



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени
Н.Г. Славянова»

Методические указания

для обучающихся по выполнению практических работ


по учебной дисциплине

ОУД.08 «Астрономия»

профессии

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования (по отраслям)

Рассмотрено на заседании
Предметной цикловой комиссии
Дисциплин естественно-научного цикла
Протокол № 8 от 17 марта 2021 г.

 Председатель ПЦК
Меньшикова Е.В.

Автор:

преподаватель высшей квалификационной
категории ГБПОУ «ППК им. Н.Г. Славянова»
Меньшикова Екатерина Викторовна

Пермь – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Пояснительная записка | 3 |
| 2 | Содержание практических занятий | 4 |
| | Практическая работа № 1: «Наблюдение движения небесных тел, поиск созвездий с помощью компьютерного приложения «STELLARIUM» | 4 |
| | Практическая работа № 2: «Построение графических моделей небесной сферы.» | 6 |
| | Практическая работа № 3: «Определение графической широты по полуденной высоте Солнца.» | 10 |
| | Практическая работа № 4: «Момент наступления истинного солнечного полдня по гражданскому времени» | 13 |
| | Практическая работа № 5: Определение элементов орбиты небесных тел.» | 17 |
| | Практическая работа № 6: «Изучение вулканической активности на спутнике Юпитера Ио» | 20 |
| | Практическая работа № 7: «Оценивание возможности наличия жизни на экзопланетах.» | 22 |
| | Практическая работа № 8: «Определение скорости удаления галактик по их спектрам.» | 25 |
| 3 | Список источников и литературы | 31 |

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися по дисциплине ОУД.08 «Астрономия» предназначены для обучающихся по специальности 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)».

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОУД.08 «Астрономия».

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)

Описание каждого практического занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических занятий по дисциплине ОУД.08 «Астрономия» отводится 26 часов.

Содержание практических занятий

Практическая работа №1

«Наблюдение движения небесных тел, поиск созвездий с помощью компьютерного приложения «STELLARIUM»

Тема: Видимое движение небесных тел

Количество часов: 1

Цель: Построить графические модели небесной сферы для заданного пункта наблюдения.

Задача: Закрепление знаний по теме «Звёздное небо (изменение видов звёздного неба в течении суток года)».

Оборудование: ноутбук с установленной программой планетарий Stellarium, циркуль, цветные карандаши, линейка, транспортир.

Ход работы

Задание 1. В 18 часов дня Вашего рождения (« ») в Перми можно наблюдать следующие созвездия:

В южном полушарии: _____

В восточной части неба: _____

Вблизи зенита (с высотой $>70^\circ$): _____

Вблизи северного полюса мира (со склонением $>70^\circ$): _____

Задание 2. Напишите созвездия, через которые пройдёт небесный меридиан.

Созвездия: _____

Задание 3. Будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов? _____

Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

Задание 4. Когда Солнце входит в созвездие, в котором оно находится в день Вашего рождения, когда выходит? Эклиптика пересекает созвездие «_____» с _____ по _____

Проходит ли Млечный Путь через «Ваше» созвездие? _____

Задание 5. Какие из перечисленных созвездий: *Кассиопея, Дракон, Телец, Большая Медведица, Лебедь, Близнецы*, для нашей широты будут незаходящими (укажите и какие из них – частично)?

Практическая работа №2

«Построение графических моделей небесной сферы.»

Тема: Видимое движение небесных тел

Цель: Построить графические модели небесной сферы для заданного пункта наблюдения.

Задача: Закрепление знаний по теме «Звёздное небо (изменение видов звёздного неба в течении суток года)».

Оборудование: ноутбук с установленной программой планетарий Stellarium, циркуль, цветные карандаши, линейка, транспортир.

Теоритические основы:

У древних народов звёздное небо ассоциировалось с куполом или со сферой. Действительно, при взгляде на небо создаётся впечатление, что Солнце, звёзды и Луна расположены на внутренней поверхности гигантской небесной сферы, вращающейся в направлении с востока на запад.

Небесной сферой называется воображаемая сфера произвольного радиуса с центром в точке наблюдения (точка O), на которую проецируются астрономические объекты. Графическая модель небесной сферы для наблюдателя, находящегося в Северном полушарии Земли, приведена на рисунке 1.

Мы определили небесную сферу как сферу **произвольного радиуса**. Глядя на небо, мы не можем определить какая из звёзд находится дальше, какая- ближе. Нам кажется, что все звёзды удалены одинаково. Для решения многих задач практической астрономии важно знать не реальные расстояния до небесных объектов, а их взаимное расположение на небе, для определения которого измеряют углы между направлениями от точки наблюдения на эти объекты. Эти измерения удобно проводить *на воображаемой* небесной сфере, используя специальные системы координат.

Небесная сфера вращается вокруг воображаемой линии PP' , называемой **осью мира**. Ось мира параллельна оси вращения Земли. Соответственно, P -северный полюс мира, P' - южный полюс мира. (см. рис. 1.)

Для определения основных элементов небесной сферы в астрономии используют понятие большого и малого кругов. **Большим кругом** называют окружность, которая получается при пересечении небесной сферы плоскостью, проходящей через её центр. Если плоскость не проходит через центр, то получается **малый круг**

Большой круг небеснойсферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира, называется **небесным экватором** (см. рис. 1) Небесным меридианом называется большой круг небесной сферы, проходящий через зенит Z , надир- Z' и полюсы мира P и P' (см. рис. 1)



Прямая линия, которая совпадает в данной точке с направлением действия силы тяжести, называется **отвесной линией**. Направление отвесной линии можно определить с помощью простейшего отвеса – грузика на тонкой нити. Отвесная линия пересекает небесную сферу в двух точках: верхняя над головой наблюдателя Z называется **зенитом**, нижняя – **надиром**.

Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии, называется **математическим горизонтом**. Математический горизонт пересекается с небесным меридианом в точке севера N (находится ближе к северному полюсу) и юга S , а с небесным экватором – в точках востока E и запада W (см. рис. 1).

Выберем на небесной сфере астрономический объект (такие объекты на сфере принято называть **светило**). В течении суток светило описывает на небесной сфере малый круг, который называется **небесной параллелью** (см. рис. 1).

Для изучения видимого расположения и движения небесных объектов используются различные **системы небесных координат (горизонтальную и экваториальную)**.

Зная широту места наблюдения φ и склонение δ небесного объекта, можно определить его высоту над горизонтом в момент кульминаций. Для наблюдений в Северном полушарии Земли ($\varphi > 0$) объект, у которого склонение $\delta < \varphi$, кульминирует к югу от зенита. Его высота в верхней кульминации

$$h_{\text{в}} = 90^\circ - \varphi + \delta.$$

Если $\delta > \varphi$, то объект кульминирует к северу от зенита, его высота

$$h_{\text{в}} = 90^\circ + \varphi - \delta$$

В нижней кульминации $h_{\text{н}} = 90^\circ + \varphi + \delta$

Для решения задач практической астрономии удобно бывает использовать проекции небесной сферы на плоскость небесного меридиана (рис. 2). Теорема о высоте полюса мира

над горизонтом утверждает, что **высота видимого полюса мира над горизонтом равна модулю широты места наблюдения:**

$$h_p = |\varphi|$$

Следовательно, вид небесной сферы зависит от географической широты места наблюдения.

Ход работы

1. Повторите материал учебника.
2. Согласно условию, выполните задание.

Представьте, что вы находитесь в таком месте земной поверхности, где в зените наблюдается одна из следующих звёзд: Бетельгейзе, Вега, Спика, Канопус, Антарес, Сириус, Альферац, Рукбах.

1. Используя программу планетарий Stellarium определите склонение для каждой из звёзд. Результаты занесите в таблицу.

| Название звезды | Склонение δ | Широта φ места наблюдения, где звезда наблюдается в зените |
|-----------------|--------------------|--|
| Бетельгейзе | | |
| Вега | | |
| Спика | | |
| Канопус | | |
| Антарес | | |
| Сириус | | |
| Альферац | | |
| | | |

2. Используя формулу

$$h_b = 90^\circ - \varphi + \delta.$$

определите широты φ мест наблюдения, где в зените наблюдается указанная звезда. Результаты занесите в таблицу.

Подсказка: высота светил, находящихся в зените равна.

3. На двух рисунках постройте проекции небесной сферы для двухмест земной поверхности с разными географическими широтами, указанными в третьей колонки таблицы.

Алгоритм:

Изобразите небесный меридиан в виде окружности и отметьте точки: центр сферы O , точки зенита Z и надира Z' (см. рис. 2).

Изобразите линию горизонта и обозначьте точки севера N и юга S .

Прочитайте теорему о высоте полюса мира и с помощью транспортира отметьте положение северного P и южного P' полюсов мира. Изобразите ось мира POP' цветным карандашом (см. рис.2).

Постройте линию, изображающую небесный экватор QQ' ,

Цветным карандашом изобразите звезду в зените и её суточную параллель

Напишите название звезды и значение угла наклона оси вращения.

Укажите, звезда в данной точке является незаходящей, невосходящей, восходящей и заходящей?

3. Контрольные вопросы

1. Какое склонение должна иметь звезда, если она кульминирует в зените в месте, где вы проживаете?

Сформулируйте вывод по работе.

Практическая работа №3

«Определение графической широты по полуденной высоте Солнца.»

Тема: Видимое движение небесных тел

Цель: Определить географическую широту места наблюдения по полуденной высоте Солнца, построить суточную параллель Солнца на графической модели небесной сферы..

