

Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
**«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Финуниверситет)**

**Самарский финансово-экономический колледж
(Самарский филиал Финуниверситета)**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебно-методической работе
Л.А Косенкова
« 21 » сентября 20 22 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОУД.07 АСТРОНОМИЯ»**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 09.02.07 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И
ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

Самара – 2022

Методические указания по организации и выполнению практических занятий разработаны на основе рабочей программы по дисциплине «Астрономия» и в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 г. № 413 (ред. от 11.12.2020 г. № 712), с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование, утвержденного приказом Министерства образования науки Российской Федерации от 09.12.2016 года № 1547
Присваиваемая квалификация: администратор баз данных

Разработчики:

Платковская Е.А.



Преподаватель Самарского филиала
Финуниверситета

Методические указания по организации и выполнению практических занятий рассмотрены и рекомендованы к утверждению на заседании предметной (цикловой) комиссии естественно-математических дисциплин

Протокол от « 24 » сентября 20 22 г. № 5

Председатель ПЦК  М.В. Писцова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данные методические указания составлены для проведения практических занятий в виде лабораторных работ для изучения учебной дисциплины «Астрономия» в соответствии с требованиями ФГОС СПССЗ и предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование.

В соответствии с учебным планом учебная дисциплина «Астрономия» входит в цикл общеобразовательных дисциплин.

Целями изучения дисциплины «Астрономия» является:

- осознание принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и формировании современной естественнонаучной картины мира;
- приобретение знаний о физической природе небесных тел и систем, строении и эволюции Вселенной, пространственных и временных масштабах Вселенной, наиболее важных астрономических открытиях, определивших развитие науки и техники;
- овладение умениями объяснять видимое положение и движение небесных тел принципами определения местоположения и времени по астрономическим объектам, навыками практического использования компьютерных приложений для определения вида звездного неба в конкретном пункте для заданного времени;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни;
- формирование научного мировоззрения;
- формирование навыков использования естественнонаучных и особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Результаты изучения учебной дисциплины:

личностные:

- сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;
- устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;
- умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;

метапредметные:

- умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;
- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;
- владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;

предметные:

- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;
- понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;
- владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;
- сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;
- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.

В результате изучения дисциплины обучающийся **должен**

иметь практический опыт:

- использования естественнонаучных и особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики;
- определения местоположения и времени по астрономическим объектам;

уметь:

- использовать технологические достижения в области астрономии для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- самостоятельно добывать новые для себя естественнонаучные знания с использованием для этого доступных источников информации;
- применять естественнонаучные знания для объяснения окружающих явлений, сохранения здоровья, обеспечения безопасности жизнедеятельности, бережного отношения к природе, рационального природопользования, а также выполнения роли грамотного потребителя;
- применять основные методы познания (наблюдения, научного эксперимента) для изучения различных сторон естественнонаучной картины мира, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- объяснять видимое положение и движение небесных тел;

знать:

- строение и эволюции Вселенной;
- о единстве физических законов, действующих на Земле и в безграничной Вселенной, о непрерывно происходящей эволюции нашей планеты, всех космических тел и их систем, а также самой Вселенной;
- научные методы познания природы и средства изучения мегамира, макромира и микромира; различные стороны естественнонаучной картины мира;
- понятийный аппарат естественных наук, позволяющий познавать мир, участвовать в дискуссиях по естественнонаучным вопросам;
- наиболее важные открытия и достижения современной астрономии, повлиявшие на эволюцию представлений о природе;
- о целостной современной естественнонаучной картине мира;
- пространственно-временные масштабы Вселенной.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной нагрузки	54
Обязательная контактная (аудиторная) учебная нагрузка (всего)	54
в том числе:	

лабораторные работы	-
практические занятия	24
контрольные работы	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	-
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1. Звездное небо. Небесные координаты.

Практическое занятие №2. Измерение времени. Определение географической долготы и широты.

Практическая работа №3. Небесные и звездные координаты.

Практическое занятие №4. Определение синодического и сидерического периода обращений светила.

Практическое занятие №5. Применение законов Кеплера при решении задач.

Практическое занятие №6. Определение массы небесных тел.

Практическое занятие №7. Определение среднего солнечного времени и высоты Солнца в кульминациях.

Практическое занятие №8. Многообразие галактик и их основные характеристики.

Практическое занятия №1. Звездное небо. Небесные координаты.

Цель занятия:

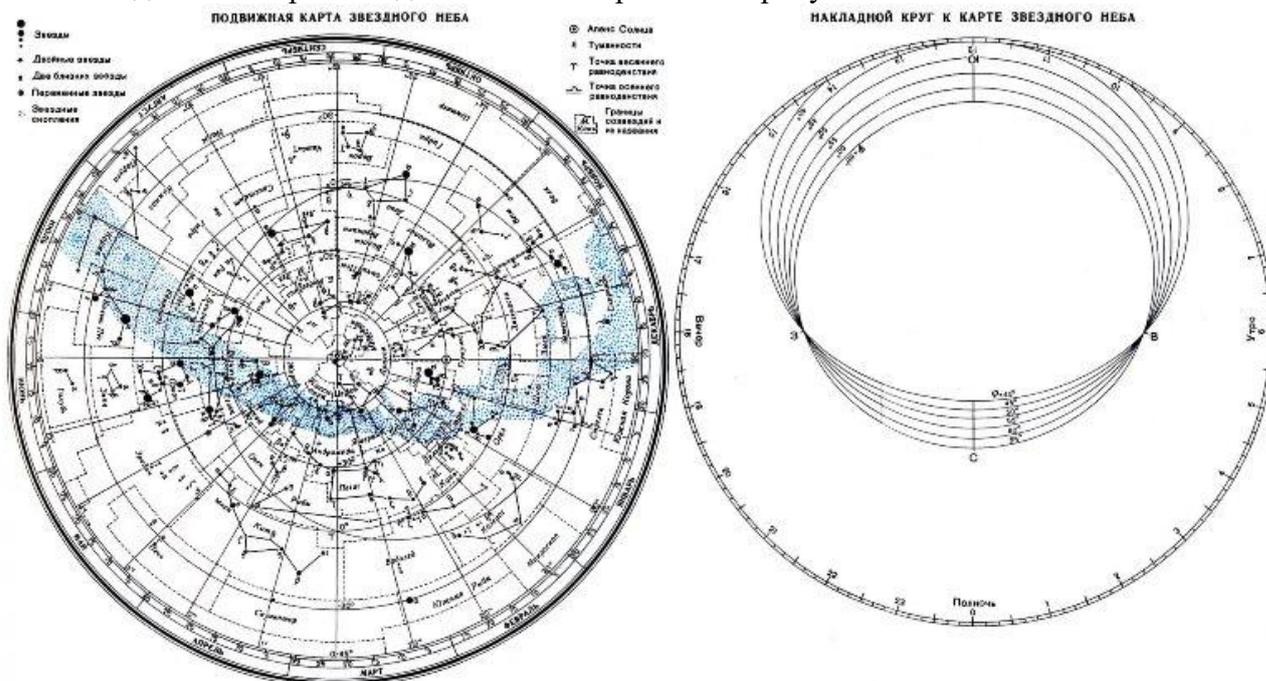
– познакомиться с подвижной картой звёздного неба, научиться определять условия видимости созвездий научиться определять координаты звезд по карте.

Ход работы:

Теория.

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.

Подвижная карта звёздного неба изображена на рисунке.



(Распечатать)

Перед началом работы **распечатать подвижную карту звездного неба**, овал накладного круга вырезать по линии, соответствующей географической широте места наблюдения. Линия выреза накладного круга будет изображать линию горизонта. Звёздную карту и накладной круг наклеить на картон. От юга к северу накладного круга натянуть нить, которая покажет направление небесного меридиана.

