расстоянии 40 световых лет от Земли открыли первую суперземлю, предположительно являющуюся планетой-океаном — GJ 1214 b. Последние данные транзитных проходов

позволяют судить о наличии у GJ 1214 b протяжённой водородно-гелиевой атмосферы, низком уровне метана и слое облаков на уровне давления 0,5 бар, что не соответствует свойствам атмосферы с устойчивым доминированием водяных паров. Период обращения планеты вокруг звезды — красного карлика — 38 часов, расстояние составляет около 2 миллионов километров. Температура на поверхности планеты составляет примерно 230 °С. В 2015 году была обнаружена новая планета, похожая на молодой Юпитер.

Современные методы обнаружения экзопланет в других звездных системах.

**1. Метод Доплера** — спектрометрический, стал самым распространенным методом для обнаружения потенциальных экзопланет оп массе в несколько масс Земли находящихся рядом от звезды и планеты газовые-гиганты, с периодом обращения до 10 лет. Метод заключается в вычислении радиальной скорости звезды. Планета, когда вращается вокруг своей звезды, как бы раскачивает ее, смещая ее спектр (Доплеровское смещение спектра звезды). Данным методом удалось обнаружить на 2011 год 647 планет.

**2. Метод транзитного прохождения** — этот метод заключается в наблюдении за изменением яркости звезды в момент прохождения на ее фоне планеты. Данный метод требует долгого наблюдения за звездой и если транзит был зафиксирован, то требуется неоднократное его подтверждение. Плюсом такого метода является определение размеров планеты, состав и наличие атмосферы (с применением спектрографа). Минусом данного метода является возможность увидеть планету только если она находится в одной плоскости при наблюдении. На 2011 год было обнаружено 185 потенциальных планет.

**3. Метод гравитационного микролинзирования.** При вычислении подобных объектов требуется, что бы между предполагаемой планетой и наблюдателем на Земле находилась другая звезда (играющая роль линзы). В том случае, если у звезды-линзы есть спутники планеты, то наблюдается асимметричная кривая блеска. Этот метод применяется крайне редко, но при его помощи можно вычислить планеты с Земной массой.

На 2011 год данным методом вычислили 13 планет.

**4. Астрометрический метод** предполагает изменение пространственного движения звезды под воздействием гравитационного потенциала планеты. В основном этим методом производится уточнение массы и размер ранее обнаруженной экзопланеты, в частности были уточнены размеры Эпсилона Эридана b.

**5. Радионаблюдение пульсаров.** Крайне сложный метод обнаружения планет Земной группы, он заключается в измерении направленных пучков энергии излучаемых от пульсара. Если вокруг пульсара вращается некая планета, то излучаемый сигнал, имеет особенный осциллирующий характер. На 2010 год обнаружили 5 планет у двух пульсаров.

**6. Прямое наблюдение.** Данным методом можно вычислить планеты удаленные от своей звезды на расстоянии от 10 до 100 астрономических единиц. Удаленный планеты достаточно горячи поэтому изображение тяготеет к выбору звёзд. Ярким примером обнаружения стала планетарная система HR 8799. Ученые из NASA предполагают, что «Космический телескоп имени Джеймса Уэбба» с 6,5 метровым зеркалом сможет напрямую распознавать экзопланеты и наличие у них атмосферы.

Типы экзопланет обнаруженных астрономами: Благодаря огромным размерам, такие газовые гиганты проще обнаружить у далеких звезд современными методами.

Первая планета газовый гигант «Горячий Юпитер», стала 51 Пегаса. Находится она в планетарной системе со спокойной звездой в 50 световых годах от Земли.

Первую планету, вращающуюся вокруг пульсара PRS B1257+12, обнаружили в 1994 году с помощью радиотелескопа с расстояния в 800 световых лет от Земли. Пульсар это не простая звезда, а быстро вращающийся стробоскоп, образовавшийся после взрыва сверхновой. Предполагается, что зарождение жизни на таких планетах крайне мала т.к. экзопланеты находятся в зоне крайне высоких энергий излучаемых пульсаром.

**Суперземля:** Данные типы планет имеют массу до 10 масс Земли. Первой такой обнаруженной планетой, стала пара планет возле звезды PSR B1257+12.

Предполагается, что планета Суперземля имеет чрезвычайно тектоническую активность. Астрономы из Гарвард-Смитсонского университета разрабатывают теорию, что на таких планетах тонкие тектонические плиты.

**Эксцентрические планеты:** Солнечная система довольно четко сбалансирована.

Планеты в ней вращаются по ровным орбитам. Обнаруженные эксцентрические странные планеты не вращаются по ровному кругу вокруг звезды. Их орбита то приближается к звезде, то удаляется.

**Горячие Нептуны:** Такие планеты имеют массу от 10 до 20 от массы Земли, то есть как Нептун или Уран. В отличие от «Холодного Нептуна» горячий Нептун находится ближе к звезде.

**Планета Океан:** Такие планеты могут быть двух типов. Планета с жидкой водой покрытая полностью или почти полностью.

Вторым вариантом может быть планета океан как «Горячий Нептун» но расположенная ближе к звезде. Такое расположение не дает воде заледенеть. Толщина водяного слоя может достигать пару тысяч километров.

**Хтоническая планета:** Такие планеты очень близко расположены к своим звездам, покрыты они раскаленным камнем и лавой. На их поверхностях происходит настоящий Ад. К примеру, обнаруженная планета CoRoT-7b ближе на 23 раза к звезде, чем наш Меркурий.

**Планета-сирота:** В основном планеты привязаны гравитацией к звездам, но есть теория, что под действием неких процессов или столкновений, планета может оторваться от своей звезды, и пустится в свободное плавание.

Настоящим кладом для астрономов стал поиск обитаемых планет. Благодаря современной аппаратуре, ученые обнаружили ряд звездных систем с планетами похожими на Солнечную систему. К примеру звезда 55 Рака имеет 5 подтвержденных экзопланет, а удалена от нас на расстояние всего в 41 световой год.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Какие звезды называются двойными?
2. Как появляются двойные звезды?
3. Что такое Алголь?
4. На какие типы разделяют двойные звезды?
5. Что такое экзопланеты?
6. Перечислите современные методы обнаружения экзопланет.
7. Перечислите типы экзопланет.

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Ближко расположенные пары звезд...**

1. звезды - близнецы
2. двойные звезды
3. нет верного ответа

**2. Выберите виды двойных звезд.**

1. оптические
2. сферические
3. мерцающие
4. физические

**3. Выберите первую, известную еще в древности, двойную пару звезд.**

1. Мицар, Канопус
2. Алькор, Капелла
3. Мицар, Алькор

**4. Системы с большим числом звезд...**

1. Тройные звезды
2. Звездные скопления

3. Созвездия

**5. Назовите астронома, который первый составил список двойных звезд.**

1. Уильям Гершель
2. Михаил Ломоносов
3. Галилео Галилей

**6. Разности звездных величин в минимуме и максимуме блеска.**

1. период переменности
2. амплитуда
3. угловая скорость
4. частота колебаний

**7. Промежуток времени между двумя последовательными наименьшими минимумами.**

1. период переменности
2. амплитуда
3. угловая скорость
4. частота колебаний

**8. Какие звезды называются спектрально- двойные?**

1. звезды, двойственность которых устанавливается лишь на основании оптических наблюдений
2. звезды, двойственность которых устанавливается лишь на основании спектральных наблюдений
3. нет верного ответа

**9. По способу наблюдения двойные звезды делятся...**

1. визуально - двойные
2. затменно - двойные
3. спектрально - двойные
4. астрономически - двойные

**10. Система двух звезд, связанных силами тяготения и обращающихся около общего центра масс.**

1. оптические двойные звезды
2. физические двойные звезды
3. химические двойные звезды

**11. Что мы называем экзопланетами?**

1. Планеты, полностью покрытые льдом
2. Планеты, находящиеся за пределами Солнечной системы и вращающиеся вокруг звезд
3. Планеты, полностью состоящие из газа
4. Планеты, входящие в состав Солнечной системы

**12. С давних пор человечество стремилось изучить космическое пространство. Когда людям стало достоверно известно о существовании экзопланет?**

1. В 1916 году была открыта планета около звезды Барнарда
2. Первую экзопланету открыли в середине 19 века
3. На рубеже 1980-1990 годов
4. Бруно доказал это еще в 18 веке

**13. Исследователи выделяют несколько типов экзопланет, называя их сообразно с планетами Солнечной системы. Какого типа экзопланет не существует?**

1. Горячие юпитеры
2. Сверхземли
3. Горячие ураны
4. Горячие нептуны

**14. Планетные системы постоянно эволюционируют. И крупные, и мелкие тела меняют свои орбиты. Какое из данных утверждений об этом процессе неверное?**