Задача: закрепление знаний по теме «Эклиптика», развитие пространственного воображения.

Оборудование: эфемериды Солнца (школьный астрономический календарь 2019), транспортир, цветные карандаши, линейка.

Теоретические основы

Кажущееся вращение небесной сферы вокруг оси мира является следствием действительного вращения Земли вокруг своей оси. Наблюдатель, находящийся на поверхности Земли, видит, что в течение суток небесные тела перемещаются по небу. **Суточным движением** называется видимое движение светил, которое обусловлено вращением Земли вокруг своей оси.

Солнце, подобно звёздам, участвует в суточном движении: оно восходит в восточной части горизонта, описывает дугу на небе и заходит в западной части горизонта. В течение года Солнце перемещается среди звёзд по **эклиптике** — большому кругу небесной сферы, наклоненному к небесному экватору под углом $23,5^\circ$ (рис. 1). Поэтому — экваториальные координаты Солнца α , и δ изменяются в течение года.

Это интересно: название «эклиптика» (ecliptic) возникло потому, что только тогда, когда Луна (будучи в фазе новолуния или полнолуния) пересекает эклиптику, мы можем наблюдать затмения (eclipse) Солнца или Луны.

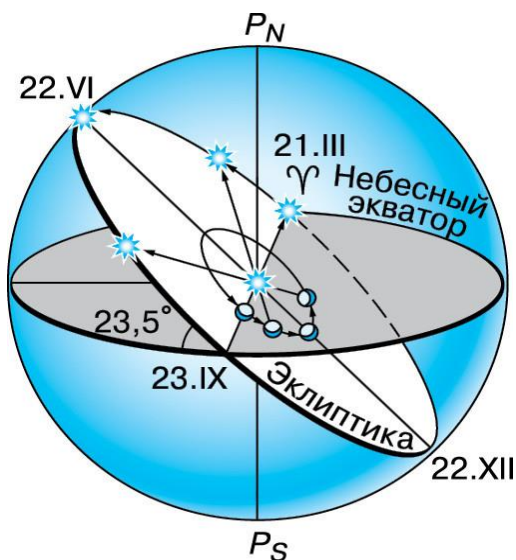


Рис. 1

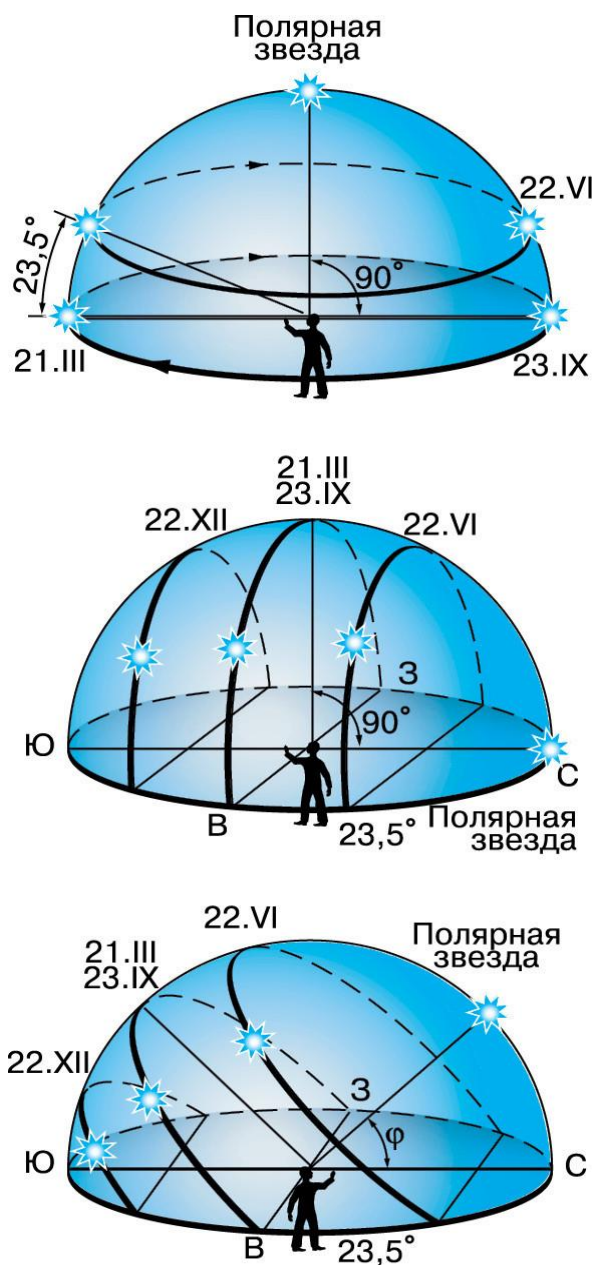


Рис. 2 Суточное движение Солнца на различных широтах

В зависимости от положения Солнца на эклиптике меняются его **суточные пути** на небе, точки восхода и захода. Также ежедневно изменяется **полуденная высота** Солнца h_s (т.е. высота Солнца в верхней кульминации; рис. 2). Измерив полуденную высоту Солнца и зная его склонение в этот день, можно вычислить географическую широту места наблюдения, используя формулы

$$h_s = 90^\circ - \varphi + \delta.$$

если $\delta > \varphi$, то
$$h_s = 90^\circ + \varphi - \delta$$

Данный способ издавна использовался для определения места положения наблюдателя на суше и на море.

Ход работы

В эфемеридах Солнца найдите его склонение δ на текущую дату и занесите в таблицу.

| Полуденная высота Солнца h_g | Склонение Солнца на текущую дату δ | Геогр. широта места наблюдения φ | Место восхода Солнца (часть света) | Место захода Солнца (часть света) |
|--------------------------------|---|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| 40° | | | | |
| 60° | | | | |
| 80° | | | | |

Для приведённых в таблице значений полуденной высоты h_g определите географическую широту места наблюдения φ , используя формулы

$$h_g = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

$$\text{если } \delta > \varphi, \text{ то } h_g = 90^\circ + \varphi - \delta$$

Результаты занесите в таблицу. Сделать зарисовки суточных параллелей Солнца на графической небесной сфере (2 на выбор).

Пример:

На дату 23 февраля склонение Солнца равно $\delta = -10^\circ$ (эфемериды Солнца).

Измеренная полуденная высота Солнца на эту дату равна $h_g = 10^\circ$

На каких широтах были произведены измерения?

По двум формулам получаем два ответа: $\varphi = -90^\circ$, $\varphi = +70^\circ$.

По теореме о высоте полюса мира над горизонтом $\varphi < 0$ означает высоту Южного полюса над горизонтом, $\varphi > 0$ - высоту Северного полюса над горизонтом.

Ответ:

Полуденная высота Солнца $h_g = 10^\circ$ 23 февраля наблюдается в Северном полушарии на широте $\varphi = +70^\circ$ и Южном полушарии около Южного географического полюса.

Прорисовка суточной параллели на графической небесной сфере показывает, что Солнце 23 февраля на Южном полюсе не восходит и не заходит, оставаясь на одной и той же высоте 10° над горизонтом. В Южном полушарии лето. На широте $\varphi = +70^\circ$ - Солнце восходит на юго - востоке, заходит на юго - западе.

Вопросы для закрепления материала

- 1 В каких пределах меняется склонение Солнца в течение года?
- 2 В какой части света восходит Солнце в Южном полушарии?
- 3 Можно ли в г. Пермь наблюдать Солнце в зените?

Сформулируйте вывод по работе.

Практическая работа №4

«Момент наступления истинного солнечного полдня по гражданскому времени»

Тема: Видимое движение небесных тел

Цель: Определить момент кульминации Солнца по гражданскому времени.

Задача: Закрепление знаний по теме «Видимое движение небесных тел»

Оборудование: Карта России «Часовые зоны», калькулятор.

Теоретические основы:

Солнце всегда освещает только половину земного шара: на одном полушарии — день, а на другом в это время ночь, соответственно всегда есть точки, где в данный момент **истинный полдень** и Солнце находится в верхней кульминации. По мере того как Земля вращается вокруг оси, полдень наступает в тех местах, которые лежат всё западнее. По положению Солнца (или звёзд) на небе определяется местное время для любой точки земного шара. Местное время в двух пунктах (T_1 и T_2) отличается ровно на столько, на сколько отличается их географическая долгота:

$$T_1 - T_2 = \lambda_1 - \lambda_2.$$

Определив из наблюдений местное (солнечное) время в данном пункте и сравнив его с местным временем другого, географическая долгота которого известна, можно вычислить географическую долготу пункта наблюдения. Условились отсчитывать долготу от начального (нулевого) меридиана, проходящего через Гринвичскую обсерваторию. Местное солнечное время этого меридиана называют **всемирным временем** — Universal Time (UT). Тогда

