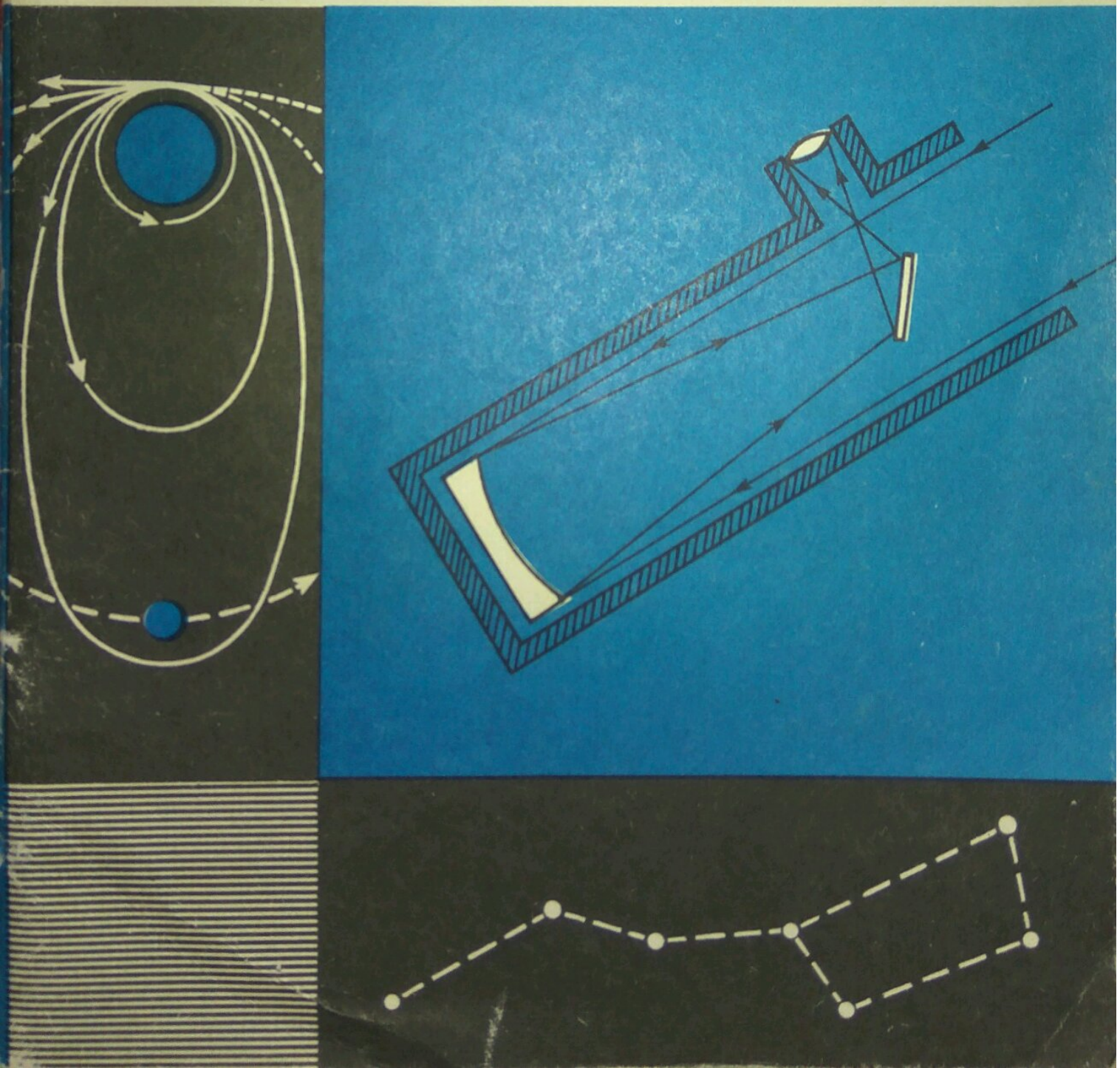


Г.И.МАЛАХОВА Е.К.СТРАУТ

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО АСТРОНОМИИ



Г.И.МАЛАХОВА Е.К.СТРАУТ

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО АСТРОНОМИИ

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Рекомендовано Главным учебно-методическим
управлением общего среднего образования
Госкомитета СССР по народному образованию