На карте:

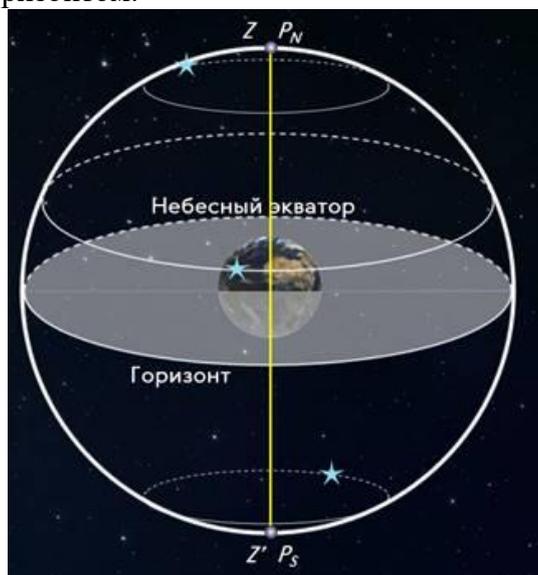
- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;
- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1 ч;
 - небесные параллели нанесены через 30° . С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил δ ;
 - точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего γ и ω равноденствий;
 - по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;

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).

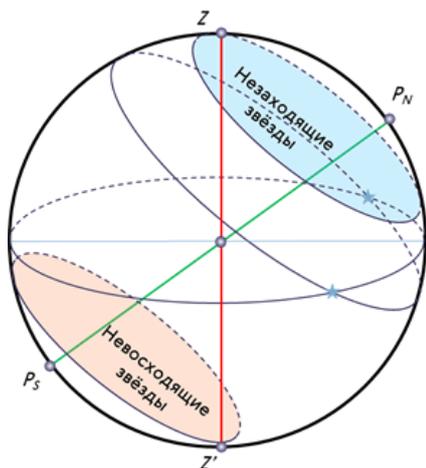
В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд. Суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору.

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.

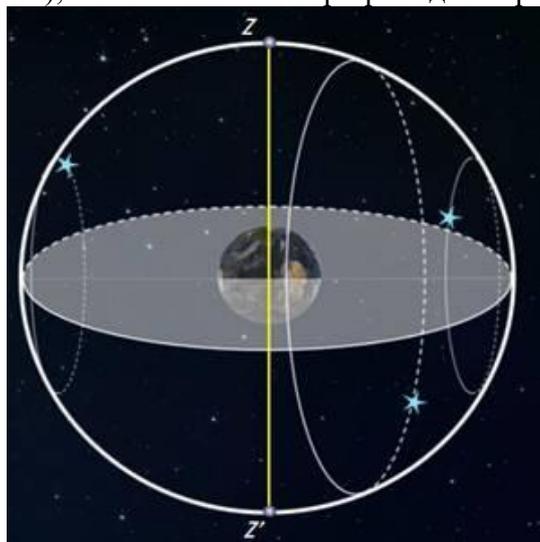


Под восходом понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а **под заходом** — западной части этого горизонта.

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).

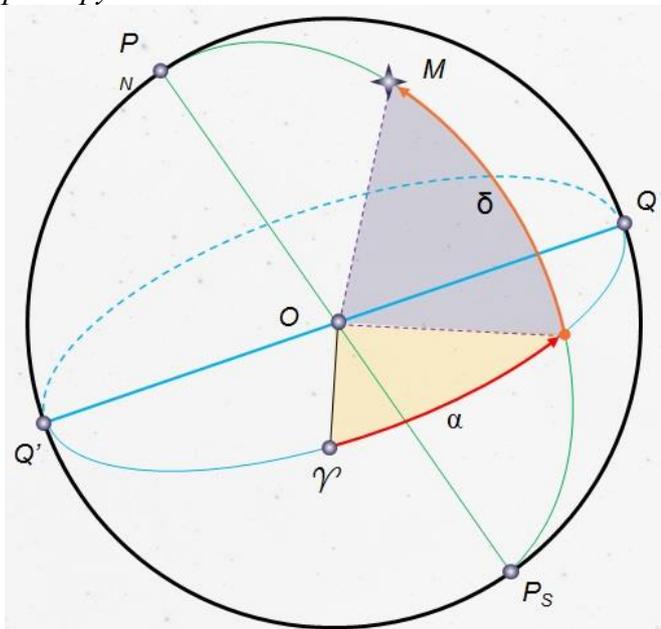
Тогда очевидно, что те светила, склонение которых $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$, являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного).

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

Экваториальные небесные координаты:

1. Склонение (δ) — 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° . Склонение северного полюса небесной сферы равно $+90^\circ$ Склонение южного полюса равно -90° .

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



Последовательность выполнения практической работы:

Задачи практической работы:

Задача 1. Определите экваториальные координаты Альтаира (α Орла), Сириуса (α Большого Пса) и Веги (α Лир).

Задача 2. Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам: $\delta = +35^\circ$; $\alpha = 1$ ч 6 м.

Задача 3. Определите, какой является звезда δ Стрельца, для наблюдателя, находящегося на широте $55^\circ 15'$. Определить, восходящей или невосходящей является звезда двумя способами: с использованием накладного круга подвижной карты звёздного неба и с использованием формул условия видимости звезд.

Практический способ. Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или заходящей.

Теоретический способ.

Используем формулы условия видимости звезд:

Если $|\delta| < 90^\circ - \varphi$, то звезда является восходящей и заходящей.

Если $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является незаходящей

Если $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$, то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

Задача 4. Установить подвижную карту звёздного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в южной части неба от горизонта до полюса мира; на востоке – от горизонта до полюса мира.

Задача 5. Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

Задача 6. Найти на звёздной карте созвездия с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом на день и час выполнения лабораторной работы.

Задача 7. Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

Задача 8. Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

Задача 9. На карте звёздного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Лебедь, Лира, Геркулес, Северная корона – и определить приближённо небесные координаты (склонение, и прямое восхождение) α -звёзд этих созвездий.

Задача 10. Определить, какие созвездия будут находиться вблизи горизонта на Севере, Юге, Западе и Востоке 5 мая в полночь.

Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Что такое звёздное небо? (Звёздное небо - множество небесных светил, видимых с Земли ночью, на небесном своде. В ясную ночь человек с хорошим зрением увидит на небосводе не более 2—3 тысяч мерцающих точек. Тысячи лет назад древние астрономы разделили звездное небо на двенадцать секторов и придумали им имена и символы, под которыми они известны и поныне.)

2. Что такое созвездия? (Созвездия - участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звёздном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звёздами)

3. Сколько на сегодняшний день созвездий? (Сегодня есть 88 созвездий. Созвездия различны по занимаемой площади на небесной сфере и количеству звезд в них.)

4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете. (Существуют большие созвездия и маленькие. К первым относятся Большая Медведица, Геркулес, Пегас, Водолей, Волопас, Андромеда. Ко вторым - Южный Крест, Хамелеон, Летучая Рыба, Малый Пёс, Райская Птица. Конечно, мы назвали лишь малую толику, наиболее известные.)

5. Что такое карта неба? (Это изображение звёздного неба или его части на плоскости. Карту неба астрономы разделили на 2 части: южную и северную (по аналогии с полушариями Земли.)

6. Что такое небесный экватор? (Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора.)

По окончании практической работы студент должен представить отчет.

Отчёт должен включать ответы на все указанные пункты порядка выполнения работы и ответы на контрольные вопросы.

Практическое занятие №2. Измерение времени. Определение географической долготы и широты.