$$T_1 = UT + \lambda_1,$$

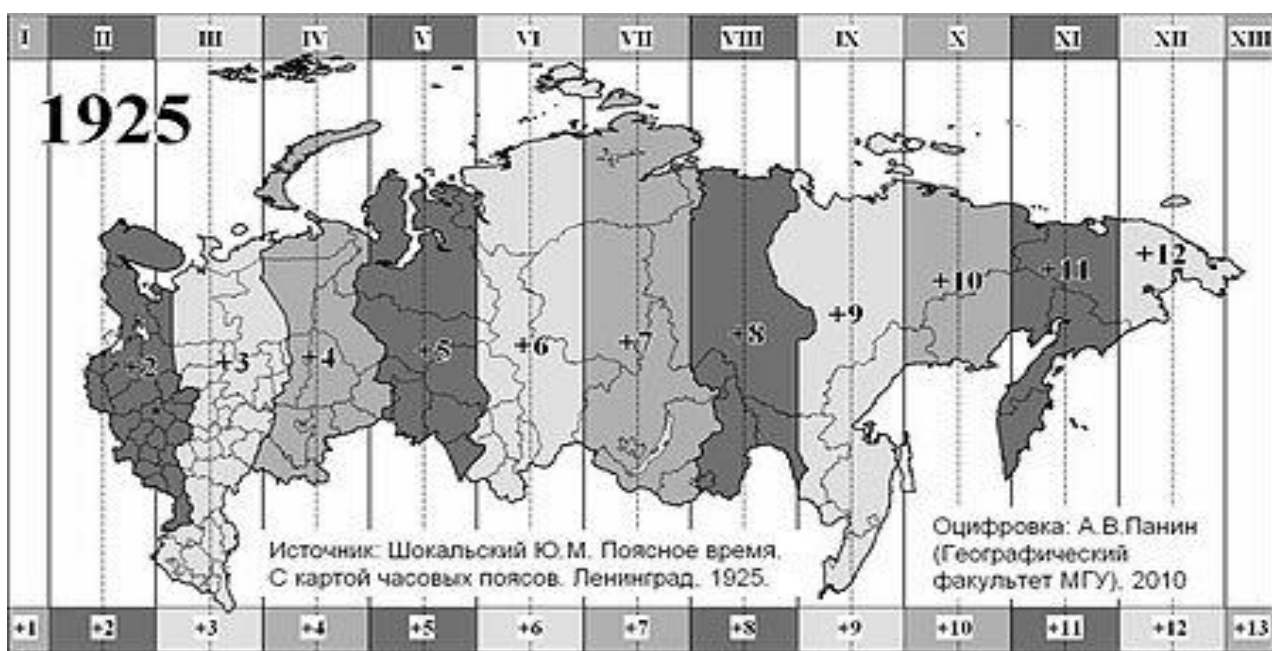
иначе говоря, местное солнечное время любого пункта равно всемирному времени в этот момент плюс долгота данного пункта от начального меридиана, выраженная в часовой мере.

Наличие в каждом пункте Земли своего местного (солнечного) времени создавало бы большие неудобства, особенно для железнодорожного транспорта и радиосвязи. Железнодорожники и связисты преодолевают это неудобство тем, что на всей территории нашей страны на вокзалах и на телеграфе часы работают по московскому времени. Однако для обыденной и деловой жизни было бы неудобно и непривычно, скажем, во Владивостоке пользоваться временем Москвы.

В 1884 г. в США на Международной меридианной конференции был предложен **поясной счёт времени**. Согласно этой системе весь земной шар был разделён по долготе на 24 часовых пояса (по числу часов в сутках), каждый из которых занимает примерно 15° . Границами часовых поясов являются линии, которые идут от Северного полюса Земли до Южного. По сути дела, счёт времени по этой системе ведётся только на 24 основных меридианах, отстоящих друг от друга на 15° по долготе. Время на этих меридианах, которые расположены примерно посередине каждого часового пояса, отличается ровно на один час. Местное время основного меридиана данного пояса называется **поясным временем**. По нему ведётся счёт времени на всей территории, относящейся к этому часовому поясу. Поясное время, которое принято в конкретном пункте, отличается от всемирного на число часов, равных номеру его часового пояса:

$$T = UT + n,$$

где UT — всемирное время, а n — номер часового пояса.



В нашей стране поясное время было введено с 1 июля 1919 г. С тех пор границы часовых поясов неоднократно пересматривались и изменялись.

В настоящее время территория России разделена на **11 часовых зон**, Границы зон проведены по административным границам областей.

В XX в. в России несколько раз вводилось и затем отменялось декретное время, которое на 1 ч опережает **поясное**.

С октября 2014 г. в России было возвращено декретное время. Далее, при делении России на **часовые зоны** декретное время для Москвы сохраняется, как наиболее благоприятное. Москва находится во 2 часовом поясе, но разница между московским и всемирным временем остаётся равной декретному времени - 3 ч.

Часовые зоны России

1. Калининградское время UTC+02:00
2. Московское время UTC+03:00
3. Самарское время UTC+04:00
4. Екатеринбургское время UTC+05:00
5. Омское время UTC+06:00
6. Красноярское время UTC+07:00
7. Иркутское время UTC+08:00
8. Якутское время UTC+09:00
9. Владивостокское время UTC+10:00
10. Магаданское время UTC+11:00
11. Камчатское время UTC+12:00

Чтобы найти, когда наступит истинный полдень по времени часовой зоны, введём следующие обозначения:

T – местное солнечное время, T_3 – время часовой зоны

UTC – всемирное координированное время., UTC = UT.

Запишем уравнения: $T_3 = UTC + n$

$T = UT + \lambda$

откуда найдём, что разница между временем часовой зоны и местным солнечным равна:

$$\Delta T = T_3 - T = n - \lambda \rightarrow T_3 = T + \Delta T$$

Если местное солнечное время равно 12:00 (полдень), то время часовой зоны $T_3 = 12:00 + \Delta T$

Пример: Для г. Москва географическая долгота $\lambda = 37^\circ 37'$,

по карте часовых зон $T_3 = UTC + n = UTC + 03:00$

Когда наступит истинный полдень по официальному времени?

Находим, что $n = 03:00$, меняем n у λ ед. измерения из условия, что

$$15^\circ = 01:00, 1^\circ = 00:04, \quad 15' = 00:01$$

Получим $\lambda = 02:30$, $\Delta T = n - \lambda = 03:00 - 02:30 = 00:30$

$$T_3 = 12:00 + \Delta T = 12:30$$

Ответ: Истинный солнечный полдень в Москве по официальному времени наступает в 12:30

Ход работы

Рассмотрите карту «Часовые зоны России», обратите внимание на то, что некоторые часовые зоны, имея большую площадь, объединяют участки нескольких часовых поясов

Используя условия, указанные в первых двух столбцах, заполните клетки других столбцов.

| <i>Название города</i> | <i>Долгота. λ</i> | <i>Разница с Гринвичем в час., λ</i> | <i>время часовой зоны по карте, UTC+n</i> | $\Delta T = n - \lambda$ | <i>Истинный полдень по времени зоны, 12:00 + ΔT</i> |
|------------------------|--------------------------------------|---|---|--------------------------|--|
| Москва | 37°37' | 02:30 | UTC+03:00 | 00:30 | 12:30 |
| Пермь | 56°16' | | | | |
| Челябинск | 61°25' | | | | |
| Ижевск | 53°11' | | | | |
| Казань | 49°07' | | | | |
| Екатеринбург | 60°36' | | | | |

Контрольные вопросы

1. В каком из упомянутых городов люди просыпаются всех раньше?

Сформулируйте вывод по работе

Практическая работа №5

«Определение элементов орбиты небесных тел.»

Тема: Движение космических тел под действием сил гравитации

Цель: Построение графической модели орбиты по заданным параметрам.

Задача: Закрепление знаний по теме «Законы Кеплера».

Приборы и материалы: две кнопки (булавки), карандаш, кусок нити.

Дополнительные сведения:

Астрономы давно обратили внимание на слишком большой пробел между орбитами Марса и Юпитера и предполагали, что там может находиться ещё не известная планета. В 1801 г. после длительных поисков в этом промежутке действительно была открыта планета, которая по традиции получила имя, взятое из древней мифологии – Церера. Она оказалась слишком маленькой по сравнению с другими известными в ту пору планетами – её диаметр около 1000 км. Однако выяснилось, что в этой части Солнечной системы Церера вовсе не единственная планета. Вскоре были открыты Паллада (555 км), Веста (530 км), и др. Эти планеты стали называть малыми планетами или астероидами (звездopodobными), поскольку даже в телескоп они видны как светящиеся точки, похожие на звёзды. Эти малые планеты вращаются в основном между орбитами Марса и Юпитера, образуя так называемый **пояс астероидов**. В конце 20-го века в этом поясе было обнаружено более 100 тыс. объектов.

Движение астероидов описывается законами Кеплера.

Первый закон. Каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

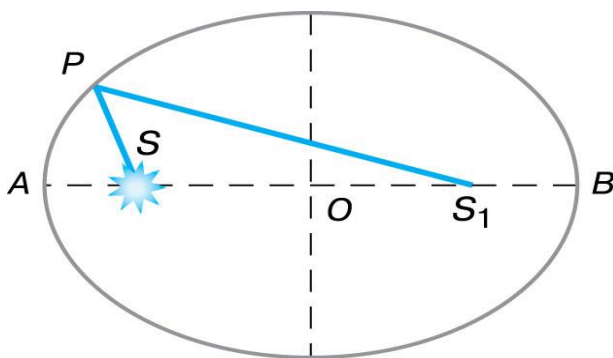


Рис. 1. Свойства эллипса

Как известно, **эллипсом** называется кривая, у которой сумма расстояний от любой точки P до его фокусов есть величина постоянная. На рисунках 1 и 2 обозначены: O — центр эллипса; S и S_1 — фокусы эллипса; AB — его большая ось. Половина этой величины (a), которую обычно называют **большой полуосью**, характеризует размер орбиты планеты.