1. Когда одиночная звезда сбрасывает свои внешние слои газа, их притягивают к себе близлежащие планеты, за счет чего изменяется их размер, масса и орбита
2. Орбита планеты может искажаться из-за присутствия рядом крупного объекта, например, более тяжелой планеты
3. Траектория тела может изменяться из-за того, что одна его сторона нагревается светом звезды и получает небольшой реактивный импульс
4. Главная звезда системы может эволюционировать, потому что у нее сменился источник горения

**15. За последние 20 лет ученые научились не только фотографировать экзопланеты, но и получать их спектр. А для чего он нужен?**

1. Спектр помогает определить свойства поверхности экзопланеты
2. Наблюдая за спектром экзопланеты, можно измерить ее плотность
3. При помощи спектра можно узнать расстояние между экзопланетой и Землей
4. Благодаря спектру экзопланеты можно узнать состав ее атмосферы

**16. Самый главный вопрос - есть ли жизнь на экзопланетах? Какая пятерка элементов в атмосфере экзопланеты наилучшим образом характеризует, что она пригодна для жизни земного типа?**

1. Кислород, гелий, азот, водород, углерод
2. Кислород, озон, вода, метан, углекислый газ
3. Кислород, вода, угарный газ, аммиак, сера
4. Аргон, озон, вода, углекислый газ, азот

**17. Экзопланеты очень далеко от нас, и мы до сих пор знаем о них очень немного. Какую информацию мы пока не можем получить?**

1. Температуру
2. Наличие жизни на экзопланете
3. Радиус и массу экзопланеты
4. Расстояние между экзопланетой и Землей

**18. Звезды иногда взрываются. Скорее всего, массивные звезды не успевают создать звездные системы вокруг себя. Но в некоторых случаях это возможно. Есть несколько сценариев развития событий после сверхновой. Какой ошибочен?**

1. Все планеты, которые вращались вокруг взорвавшейся звезды, разлетаются в разные стороны
2. Когда звезда разрастается перед взрывом, ближайšie к ней планеты падают в ее атмосферу и оказываются внутри красного гиганта
3. Нагревшись от взрыва и притянув к себе внешние слои, которые сбросила звезда, экзопланета может сама стать звездой
4. Планеты теряют атмосферы

**19. А что из этого неправда?**

1. Экзопланеты - океаны почти полностью жидкие
2. Экзопланеты часто открывают транзитным способом
3. У экзопланет есть спутники
4. Другие планетные системы, в отличие от нашей, могут быть неплоскими

**20. Какой инструмент открыл больше всего экзопланет?**

1. Спутник COROT
2. Спутник TESS
3. Спутник PLATO
4. Спутник KEPLER

#### **Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

#### **Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Двойные звезды. Звездные системы.

Экзопланеты.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ																				

### Образец оформления практического занятия

Ответы на практическое занятие по теме: Двойные звезды. Звездные системы.

Экзопланеты.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	2	1,4	3	2	1	2	1	2	1,2,3,4	2	2	3	3	1	4	2	2	3	1	4

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;  
<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение  
<http://www.astronet.ru/>- Российская Астрономическая сеть;  
<http://www.sai.msu.ru/>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга  
<http://www.izmiran.ru/>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;  
<http://www.sai.msu.ru/EAAS/>- Астрономическое общество;  
<http://www.myastronomy.ru/>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;  
<http://www.krugosvet.ru/>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 16

### *Наша Галактика.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Наша Галактика. Радиоизлучения Галактики», изучить основные составляющие Млечного Пути, расположение Солнечной системы и звезд в галактике.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Наша Галактика. Радиоизлучения Галактики».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Наша Галактика. Радиоизлучения Галактики».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Млечный Путь – галактика, в которой находятся Земля, Солнечная система и все отдельные звёзды, видимые невооружённым глазом. Относится к спиральным галактикам с перемычкой. Млечный Путь вместе с Галактикой Андромеды (M31), Галактикой Треугольника (M33) и более чем 40 карликовыми галактиками-спутниками – своими и Андромеды – образуют Местную Группу галактик, которая входит в Местное Сверхскопление (Сверхскопление Девы).

**Открытие Галилея:** Свою тайну Млечный Путь приоткрыл только в 1610 г. Именно тогда был изобретен первый телескоп, который и использовал Галилео Галилей. Знаменитый ученый увидел в прибор, что Млечный Путь – это настоящее скопище звезд, которые при рассмотрении невооруженным глазом сливались в сплошную слабо мерцающую полосу. Галилею даже удалось объяснить неоднородность строения данной полосы. Оно было вызвано наличием в небесном явлении не только звездных скоплений. Присутствуют там и темные облака. Комбинация этих двух элементов и создает удивительный образ ночного явления.

**Открытие Вильяма Гершеля:** Изучение Млечного Пути продолжалось и в 18-м в. В этот период его самым активным исследователем был Вильям Гершель. Известный композитор и музыкант занимался изготовлением телескопов и изучал науку о звездах. Важнейшим открытием Гершеля стал Великий План Вселенной. Этот ученый наблюдал в телескоп планеты и производил их подсчет на разных участках неба. Исследования позволили сделать вывод о том, что Млечный Путь – это своеобразный звездный остров, в котором расположено и наше Солнце. Гершель даже нарисовал схематический план своего открытия. На рисунке звездная система была изображена в виде жернова и имела

вытянутую неправильную форму. Солнце при этом находилось внутри данного кольца, окружавшего наш мир. Именно так представляли нашу Галактику все ученые вплоть до начала прошлого века.

Только в 1920-х годах свет увидела работа Якобуса Каптейна, в которой Млечный Путь описывался наиболее подробно. При этом автором была дана схема звездного острова, максимально похожая на ту, которая известна нам в настоящее время. Сегодня мы знаем, что Млечный Путь – это Галактика, в составе которой находится Солнечная система, Земля и те отдельные звезды, которые видны человеку невооруженным глазом. При изучении галактик Эдвин Хаббл классифицировал их на различные виды эллиптических и спиральных. Спиральные галактики имеют форму диска, внутри которого находятся спиральные рукава. Поскольку Млечный путь имеет форму диска наряду со спиральными галактиками, логично предположить, что он, вероятно, является спиральной галактикой.

В 1930-х годах Р. Дж. Трюмплер понял, что оценки размера галактики Млечный Путь, совершенные Каптейном и другими учеными, были ошибочными, поскольку измерения основывались на наблюдениях с помощью волн излучения в видимой области спектра. Трюмплер пришел к выводу, что огромное количество пыли в плоскости Млечного Пути поглощает свет видимого излучения. Поэтому далекие звезды и их скопления кажутся более призрачными, чем они есть на самом деле. В связи с этим, для получения точного изображения звезд и звездных скоплений внутри Млечного Пути, астрономы должны были найти способ видеть сквозь пыль.

В 1950-х годах были изобретены первые радиотелескопы. Астрономы обнаружили, что атомы водорода излучают радиацию в радиоволнах, и что такие радиоволны могут проникнуть сквозь пыль в Млечном Пути. Таким образом, стало возможно увидеть спиральные рукава этой галактики. Для этого использовалась пометка звезд по аналогии с пометками при измерениях расстояний. Астрономы поняли, что звезды спектрального класса О и В могут послужить для достижения этой цели.

Такие звезды имеют несколько особенностей:

- **яркость** – они весьма заметны и часто встречаются в небольших группах или объединениях;
- **тепло** – они излучают волны разной длины (видимые, инфракрасные, радиоволны);
- **короткое время жизни** – они живут около 100 миллионов лет. Учитывая скорость, с которой звезды вращаются в центре галактики, они не перемещаются далеко от места рождения.

Астрономы могут использовать радиотелескопы для точного сопоставления позиций звезд спектрального класса О и В, и, руководствуясь доплеровскими смещениями радиоспектра, определять скорость их движения. После проведения таких операций со многими звездами, ученые смогли выпустить комбинированные радио и оптические карты спиральных рукавов Млечного пути. Каждый рукав назван по имени созвездия, существующего в нем.

Астрономы считают, что движение материи вокруг центра галактики создает волны плотности (области высокой и низкой плотности), такие же, как вы видите, перемешивая тесто на торт электрическим миксером. Полагается, что эти волны плотности вызвали спиральный характер галактики. Таким образом, рассматривая небо в волнах разной длины (радио, инфракрасные, видимые, ультрафиолетовые, рентгеновские) с помощью различных наземных и космических телескопов, можно получить различные изображения Млечного Пути.