3-е издание, переработанное

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1989

Рецензент:
Учитель физики средней школы № 232 Москвы К. М. Ушаков

М18 Малахова Г. И., Страут Е. К.
Дидактический материал по астрономии: Пособие для учителя. — 3-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1989. — 96 с.
ISBN 5-09-001310-1

Пособие содержит проверочные и контрольные работы, составленные в соответствии с программой и учебником по астрономии.
М 4306010000—371 ннф. письмо — 89 № 144 ББК 74.265.5
103(03)—89
ISBN 5-09-001310-1

© Издательство «Просвещение», 1984
© Издательство «Просвещение», 1989, с изменениями

Методические рекомендации

В пособии предложено два типа работ — проверочные и контрольные. Они предназначены для проверки знаний учащихся по всем темам школьного курса астрономии.

Проверочные работы рассчитаны на 10—15 мин и содержат два вопроса, которые требуют знания материала одного-двух параграфов. Эти вопросы могут быть использованы также для устного фронтального опроса учащихся. Контрольные работы даются на весь урок и включают не менее одной задачи вычислительного характера и два-три вопроса, требующие развернутого ответа. Каждая контрольная работа охватывает материал определенной темы.

Кроме этих видов работ, по всем темам предлагаются работы повышенной трудности, а в тему «Строение Солнечной системы» включены два варианта контрольной работы с выбором ответа. По желанию учитель может составить подобные работы по всем изучаемым темам курса. В конце пособия даны две итоговые контрольные работы (одна повышенной трудности), вопросы которых охватывают материал всего курса астрономии (исключая «Введение»). Большинство задач пособия снабжены ответами и пояснениями.

Выполняя самостоятельные работы, учащиеся должны пользоваться приложениями, данными в учебнике, и брать из таблиц нужные для решения задач величины.

Использование предлагаемых работ не исключает применения и других форм и методов проверки знаний и умений учащихся, таких, как устный опрос, подготовка докладов и рефератов, выполнение определенных заданий с использованием подвижной карты звездного неба, школьного астрономического календаря, плана Солнечной системы, что позволит осуществлять те общеобразовательные и воспитательные задачи, которые стоят перед курсом астрономии.

Задачи и задания, содержащиеся в проверочных и контрольных работах, направлены на формирование умений, требуемых программой, а также на контроль за степенью их сформированности и уровнем знаний учащихся по основным вопросам курса астрономии.

Чтобы показать методику работы с предлагаемым в пособии материалом, приведем один из возможных вариантов поурочного

планирования с использованием данных в книге проверочных и контрольных работ.

I. Введение

1-й урок. Предмет астрономии. Астрономические наблюдения и телескопы. § 1, 2.

II. Практические основы астрономии

- 1(2)-й урок. Проверочная работа 1. Созвездия. Звездные карты. Небесные координаты. § 3.
- 2(3)-й урок. Проверочная работа 1. Определение географической широты по астрономическим наблюдениям. § 4.
- 3(4)-й урок. Проверочная работа 2. Эклиптика. Видимое движение Солнца и Луны. § 5.
- 4(5)-й урок. Проверочная работа 3. Движение Луны. Солнечные и лунные затмения. § 6.
- 5(6)-й урок. Проверочная работа 4. Время и календарь. Решение задач. § 7. Повторить § 3-6.
- 6(7)-й урок. Контрольная работа.

III. Движение небесных тел

- 1(8)-й урок. Борьба за научное мировоззрение. Состав и масштабы Солнечной системы. Конфигурации и условия видности планет. § 8-10.
- 2(9)-й урок. Проверочная работа 1. Законы Кеплера. Работа с планетом Солнечной системы. § 11.
- 3(10)-й урок. Проверочная работа 2. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе. § 12.
- 4(11)-й урок. Проверочная работа 3. Движение небесных тел под действием сил тяготения. § 13.
- 5(12)-й урок. Контрольная работа.

IV. Методы астрофизических исследований

- 1(13)-й урок. Исследование электромагнитного излучения небесных тел. § 14 (1-3).
- 2(14)-й урок. Внеатмосферная астрономия. Доклады учащихся. § 14(4).