Ближайшая к Солнцу точка A называется **перигелий**, а наиболее удалённая от него точка B — **афелий**. Отличие эллипса от окружности характеризуется величиной его эксцентриситета: $e = OS/OA$. В том случае, когда эксцентриситет равен 0, фокусы и центр сливаются в одну точку — эллипс превращается в окружность.

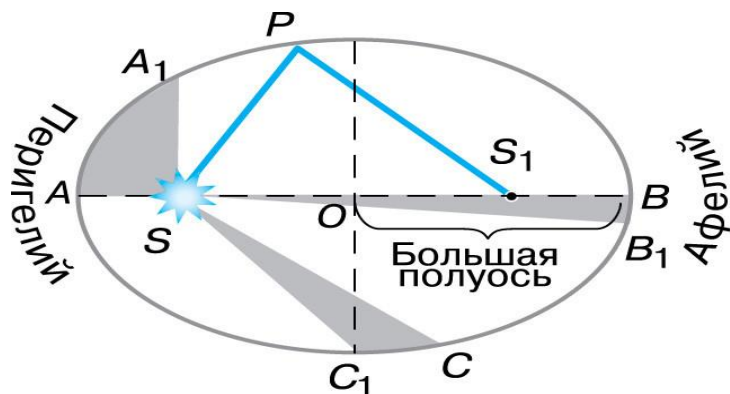


Рис. 2 Свойства эллипса

Третий закон:

Квадраты звёздных периодов обращения планет относятся между собой как кубы больших полуосей их орбит.

Формула, выражающая третий закон Кеплера, такова:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

где T_1 и T_2 — периоды обращения двух планет;

a_1 и a_2 — большие полуоси их орбит.

Третий закон позволяет вычислить относительные расстояния планет от Солнца, используя при этом уже известные периоды их обращения вокруг Солнца. Не нужно определять расстояние от Солнца каждой из них, достаточно измерить расстояние от Солнца хотя бы одной планеты. Величина большой полуоси земной орбиты — *астрономическая единица* (а. е.) — стала основой для вычисления всех остальных расстояний в Солнечной системе.

Астероиды могут миллионы лет двигаться по своим орбитам вокруг Солнца, но если их орбиты пересекаются с орбитой Земли, то они могут с ней столкнуться. В перигелии некоторые астероиды находятся ближе к Солнцу, чем Земля. В связи с этим были организованы центры отслеживания комет и астероидов, пересекающих орбиту Земли

Пример;

Астероид Эвномия (радиус 100 км.) имеет вытянутую орбиту, её перигелийное расстояние $q = 2,14$ а. е., период обращения вокруг Солнца 4,3 земных года.

Найдите наибольшее расстояние астероида до Солнца, большую полуось и эксцентриситет орбиты.

Обозначим:

q – перигелийное расстояние, $q = 2,14$ а. е.,

a_1 – большая полуось орбиты астероида, $a_1 = ?$

a_2 - большая полуось орбиты Земли, $a_2 = 1$ а. е.

T_1 - период обращения астероида, $T_1 = 4,3$ г.

T_2 - период обращения Земли. $T_2 = 1$ г.

Запишем третий закон Кеплера

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \rightarrow a_1 = \sqrt[3]{\frac{T_1^2}{T_2^2} a_2^3} = \sqrt[3]{1^3 \frac{4,3^2}{1^2}} = \sqrt[3]{18,49} \cong 2,63 \text{ а. е.}$$

Большая полуось эллипса орбиты равна 2,63 а. е. (см. рис. 2)

Расстояние от центра эллипса до фокуса (см. рис 2)

$$OS = a_1 - q = 2,63 - 2,14 = 0,49 \text{ а. е.}$$

Эксцентриситет эллипса находим по формуле

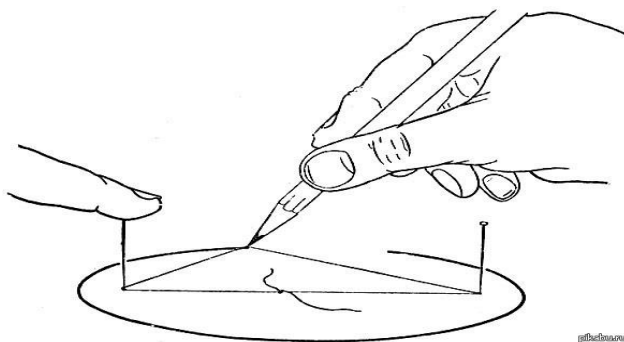
$$e = \frac{OS}{OA} = \frac{0,49}{2,63} = 0,185$$

Наибольшее расстояние от астероида до Солнца равно

$$2 \times a_1 - q = 2 \times 2,63 - 2,14 = 3,12 \text{ а. е.}$$

Ход работы:

Построить графическую модель траектории астероида, **эллипс**, в тетради, используя его основное свойство – сумма расстояний от любой точки эллипса до 2-х выбранных фокусов есть величина постоянная. Построение делается с помощью нити фиксированной длины и двух кнопок (булавок) следующим образом.



На рисунке отметить точки: центр эллипса – т. О, фокусы эллипса S, S_1 (см. рис. 2). В одном из фокусов изобразите Солнце, подпишите точки траектории – афелий, перигелий, нарисуйте большие и малые полуоси эллипса.(см. рис. 2)

Произведите расчёт расстояний от астероида Юнона до Солнца в афелии и перигелии орбиты, если период обращения Юноны равен 4,36 земных года, а эксцентриситет равен 0,25.

Подробные расчёты занесите в тетрадь по образцу.

Вопросы:

Если бы орбита Земли и астероида Юноны лежали в одной плоскости, то сколько бы общих точек они имели?

Сформулируйте вывод по работе.

Практическая работа № 6

«Изучение вулканической активности на спутнике Юпитера Ио»

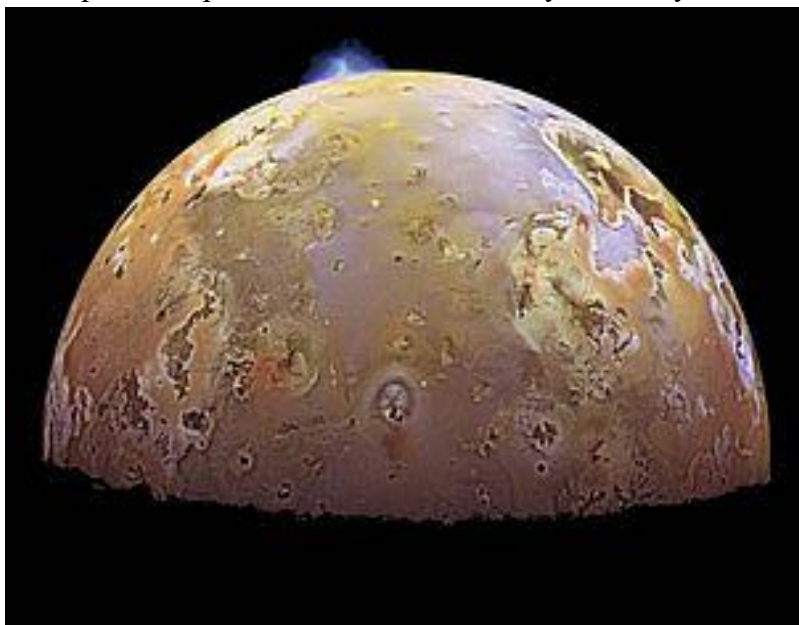
Тема: Солнечная система

Цель: Определить высоту и скорость выброса вещества из жерла вулкана на спутнике Юпитера Ио.

Оборудование: фотографии Ио с извергающимся вулканом, линейка.

Теоретические сведения:

Ближайший к Юпитеру крупный спутник Ио имеет радиус $R = 1820\text{ м}$ и массу $M = 7,3 \cdot 10^{22}$ кг. Космические станции (Вояджер 1 и Вояджер 2) неоднократно фотографировали Ио и обнаружили на нём несколько извергающихся вулканов, что указывает на высокие температуры в недрах спутников. Основным механизмом разогрева вещества внутри Ио является приливное воздействие со стороны Юпитера, которое периодически деформирует его внешние слои, разогревая их. На фотографии показан действующий вулкан, который извергает вещество на большую высоту.



Ход работы

1. Определите масштаб снимка, учитывая, что радиус Ио равен 1820 м.
2. Измерьте высоту выброса в миллиметрах и с помощью масштаба рассчитайте реальную высоту выброса в километрах.
3. По массе и радиусу определите ускорение свободного падения на поверхности спутника
4. Используя закон сохранения энергии, определите скорость выброса вещества из жерла вулкана.
5. Используя дополнительные источники информации, в том числе ресурсы Интернета, сравните полученную скорость со скоростью извержения вещества в земных вулканах. Результат сравнения оформите в виде таблицы.

| Скорость извержения вещества в земных вулканах | Скорость выброса вещества из жерла вулкана на Ио |
|--|--|
| | |

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Контрольные вопросы:

1. Как связана вулканическая активность Ио с почти полным отсутствием ударных кратеров на его поверхности, столь характерных для Луны и спутников других планет?
2. На Земле вулканическая активность связана с выделением тепла при распаде радиоактивных элементов внутри неё, а какой процесс, по современным представлениям, плавит недра Ио?

Сформулируйте вывод по работе.

Практическая работа №7

«Оценивание возможности наличия жизни на экзопланетах.»

Тема: Солнце и звёзды

Цель: По снимкам экзопланет определить радиусы их орбит, вычислить температуру поверхности экзопланет и оценить возможность наличия жизни земного типа на них.