Цель занятия:

– формирование у учащихся умения определять направления, расстояния и географические координаты по карте.

Ход работы:

Теория.

При составлении географических и топографических карт, прокладке дорог и магистралей, разведке залежей полезных ископаемых и в ряде других случаев необходимо знать географические координаты местности. Эту задачу можно решить с помощью астрономических наблюдений. Рассмотрим три способа.

Первый способ

Определить географическую широту можно из наблюдения Полярной звезды. Если считать, что Полярная звезда указывает Северный полюс мира, то приближенно высота

Полярной звезды над горизонтом дает нам географическую широту места наблюдения. Если измерить высоту Полярной звезды в верхней и нижней кульминациях, то получим более точное значение широты места наблюдения:

$$\varphi = hV + hN/2.$$

Это равенство получаем из равенств $hN = \delta - (90^\circ - \varphi)$ и $hV = 90^\circ + \varphi - \delta$. Формула $\varphi = hV + hN/2$ пригодна для всех незаходящих звезд, у которых верхняя и нижняя кульминации находятся по одну сторону от зенита.

Второй способ

Определить географическую широту можно из наблюдения верхней кульминации звезд. Из равенств $hV = (90^\circ - \varphi) + \delta$ и $hV = 90^\circ + \varphi - \delta$ получим, что

$$\varphi = \delta \pm (90^\circ - hV).$$

Знак «+» ставится, если звезда кульминирует к югу от зенита, а знак «-» - при кульминации звезды к северу от зенита.

Третий способ

Определить географическую широту можно из наблюдения звезд, проходящих вблизи зенита:

$$\varphi = \delta Z.$$

На астрономических обсерваториях устанавливаются специальные телескопы (зенит-телескоп, фотографическая зенитная труба), которые фиксируют звезды, проходящие в поле зрения инструмента, вблизи зенита. Склонение (δ) звезды, находящейся в зените, будет равно φ .

Ряд обсерваторий, оснащенных зенит-телескопами, составляют Всемирную службу широты. В ее задачи входит исследование изменения географической широты, т. е. слежение за положением полюсов на поверхности Земли.

Определение географической долготы

Измерение времени солнечными сутками связано с географическим меридианом. Время, измеренное на данном меридиане, называется местным временем данного меридиана, и оно одинаково для всех пунктов, находящихся на нем. Кульминация любой точки небесной сферы происходит в разное время на разных меридианах земного шара. Причем, чем восточнее земной меридиан, тем раньше в пунктах, лежащих на нем, происходит кульминация или начинаются сутки. Так как Земля за каждый час поворачивается на 15° , то разность времени двух пунктов в один час соответствует и разности долгот в 15° (в часовой мере 1 час). Отсюда можно сделать вывод: разность местного времени двух пунктов на Земле численно равна разности значений долготы, выраженных в часовой мере. Для пунктов земной поверхности, расположенных на географических долготах λ_1 и λ_2 , получим:

$$T\lambda_1 - T\lambda_2 = \lambda_1 - \lambda_2.$$

За начальный (нулевой) меридиан для отсчета географической долготы принят меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию близ Лондона. Местное среднее солнечное время Гринвичского меридиана называется всемирным временем. Все сигналы точного времени соответствуют минутам и секундам всемирного времени. В астрономических календарях и ежегодниках моменты большинства явлений указываются по всемирному времени. Моменты этих явлений по местному времени какого-либо пункта легко определить, зная долготу этого пункта от Гринвича.

Если в данный момент на Гринвичском меридиане всемирное время будет T_0 , то в местности с географической долготой λ будет $T\lambda$. Следовательно, формула $T\lambda_1 - T\lambda_2 = \lambda_1 - \lambda_2$ при $\lambda_0 = 0$ примет вид:

$$\lambda = T\lambda - T_0.$$

Данная формула позволяет находить географическую долготу по всемирному времени (T_0) и местному времени ($T\lambda$), которое определяется из астрономических наблюдений.

С другой стороны, зная долготу места наблюдения (λ) и всемирное время (T_0), можно определить местное время ($T\lambda$):

$$T\lambda = T_0 + \lambda.$$

Различие между местным временем даже не очень далеко расположенных друг от друга населенных пунктов создает неудобства в повседневной жизни. Так, например, местное время в Бресте и Витебске отличается на 26 мин. Жители этих городов, приезжая друг к другу в гости, должны были бы постоянно переводить стрелки часов. Отсюда возникла необходимость введения поясной системы счета среднего солнечного времени. Согласно этой системе, весь земной шар разделен на 24 часовых пояса, каждый из которых простирается по долготе на 15° (или 1 ч). Часовой пояс Гринвичского меридиана считается нулевым. Остальным поясам, в направлении от нулевого на восток, присвоены номера от 1 до 23. В пределах одного пояса во всех пунктах в каждый момент поясное время одинаково. В соседних поясах оно отличается ровно на один час. Границы поясов в малонаселенных местах, на морях и океанах проходят по меридианам, отстоящим на $7,5^\circ$ к востоку и западу от центрального меридиана данного часового пояса. В остальных районах границы поясов для большего удобства проведены по государственным и административным границам, горным хребтам, рекам и другим естественным рубежам.

Зная всемирное время (T_0) и номер пояса данного места (n), можно найти поясное время:

$$T_n = T_0 + n.$$

Исключив T_0 из формул $T\lambda_1 - T\lambda_2 = \lambda_1 - \lambda_2$ и $T_n = T_0 + n$, получим соотношение, позволяющее определять географическую долготу по поясному времени (T_n) и времени для местности с географической долготой λ ($T\lambda$):

$$T_n - T\lambda = n - \lambda.$$

Система поясного счета времени устраняет неудобства, связанные с использованием как местного, так и всемирного времени. Часы, поставленные по поясному времени, показывают одно и то же количество секунд и минут во всех часовых поясах, но эти показания различаются только на целое число часов.

В целях экономии и рационального распределения электроэнергии в течение суток на летний период в некоторых странах весной стрелки часов переводят на час вперед - вводят летнее время. Разумеется, осенью часы снова ставят по поясному времени.

Существует граница, открывающая новую дату и день недели. Международная линия перемены дат проходит через Берингов пролив между островами Тихого океана от Северного полюса до Южного полюса (меридиан 180°).

Более надежным и удобным временем считается атомное время, которое было введено Международным Комитетом мер и весов в 1964 г. За эталон приняты атомные (квантовые) часы. По таким часам секунда - это промежуток времени, за который проходит 9 192 631 770 колебаний электромагнитной волны, излучаемой атомом цезия. С 1 января 1972 г. все страны земного шара ведут счет времени по атомным часам.

Атомное время очень удобно для исследования самой Земли, потому что с его помощью можно изучать неравномерности во вращении нашей планеты. Ошибка хода атомных часов невелика - примерно 1 с за 50 тыс. лет.

Задания.

Задание 1. Определите координаты, и полученные данные занесите в прилагаемую таблицу

Таблица №1

Название объекта	Широта	Долгота
г. Хабаровск		
гора Эверест		
мыс Дежнева		
город Претория		

город Бразилиа		
----------------	--	--

Задание 2. Определите по координатам название(объект) и полученные данные запиши в таблицу 2.

Таблица №2

Что вы нашли?	Данная широта	Данная долгота
	0°с.ш.	60°з.д.
	40°с.ш	52°в.д.
	24°ю.ш.	60°в.д
	18°ю.ш	58°в.д.
	44°ю.ш.	28°в.д

Задание 3. Определите по карте полушарий расстояния из примеров ниже:

- 1) от экватора до Оренбурга;
- 2) от Пензы до Еревана;
- 3) от Самары до Астаны;
- 4) от Владимира до Южного полюса.