### Структура Млечного Пути

1. **Галактический диск.** Здесь сосредоточено большинство звезд Млечного Пути. Сам диск разбит на следующие части:
  - Ядро это центр диска;

- Дуги – области вокруг ядра, в том числе непосредственно области выше и ниже плоскости диска.
  - Спиральные рукава – это области, которые выступают наружу от центра. Наша Солнечная Система находится в одном из спиральных рукавов Млечного Пути.
2. **Шаровые скопления.** Несколько сотен из них разбросаны выше и ниже плоскости диска.
  3. **Гало.** Это большая, тусклая область, которая окружает всю галактику. Гало состоит из газа большой температуры и, возможно, темной материи.

Радиус гало значительно больше размеров диска и по некоторым данным достигает нескольких сот тысяч световых лет. Центр симметрии гало Млечного Пути совпадает с центром галактического диска. Состоит гало в основном из очень старых, неярких звезд. Возраст сферической составляющей Галактики превышает 12 млрд лет. Центральная, наиболее плотная часть гало в пределах нескольких тысяч световых лет от центра Галактики называется **балдж** (в переводе с английского «утолщение»). Вращается гало в целом очень медленно.

По сравнению с гало **диск** вращается заметно быстрее. Он представляет собой как бы две сложенные краями тарелки. Диаметр диска Галактики около 30 кпк (100 000 световых лет). Толщина – около 1000 световых лет. Скорость вращения не одинакова на различных расстояниях от центра. Она быстро возрастает от нуля в центре до 200-240 км/с на расстоянии 2 тыс. световых лет от него. Масса диска в 150 млрд раз больше массы Солнца ( $1,99 \cdot 10^{30}$  кг). В диске концентрируются молодые звезды и звездные скопления. Среди них много ярких и горячих звезд. Газ в диске Галактики распределен неравномерно, образуя гигантские облака. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород. Примерно на 1/4 она состоит из гелия.

Одной из самых интересных областей Галактики считается ее центр, или **ядро**, расположенное в направлении созвездия Стрельца. Видимое излучение центральных областей Галактики полностью скрыто от нас мощными слоями поглощающей материи. Поэтому ее начали изучать только после создания приемников инфракрасного и радиоизлучения, которое поглощается в меньшей степени. Для центральных областей Галактики характерна сильная концентрация звезд: в каждом кубическом парсеке их многие тысячи. Ближе к центру отмечаются области ионизированного водорода и многочисленные источники инфракрасного излучения, свидетельствующие о происходящем там звездообразовании. В самом центре Галактики предполагается существование массивного компактного объекта – черной дыры массой около миллиона масс Солнца.

Одним из наиболее заметных образований являются **спиральные ветви** (или рукава). Они и дали название этому типу объектов – спиральные галактики. Вдоль рукавов в основном сосредоточены самые молодые звезды, многие рассеянные звездные скопления, а также цепочки плотных облаков межзвездного газа, в которых продолжают образовываться звезды. В отличие от гало, где какие-либо проявления звездной активности чрезвычайно редки, в ветвях продолжается бурная жизнь, связанная с непрерывным переходом вещества из межзвездного пространства в звезды и обратно. Спиральные рукава Млечного Пути в значительной мере скрыты от нас поглощающей материей. Подробное их исследование началось после появления радиотелескопов. Они позволили изучать структуру Галактики по наблюдениям радиоизлучения атомов межзвездного водорода, концентрирующегося вдоль длинных спиралей. По современным представлениям, спиральные рукава связаны с волнами сжатия, распространяющимися по диску галактики. Проходя через области сжатия, вещество диска уплотняется, а образование звезд из газа становится более интенсивным. Причины возникновения в дисках спиральных галактик такой своеобразной волновой структуры не вполне ясны. Над этой проблемой работают многие астрофизики.

**Место Солнца в галактике:** В окрестностях Солнца удаётся проследить участки двух спиральных ветвей, удалённых от нас примерно на 3 тыс. световых лет. По созвездиям,

где обнаруживаются эти участки, их называют рукавом Стрельца и рукавом Персея. Солнце находится почти посередине между этими спиральными ветвями. Правда, сравнительно близко (по галактическим меркам) от нас, в созвездии Ориона, проходит ещё одна, не столь явно выраженная ветвь, считающаяся ответвлением одного из основных спиральных рукавов Галактики.

Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет 23–28 тыс. световых лет, или 7–9 тыс. парсек. Это говорит о том, что Солнце расположено ближе к окраине диска, чем к его центру.

Вместе со всеми близкими звёздами Солнце вращается вокруг центра Галактики со скоростью 220–240 км/с, совершая один оборот примерно за 200 млн лет. Значит, за всё время существования Земля облетела вокруг центра Галактики не больше 30 раз.

Скорость вращения Солнца вокруг центра Галактики практически совпадает с той скоростью, с которой в данном районе движется волна уплотнения, формирующая спиральный рукав. Такая ситуация в общем неординарна для Галактики: спиральные ветви вращаются с постоянной угловой скоростью, как спицы колеса, а движение звёзд, как мы видели, подчиняется совершенно иной закономерности. Поэтому почти всё звёздное население диска то попадает внутрь спиральной ветви, то выходит из неё.

Единственное место, где скорости звёзд и спиральных ветвей совпадают, – это так называемая коротационная окружность, и именно на ней располагается Солнце!

Для Земли это обстоятельство крайне благоприятно. Ведь в спиральных ветвях происходят бурные процессы, порождающие мощное излучение, губительное для всего живого. И никакая атмосфера не могла бы от него защитит. Но наша планета существует в относительно спокойном месте Галактики и в течение сотен миллионов и миллиардов лет не испытывала влияния этих космических катаклизмов. Может быть, именно поэтому на Земле могла зародиться и сохраниться жизнь.

Долгое время положение Солнца среди звёзд считалось самым заурядным. Сегодня мы знаем, что это не так: в известном смысле оно привилегированное. И это нужно учитывать, рассуждая о возможности существования жизни в других частях нашей Галактики.

**Расположение звезд:** На безоблачном ночном небе Млечный Путь виден с любой точки нашей планеты. Однако взгляду человека доступна только часть Галактики, которая представляет собой систему звезд, находящихся внутри рукава Ориона. Что такое Млечный Путь? Определение в пространстве всех его частей становится наиболее понятным, если рассматривать звездную карту. В таком случае становится ясно, что Солнце, освещающее Землю, располагается практически на диске. Это почти край Галактики, где расстояние от ядра равно 26–28 тыс. световых лет. Двигаясь со скоростью 240 километров в час, Светило тратит на один оборот вокруг ядра 200 миллионов лет, так что за все время своего существования оно путешествовало по диску, обогнув ядро, всего тридцать раз. Наша же планета находится в так называемом коротационном кругу. Это такое место, в котором скорость вращения рукавов и звезд идентичны. Для данного круга характерен повышенный уровень радиации. Именно поэтому жизнь, как полагают ученые, могла возникнуть только на той планете, возле которой находится небольшое количество звезд. Такой планетой и явилась наша Земля. Она находится на периферии Галактики, в самом спокойном ее месте. Именно поэтому на нашей планете в течение нескольких миллиардов лет не было глобальных катаклизмов, которые часто происходят во Вселенной.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. К какому типу галактик относится Млечный Путь?
2. Как располагаются звезды в Млечном Пути?
3. Из чего состоит Млечный Путь?

**Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

**1. Считается, что в Млечном Пути содержится:**

1. От 10 до 20 миллионов звезд
2. От 400 до 500 миллионов звезд
3. От 1 до 2 миллиардов звезд
4. От 200 до 400 миллиардов звезд

**2. В какой области Млечного Пути располагается Солнце?**

1. Рукав Персея
2. Рукав Ориона
3. Рукав Стрельца
4. Рукав Лебеда
5. Рукав Щита-Центавра

**3. Какой гигантской галактикой в будущем может быть поглощен Млечный Путь?**

1. Галактикой Андромеды
2. Галактикой Треугольника
3. Большим Магеллановым Облаком
4. Великой стеной Слоуна

**4. Первооткрывателем гигантской звездной системы, к которой относится Солнце и наблюдаемые звезды, является:**

1. Эдвин Хаббл
2. Джованни Кассини
3. Галилео Галилей
4. Уильям Гершель
5. Эрнст Эпик

**5. Каков диаметр Млечного Пути?**

1. 10 тысяч световых лет
2. 50 тысяч световых лет
3. 100 тысяч световых лет
4. 200 тысяч световых лет

**6. К какому сверхскоплению относится Млечный Путь и вся Местная группа галактик?**

1. Сверхскопление Гидры-Центавра
2. Сверхскопление Девы
3. Сверхскопление Шепли
4. Сверхскопление Парусов

**7. Что скрывается в центре Млечного Пути?**

1. Квазар
2. «Кротовая нора»
3. Сверхмассивная черная дыра
4. Сверхмассивная нейтронная звезда

**8. К какому типу галактик относится Млечный Путь?**

1. Эллиптическая галактика
2. Спиральная галактика
3. Линзовидная галактика
4. Неправильная галактика
5. Спиральная галактика с перемычкой