V. Природа тел Солнечной системы

- 1(15)-й урок. Проверочная работа 1. Общие характеристики планет. Физическая обусловленность их природы. Планета Земля. § 15, 16 (1-3).
- 2(16)-й урок. Проверочная работа 2. Достижения СССР и международное сотрудничество в мирном освоении космического пространства. Луна — естественный спутник Земли. § 16 (4), 17.
- 3(17)-й урок. Проверочная работа 3. Планета земной группы. § 18.
- 4(18)-й урок. Проверочная работа 4. Планеты-гиганты. § 19.
- 5(19)-й урок. Проверочная работа 5. Малые тела Солнечной системы. § 20.
- 6(20)-й урок. Проверочная работа 5. Солнечная система — комплекс тел, имеющих общее происхождение. § 21. Повторить § 15-20.
- 7(21)-й урок. Контрольная работа.

VI. Солнце и звезды

- 1(22)-й урок. Энергия Солнца. Строение Солнца. § 22 (1-2).
- 2(23)-й урок. Солнечная атмосфера и солнечная активность. § 22 (3-4).
- 3(24)-й урок. Проверочная работа 1. Определение расстояний до звезд. Их основные характеристики. § 23.

- 4(25)-й урок. Проверочная работа 2. Массы и размеры звезд. Переменные и нестационарные звезды. § 24-25.
- 5(26)-й урок. Проверочная работа 3. Важнейшие закономерности в мире звезд. Эволюция звезд. § 26. Повторить § 22-25.
- 6(27)-й урок. Контрольная работа.

VII. Строение и эволюция Вселенной

- 1(28)-й урок. Наша Галактика. § 27.
- 2(29)-й урок. Диффузная материя. § 28.
- 3(30)-й урок. Проверочная работа 1. Другие звездные системы — галактики. § 29.
- 4(31)-й урок. Проверочная работа 2. Итоговое повторение. Подготовка к контрольной работе.
- 5(32)-й урок. Итоговая контрольная работа.
- 6(33)-й урок. Заключительная лекция по одной из тем, предлагаемых программой.
- 7(34)-й урок. Резервный.

Приведенное выше примерное планирование не означает, что за время обучения каждый учащийся обязан выполнить все представленные в пособии проверочные и контрольные работы. Практика показывает, что некоторые проверочные работы несильно могут выполняться 6 человек (по числу вариантов), в то время как знания остальных проверяются устно. Таким образом можно пользоваться при проведении значительной части из имеющихся 22 проверочных работ. Контрольные работы можно проводить не все, а лишь 2-3 из них. Например, по темам «Практические основы астрономии», «Природа тел Солнечной системы» и итоговую или по темам «Движение небесных тел» и «Солнце и звезды», а итоговую контрольную работу заменить, при котором учитываются результаты проведенных наблюдений, доклады и рефераты, практические работы со звездной картой, планом Солнечной системы и т. п.

I. ВВЕДЕНИЕ

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ. ТЕЛЕСКОПЫ

В а р и а н т 1

1. Как выглядят звезды при наблюдении в телескоп? Меняются ли их вид в зависимости от увеличения?
2. Какую роль играют наблюдения в астрономии?

В а р и а н т 2

1. Для чего используют телескопы при наблюдении звезд?
2. По своему линейному диаметру Солнце больше Луны примерно в 400 раз. Почему их видимые угловые диаметры почти равны?

Вариант 3

1. Для чего используют телескопы при наблюдении Луны планет?
2. Как можно указать расположение светил друг относительно друга и относительно горизонта?

Вариант 4

1. Почему при наблюдениях Луны и планет в телескоп используются увеличение не более 500—600 раз?
2. Какая координата характеризует положение светила относительно горизонта?

Вариант 5

1. Чем различаются оптические системы рефрактора, рефлектора и менiscoвого телескопа?
2. Чему равны диаметры Солнца и Луны в угловой мере?

Вариант 6

1. Каково назначение объектива и окуляра в телескопе?
2. Почему происходит восход и заход светил?

II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

СОЗВЕЗДИЯ. ЗВЕЗДНЫЕ КАРТЫ. НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ

Вариант 1

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1) α Весов; 2) β Лирь.
2. Почему Полярная звезда почти не меняет своего положения относительно горизонта?