Оборудование: линейка с миллиметровыми делениями, карандаш.

Теоретически сведения

Планеты, обращающиеся вокруг других звёзд, называют *экзопланетами*. В настоящее время известно о многих тысячах экзопланет. И некоторые из них могут быть обитаемыми. Учёные считают, что жизнь земного типа возможна только, если на поверхности планеты есть большое количество жидкой воды. Про такие планеты говорят, что они находятся в *зоне обитаемости*.

Для того чтобы определить, находится ли планета в зоне обитаемости, необходимо знать, сколько энергии планета получает от своей звезды. Как это оценить? Воспользуемся методом, которым предложен в решении этой задачи.

Будем считать, что планета поглощает как чёрное тело, её радиус R , планета находится на расстоянии a от звезды, светимость которой L . На планете установится температура T в том случае, если в единицу времени планета поглощает столько же энергии от звезды, сколько излучает сама. От своей звезды планета получает энергию:

$$\frac{L}{4\pi a^2} \cdot \pi R^2$$

Вместе с тем согласно закону Стефана-Больцмана планета излучает энергию:

$$4\pi R^2 \sigma T',$$

Где $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$ – постоянная Стефана-Больцмана. Приравняем эти выражения и

выразим T :
$$T = \sqrt[4]{\frac{L}{16\pi\sigma a^2}} \quad (1)$$

Таким образом, для оценки температуры планеты необходимо знать светимость звезды L , вокруг которой обращается планета, и среднее расстояние от планеты до звезды, выраженное в метрах.

Светимость звезды, выраженную в светимостях Солнца, можно вычислить, если известна абсолютная звездная величина M звезды: $\frac{L}{L_0} = 2,512^{M_0 - M}$, (2)

где светимость Солнца $L_0 = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$, абсолютная звездная величина Солнца $M_0 = 4,8^m$. Абсолютную звездную величину звезды найдем по формуле:

$$M = m - \lg r + 5? \quad (3)$$

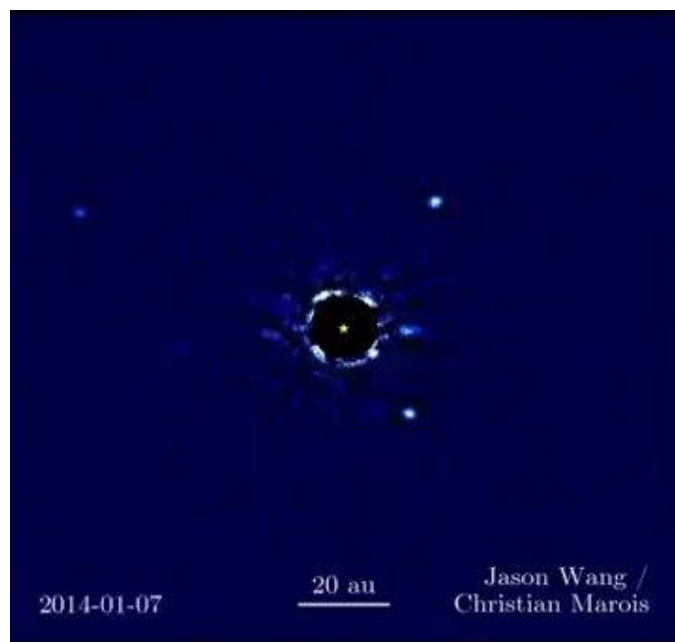
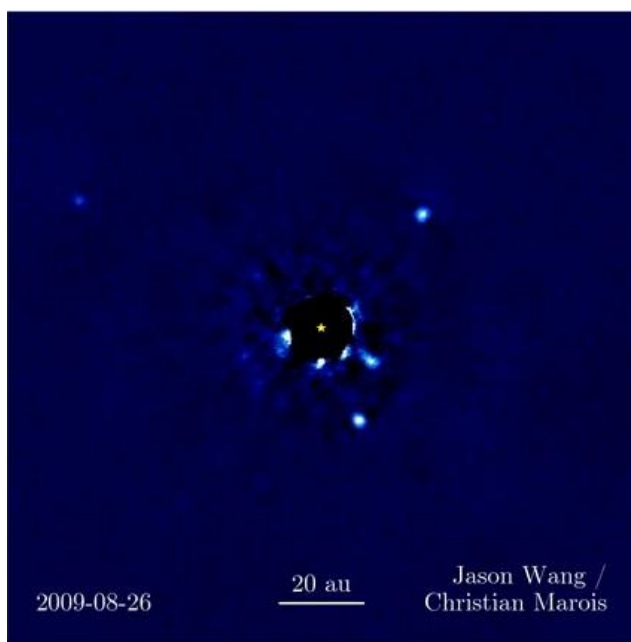
Где r – расстояние до звезды, выраженное в парсеках, m – её видимая звездная величина. При оценке температуры планеты мы рассматривали её как абсолютно чёрное тело. Если планета подобна Земле, то поправочный коэффициент, определяемый альбедо Земли, будет порядка единицы. При вычислении температуры из этого коэффициента будет вычисляться корень 4-й степени, поэтому результат при таком допущении практически не изменится.

Кроме того, мы предполагали, что планета не имеет собственных источников энергии. Если это предположение ошибочно, то полученное описанным выше методом значение

температуры планеты является минимально возможным. Для определения реальных температур нужна дополнительная информация.

Ход работы:

На рисунке приведены негативные изображения четырех экзопланет, обращающихся вокруг молодой звезды с видимой звездной величиной 6^m , расположенной на расстоянии 130 световых лет от Солнца. Звезда на снимках экранирована, её положение отмечено звездочкой. На снимках указаны даты их получения и масштаб: длина полоски соответствует 20 а.е. (20 au).



1. Обозначьте планеты на снимках цифрами 1,2,3,4.
2. Считая орбиты планеты круговыми, а плоскость орбит перпендикулярной лучу зрения, определите радиусы орбит. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу.
 - Измерьте расстояние от звезды до планеты с точностью до миллиметра на обоих снимках.
 - Вычислите среднее значение расстояния от звезды для каждой планеты.
 - Используя заданный масштаб (длина полоски соответствует 20 а.е.), определите расстояние от звезды до планеты в а.е.
 - Вычислите расстояние до планет в метрах.
3. Определите абсолютную звёздную величину звезды по формуле (3)

| планета | Расстояние до звезды на снимке 1 мм. | Расстояние до звезды на снимке 2 мм. | Среднее расстояние до звезды, мм | Радиус орбиты планеты a , а.е. | Радиус орбиты планеты a , м. | Температура планеты T , К |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |

4. Вычислите светимость звезды L, используя формулу (2).
5. По формуле (1) определите температуру для каждой планеты. Результат занесите в таблицу.
6. Сделайте вывод о возможности наличия жизни земного типа на каждой из планет.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы поиска вы знаете? Перечислите их.
2. Что такое зона обитаемости?
3. Что является необходимым условием возникновения жизни земного типа?

Сформулируйте вывод по работе.

Практическая работа № 8.

«Определение скорости удаления галактик по их спектрам.»

Тема: Эволюция вселенной

Цель: Вычислить скорости удаления галактик по красному смещению линии H_{α} в их спектрах, построить график зависимости скорости удаления от расстояния до галактики и проанализировать его.

Задача: Закрепить знания по теме «Эволюция и строение Вселенной»

Приборы и материалы: Лабораторный спектр линии H, фотографии пяти галактик и их спектры, карандаш, линейка, калькулятор.

Теоретические основы:

Американский астроном Эдвин Хаббл обнаружил, что в спектрах далёких галактик линии смещены в красную сторону относительно их нормального положения. Это важное явление назвали **красным смещением**. Количественно красное смещение z характеризуется относительным изменением длины волны спектральной линии:

Скорость галактики
определяется по
красному смещению
спектра:

$$z = \frac{\Delta \lambda}{\lambda}$$



Расстояние до галактики — по светимости
определенного класса звезд — «стандартных свечей»

где λ — длина волны спектральной линии в лаборатории; $\Delta \lambda$ — в наблюдаемом спектре. По известному красному смещению можно определить скорость удаления (или приближения) галактики:

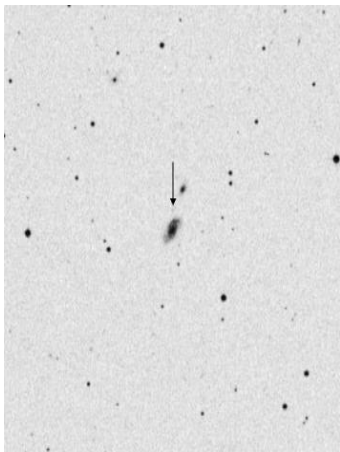
где c — $3 \cdot 10^5$ км/с — скорость света.

В этой работе используются спектры галактик, полученные с помощью виртуального спектрографа: <https://www.cfa.harvard.edu/seuforum/galSpeed/>.

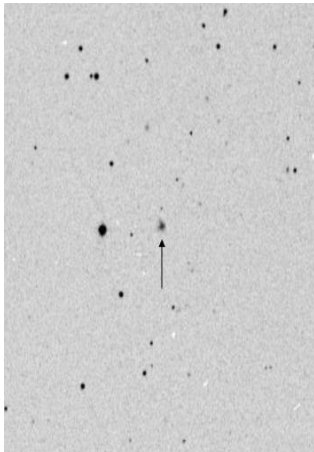
ХОД РАБОТЫ:

Даны изображения галактик, имеющих примерно одинаковые физические размеры.