**9. Расстояние от Солнца до центра Млечного Пути составляет:**

1.  $12\ 000 \pm 1200$  световых лет
2.  $27\ 000 \pm 1400$  световых лет
3.  $43\ 000 \pm 1700$  световых лет
4.  $51\ 000 \pm 1900$  световых лет

## 10. Сколько солнечных масс содержится в Млечном Пути?

1. Около 480 миллиардов
2. Около 1 триллиона
3. Около 830 миллионов
4. Около 170 миллиардов

### Форма контроля выполнения практических занятий:

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Наша Галактика.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ										

### Образец оформления практического занятия

Ответы на практическое занятие по теме: Наша Галактика.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	4	2	1	4	3	2	3	5	2	1

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения

радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 17

### ***Происхождение Галактик. Многообразие и характеристики.***

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Происхождение Галактик. Многообразие и характеристики», изучить различные виды галактик, познакомиться с характеристиками и особенностями галактик.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Происхождение Галактик. Многообразие и характеристики».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Происхождение Галактик. Многообразие и характеристики».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Заполнить таблицу.
4. Оформить таблицу в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Галактикой называют крупные формирования звезд, газа, пыли, которые удерживаются вместе силой гравитации. Эти крупнейшие соединения во Вселенной могут различаться формой и размерами. Большая часть космических объектов входит в состав определенной галактики. Это звезды, планеты, спутники, туманности, черные дыры и астероиды. Некоторые из галактик обладают большим количеством невидимой темной энергии. Из-за того, что галактики разделяет пустое космическое пространство, их образно называют оазисами в космической пустыне. В этом разделе космического портала Kvant.Space публикуются статьи о галактиках и их составляющих.

**Наша галактика:** Ближайшая к нам звезда Солнце относится к миллиарду звезд в галактике Млечный путь. Посмотрев на ночное звездное небо, тяжело не заметить широкую полосу, усыпанную звездами. Скопление этих звезд древние греки назвали Галактикой.

Если бы у нас была возможность посмотреть на эту звездную систему со стороны, мы бы заметили сплюснутый шар, в котором насчитывается свыше 150 млрд. звезд. Наша галактика имеет такие размеры, которые тяжело представить в своем воображении. Луч света путешествует с одной ее стороны на другую сотню тысяч земных лет! Центр нашей Галактики занимает ядро, от которого отходят огромные спиральные ветви, заполненные звездами. Расстояние от Солнца до ядра Галактики составляет 30 тысяч световых лет. Солнечная система расположена на окраине Млечного пути. Звезды в Галактике несмотря на огромное скопление космических тел встречаются редко. Например, расстояние между

ближайшими звездами в десятки миллионов раз превышает их диаметры. Нельзя сказать, что звезды разбросаны во Вселенной хаотично. Их местоположение зависит от сил гравитации, которые удерживают небесное тело в определенной плоскости. Звездные системы со своими гравитационными полями и называют галактиками. Кроме звезд, в состав галактики входит газ и межзвездная пыль.

**Состав галактик:** Вселенную составляет также множество других галактик. Наиболее приближенные к нам отдалены на расстояние 150 тыс. световых лет. Их можно увидеть на небе южного полушария в виде маленьких туманных пятнышек. Их впервые описал участник Магеллановой экспедиции вокруг мира Пигафетт. В науку они вошли под названием Большого и Малого Магеллановых Облаков. Ближе всего к нам расположена галактика под названием Туманность Андромеды. Она имеет очень большие размеры, поэтому видна с Земли в обычный бинокль, а в ясную погоду – даже невооруженным глазом. Само строение галактики напоминает гигантскую выпуклую в пространстве спираль. На одном из спиральных рукавов за  $\frac{3}{4}$  расстояния от центра находится Солнечная система. Все в галактике кружится вокруг центрального ядра и подчиняется силе его гравитации. В 1962 году астрономом Эдвином Хабблом была проведена классификация галактик в зависимости от их формы. Все галактики ученый разделил на эллиптические, спиральные, неправильные и галактики с перемычкой. В части Вселенной, доступной для астрономических исследований, расположены миллиарды галактик. В совокупности их астрономы называют Метагалактикой.

**Галактики Вселенной:** Галактики представлены крупными группировками звезд, газа, пыли, удерживаемых вместе гравитацией. Они могут существенно отличаться по форме и размерам. Большинство космических объектов относятся к какой-либо галактике. Это черные дыры, астероиды, звезды со спутниками и планетами, туманности, нейтронные спутники. Большинство галактик Вселенной включают огромное количество невидимой темной энергии. Так как пространство между различными галактиками считается пустотным, то их нередко называют оазисами в пустоте космоса. Например, звезда по имени Солнце – одна из миллиардов звезд в галактике «Млечный Путь», находящейся в нашей Вселенной. В  $\frac{3}{4}$  расстояния от центра данной спирали находится Солнечная система. В этой галактике все непрерывно движется вокруг центрального ядра, которое подчиняется его гравитации. Однако и ядро тоже движется вместе с галактикой. При этом все галактики двигаются на сверхскоростях. Астроном Эдвин Хаббл в 1962 году провел логическую классификацию галактик Вселенной с учетом их формы. Сейчас галактики разделяются на 4 основные группы: эллиптические, спиральные, галактики с баром (перемычкой) и неправильные. Какая самая большая галактика в нашей Вселенной? Наиболее крупной галактикой во Вселенной является линзовидная галактика сверхгигантских размеров, находящаяся в скоплении Abell 2029.

**Спиральные галактики:** Они представляют собой галактики, которые по своей форме напоминают плоский спиралевидный диск с ярким центром (ядром). Млечный Путь – типичная спиральная галактика. Спиральные галактики принято называть с буквы S, они разделяются на 4 подгруппы: Sa, So, Sc и Sb. Галактики, относящиеся к группе So, отличаются светлыми ядрами, которые не имеют спиральных рукавов. Что касается галактик Sa, то они отличаются плотными спиральными рукавами, плотно обмотанными вокруг центрального ядра. Рукава галактик Sc и Sb редко окружают ядро.

**Галактики с перемычкой:** Галактики с баром (перемычкой) похожи на спиральные галактики, но все же имеют одно отличие. В таких галактиках спирали начинаются не от ядра, а от перемычек. Около 1/3 всех галактик входят в эту категорию. Их принято обозначать буквами SB. В свою очередь, они разделяются на 3 подгруппы Sbc, SBb, SBa. Разница между этими тремя группами определяется формой и длиной перемычек, откуда, собственно, и начинаются рукава спиралей.

**Эллиптические галактики:** Форма галактик может варьироваться от идеально круглой до вытянутого овала. Их отличительной чертой является отсутствие центрального яркого ядра. Они обозначаются буквой E и разделяются на 6 подгрупп (по форме). Такие формы обозначаются от E0 до E7. Первые имеют почти круглую форму, тогда как E7 характеризуются чрезвычайно вытянутой формой.

**Неправильные галактики:** Они не имеют какой-либо выраженной структуры или формы. Неправильные галактики принято разделять на 2 класса: IO и Im. Наиболее распространенным является Im класс галактик (он имеет только незначительный намек на структуру). В некоторых случаях прослеживаются спиральные остатки. IO относится к классу галактик, хаотических по форме. Малые и Большие Магеллановы Облака – яркий пример Im класса.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Что такое Галактика?
2. Перечислите основные виды галактик.
3. Что входит в состав галактик?

**Задания для практического занятия:**

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с характеристиками основных видов галактик:

**Таблица характеристик основных видов галактик**

	Эллиптическая галактика	Спиральная галактика	Неправильная галактика
Сфероидальный компонент			
Звёздный диск			
Газопылевой диск			
Спиральные ветви			
Активные ядра			
Процент от общего числа галактик			

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

### Инструкция по выполнению практического занятия

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с характеристиками основных видов галактик:

### Образец оформления практического занятия

Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с характеристиками основных видов галактик:

**Таблица характеристик основных видов галактик**

	<b>Эллиптическая галактика</b>	<b>Спиральная галактика</b>	<b>Неправильная галактика</b>
<b>Сфероидальный компонент</b>	Галактика целиком	Есть	Очень слаб
<b>Звёздный диск</b>	Нет или слабо выражен	Основной компонент	Основной компонент
<b>Газопылевой диск</b>	Нет	Есть	Есть
<b>Спиральные ветви</b>	Нет или только вблизи ядра	Есть	Нет
<b>Активные ядра</b>	Встречаются	Встречаются	Нет
<b>Процент от общего числа галактик</b>	20%	55%	5%

### Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/> - Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/> - Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/> - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/> - Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/> - Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/> - Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 18