Практическое занятие №3. Небесные и звездные координаты.

Цель занятия:

– создать условия для творческого переосмысления уже известной информации о звездном небе и созвездиях, и критическому восприятию новой информации по теме.

Ход работы:

Теория.

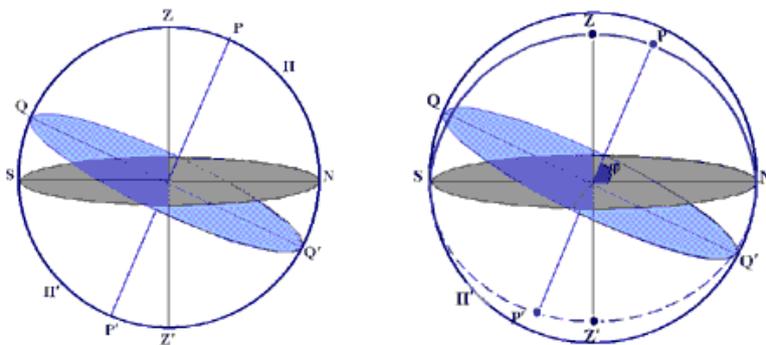


Рис. 1. Небесная сфера "каноническое" изображение в плоскости небесного меридиана

Небесной сферой называется воображаемая вспомогательная сфера произвольного радиуса, на которую проецируются все светила так, как их видит наблюдатель в определенный момент времени из определенной точки пространства.

Точки пересечения небесной сферы с **отвесной линией**, проходящей через ее центр, называются: верхняя точка - **зенитом** (z), нижняя точка - **надиром** ($z\phi$). Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна к отвесной линии, называется **математическим**, или **истинным горизонтом** (рис. 1).

Десятки тысяч лет назад было замечено, что видимое вращение сферы происходит вокруг некоей невидимой оси. На самом деле видимое вращение неба с востока на запад является следствием вращения Земли с запада на восток.

Диаметр небесной сферы, вокруг которого происходит ее вращение, называется **осью мира**. Ось мира совпадает с осью вращения Земли. Точки пересечения оси мира с небесной сферой называются **полюсами мира** (рис. 2).

Рис. 2. Небесная сфера: геометрически правильное изображение в ортогональной проекции

Угол наклона оси мира к плоскости математического горизонта (высота полюса мира) равен углу географической широты местности.

Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна к оси мира, называется **небесным экватором** ($QQ\phi$).

Большая окружность, проходящая через полюса мира и зенит, называется **небесным меридианом** ($PNQ\phi Z\phi P\phi SQZ$).

Плоскость небесного меридиана пересекается с плоскостью математического горизонта по прямой полуденной линии, которая пересекается с небесной сферой в двух точках: **севера** (N) и **юга** (S).

Небесная сфера разбита на 88 созвездий, различающихся по площади, составу, структуре (конфигурации ярких звезд, образующих основной узор созвездия) и другим особенностям.

Созвездие – основная структурная единица деления звездного неба – участок небесной сферы в строго определенных границах. В состав созвездия включаются все светила - проекции любых космических объектов (Солнца, Луны, планет, звезд, галактик и т.д.), наблюдаемых в данный момент времени на данном участке небесной сферы. Хотя положение отдельных светил на небесной сфере (Солнца, Луны, планет и даже звезд) изменяется со временем, взаимное положение созвездий на небесной сфере остается постоянным.

Видимое годичное движение Солнца на фоне звезд происходит по большой окружности небесной сферы - **эклиптике** (рис. 3). Направление этого медленного движения (около 1° в сутки) противоположно направлению суточного вращения Земли.

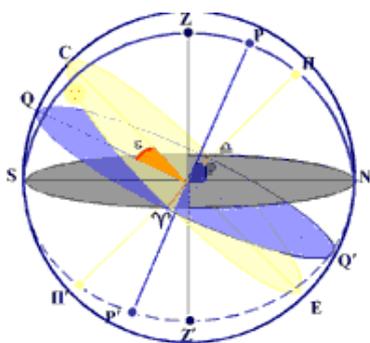


Рис. 3. Положение эклиптики на небесной сфере

Ось вращения земли имеет постоянный угол наклона к плоскости обращения Земли вокруг Солнца, равный $66^\circ 33''$. Вследствие этого угол e между плоскостью эклиптики и плоскостью небесного экватора для земного наблюдателя составляет: $e = 23^\circ 26' 25,5''$. Точки пересечения эклиптики с небесным экватором называются **точками весеннего** (\wedge) и **осеннего** (d) **равноденствий**. Точка весеннего равноденствия находится в созвездии Рыб (до недавнего времени - в созвездии Овна), дата весеннего равноденствия - 20(21) марта. Точка осеннего равноденствия находится в созвездии Девы (до недавнего времени в созвездии Весов); дата осеннего равноденствия - 22(23) сентября.

Точки, отстоящие на 90° от точек весеннего равноденствия, называются **точками солнцестояний**. Летнее солнцестояние приходится на 22 июня, зимнее солнцестояние - на 22 декабря.

На карте звезды показаны черными точками, размеры которых характеризуют яркость звезд, туманности обозначены штриховыми линиями. Северный полюс изображен в центре карты. Линии исходящие из северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На карте расположены для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 2 ч. Небесные параллели нанесены через 30.с их помощью производят отсчет склонения светил. Точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются соответственно точками весеннего и осеннего равноденствия. По краю звездной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы.

Для определения места положения небесного светила необходимо месяц и число, указанные на звездной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.

На карте зенит расположен вблизи центра выреза, в точке пересечения нити с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения. Задания.

1. Установить подвижную карту звездного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в южной части неба от горизонта до полюса мира, на востоке – от горизонта до полюса мира.

2. Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера 10 октября в 21 час.

3. Найти на звездной карте созвездия, с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом.

4. Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов в полночь 15 сентября. Какое созвездие в то же время будет находиться вблизи горизонта на севере.

5. Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион – для данной широты места будут незаходящими.

6. Ответить на вопрос: может ли для вашей широты 20 сентября Андромеда находиться в зените?

7. На карте звездного неба найти пять любых из перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, лебедь, Лира, Геркулес, Северная Корона – определить приближенно координаты (небесные) – склонение и прямое восхождение звезд этих созвездий.

8. Определить, какое созвездие будет находиться вблизи горизонта 05 мая в полночь.

Контрольные вопросы

1. Что называют созвездием, как они изображены на карте звездного неба?

2. Как отыскать на карте Полярную звезду?

3. Назовите основные элементы небесной сферы: горизонт, небесный экватор, ось мира, зенит, юг, запад, север, восток.

4. Дайте определение координатам светила: склонение, прямое восхождение.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.

2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.

3. Ответьте на контрольные вопросы.

Практическое занятие №4. Определение синодического и сидерического периода обращений светила.

Цель занятия:

– обобщить понятие конфигурации планет; понять различие между сидерическим и синодическим периодами обращения планет; научиться решать задачи на связь сидерического и синодического периодов планет.

Ход работы:

Теория.

Промежуток времени, в течение которого планета совершает полный оборот вокруг Солнца по орбите относительно звезд, называется звездным или сидерическим периодом обращения планеты.

Одноименные конфигурации планет наступают в разных точках их орбит. Промежуток времени между двумя последовательными одноименными конфигурациями планет называется синодическим периодом обращения планеты. Он отличается от звездного периода. Синодический период (греч. «синодос» означает соединение) - это период между двумя последовательными соединениями (противостояниями).

Теория Коперника позволяет установить взаимосвязь синодического и сидерического периодов обращения планет.