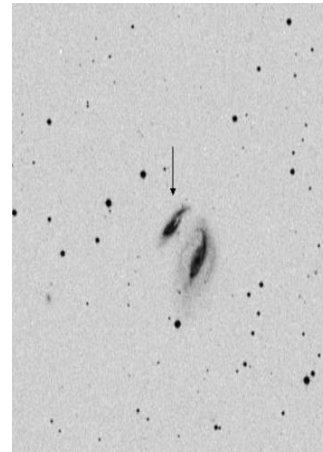
1. Расположите галактики по их удалённости от поверхности Земли: от самых близких до самых далёких (запишите их номера).
2. Объясните, почему вы расположили галактики таким образом.



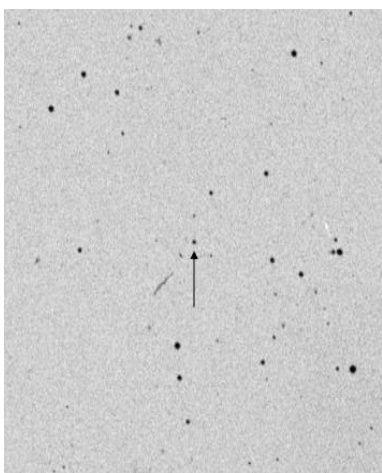
галактика №1



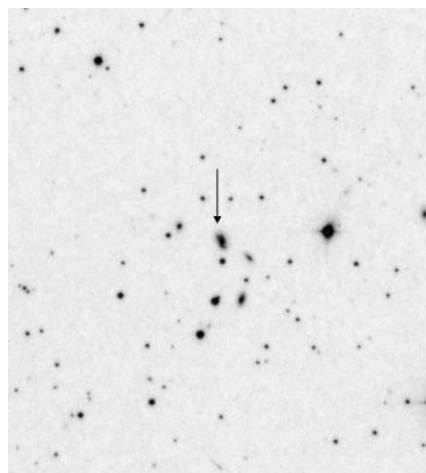
галактика №2



галактика №3



галактика №4



галактика №5

подпишите номера галактики по их удаленности от Земли на горизонтальной оси диаграммы, считая, что в точке О расположена Земля.

На рисунках 1 и 2 показаны лабораторный спектр водорода (H) и спектры галактик. Для каждого объекта спектры представлены и в виде горизонтальной цветной полосы (результат разложения света в спектрографе), и в виде графика изменения интенсивности излучения от длины волны. Яркая красная линия в спектрах галактик – длина водорода H_{α} - смещена относительно лабораторного значения $\lambda_{H_{\alpha}} \approx 656 \text{ нм}$.