### **Квazarы. Метагалактика.**

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Квazarы. Метагалактика», изучить различные мнения ученых об этих объектах, выяснить, представляют ли эти объекты угрозу нашей планете, изучить состав Метагалактики.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Квazarы. Метагалактика».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Квazarы. Метагалактика».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

На расстоянии 2 млрд световых лет от нашего дома находится самый мощный и смертоносный объект во всей нашей Вселенной. Квazar - это ослепительный луч энергии, протяженность которого составляет несколько миллиардов километров. Ученые не могут до конца изучить этот объект. Сегодня астрономы всего мира пытаются изучить квazarы, их происхождение и принцип действия. Многочисленные исследования доказывают, что квazar – это огромный, бесконечно движущийся котел смертоносного газа. Мощнейший источник энергии объекта находится внутри, в самом сердце квзара. Это огромная черная дыра. Квazar весит столько же, сколько весят миллиарды солнц. Квazar поглощает все, что попадает на его пути. Черная дыра разбивает целые звезды и галактики, засасывая их внутрь себя до тех пор, пока они полностью не сотрутся и не растворятся в ней. На сегодняшний день квazar – это самое худшее, что только может быть во Вселенной. Квazarы – самые отдаленные и яркие объекты в изученной человечеством Вселенной. В 60-е года прошлого века ученые считали их радио-звездами, ведь они были обнаружены при помощи сильнейшего источника радиоволн. Термин «квazar» произошел от словосочетания «квазизвездный радиоисточник». Также можно встретить название QSOs в многочисленных трудах ученых о космосе. После того как мощность оптических радиотелескопов стала намного больше, астрономы обнаружили, что квazar – это не звезда, а неизвестный науке звездообразный объект. Предполагается, что радиоизлучение исходит не из самого квзара, а от лучей, которыми он окружен. Квazarы до сих пор являются одними из самых загадочных объектов, которые расположены далеко за пределами Галактики. На сегодняшний день мало кто может рассказать про квazarы. Что это такое и как устроены эти небесные тела, смогут ответить только самые опытные астрономы и ученые. Единственное, что точно доказано, что квazarы выделяют

огромнейшее количество энергии. Она равна той, что выделяют 3 млн солнц! Некоторые квазары выделяют в 100 раз больше энергии, чем все вместе взятые звезды нашей Галактики. Интересно, что все вышеперечисленное квазар производит на участке, приблизительно равному Солнечной системе. Следы предшествующих галактик были обнаружены вокруг квазаров. Их распознавали как объекты с красным смещением, которые имеют электромагнитное излучение вместе с радиоволнами и невидимым светом, и имеющие очень маленькие угловые размеры. Эти факторы до открытия квазаров не давали возможности отличить их звезд – точечных источников. Наоборот, протяженные источники скорее соответствуют форме галактик. Для сравнения: коэффициент средней величины самого яркого квазара составляет 12,6, а самой яркой звезды – 1,45. Где находятся загадочные небесные объекты Черные дыры, пульсары и квазары находятся достаточно далеко от нас. Они являются самыми отдаленными небесными телами во Вселенной. Квазары имеют самое большое инфракрасное излучение. По спектральному анализу астрономы имеют возможность определять скорость движения различных объектов, расстояние между ними и до них от Земли. Если излучение квазара краснеет, значит, он движется по направлению от Земли. Чем больше покраснение – тем дальше от нас квазар и его скорость возрастает. Все виды квазаров движутся на очень высоких скоростях, которые, в свою очередь, бесконечно меняются. Доказано, что скорость движения квазаров доходит до отметки 240 тыс. км/сек., а это почти 80% скорости света! Мы не увидим современные квазары, так как это самые отдаленные от нас объекты, то сегодня мы наблюдаем их движения, происходившие миллиарды лет назад. Поскольку свет только успел добраться до нашей Земли. Скорее всего, самыми отдаленными, а поэтому и самыми древними являются именно квазары. Космос позволяет нам увидеть их такими, какими они только появились около 10 млрд лет назад. Можно предположить, что некоторые из них сегодня уже перестали существовать. Хотя это явление изучено и недостаточно, но, по предварительным данным, квазар – это огромная черная дыра. Ее материя ускоряет свое движение, когда воронка дыры затягивает материю, что приводит к нагреванию этих частиц, их трению друг о друга и бесконечному движению общей массы материи. Скорость молекул квазара становится с каждой секундой все больше, а температура все выше. Сильнейшее трение частиц обуславливает выделение огромного количества света и других видов излучений, например таких, как рентген. Ежегодно черные дыры могут поглощать массу, равную одному нашему Солнцу. Как только затянутая в смертельную воронку масса поглотится, выделенная энергия разольется излучениями в две стороны: вдоль южного и северного полюсов квазара. Астрономы называют это необычное явление «космический самолет». Последние наблюдения астрономов показывают, что в основном эти небесные объекты находятся в центре эллиптических галактик. По одной из теорий происхождения квазаров, они представляют собой молодую галактику, в которой массивнейшая черная дыра поглощает окружающее ее вещество. Основоположники теории говорят о том, что источником излучения выступает аккреционный диск этой дыры. Он находится в центре галактики, а из этого следует, что красное спектральное смещение квазаров больше космологического ровно на величину гравитационного смещения. Это ранее предсказывал Эйнштейн в своей общей теории относительности. Квазары часто сравнивают с маяками Вселенной. Их видно с самых дальних расстояний, благодаря им изучают ее эволюцию и структуру. С помощью «небесного маяка» изучают распределение любого вещества на луче зрения. А именно: самые сильные спектральные линии поглощения водорода трансформируются в линии по красному смещению поглощения. Квазар, по мнению некоторых ученых, – это формирующаяся молодая галактика. Эволюция галактик мало изучена, так как человечество намного моложе, чем они. Возможно, квазары – это раннее состояние образования галактик. Можно предположить, что выброс их энергии происходит из самых молодых ядер активных новых галактик. Другие астрономы и вовсе считают квазары точками пространства, в которых новая материя Вселенной берет свое начало. Их

гипотеза доказывает полную противоположность черной дыре. Человечеству понадобится немало времени, чтобы изучить стигматы квазаров. Известные квазары - первый из обнаруженных квазаров был открыт Мэтьюзом и Сендиджем в 1960 году. Он располагался в созвездии Девы. Скорее всего, он связан с 16-ю звездами этого созвездия. По истечении трех лет Мэтьюз заметил, что этот объект имеет огромное красное спектральное смещение. Единственным доказывающим фактором, что это не звезда, стало его выделение большого количества энергии на относительно небольшом участке пространства. Наблюдения человечества История квазаров началась с изучения и измерения по специальной программе видимых угловых размеров радиоактивных источников. В 1963 году квазаров уже насчитывали около 5. В этом же году голландские астрономы доказали спектральное смещение линий к красному спектру. Они доказали, что это происходит из-за космологического смещения в результате их удаления, поэтому расстояние можно было высчитывать по закону Хаббла. Практически сразу еще два ученых Ю. Ефремов и А. Шаров открыли переменность блеска обнаруженных квазаров. Благодаря фотометрическим снимкам, они установили, что переменность имеет периодичность всего в несколько дней. Один из ближайших к нам квазаров (3C 273) имеет красное смещение и блеск, соответствующий расстоянию приблизительно в 3 млрд. световых лет. Самые отдаленные небесные объекты в сотни раз превосходят свечение обычных галактик. Их легко зарегистрировать при помощи современных радиотелескопов на расстоянии 12 млрд световых лет и более. Недавно был зарегистрирован новый квазар на расстоянии 13,5 млрд световых лет от Земли. Сложно точно подсчитать, сколько квазаров обнаружено на сегодняшний день. Это происходит как из-за постоянных открытий новых объектов, так и из-за отсутствия четкой границы между активными галактиками и квазарами. В 1987 году был опубликован список зарегистрированных квазаров в размере 3594, в 2005 их было более 195 тыс., а сегодня их число перевалило за 200 тыс. Изначально термин «квазар» обозначал некий класс объектов, которые в видимом (оптическом) диапазоне очень похожи на звезду. Но они имеют ряд отличий: сильнейшее радиоизлучение и малые угловые размеры ( $< 10$ ). Такое первоначальное представление об этих телах сложилось во времена их открытий. И оно верно и сейчас, но все же ученые распознали и радиоспокойные квазары. Они не создают такого сильного излучения. По состоянию на 2015 год, таких объектов зарегистрировано около 90% от всех известных. Сегодня стигматы квазаров определяют по красному перемещению спектра. Если в космосе обнаружено тело, имеющее подобное смещение и выделяющее мощный поток энергии, то у него есть все шансы носить название «квазар». Заключение - на сегодняшний день астрономы насчитывают около двух тысяч таких небесных тел. Главным инструментом для изучения квазаров является космический телескоп Хаббл. Так как технические прогрессы человечества не могут не радовать своими успехами, то можно предположить, что в будущем мы разгадаем загадку о том, что такое квазар и черная дыра. Возможно, они являются своеобразным «мусорным ящиком», который поглощает все ненужные объекты, а может, они и есть центры и энергия Вселенной.