Вариант 2

1. Найдите на звездной карте и назовите объекты, имеющие координаты: 1) $\alpha = 15$ ч 12 мин, $\delta = -9^\circ$; 2) $\alpha = 3$ ч 40 мин, $\delta = +48^\circ$.
2. В каких точках небесный экватор пересекается с линией горизонта?

Вариант 3

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1) α Большой Медведицы; 2) γ Ориона.
2. Как располагается ось мира относительно земной оси? относительно плоскости небесного меридиана?

Вариант 4

1. В каком созвездии находится Луна, если ее координаты $\alpha = 20$ ч 30 мин, $\delta = -20^\circ$?
2. В каких точках небесный меридиан пересекается с горизонтом?

Вариант 5

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1) α Персея; 2) β Кита.
2. Чему равна высота точки зенита над горизонтом?

Вариант 6

1. Определите по звездной карте созвездие, в котором находится галактика М 31, если ее координаты $\alpha = 0$ ч 40 мин, $\delta = +41^\circ$.
2. Как проходит плоскость горизонта относительно поверхности земного шара?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТЫ ПО АСТРОНОМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Вариант 1

1. На какой высоте происходит в Ленинграде, географическая широта которого равна 60° , верхняя кульминация звезды Альтар?²
2. Светило восходит в точке востока. Где оно будет через 12 ч?

Вариант 2

1. Каково склонение звезды, если она кульминирует в Москве, географическая широта которой равна 56° , на высоте 63° ?
2. Как располагаются суточные пути звезд относительно небесного экватора?

Вариант 3

1. Какова географическая широта места наблюдения, если звезда Регул наблюдалась в верхней кульминации на высоте 57° ?
2. Где на Земле не видно никаких звезд южного полушария неба?

Вариант 4

1. На какой высоте происходит верхняя кульминация звезды Спика в городе, географическая широта которого составляет 50° ?
2. Как относительно горизонта располагаются суточные пути звезд для наблюдателя, находящегося на полюсе Земли?

Вариант 5

1. Каково склонение звезды, если ее верхняя кульминация в Ереване, географическая широта которого равна 40° , происходит на высоте 37° ?
2. Какой круг небесной сферы все звезды пересекают дважды в сутки, если наблюдения ведутся в средних широтах?

Вариант 6

1. Какова географическая широта места наблюдения, если звезда Бетельгейзе наблюдается в верхней кульминации на высоте 48° ?
2. Как располагается ось мира относительно земной оси? Относительно плоскости горизонта?

ПРОВЕРочНАЯ РАБОТА 3

ЭКЛИПТИКА. ВИДИМОЕ ДВИЖЕНИЕ СОЛНЦА И ЛУНЫ

Вариант 1

1. На какой высоте бывает Солнце 22 июня на Северном полюсе?
2. Почему на звездных картах не указано положение планет?

Вариант 2

1. Полуденная высота Солнца равна 30° , а его склонение равно 19° . Определите географическую широту места наблюдения.
2. В каком направлении происходит видимое годичное движение Солнца относительно звезд?

Вариант 3

1. Каково склонение Солнца, если оно в полдень во Владивостоке, географическая широта которого равна 43° , поднималось на высоту 43° ?
2. Вследствие чего изменяется полуденная высота Солнца в течение года?

Вариант 4

1. Какова полуденная высота Солнца 21 марта в пункте, географическая широта которого равна 52° ?
2. Найдите на звездной карте созвездие, в котором сегодня находится Солнце. Каковы примерно координаты Солнца?

Вариант 5

1. Какова географическая широта места наблюдения, если 22 июня Солнце наблюдалось в полдень на высоте 61° ?
2. Вследствие чего в течение года изменяется положение точек восхода и захода Солнца?

В а р и а н т 6

1. В какой день года проводились наблюдения, если полуденная высота Солнца на географической широте 49° оказалась равной $17^\circ 30'$?
2. Найдите на звездной карте созвездие, в котором Солнце находится 1 мая. Каковы примерно его координаты на эту дату?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 4

ДВИЖЕНИЕ ЛУНЫ. СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

В а р и а н т 1

1. Нарисуйте, как выглядит Луна в последней четверти. В какое время суток она видна в этой фазе?
2. Каков минимальный промежуток времени между солнечным и лунным затмениями?