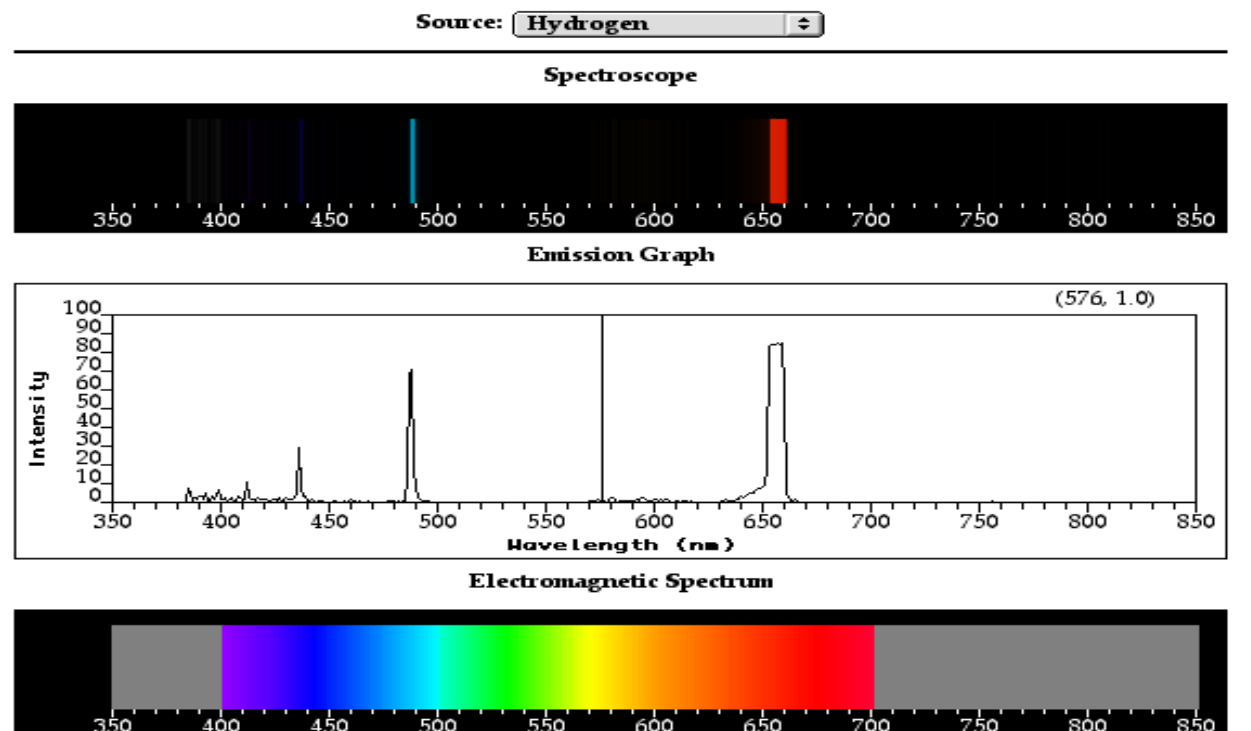


Рис. 1 Спектр водорода

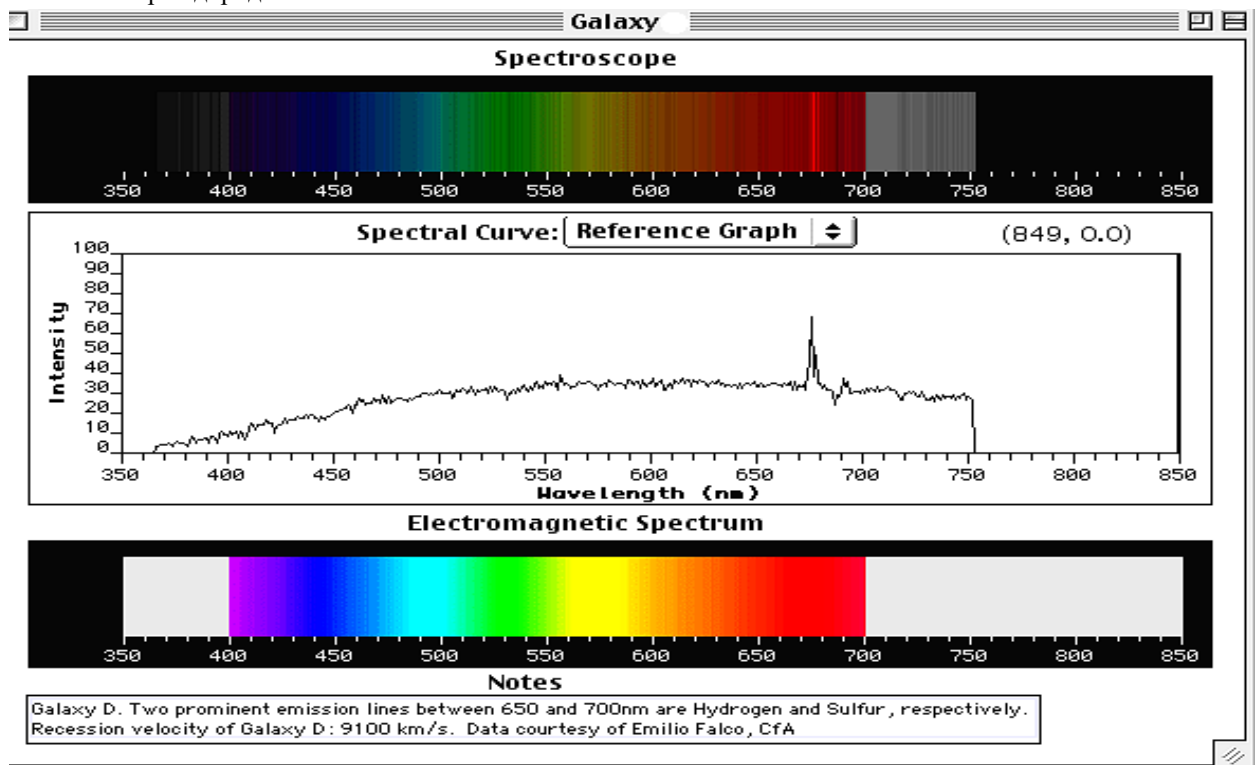


Рис.2 Галактика 1

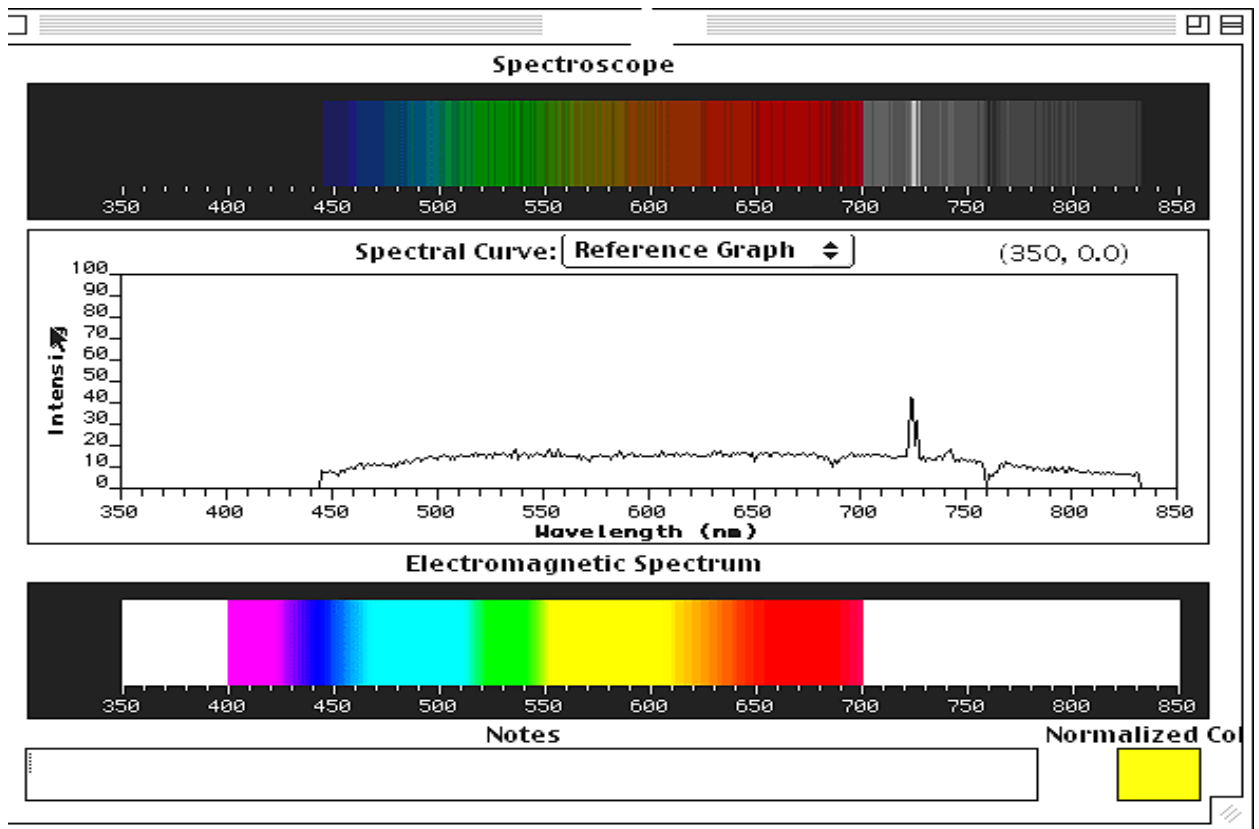


Рис.2 Галактика 2

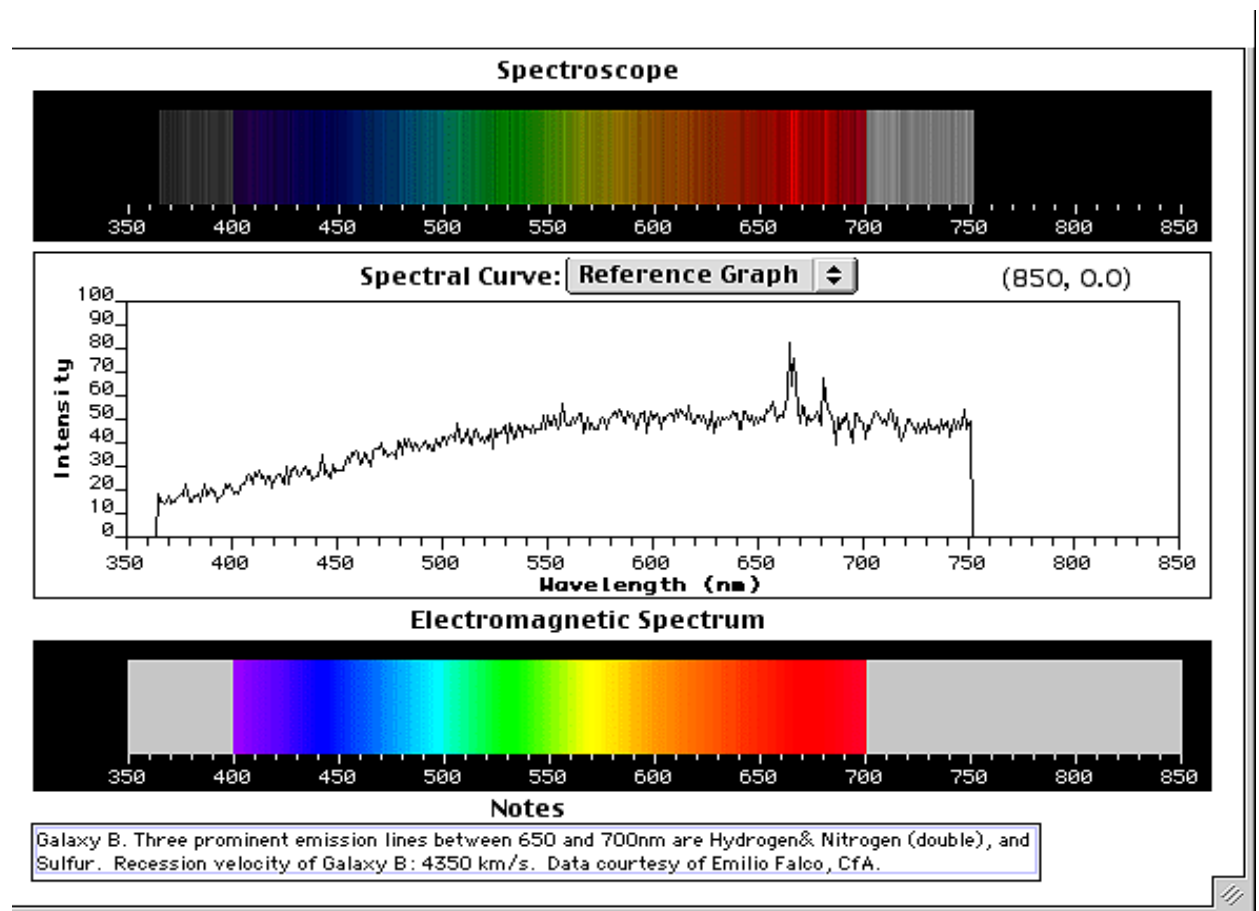


Рис.2 Галактика 3

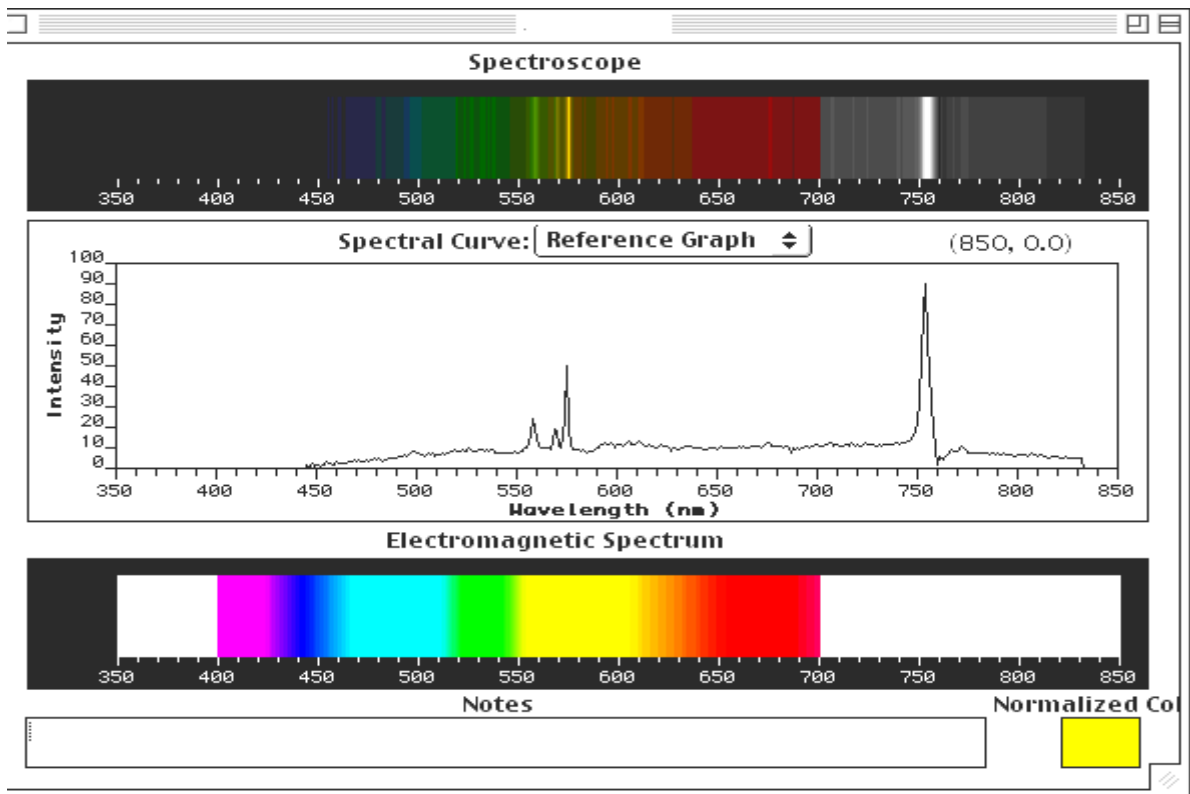


Рис 2.Галактика 4

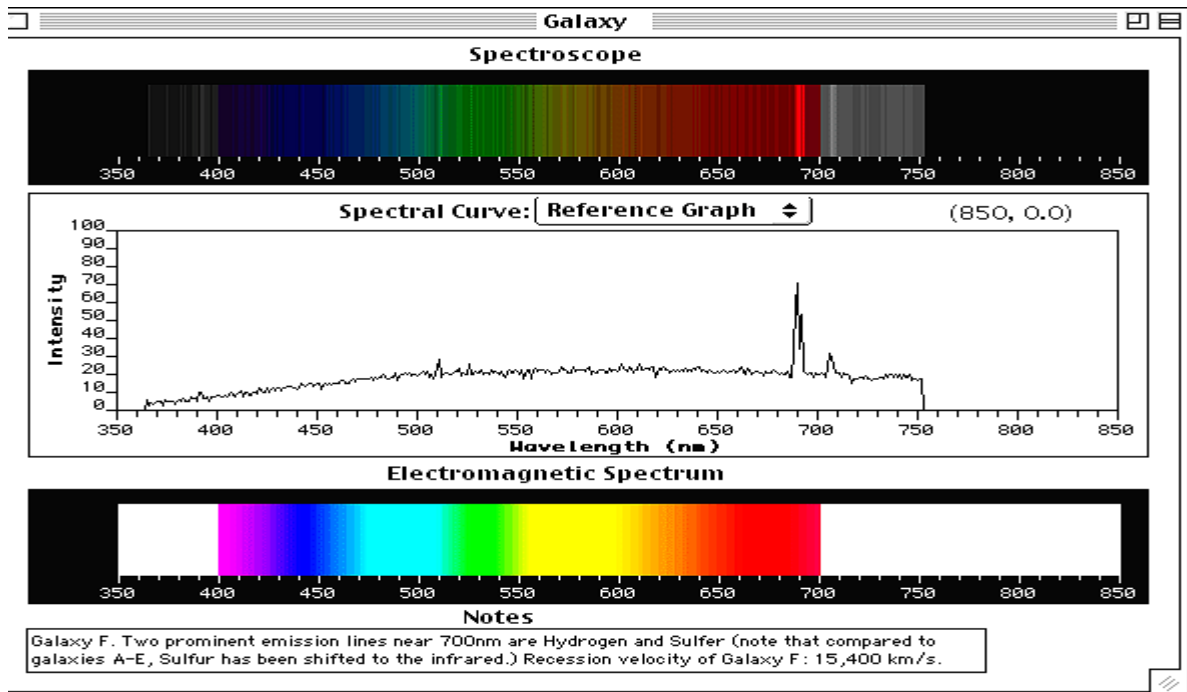


Рис.2 Галактика5

3. Найдите линию водорода H_{α} в спектре каждой галактики и определите соответствующую длину волны λ . Результат занесите в таблицу.
4. Посчитайте смещение спектральной линии $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_n$ и запишите результат в соответствующий столбец таблицы.
5. Вычислите Z (красное смещение), результат занесите в таблицу.
6. Вычислите скорость удаления галактики $v = c \cdot z$ и запишите результат в последний столбец таблицы.

| галактика | Длина волны λ водорода в спектре галактик, нм | Смещение спектральной линии $\Delta\lambda$ | Красное смещение Z | Скорость удаления галактики v , км/с | Расстояние до галактики, млн. св.лет |
|-----------|---|---|----------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

7. Для каждой галактики отметьте скорость удаления на диаграмме (по вертикальной оси). Постройте график зависимости скорости удаления галактики от расстояния до Земли.
8. Проанализируйте полученный график и сделайте вывод о соотношении расстояния до галактики и скорости её удаления.
9. О чем свидетельствует разбегание галактик...
10. Сформулируйте и запишите закон Хаббла.
11. Используя закон Хаббла, вычислите расстояние до галактик. Значение постоянной Хаббла $H = 68 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$. Полученные результаты занесите в таблицу и подпишите на диаграмме (горизонтальная ось). Проанализируйте, правильно ли вы расположили галактики, выполняя первое задание.

Контрольные вопросы:

1. В спектре галактики Андромеды наблюдается сдвиг спектральных линий в фиолетовую (коротковолновую) часть спектра. Какой вывод о движении этой галактики по отношению к нашей следует сделать на основании этого факта?
2. Какой физический смысл имеет постоянная Хаббла?
3. Используя закон Хаббла, определите максимальное расстояние, до которого можно наблюдать небесные тела?

Сформулируйте вывод по работе.

Список источников и литературы

Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебник для общеобразоват. Организаций/ Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут.—М.:Дрофа, 2019.
2. Засов А. Сурдин В. Г. В., Астрономия, 10-11 классы: учебник для общеобразовательных организаций —М.: Бином. Лаборатория знаний. 2019 г.
3. Левитан Е.П. Астрономия.Базовыйуровень.11класс. учебник для общеобразоват. Организаций/ Е.П.Левитан. —М.: Просвещение,2018. 3.Астрономия: учебник для проф. образоват. Организаций/ [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов,Т.С.Фещенко,Л.А.Шестакова],подред.Т.С.Фещенко.— М.:Издательскийцентр«Академия»,2018.
4. Чаругин В.М.Астрономия.Учебникдля10—11классов/В.М. Чаругин.— М.:Просвещение,2018.

Дополнительные источники:

5. Астрономия: учебник для спо/ Под ред. Фещенко.-М.: Академия, 2019
6. БерриА. Краткая история астрономии. - М., 1946
7. Горелик Г.Е. Новые слова науки—от маятника Галилея до квантовой гравитации. Библиотечка «Квант», вып.127. Приложение к журналу «Квант»,№3/2013.—М.:Изд-воМЦНМО,2017.