Вселенная - это самый глобальный объект мегамира, безграничный во времени и пространстве. Согласно современным представлениям она представляет собой громадную необъятную сферу. Существуют научные гипотезы «открытой», то есть, «непрерывно расширяющейся» Вселенной, равно как и «закрытой», то есть «пульсирующей» Вселенной. Обе гипотезы существуют в нескольких вариантах. Однако требуются очень основательные исследования, пока та или иная из них не превратится в более или менее обоснованную научную теорию.

Вселенной на самых разных уровнях, от условно элементарных частиц и до гигантских сверхскоплений галактик, присуща структурность. Структура Вселенной – предмет изучения космологии, одной из важных отраслей естествознания, находящейся на стыке многих естественных наук: астрономии, физики, химии и др. Современная структура

Вселенной является результатом космической эволюции, в ходе которой из протогалактик образовались галактики, из протозвезд – звезды, из протопланетного облака – планеты.

### **Космология**

Космология – астрофизическая теория структуры и динамики изменения Метагалактики, включающая в себя и определенное понимание свойств всей Вселенной.

Сам термин «космология» образован от двух греческих слов: *cosmos* – Вселенная и *logos* – закон, учение. По своей сути космология представляет собой раздел естествознания, использующий достижения и методы астрономии, физики, математики, философии. Естественной базой космологии являются астрономические наблюдения Галактики и других звездных систем, общая теория относительности, физика микропроцессов и высоких плотностей энергии, релятивистская термодинамика и ряд других новейших физических теорий.

Многие положения современной космологии кажутся фантастическими. Понятия Вселенной, бесконечности, Большого взрыва не поддаются наглядному физическому восприятию; такие объекты и процессы нельзя зафиксировать непосредственно. Из-за этого обстоятельства складывается впечатление, что речь идет о чем-то сверхъестественном. Но такое впечатление обманчиво, поскольку функционирование космологии носит весьма конструктивный характер, хотя многие ее положения и оказываются гипотетическими.

Современная космология – это раздел астрономии, в котором объединены данные физики и математики, а также универсальные философские принципы, поэтому она представляет собой синтез научных и философских знаний. Такой синтез в космологии необходим, поскольку размышления о происхождении и устройстве Вселенной эмпирически трудно проверяемы и чаще всего существуют в виде теоретических гипотез или математических моделей. Космологические исследования обычно развиваются от теории к практике, от модели к эксперименту, и здесь исходные философские и общенаучные установки приобретают большое значение. По этой причине космологические модели существенно различаются между собой – в их основе зачастую лежат противоположные исходные философские принципы. В свою очередь, любые космологические выводы также влияют на общеполитические представления об устройстве Вселенной, т.е. изменяют фундаментальные представления человека о мире и самом себе.

Важнейший постулат современной космологии заключается в том, что законы природы, установленные на основе изучения весьма ограниченной части Вселенной, могут быть экстраполированы на гораздо более широкие области, а, в конечном счете, и на всю Вселенную. Космологические теории различаются в зависимости от того, какие физические принципы и законы положены в их основу. Построенные на их базе модели должны допускать проверку для наблюдаемой области Вселенной, а выводы теории – подтверждаться наблюдениями или, во всяком случае, не противоречить им.

### **Структура Вселенной**

#### **Метагалактика**

Метагалактика – это часть Вселенной, доступная изучению астрономическими средствами. Она состоит из сотни миллиардов галактик, каждая из которых вращается вокруг своей оси и одновременно разбегаются друг от друга со скоростями от 200 до 150 000 км. сек.

Одно из важнейших свойств Метагалактики — ее постоянное расширение, о чем свидетельствует «разлет» скоплений галактик. Доказательством того, что скопления галактик удаляются друг от друга, являются «красное смещение» в спектрах галактик и открытие реликтового излучения (фоновое внегалактическое излучение, соответствующее температуре около 2,7 К).

Из явления расширения Метагалактики вытекает важное следствие: в прошлом расстояния между галактиками были меньше. А если учесть, что и сами галактики в прошлом были протяженными и разреженными газовыми облаками, то очевидно, что

миллиарды лет назад границы этих облаков смыкались и образовывали некоторое единое однородное газовое облако, испытывавшее постоянное расширение.

Другое важное свойство Метагалактики — равномерное распределение в ней вещества (основная масса которого сосредоточена в звездах). В современном состоянии Метагалактика — однородна в масштабе порядка 200 Мпк. Маловероятно, что она была такой в прошлом. В самом начале расширения Метагалактики неоднородность материи вполне могла существовать. Поиски следов неоднородности прошлых состояний Метагалактики — одна из важнейших проблем внегалактической астрономии(2).

Однородность Метагалактики (и Вселенной) надо понимать и в том смысле, что структурные элементы далеких звезд и галактик, физические законы, которым они подчиняются, и физические константы, по-видимому, с большой степенью точности одинаковы повсюду, т.е. те же, что и в нашей области Метагалактики, включая Землю. Типичная галактика, находящаяся в сотне миллионов световых лет от нас, выглядит в основном так же, как наша. Спектры атомов, следовательно, законы химии и атомной физики там идентичны принятым на Земле. Это обстоятельство позволяет уверенно распространять открытые в земной лаборатории законы физики на более широкие области Вселенной.

Представление об однородности Метагалактики еще раз доказывает, что Земля не занимает во Вселенной сколько-нибудь привилегированного положения. Конечно, Земля, Солнце и Галактика кажутся нам, людям, важными и исключительными, но для Вселенной в целом они такими не являются.

Согласно современным представлениям, для Метагалактики характерна ячеистая (сетчатая, пористая) структура. Эти представления основываются на данных астрономических наблюдениях, показавших, что галактики распределены не равномерно, а сосредоточены вблизи границ ячеек, внутри которых галактик почти нет. Кроме того, найдены огромные объемы пространства, в которых галактик пока не обнаружено.

Если брать не отдельные участки Метагалактики, а ее крупномасштабную структуру в целом, то, очевидно, что в этой структуре не существует каких-то особых, чем-то выделяющихся мест или направлений и вещество распределено сравнительно равномерно. Возраст Метагалактики близок к возрасту Вселенной, поскольку образование ее структуры приходится на период, следующий за разьединением вещества и излучения. По современным данным, возраст Метагалактики оценивается в 15 млрд. лет. Ученые считают, что, по-видимому, близок к этому и возраст галактик, которые сформировались на одной из начальных стадий расширения Метагалактики.

### **Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Что такое , по мнению различных ученых квазары?
2. С помощью чего обнаружили квазары?
3. Изначально термин «квазар» что обозначал?
4. Что такое Метагалактика?
5. Что входит в состав Метагалактики?

### **Задания для практического занятия:**

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

#### **1.Активность квазаров связана...**

1. с активностью сверхмассивной черной дыры в центре галактики.
2. с тем, что потоки водорода, вылетающие со скоростью 1000 км/с, в результате происходящих внутри бурных процессов.
3. имеют много газа и пыли, много молодых массивных горячих звезд, расположенных в спиральных рукавах, в которых идет активный процесс образования звезд.

#### **2.Подберите правильное описание к объекту: имеют наибольшие из известных красные смещения...**

1. Радиогалактики.

2. Взрывающиеся галактики.

3. Квazarы.

**3. Квazarы – это ...**

1. виртуальные частицы

2. излучение

3. точки, задающие направление процессам самоорганизации

4. ядра галактик со сверхплотным веществом

**4. Что особенно необычно в квазарах?**

1. мощное радиоизлучение

2. большое красное смещение

3. невелики для космических объектов, но светят ярче галактик

4. блеск не остается постоянным

**5. Квазарами называют:**

1. различные звездные системы, подобные нашей Галактике

2. ту часть Вселенной, которая доступна сейчас наблюдению

3. исключительно активные объекты, являющиеся источниками мощного радиоизлучения и оптического излучения с очень большим красным смещением

4. такие галактики, которые наряду со светом очень сильно излучают в радиодиапазоне

**6. Какой квазар находится ближе к Земле?**

1. С278

2. 273

3. Л567

**7. Каковы размеры квазаров?**

1. 90 а.е.

2. 100-100 а.е.

3. 50-60 а.е.