Пусть T - сидерический (звездный) период обращения планеты, а T_0 - сидерический период обращения Земли (звездный год); S - синодический период обращения планеты. Среднее значение дуги, которую проходит планета за одни сутки, называется средним движением (n) и будет равно $n = \frac{360^\circ}{T}$, а среднее движение Земли - $n_0 = \frac{360^\circ}{T_0}$. У нижних планет $T < T_0$ и $n > n_0$. Одноименные соединения таких планет наступают через синодический период обращения S , за который Земля проходит дугу

$$L_0 = n_0 \cdot S = \frac{360^\circ}{T_0} S,$$

а планета, забегая вперед, совершает один оборот вокруг Солнца и догоняет Землю, проходя угловой путь $L = 360^\circ + L_0$, равный

$$L = n \cdot S = \frac{360^\circ}{T} S.$$

Вычитая равенство $L_0 = n_0 \cdot S = \frac{360^\circ}{T_0} S$ из $L = n \cdot S = \frac{360^\circ}{T} S$, получим уравнение синодического движения для нижних планет:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}.$$

Для верхних планет уравнение синодического движения примет вид:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}.$$

так как $T > T_0$ и $n < n_0$.

Уравнения $\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}$ и $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}$ дают средние значения синодических периодов обращения планет. С помощью этих уравнений по наблюдаемому синодическому периоду обращения планеты легко подсчитать сидерический период ее обращения вокруг Солнца.

Задачи

Задача 1. Чему равен звездный период обращения Юпитера, если его синодический период равен 400 суткам.

Задача 2. Сидерический период обращения Марса равен 1,88 лет. Предыдущее противостояние Марса случилось 22 мая 2016 года. В каком году и в каком месяце случится следующее?

Задача 3. Запишите формулы взаимосвязи синодического и сидерического периодов обращений:

а) для нижних планет: $1/S = 1/T - 1/T_0$

б) для верхних планет: $1/S = 1/T_0 - 1/T$

Контрольные вопросы:

1. Какие планеты могут проходить по диску Солнца?
2. Дайте определения понятиям: синодический период, сидерический (или звездный) период.
3. Кратко опишите системы мира.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

Практическое занятие №5. Применение законов Кеплера при решении задач.

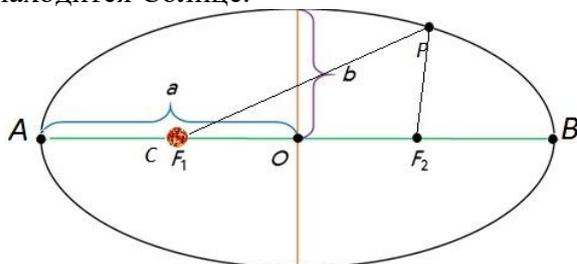
Цель занятия:

- освоить методику решения задач, используя законы движения планет.

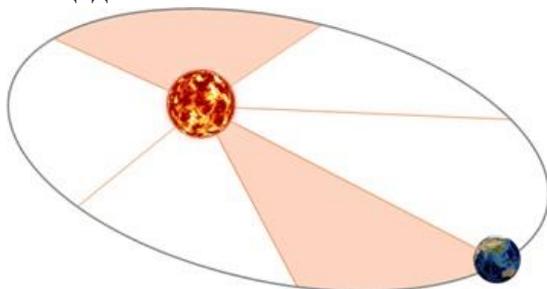
Теоретические сведения

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, а индекс 2 – к движению любого спутника вокруг планеты массой. Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

$$M_{\text{П}} = \frac{T_{\text{П}}^2}{T_{\text{З}}^2} \cdot \frac{a_{\text{П}}^3}{a_{\text{З}}^3} \cdot M_{\text{З}}$$

где $T_{\text{П}}$ и $a_{\text{П}}$ - 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:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

б) для внутренней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_{\oplus}}$$

Выполнение работы

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.

Задание 5. Марс дальше от Солнца, чем Земля, в 1.5 раза. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.

Задание 6. Синодический период планеты 500 суток. Определите большую полуось её орбиты и звёздный (сидерический) период обращения.

Задание 7. Определить период обращения астероида Белоруссия если большая полуось его орбиты $a=2,4$ а.е.

Задание 8. Звёздный период обращения Юпитера вокруг Солнца $T=12$ лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца?

Примеры решения задач 1-4

Задание 1. За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

Задание 1. Для решения задачи используем третий закон Кеплера: $\frac{T_1^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a_1^3}{a_{\oplus}^3}$

Дано:

$$a_1 = 1,5 \text{ а.е.}$$

$$a_{\oplus} = 1 \text{ а.е.}$$

$$T_{\oplus} = 1 \text{ г.}$$

Найти:

$$T_1 - ?$$

$$T_1 = \sqrt{\frac{T_{\oplus}^2 \cdot a_1^3}{a_{\oplus}^3}} = \frac{T_{\oplus} \cdot a_1}{a_{\oplus}} \sqrt{a_1}$$

$$T_1 = \frac{1 \cdot 1,5}{1} \sqrt{1,5} = 1,5 \sqrt{1,5} \approx 1,9 \text{ г.}$$

Ответ: Марс совершает полный оборот вокруг Солнца примерно за 1,9 года.

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 2. Для решения задачи используем формулу $M_{II} = \frac{T_{II}^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_{II}^3} \cdot M_{\otimes}$

Дано:	$M_{II} = \frac{(27,32)^2 \cdot (4,22 \cdot 10^5)^3}{(1,77)^2 \cdot (3,84 \cdot 10^5)^3} \cdot M_{\otimes} \approx 317 M_{\otimes}$
$M_{\otimes} = 1$	
$T = 27,32$ сут.	
$a = 3,84 \cdot 10^5$ км	
$T_1 = 1,77$ сут.	
$a_1 = 4,22 \cdot 10^5$ км	Ответ: Масса Юпитера составляет примерно 317 масс Земли.
Найти:	
$M_{II} - ?$	

Задание 3. Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

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: $a - ?$	$a = \sqrt[3]{\frac{(1 \text{ a.e.})^3 \cdot (2 \text{ год})^2}{(1 \text{ год})^2}} \approx 1,59 \text{ a.e.}$
	$a_{\otimes} = 1 \text{ a.e.}$
	Ответ: $a \approx 1,59 \text{ a.e.}$

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.

Контрольные вопросы:

1. Как называется ближайшая к Земле точка орбиты Луны или какого-нибудь искусственного спутника Земли
2. Как зависят периоды обращения спутников от массы планет?
3. Что удерживает планеты на их орбитах вокруг Солнца?

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.

3. Ответьте на контрольные вопросы.

Практическое занятие №6. Определение массы небесных тел.

Цель занятия:

– познакомить с различными способами определения масс небесных тел Солнечной системы.

Теоретические сведения

В физике существуют законы, включающие понятие «масса», например, закон всемирного тяготения, открытый И. Ньютоном.

Закон всемирного тяготения позволяет также определить одну из важнейших характеристик небесных тел - массу, в частности массу нашей планеты. Действительно, исходя из закона всемирного тяготения, ускорение свободного падения. Следовательно, если известны значения ускорения свободного падения, гравитационной постоянной и радиуса Земли, то можно определить ее массу.