8. Колчинский И.Г. Астрономы: биографический справочник.- Киев, 1986
9. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии/П.Г. Куликовский. —М.: Либроком, 2013.
10. Кунаш М.А. Астрономия.11класс. Технологические карты уроков по учебнику Б.А. Воронцова-Вельяминова, Е.К. Страута/ М.А. Кунаш—Ростовн/Д: Учитель,2018.
11. Кунаш М.А.Астрономия11класс. Методическое пособие к учебнику Б.А. Воронцова-Вельяминова, Е.К. Страута / М.А. Кунаш —М: Дрофа,2018.
12. ЛевитанЕ.П. Методическое пособие по использованию таблиц file:/// G:/ Астрономия/ astronomiya_tablicy_metodika.pdf
13. Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями/В.Г. Сурдин.— ИздательствоЛКИ,2017.
14. Сурдин В.Г. Галактики/В.Г. Сурдин.—М.:Физматлит,2013.
15. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет/В.Г. Сурдин.—М.:Физматлит,2013.
16. Школьный астрономический календарь. Пособие для любителей астрономии/Московский планетарий—М., (на текущий учебный год).
17. Энциклопедический словарь юного астронома .-М.: Педагогика, 1986

Интернет-ресурсы

1. Астрономическое общество. [Электронный ресурс]—Режим доступа: [http://www. sai. msu. su/EAAS](http://www.sai.msu.su/EAAS)
2. Гомулина Н.Н. Открытая астрономия/под ред. В.Г. Сурдина. [Электронный ресурс]Режим доступа: [http:// www.college.ru/astronomy/course/content/index.htm](http://www.college.ru/astronomy/course/content/index.htm)
3. Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ. [Электронный ресурс]—Режим доступа: <http://www.sai.msu.ru> Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В. Пушкова РАН. [Электронный ресурс]—Режим доступа: <http://www.izmiran.ru>

4. Компетентностный подход в обучении астрономии по УМК В.М. Чаругина. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=TKNGOhR3w1s&feature=youtu.be>
5. Корпорация Российский учебник. Астрономия для учителей физики. Серия вебинаров.
6. Методические особенности реализации курса астрономии в урочной и внеурочной деятельности в условиях введения ФГОСОО. [Электронный ресурс] —Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=Eaw979Ow_c0
7. Новост и космоса, астрономии и космонавтики. [Электронный ресурс]— Режим доступа: <http://www.astronews.ru/>
8. Общероссийский астрономический портал. Астрономия РФ. [Электронный ресурс]— Режим доступа: <http://xn--80aqldeblhj0l.xn--p1ai/>
9. Преподавание астрономии как отдельного предмета. [Электронный ресурс]—Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=YmE4YLAzZb0>
10. Роль астрономии в достижении учащимися планируемых результатов освоения основной образовательной программы СОО. [Электронный ресурс] —Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=gCIRXQ-qjaI>
11. Российская астрономическая сеть. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.astronet.ru>
12. Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия «Энциклопедия Кругосвет». [Электронный ресурс] —Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru>
13. Энциклопедия «Космонавтика». [Электронный ресурс Режим доступа: <http://www.Cosmoworld.ru/spacemencyclopedia>
14. <http://www.astro.websib.ru/>
15. <http://www.myastronomy.ru>
16. <http://class-fizika.narod.ru>
17. <https://sites.google.com/site/astronomlevitan/plakaty>
18. <http://earth-and-universe.narod.ru/index.html>
19. <http://catalog.prosv.ru/item/28633>
20. <http://www.planetarium-moscow.ru/>
21. <https://sites.google.com/site/auastro2/levitan>