**8. Квазары выделяют:**

1. энергию

2. свет

3. тепло

**9. Квазары имеют:**

1. ультрафиолетовое излучение

2. инфракрасное излучение

3. гамма- излучение

**10. Когда был открыт первый квазар?**

1. в 1985 году

2. в 1960 году

3. в 1970 году

**11. В каком состоянии была Вселенная в момент «Большого взрыва» согласно этой теории:**

1. в разряженном

2. в очень плотном

3. в холодном

**12. В каком состоянии была Вселенная в момент «Большого взрыва» согласно этой теории:**

1. в мягком

2. в холодном

3. в горячем

**13. Как называется состояние Вселенной в начальный момент «Большого Взрыва»:**

1. космологическая сингулярность

2. космическая инфляция

3. критическая плотность

**14. Как давно возникла наша Вселенная согласно современным представлениям:**

1.  $3,77 \pm 0,019$  млрд лет назад
2.  $13,77 \pm 0,059$  млрд лет назад
3.  $5,14 \pm 0,049$  млрд лет назад

**15. Как называется самая ранняя эпоха в истории наблюдаемой жителями Земли Вселенной:**

1. Инфляционная стадия
2. Эпоха доминирования вещества
3. Планковская эпоха

**16. Наблюдаемая вселенная — это:**

1. звездная система
2. млечный путь
3. метagalactica

**17. Как называется процесс «раздувания» Вселенной?**

1. Экстраполяция
2. Инфляция
3. Реликтовое излучение
4. Абберация

**18. Что происходит со временем близ черной дыры?**

1. Оно замедляется и становится почти неподвижным
2. Время бежит быстрее
3. Течение времени не меняется
4. Время становится непостоянным: то замедляется, то ускоряется, то останавливается

**19. Ученые предполагают, что есть многомерное пространство, не принадлежащее нашей Вселенной, но внутри него находится... наше трехмерное пространство, в котором мы живем. Как оно называется?**

1. Брана
2. Балк
3. Аккреция
4. Белая дыра

**20. Сколько лет нашей Вселенной?**

1. 170 миллионов лет
2. 13,8 миллиарда лет
3. 300 миллиардов лет
4. 2 миллиарда лет

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Кварзары. Метagalactica.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ																				

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Кварзары. Метagalactica.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	1	3	4	2	3	2	2	1	2	2	2	3	1	2	3	3	2	1	2	2

### **Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>

<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;

<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение

<http://www.astronet.ru/>- Российская Астрономическая сеть;

<http://www.sai.msu.ru/>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга

<http://www.izmiran.ru/>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н. В. Пушкова;

<http://www.sai.msu.ru/EAAS/>- Астрономическое общество;

<http://www.myastronomy.ru/>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;

<http://www.krugosvet.ru/>- Энциклопедия Кругосвет.

## Практическое занятие № 19

### *Эволюция галактик и планет. Происхождение планет.*

**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания по теме «Эволюция галактик и звезд. Происхождение планет», изучить различные мнения, как образовывались планеты, этапы развития галактик и планет.

#### **Задачи:**

1. Создать условия для развития способностей обучаться самостоятельно, для формирования системы знаний и общих компетенций, связанных с темой «Эволюция галактик и звезд. Происхождение планет».
2. Обеспечить проверку и оценку знаний и способов деятельности студентов.
3. Обобщение и систематизация материала, изученного по теме «Эволюция галактик и звезд. Происхождение планет».

#### **Задачи практической работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Пройти тест.
4. Оформить ответы теста в тетради.

#### **Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Тетрадь для практических работ (*в клетку, 12 листов*).
2. Ручка.
3. Рабочая тетрадь с теоретическим материалом (конспекты лекций).

**Время выполнения:** 45 минут

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

Предполагается, что планеты возникли одновременно (или почти одновременно) 4,6 млрд. лет назад из газово-пылевой туманности, имевшей форму диска, в центре которого располагалось молодое Солнце. Образование звезд и планетных систем - это, по-видимому, все-таки единый процесс, происходящий в результате конденсации облака межзвездного газа в силу его гравитационной неустойчивости.

Таким образом, протопланетная туманность образовалась вместе с Солнцем из межзвездного вещества, плотность которого превысила критические пределы. По некоторым данным (присутствие специфических изотопов в метеоритах), такое уплотнение произошло в результате относительно близкого взрыва сверхновой звезды. Взрыв сверхновой мог ускорить и стимулировать процесс конденсации, а также обеспечить содержание в составе газовой туманности тяжелых элементов. Допланетное облако было мало массивным. Если бы его масса превышала 0,15 массы Солнца, оно аккумуляровалось бы не в систему планет, а в звездообразный спутник Солнца. Протопланетное облако было неустойчивым, оно становилось все более плоским, конденсировалось в уплотненный диск, в нем возникали неустойчивости, которые приводили к образованию ряда колец, а газовые кольца превращались в газовые сгустки - протопланеты. Протопланеты сжимались, твердые пылинки сближались, сталкивались, образовывали тела все больших размеров. В относительно короткий срок ( $10^4$  лет, где, по разным оценкам,  $n = 5-8$ ) сформировались девять больших планет.

В настоящее время господствует идея холодного, а не горячего, начального состояния Земли и других планет Солнечной системы, которые возникли в результате аккреции частиц и твердых тел газово-пылевого протопланетного облака, окружавшего Солнце. Однако пока не решен вопрос, была ли Земля гомогенна или гетерогенна к концу своего

формирования, образовались ли ядро, мантия и кора в результате гетерогенной аккреции или же наша планета создавалась из гомогенного материала, который затем подвергался дифференциации в процессе последующей геологической истории. Большинство исследователей придерживаются модели гетерогенной аккреции. (Хотя вопрос о разделе вещества допланетного облака на железные и силикатные частицы пока окончательно не решен.)

Астероиды, кометы, метеориты являются, вероятно, остатками материала, из которого сформировались планеты. Астероиды сохранились до нашего времени благодаря тому, что подавляющее большинство их движется в широком промежутке между орбитами Марса и Юпитера. Аналогичные каменные тела, некогда существовавшие во всей зоне планет земной группы, давно либо присоединились к этим планетам, либо разрушились при взаимных столкновениях, либо были выброшены на пределы этой зоны вследствие гравитационного воздействия планет.

Происхождение систем регулярных спутников (т.е. движущихся в направлении вращения планеты по почти круговым орбитам, лежащим в плоскости ее экватора) авторы космогонических гипотез обычно объясняют повторением в малом масштабе того же процесса, который они предлагают для объяснения образования планет Солнечной системы. Такие спутники есть у Юпитера, Сатурна, Урана. Происхождение иррегулярных спутников (т.е. таких, которые обладают обратным движением) эти теории объясняют захватом.

Что касается Луны, то наиболее вероятным является ее образование на околоземной орбите (возможно, из нескольких крупных спутников, которые в конечном счете объединились в одно тело - Луну, что обеспечило ее быстрое нагревание), хотя продолжают обсуждаться и маловероятные гипотезы захвата Землей готовой Луны и отделения Луны от Земли.

Характеристики звезд связаны между собой. Наибольший интерес представляет связь температуры и светимости. Незадолго до первой мировой войны американский астроном Рассел и датский ученый Герцшпрунг независимо друг от друга построили диаграмму «температура – светимость». Эту диаграмму иногда называют главной диаграммой астрономии (рис. 5).

Звезды располагаются на диаграмме определенными областями. 90 % всех звезд – вдоль длинной полосы, называемой главной последовательностью. Самые массивные звезды находятся в ее верхней части (имеют большую светимость), менее массивные – в нижней (имеют малую светимость). Ниже главной последовательности находятся очень горячие и слабосветящиеся звезды – белые карлики. Правее главной последовательности, в верхней части диаграммы, расположена область красных гигантов – звезд низкой температуры и высокой светимости.

В ходе эволюции звезды перемещаются по диаграмме Герцшпрунга – Рассела и переходят из одной области в другую. Рассмотрим стадии эволюции звезд.

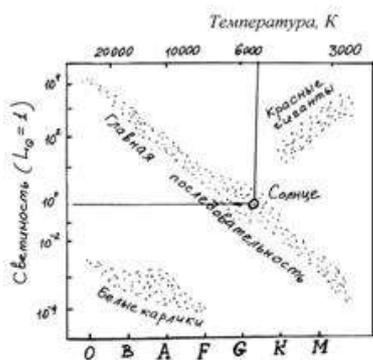


Рис. 5

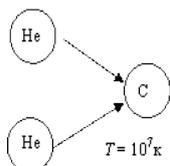
1. Рождение звезд. Звезды образуются из газопылевых облаков. В месте неоднородности в результате всемирного притяжения образуется сгущение – протозвезда (будущая, рождающаяся звезда). Размеры протозвезды много больше Солнечной системы. Силы тяготения сжимают протозвезду. Внутри нее возрастают плотность и температура. Когда температура достигает 10 млн градусов, начинается термоядерная реакция. (Термоядерная реакция – это реакция слияния ядер атомов. Она происходит при очень высоких температурах и сопровождается огромным выделением энергии.) С этого момента стадия сжатия звезды прекращается: сила внутреннего давления газа уравнивает силу тяготения. Звезда родилась. Рождение массивных звезд продолжается сотни тысяч лет, а звезд массой меньше солнечной – сотни миллионов лет. Примерно 5 млрд лет назад так родилось Солнце.