Определить массу Солнца этим же способом не получится, необходимо действовать по другому- объединить, уточнить закон всемирного тяготения с учетом 3 закона Кеплера

Ньютон доказал, что более точная формула третьего закона Кеплера такова:

$$\frac{T_1^2 M_1 + m_1}{T_2^2 M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где M_1 и M_2 - массы каких-либо небесных тел, а m_1 и m_2 - соответственно массы их спутников. Так, планеты считаются спутниками Солнца. Мы видим, что уточненная формула этого закона отличается от приближенной наличием множителя, содержащего массы. Если под $M_1=M_2=M_\odot$ понимать массу Солнца, а под m_1 и m_2 - массы двух разных планет, то отношение

$$\frac{M_\odot + m_1}{M_\odot + m_2}$$

будет мало отличаться от единицы, так как m_1 и m_2 очень малы по сравнению с массой Солнца. При этом точная формула не будет заметно отличаться от приближенной.

Уточненный третий закон Кеплера позволяет определить массы планет, имеющих спутников, и массу Солнца. Чтобы определить массу Солнца, будем сравнивать движение Луны вокруг Земли с движением Земли вокруг Солнца:

$$g = G \frac{M}{R_\oplus^2}.$$

$$\frac{T_\oplus^2 M_\odot + M_\oplus}{T_\text{л}^2 M_\oplus + m_\text{л}} = \frac{a_\oplus^3}{a_\text{л}^3},$$

где T_\oplus и a_\oplus - период обращения Земли (год) и большая полуось ее орбиты, $T_\text{л}$ и $a_\text{л}$ - период обращения Луны вокруг Земли и большая полуось ее орбиты, M_\odot - масса Солнца, M_\oplus - масса Земли, $m_\text{л}$ - масса Луны. Масса Земли ничтожна по сравнению с массой Солнца, а масса Луны мала (1:81) по сравнению с массой Земли. Поэтому вторые слагаемые в суммах можно отбросить, не делая большой ошибки. Решив уравнение относительно

$\frac{M_\odot}{M_\oplus}$,
имеем:

$$\frac{M_\odot}{M_\oplus} = \left(\frac{a_\oplus}{a_\text{л}}\right)^3 : \left(\frac{T_\oplus}{T_\text{л}}\right)^2.$$

Эта формула позволяет определить массу Солнца, выраженную в массах Земли.

Этот метод можно использовать для определения масс планет солнечной системы с учетом данных об их спутниках. Для сравнения масс Земли и другой планеты, например Юпитера, надо в исходной формуле индекс 1 отнести к движению Луны вокруг Земли массой M_1 , а 2 - к движению любого спутника вокруг Юпитера массой M_2 .

Массы планет, не имеющих спутников, определяют по тем возмущениям, которые они своим притяжением производят в движении соседних с ними планет, а также в движении комет, астероидов или космических аппаратов.

Задания :

Задача 1: Определить массу Земли, подставив в указанную формулу значение $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$, найдем, что масса Земли $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$.

Самостоятельно:

Определить массу Меркурия, если $g = 3,7 \text{ м/с}^2$ $R = 2440 \text{ км}$

Определить массу Венеры, если $g = 8,87 \text{ м/с}^2$ $R = 6050 \text{ км}$

Определить массу Марса, если $g = 3,7 \text{ м/с}^2$ $R = 3397 \text{ км}$

Определить массу Урана, если $g = 9 \text{ м/с}^2$ $R = 25400 \text{ км}$

Задание 2:

1. Определите массу Юпитера сравнением системы Юпитера со спутником с системой Земля - Луна, если первый спутник Юпитера отстоит от него на 422 000 км и имеет период обращения 1,77 сут. Данные для Луны должны быть вам известны.

2. Вычислите, на каком расстоянии от Земли на линии Земля - Луна находятся те точки, в которых притяжения Землей и Луной одинаковы, зная, что расстояние между Луной и Землей равно 60 радиусам Земли, а масса Земли в 81 раз больше массы Луны.

Контрольные вопросы:

1. Как определить массу любого предмета на Земле?
2. Какие существуют методы определения масс небесных тел?
3. Можно ли по третьему закону Кеплера найти массу планеты, у которой нет спутника?

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

Практическое занятие №7. Определение среднего солнечного времени и высоты Солнца в кульминациях.

Цель занятия:

– изучить годичное движение Солнца по небу. Определить высоту Солнца в кульминациях.

–

Теоретические сведения

Солнце так же, как и другие звёзды, описывает свой путь по небесной сфере. Находясь в средних широтах, мы можем каждое утро наблюдать за тем, как оно появляется из-за горизонта в восточной части неба. Затем постепенно поднимается над горизонтом и, наконец, в полдень достигает наивысшего положения на небе. После этого Солнце постепенно опускается, приближаясь к горизонту, и заходит в западной части неба.

Ещё в глубокой древности люди, наблюдавшие за перемещением Солнца по небу, обнаружили, что его полуденная высота меняется с течением года, как меняется и вид звёздного неба.

Если в течение года ежедневно отмечать положение Солнца на небесной сфере в момент его кульминации (то есть указывать его склонение и прямое восхождение), то мы получим большой круг, представляющий проекцию видимого пути центра солнечного

диска в течение года. Этот круг древними греками был назван **эклиптикой**, что переводится, как ‘затмение’.

Конечно же, перемещение Солнца на фоне звёзд — это кажущееся явление. И вызвано оно вращением Земли вокруг Солнца. То есть, по сути, в плоскости эклиптики лежит путь Земли вокруг Солнца — её орбита.

Мы уже с вами говорили о том, что эклиптика пересекает небесный экватор в двух точках: в точке весеннего равноденствия (точка овна) и в точке осеннего равноденствия (точка весов) (рис.1)

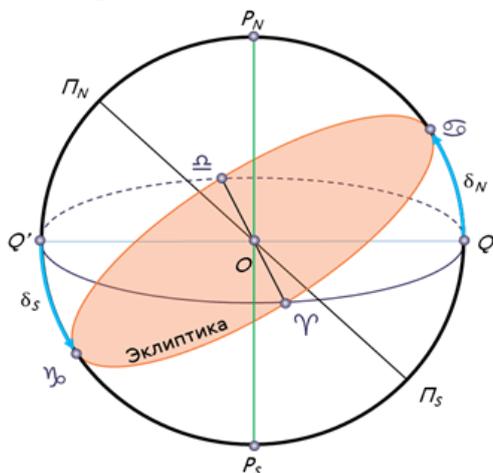


Рисунок 1. Небесная сфера

Кроме точек равноденствия, на эклиптике выделяют ещё две промежуточные точки, в которых склонение Солнца бывает наибольшим и наименьшим. Эти точки получили название точек **солнцестояния**. В **точке летнего солнцестояния** (она ещё называется точкой рака) Солнце имеет максимальное склонение — $+23^\circ 26'$. В **точке зимнего солнцестояния** (точка козерога) склонение Солнца минимально и составляет $-23^\circ 26'$.

Созвездия, по которым проходит эклиптика получили названия **эклиптические**.

Ещё в Древней Месопотамии было замечено, что Солнце, при своём видимом годовом движении проходит через 12 созвездий: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей и Рыбы. Позже, древние греки назвали этот пояс **Поясом Зодиака**. Дословно это переводится, как «круг из животных». И действительно, если посмотреть на названия зодиакальных созвездий, то несложно увидеть, что их половина в классическом греческом зодиаке представлена в виде животных (помимо мифологических существ).

Изначально эклиптические знаки зодиака совпадали с зодиакальными, так как ещё не было чёткого разделения созвездий. Начало отчёта знаков зодиака было установлено от точки весеннего равноденствия. А зодиакальные созвездия делили эклиптику на 12 равных частей.

Сейчас же зодиакальные и эклиптические созвездия не совпадают: зодиакальных созвездий 12, а эклиптических — 13 (в них добавлено созвездие Змееносца, в котором Солнце находится с 30 ноября по 17 декабря. Помимо этого, из-за прецессии земной оси, точки весеннего и осеннего равноденствий постоянно смещаются (рис.2).