В а р и а н т 2

1. Луна видна в последней четверти. Может ли через неделю быть лунное затмение? Ответ поясните.
2. Почему мы видим с Земли только одну сторону Луны?

В а р и а н т 3

1. Почему затмения Луны и Солнца не происходят каждый месяц?
2. В каком направлении происходит видимое движение Луны относительно звезд?

В а р и а н т 4

1. Нарисуйте, как выглядит Луна между новолунием и первой четвертью. В какое время суток она видна в таком виде?
2. Вчера наблюдалось лунное затмение. Когда можно ожидать ближайшее солнечное затмение?

В а р и а н т 5

1. Вечером после захода Солнца вы наблюдали узкий серп Луны. Более широкий или более узким станет он на следующие сутки?
2. Какое полное затмение (солнечное или лунное) продолжительнее? Почему?

В а р и а н т 6

1. Вчера наблюдалось лунное затмение. Может ли через 3 месяца произойти солнечное затмение? Ответ поясните.
2. Нарисуйте, как выглядит Луна в первой четверти. В какое время суток она видна в этой фазе?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Вариант 1

1. Какая звезда могла бы быть Полярной, если бы ось вращения Земли была перпендикулярна плоскости ее орбиты?
2. Солнце только что взошло в Магадане. Видно ли его в Якутске?

Вариант 2

1. Звезда отстоит от северного полюса мира на 15° . Всегда ли она находится над горизонтом в Ленинграде ($\varphi = 60^\circ$)?
2. Прямое восхождение Солнца 18 ч. Назовите несколько созвездий, звезды которых кульминируют в южной части неба в полночь в этот день.

Вариант 3

1. Где Солнце бывает в один и тот же день в полдень выше: в Киеве ($\varphi_1 = 50^\circ$) или в Тбилиси ($\varphi_2 = 42^\circ$)? Какова разность высот?
2. 22 декабря в Новосибирске заходит Солнце. Можно ли в это время в Москве видеть созвездие Ориона?

Вариант 4

1. На каких географических широтах Солнце может быть в полдень в зените?
2. Прямое восхождение Солнца 12 ч. Можно ли видеть ночью созвездие Девы?

Вариант 5

1. На каких географических широтах полуденная высота Солнца никогда не превышает $23,5^\circ$?
2. В Челябинске Луна заходит. Видно ли ее в этот момент в Москве, в Новосибирске? Почему?

Вариант 6

1. Во время полета самолета штурман отмечает, что высота Полярной звезды остается неизменной. Как в этом случае изобразить на географической карте путь самолета?
2. Солнце находится в созвездии Водолея. Звезды каких созвездий бывают в полночь близ верхней кульминации в этот период года?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее 10° от небесного экватора и реальные координаты.

2. В каком месте Земли в течение года можно увидеть все звезды обоих полушарий?
3. На какой высоте в Киеве ($\varphi = 50^\circ$) происходит верхняя кульминация звезды Антарес ($\delta = -26^\circ$)? Сделайте соответствующий чертеж.
4. В каком созвездии находится Солнце сегодня? Каковы его экваториальные координаты?

Вариант 2

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее 10° от эклиптики и имеющие прямое восхождение от 10 до 17 ч. Определите их экваториальные координаты.
2. На сколько приблизительно изменяется прямое восхождение Солнца в течение месяца? Ответ поясните.
3. Высота звезды Альтаир в верхней кульминации 12° , склонение Альтаира равно $+9^\circ$. Какова географическая широта места наблюдения? Сделайте необходимый чертеж.
4. В каком направлении происходит суточное движение звезд близ нижней кульминации для наблюдателя, который находится в средних широтах северного полушария и смотрит на север?

Вариант 3

1. Определите по карте, какие светила имеют координаты: 1) $\alpha = 19$ ч 29 мин, $\delta = +28^\circ$; 2) $\alpha = 4$ ч 31 мин, $\delta = +16^\circ 30'$.
2. Луна видна в последней четверти. Через какое время может произойти солнечное затмение, через какое — лунное? Ответ поясните чертежом.
3. Какова полуденная высота Солнца в Тбилиси ($\varphi = 42^\circ$) в день зимнего солнцестояния?
4. Опишите, как изменилось положение Солнца на небесной сфере с начала учебного года до дня проведения контрольной работы.