2. Жизнь на главной последовательности. Внутри звезды идет термоядерная реакция сгорания водорода и превращения его в гелий (рис. 6).

Темпы сгорания водорода очень высоки. Например, на Солнце каждую секунду сгорает 600 млн т водорода. И такой темп Солнце может выдержать около 10 млрд лет, поскольку имеет огромную массу.

На главной последовательности звезды проводят 90 % всей своей жизни. Более массивные звезды живут на главной последовательности миллионы лет, а менее массивные – миллиарды. Меньшая продолжительность жизни массивных звезд связана с тем, что они имеют большую светимость и, значит, быстрее расходуют ядерное горючее.

Рис. 6



3. Жизнь в области красных гигантов. Когда запасы водорода истощаются, начинается резкое сжатие. Давление, плотность, температура внутри звезды растут.

Когда температура достигает 100 млн градусов, начинается термоядерная реакция слияния атомов гелия в атомы углерода.

При этом выделяется такая огромная энергия, что звезда раздувается до огромных размеров. Ее светимость растет, а температура поверхности уменьшается. При некоторых размерах наступает равновесие. Звезда превращается в красный гигант. Через 6-7 млрд лет в недрах Солнца будет исчерпан весь водород, и примерно за 100 млн лет Солнце превратится в красный гигант. Оно поглотит ближайшие планеты. Жизнь на Земле станет невозможной.

4. Период неустойчивости звезды (предсмертная агония). После истощения гелия начинается еще одно стремительное сжатие. Горят тяжелые элементы – углерод, кислород, кремний. Внешние слои звезд, подобных Солнцу (массами не больше 1, 2 М), постепенно расширяются и в конце концов покидают ядро звезды. Более массивные звезды на этой стадии теряют устойчивость. Звезда колеблется по объему и светимости. Происходит взрыв (взрывающиеся звезды называют сверхновыми). При этом звезда сбрасывает часть массы, образуются планетарные туманности.

5. Конечные стадии эволюции звезды. Заключительный этап жизни звезды целиком зависит от массы звезды. Звезды типа Солнца превращаются в белые карлики, более массивные – в нейтральные звезды, самые массивные – в черные дыры.

Белые карлики – звезды размером порядка 10 000 км и огромной плотности, порядка 1 т/см<sup>3</sup>. Если бы мы имели горошину такой плотности и уронили ее на поверхность Земли, она пробилась бы земной шар насквозь и вылетела с другой стороны. Внутренних источников энергии в белых карликах нет, и они светятся, медленно остывая, за счет запасенного в них тепла.



## Эволюция Галактик.

Можно выделить три стадии в истории галактики: 1-образование, 2- развитие и рост, 3-конец и гибель.

### *Как появились галактики*

Для начала обратимся к теории Большого взрыва. Как известно, происхождение галактик, как и других объектов глубокого космоса, стало возможным именно после него.



### Галактики

К тому же, сразу после взрыва появилась сингулярность. То есть в первые секунды состояние Вселенной было бесконечно плотным и с одной огромной температурой. В дальнейшем однородная среда при остывании начала расширяться. С течением времени более плотные участки притягивались друг к другу силой гравитации.

Существует принцип гравитационной неустойчивости. Его смысл заключается в том, что частицы вещества не могут постоянно быть равномерно распределены в пространстве. Его элементы стремятся друг к другу. Тем самым создавая уплотнённые соединения. Таким образом, образовались газовые облака и сгустки материи. В последующем произошло образование звёзд. А затем из них появились целые галактики.



### Газовые облака

### *Развитие галактик*

Проще говоря, рост и слияние галактик это и есть эволюция.

Как известно, под силой тяжести галактики притягиваются друг к другу. Так происходит процесс их объединения. Действительно, сейчас нам известны галактические группы, скопления и сверхскопления галактик.



### Скопление галактик

Как известно, большие галактики поглощают малые. Из этого следует увеличение их массы. Интересно, что галактики приблизительно равного размера сливаются в единое объединение. Так образуются гигантские эллиптические галактики.

### Конечная стадия развития галактик

Когда в межзвёздном пространстве иссякает запас газа и пыли, прекращается формирование звёзд. Этот процесс замедляется в течении миллиардов лет. Но при этом все же происходит слияние объектов глубокого космоса. Что ведёт к росту количества звёзд, газа и пыли. В результате система галактики поддерживается и растёт.

Иногда такие галактики поглощаются другими. В таком случае, им как-бы даётся вторая жизнь в новом составе.

Существует интересная теория о том, что когда-нибудь все галактики сольются в одного огромного эллиптического гиганта.



Эллиптическая галактика

Бесспорно, эволюция галактик является очень долгим и сложным процессом. Только представьте, что было вначале и что есть сейчас. Это целая история, которой нет конца. По крайней мере, пока. Мы можем только предполагать, что в будущем ждёт галактики и вселенную в целом.

### Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Как образовались планеты?
2. Как образовались спутники?
3. Что такое протопланеты?
4. Перечислить этапы развития звезд.
5. Перечислить этапы развития галактик.

### Задания для практического занятия:

Опираясь на теоретический материал, пройти тестовые задания:

#### 1. В результате чего сформировалась Солнечная система?

1. В результате деградации огромного газопылевого облака
2. В результате эволюции малого горячего газопылевого облака
3. В результате эволюции холодного газопылевого облака

#### 2. Кто выдвинул гипотезу об образовании Земли из холодных твёрдых допланетных тел?

1. О. И. Белькович
2. Д. Р. Бербидж
3. О. Ю. Шмидт

#### 3. Какой возраст у наиболее древних пород, обнаруженных в составе метеоритов?

1. 4,5 млрд лет
2. 7 млрд лет
3. 11,5 млрд лет

#### 4. Какой возраст у Солнца?

- 1.2 млрд лет
- 2.5 млрд лет
- 3.8 млрд лет

**5. Из каких трёх компонентов состоят все тела Солнечной системы?**

- 1. Горючий, водный, летучий
- 2. Скальный, морской, земной
- 3. Скальный, ледяной, летучий

**6. Какую часть массы облака захватило Солнце?**

- 1. Около 15%
- 2. Около 60%
- 3. Около 90%

**7. Как тяготение образовавшегося Солнца воздействовало на форму оставшейся части облака?**

- 1. Оно становилось более плоским
- 2. Оно принимало форму сферы и увеличивалось
- 3. Оно повторяло форму Солнца

**8. К чему привела эволюция облака?**

- 1. Основная масса вещества сосредоточилась в Солнце
- 2. Основная масса вещества сосредоточилась в планетах
- 3. Основная масса вещества равномерно рассредоточилась в пространстве

**9. Какие газы больше всех распространены во Вселенной?**

- 1. Водород и гелий
- 2. Гелий и азот
- 3. Метан и углекислый газ

**10. С чем связано образование протопланетного облака?**

- 1. С расположением планет
- 2. С взрывами на Солнце
- 3. С процессом формирования звёзд

**Форма контроля выполнения практических занятий:**

Выполненная работа представляется преподавателю в тетради для выполнения практических работ по дисциплине «Астрономия».

**Инструкция по выполнению практического занятия**

Пользуясь теоретическим материалом, пройти тестовые задания.

Ответы на практическое занятие по теме: Происхождение планет.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ										

**Образец оформления практического занятия**

Ответы на практическое занятие по теме: Происхождение планет.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3

**Информационное обеспечение, интернет-ресурсы:**

Чаругин В.М. Астрономия [Электронный ресурс]: Учебное пособие для СПО/ Чаругин В.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 236 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=77101>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу: ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/77101>

Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге (книга для чтения по астрономии) [Электронный ресурс]/ Кессельман В.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017.— 452

с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=69345>.—  
«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю Фактически издание расположено по адресу:  
ЭБС IPRbooks, адрес <http://www.iprbookshop.ru/69345>  
<http://www.consultant.ru/> - консультант Плюс;  
<http://www.garant.ru/iv/> - Гарант. Информационно-правовое обеспечение  
<http://www.astronet.ru/>- Российская Астрономическая сеть;  
<http://www.sai.msu.ru/>- Государственный Астрономический институт им. П.К. Штернберга  
<http://www.izmiran.ru/>- Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения  
радиоволн им Н. В. Пушкова;  
<http://www.sai.msu.ru/EAAS/>- Астрономическое общество;  
<http://www.myastronomy.ru/>- Авторский сайт преподавателя Н.Е Шатовской;  
<http://www.krugosvet.ru/>- Энциклопедия Кругосвет.