Эклиптические созвездия Зодиакальные созвездия

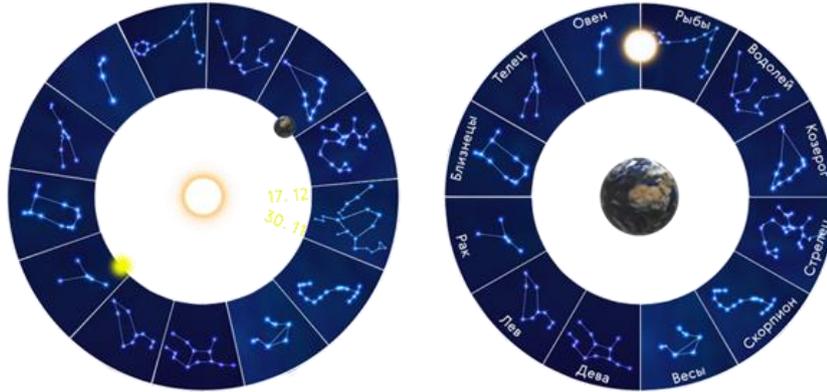


Рисунок 2. Эклиптические и зодиакальные созвездия

Прецессия (или предварение равноденствий) — это явление, возникающее из-за медленного раскачивания оси вращения земного шара. В этом цикле созвездия идут в обратную сторону, по сравнению с обычным годичным циклом. При этом получается, что точка весеннего равноденствия примерно каждые 2150 лет смещается на один знак зодиака по ходу часовой стрелки. Так с 4300 года по 2150 год до нашей эры эта точка располагалась в созвездии Тельца (эра Тельца), с 2150 года до нашей эры по 1 год нашей эры — в созвездии овна. Соответственно, сейчас, точка весеннего равноденствия находится в Рыбах.

Как мы уже упоминали, за начало движение Солнца по эклиптике принимается день весеннего равноденствия (около 21 марта). Суточная параллель Солнца под влиянием его годового движения непрерывно смещается на шаг склонения. Поэтому общее движение Солнца на небе происходит как бы по спирали, которая является результатом сложения суточного и годового движения. Итак, двигаясь по спирали, Солнце увеличивает своё склонение примерно на 15 минут в сутки. При этом продолжительность светового дня в Северном полушарии растёт, а в Южном — убывает. Это увеличение будет происходить до тех пор, пока склонение Солнца не достигнет $+23^{\circ} 26'$, что произойдёт примерно 22 июня, в день летнего солнцестояния (рис.3). Название «солнцестояние» связано с тем, что в это время (примерно 4 дня) Солнце практически не изменяет своего склонения (то есть как бы «стоит»).

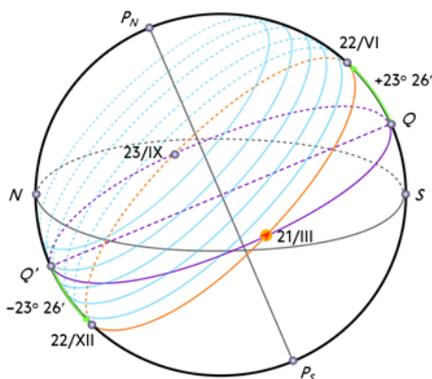


Рисунок 3. Движение Солнца как результат сложения суточного и годового движения

После солнцестояния следует уменьшение склонения Солнца и длинный день начинает постепенно убывать до тех пор, пока день и ночь не сравняются (то есть примерно до 23 сентября).

После прохождения точки осеннего равноденствия, Солнце меняет своё склонение на южное. В Северном полушарии день продолжает убывать, а в Южном, наоборот,

возрастает. И это будет продолжаться до тех пор, пока Солнце не достигнет точки зимнего солнцестояния (примерно до 22 декабря). Здесь Солнце опять примерно 4 дня практически не будет изменять своего склонения. В это время в Северном полушарии наблюдаются самые короткие дни и самые длинные ночи. В Южном наоборот, в разгаре лето и самый длинный день.

Через 4 дня, для наблюдателя в Северном полушарии, склонение Солнца начнёт постепенно увеличиваться и, примерно, через три месяца светило опять придёт в точку весеннего равноденствия.

Теперь давайте переместимся на Северный полюс (рис.4). Здесь суточное движение Солнца практически параллельно горизонту. Поэтому в течение полугода Солнце не заходит, описывая круги над горизонтом — наблюдается полярный день.

Через полгода склонение Солнца поменяет свой знак на минус, на Северном полюсе начнётся полярная ночь. Она также будет длиться около полугода. После солнцестояния следует уменьшение склонения Солнца и длинный день начинает постепенно убывать до тех пор, пока день и ночь не сравняются (то есть примерно до 23 сентября).

После прохождения точки осеннего равноденствия, Солнце меняет своё склонение на южное. В Северном полушарии день продолжает убывать, а в Южном, наоборот, возрастает. И это будет продолжаться до тех пор, пока Солнце не достигнет точки зимнего солнцестояния (примерно до 22 декабря). Здесь Солнце опять примерно 4 дня практически не будет изменять своего склонения. В это время в Северном полушарии наблюдаются самые короткие дни и самые длинные ночи. В Южном наоборот, в разгаре лето и самый длинный день.

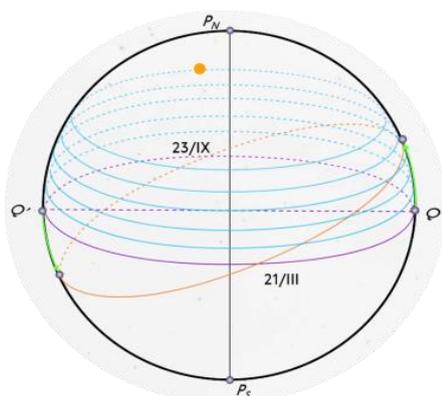


Рисунок 4. Суточное движение Солнца на полюсе

Переместимся на экватор (рис.5). Здесь наше Солнце, как и все другие светила, восходит и заходит перпендикулярно плоскости истинного горизонта. Поэтому на экваторе день всегда равен ночи.

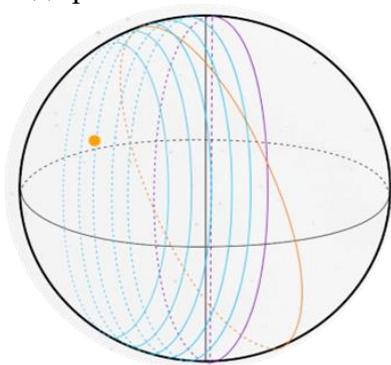


Рисунок 5. Суточное движение Солнца на экваторе

Теперь давайте обратимся к карте звёздного неба и немного поработаем с ней. Итак, мы уже знаем, что карта звёздного неба представляет собой проекцию небесной сферы на плоскость с нанесёнными на неё объектами в экваториальной системе координат. Напомним, что в центре карты располагается северный полюс мира. Рядом с ним Полярная звезда. Сетка экваториальных координат представлена на карте радиально расходящимися от центра лучами и концентрическими окружностями. На краю карты, возле каждого луча, написаны числа, обозначающие прямое восхождение (от нуля до двадцати трёх часов).

Как мы говорили, видимый годовой путь Солнца среди звёзд называется эклиптической. На карте она представлена овалом, который несколько смещён относительно Северного полюса мира. Точки пересечения эклиптики с небесным экватором называются точками весеннего и осеннего равноденствия (они обозначены символами овна и весов). Две другие точки — точки летнего и зимнего солнцестояний — на нашей карте обозначены кружочком и ромбиком соответственно.