Вариант 4

1. Координаты точки, где вспыхнул метеор, такие: $\alpha = 12$ ч 00 мин, $\delta = +45^\circ$, а погас он в точке, где $\alpha = 10$ ч 30 мин, $\delta = 0^\circ$. Через какие созвездия пролетел метеор?
2. Прямое восхождение Солнца 6 ч. Когда это бывает? Каково склонение Солнца в это время?
3. Солнечное затмение произошло в августе. Может ли следующее затмение быть в ноябре того же года? Дайте развернутый ответ.
4. В Одессе ($\varphi = 46^\circ 30'$) верхняя кульминация звезды наблюдалась на высоте 27° над точкой юга. Определите склонение этой звезды.

Вариант 5

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее 20° к северу от небесного экватора и имеющие прямое восхождение от 4 до 6 ч. Определите их координаты.
2. Какую часть суток находится над горизонтом светило, расположенное на небесном экваторе?
3. На каких географических широтах высота любой звезды над горизонтом в течение суток остается постоянной?
4. Определите склонение звезды, кульминация которой наблюдается в Москве ($\varphi = 56^\circ$) на высоте 47° над точкой юга.

Вариант 6

1. Начальные координаты искусственного спутника Земли: $\alpha = 10$ ч 20 мин, $\delta = +15^\circ$, конечные: $\alpha = 14$ ч 30 мин, $\delta = +30^\circ$. Через какие созвездия пролетел этот спутник?
2. Склонение Солнца $\delta = +23,5^\circ$. Когда это бывает? Каково прямое восхождение Солнца в этот момент?
3. Москва и Аддис-Абеба лежат почти на одном меридиане. Географическая широта Москвы 56° , Аддис-Абебы 9° . Какова разность высот, на которых виден Сириус в момент верхней кульминации в этих городах?
4. В каком месте Земли не видно ни одной звезды северного небесного полушария?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Вариант 1

1. Где Солнце бывает в полдень выше: в Тбилиси ($\varphi = 42^\circ$) в день весеннего равноденствия или в Ленинграде ($\varphi = 60^\circ$) в день летнего солнцестояния? Какова разность высот Солнца?
2. Луна только что вошла во Владивостоке. Поясните, можно ли ее в этот момент видеть во Фрунзе, в Южно-Сахалинске.
3. Какое созвездие в средних географических широтах дольше видно над горизонтом: Ориона или Большой Медведицы? Почему?
4. Вследствие чего в течение года происходит изменение прямого восхождения и склонения Солнца?

Вариант 2

1. В Одессе ($\varphi = 46^\circ 30'$) в полдень Солнце наблюдалось на высоте 67° . Определите склонение Солнца и дату наблюдения.
2. Где на земном шаре круглый год день равен ночи? Объясните почему.
3. Солнце находится в созвездии Тельца. Звезды каких созвездий будут видны в полночь близ верхней кульминации?
4. Какие звезды находились бы вблизи полюса мира, если бы ось вращения Земли лежала в плоскости ее орбиты? Ответ поясните.

2*

Вариант 3

1. Может ли в Москве ($\varphi = 56^\circ$) звезда Кастор, склонение которой равно $+32^\circ$, наблюдаться в зените? Ответ поясните.
2. Если Солнце находится в созвездии Лев, то звезды каких созвездий в этом случае будут кульминировать на юге около полуночи?
3. В Караганде Солнце заходит за горизонт. Можно ли его в это время видеть в Хабаровске? В Волгограде? Ответ поясните.
4. Планета находится в созвездии Козерога. Поясните, может ли ее видеть наблюдатель, находящийся на Северном полюсе Земли.

Вариант 4

1. Известны экваториальные координаты Луны: $\alpha = 10$ ч, $\delta = +10^\circ$. Каковы примерно экваториальные координаты Земли для космонавтов, ведущих наблюдение с Луны?
2. На какой географической широте в день летнего солнцестояния высота Солнца над горизонтом наибольшая?
3. 21 марта в Москве наблюдается восход Солнца. Поясните, можно ли в этот момент в Иркутске видеть созвездие Тельца.
4. Какова высота Пролциона ($\delta = +5^\circ$) в верхней кульминации на широте $\varphi = 52^\circ$?