Чтобы можно было определять время восхода и захода Солнца или планет, необходимо предварительно нанести их положение на карту. Для Солнца это не составляет большого труда: достаточно приложить линейку к Северному полюсу мира и штриху заданной даты. Точка пересечения линейки с эклиптической покажет положение Солнца на эту дату. Теперь давайте с помощью подвижной карты звёздного неба определим экваториальные координаты Солнца, например, на 18 октября. А также найдём примерное время его восхода и захода на эту дату.

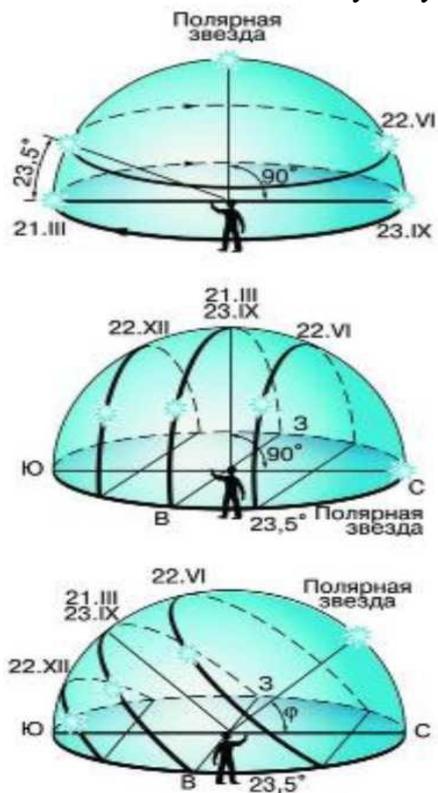


Рис. 2.11. Суточное движение Солнца на различных широтах

Рисунок 6. Видимый путь Солнца в разные времена года

Из-за изменения склонения Солнца и Луны их суточные пути все время меняются. Ежедневно изменяется и полуденная высота Солнца. Ее легко определить по формуле

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta$$

С изменением δ меняются также точки восхода и захода Солнца (рис.6). Летом в средних широтах северного полушария Земли Солнце восходит в северо-восточной части

неба и заходит в северо-западной, а зимой восходит на юго-востоке и заходит на юго-западе. Большая высота кульминации Солнца и большая продолжительность дня и являются причиной наступления лета.

Летом в южном полушарии Земли в средних широтах Солнце восходит на юго-востоке, кульминирует в северной стороне неба и заходит на юго-западе. В это время в северном полушарии зима.

Ход работы

1. Изучите движения Солнца в разные времена года и на разных широтах.
2. Изучите по рисункам 1-6 точки равноденствия, точки, в которых склонение Солнца бывает наибольшим и наименьшим (точки солнцестояния).

3. Выполните задания.

Задание 1. Опишите движение Солнца с 21 марта по 22 июня на северных широтах.

Задание 2. Опишите суточное движение Солнца на полюсе.

Задание 3. Где восходит и заходит Солнце зимой в южном полушарии (т.е. когда в северном полушарии лето)?

Задание 4. Почему летом Солнце поднимается высоко над горизонтом, а зимой – низко? Объясните это, исходя из характера движения Солнца по эклиптике.

Задание 5. Решите задачу

Определить высоту верхней и нижней кульминаций Солнца 8 марта в Вашем городе. Склонение Солнца $\delta_{\odot} = -5^{\circ}$. (Широта вашего города φ определяется по карте).

Контрольные вопросы

1. Как движется Солнце для наблюдателя на полюсе?
2. Когда Солнце бывает в зените на экваторе?
3. Северный и южный полярные круги имеют широту $\pm 66,5^{\circ}$. Чем характерны эти широты?

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

Практическое занятие №8. Многообразие галактик и их основные характеристики.

Цель занятия:

– формирование понятийного аппарата, необходимого для усвоения информации о галактиках как одном из основных типов космических систем. Рассмотреть виды галактик и классификацию Хаббла.

Теоретические сведения

По классификации Хаббла галактики делятся на эллиптические, линзовые, спиральные (обычные и пересеченные) и неправильные.

Эллиптические галактики (обозначаются E) имеют круглую или близкую к эллиптической форму. Их яркость спадает монотонно от центра к периферии. Эти галактики подразделяются на подтипы в зависимости от степени сжатия, которая вычисляется по формуле $n = 10 \cdot \left(1 - \frac{a}{b}\right)$, где a и b – малая и большая полуось эллипса. Круглая галактика

получает обозначение $E0$, а галактика с соотношением осей 1:2 – $E5$.

Спиральные галактики имеют два ярких компонента – балдж (сфероидальное вздутие в центральной области галактики в котором находится ядро) и звездный диск. Наиболее яркой частью диска являются спиральные рукава, содержащие много пыли, газа и молодых

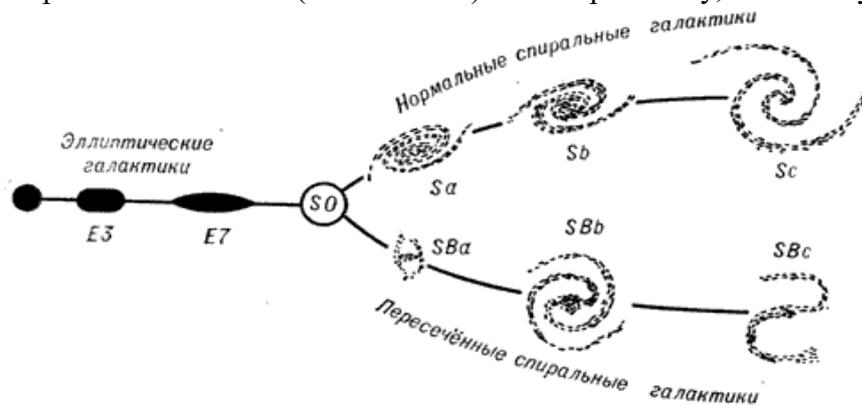
горячих звезд. По наличию или отсутствию «бара» - перемычки, пересекающей балдж, спиральные галактики разделяются на обычные (*S*) и пересеченные (*SB*).

Галактики ранних типов *Sa* (*SBa*) характеризуются большим размером балджа и четко выраженными того закрученными спиральными рукавами. Галактики позднего типа *Sc* (*SBc*) наоборот характеризуются малым размером балджа, который в галактиках типа *Sd* (*SBd*) исчезает совсем и слабой закруткой рукавов. Кроме того сами рукава могут дробиться на отдельные участки.

Линзовые галактики (*S0*) представляют собой переходный тип между эллиптическими и спиральными галактиками. Отличаются от спиральных отсутствием спиральных рукавов, но в отличие от эллиптических галактик, в линзовидных присутствует пыль и газ.

Неправильные галактики (*I*, *Ir* или *Irr*) не имеют регулярной формы. Они содержат много пыли, газа и молодых звезд.

В ряде неправильных галактик удается выделить перемычки и даже небольшое подобие спиральной структуры. Такие неправильные галактики получили название Магеллановых спиральных галактик (*Sm* или *SBm*) по их прототипу, большому Магеллановому облаку



Задания.

Задание 1

По классификации Хаббла галактики делятся на эллиптические, линзовые, спиральные (обычные и пересеченные) и неправильные.

1. Подготовить таблицу по образцу и заполнить ее данными.

№	Описание	Тип	Класс

Например для галактики



№	Описание	Тип	Класс
1	Яркость спадает монотонно от центра к периферии По рисунку большая полуось около 2, малая около 0,5 мм. Степень сжатия около 7	Эллиптическая	E7

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Выполните задания в соответствии с инструкцией, опишите полученные результаты к каждому заданию.
3. Ответьте на контрольные вопросы.