Вариант 5

1. В каких пределах изменяется полуденная высота Солнца в течение года в Москве ($\varphi = 56^\circ$)?
2. В полночь на небесном меридиане наблюдалась созвездие Ориона. В каком примерно созвездии находится Солнце и в какое время года ведется наблюдение?
3. Каково склонение звезд, которые при суточном вращении небесной сферы описывают наибольшие круги?
4. На сколько приблизительно меняется прямое восхождение Луны в течение недели? Ответ поясните.

Вариант 6

1. На каких географических широтах Солнце может не заходить за горизонт в течение суток? Дайте развернутый ответ.
2. В полночь наблюдалась кульминация звезды Сириус. В какое время года это происходит? В каком примерно созвездии находится в это время Солнце?
3. Две звезды имеют одинаковое прямое восхождение. На какой географической широте эти звезды восходят и заходят одновременно? Ответ поясните.
4. Каково склонение звезды, если ее верхняя кульминация наблюдалась в Киеве ($\varphi = 50^\circ$) на высоте 67° ?

расстоянии от Земли (в астрономических единицах) находился Юпитер, когда его горизонтальный параллакс был $1,5''$?

Вариант 2

1. Какие измерения, выполненные на Земле, свидетельствуют о ее сжатии?
2. Чему равен горизонтальный параллакс Венеры в момент нижнего соединения? Горизонтальный параллакс Солнца $8,8''$, расстояние от Солнца до Венеры $0,7$ а. е.

Вариант 3

1. Какие наблюдения доказывают, что ось вращения Земли не меняет своего направления в пространстве при движении Земли по орбите?
2. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера во время противостояния? Горизонтальный параллакс Солнца $8,8''$, расстояние от Солнца до Юпитера 5 а. е.

Вариант 4

1. Меняется ли и по какой причине горизонтальный параллакс Солнца в течение года?
2. Чему равен угловой радиус Марса в противостоянии, если его линейный радиус 3400 км, а горизонтальный параллакс $18''$? (Радиус Земли принять равным 6400 км.)

Вариант 5

1. Наблюдениями установлено параллактическое смещение звезд с годичным периодом. Чем можно объяснить это явление?
2. Чему равен горизонтальный параллакс Марса во время противостояния? Горизонтальный параллакс Солнца $8,8''$, расстояние Марса от Солнца $1,5$ а. е.

Вариант 6

1. Каким методом в настоящее время определяется расстояние до ближайших планет?
2. Определите линейный радиус Марса, если известно, что во время великого противостояния его угловой радиус составляет $12,5''$, а горизонтальный параллакс равен $23,4''$. (Радиус Земли принять равным 6400 км.)

ПРОВЕРочная РАБОТА 4

ДВИЖЕНИЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ

Вариант 1

1. Какие тела Солнечной системы испытывают наибольшие возмущения и почему?
2. В чем состояло уточнение Ньютоном третьего закона Кеплера?

Вариант 2

1. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?
2. Как определяют массы планет, не имеющих спутников?

Вариант 3

1. При каких условиях движение небесных тел будет происходить в точности по законам Кеплера?
2. Как зависят периоды обращения спутников от масс планет?

Вариант 4

1. Какая планета вызывает наибольшее возмущения в движении других тел Солнечной системы и почему?
2. Будут ли одинаковы периоды обращения искусственных спутников Земли и Луны, если спутники находятся на одинаковых расстояниях от центральных тел?

Вариант 5

1. Какие изменения в движении комет вызывают возмущения со стороны Юпитера?
2. Как можно определить массу Солнца?

Вариант 6

1. Как было установлено местоположение неизвестной планеты, названной впоследствии Нептуном?
2. Спутники двух планет, имеющих разную массу, обращаются с одинаковым периодом. У какой из планет спутник находится на большем расстоянии?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1

1. На Луне с Земли (расстояние $3,8 \cdot 10^5$ км) невооруженным глазом можно различить объекты протяженностью 200 км. Определите, объекты какого размера будут видны на Марсе невооруженным глазом с расстояния 10^6 км.
2. Объясните, как можно определить массу небесных тел.
3. Каким образом телескопические открытия Галилея подтверждают справедливость идей Коперника?

Вариант 2

1. Во сколько раз изменился угловой диаметр Марса для наблюдателя Земли, если планета перешла из противостояния в соединение? (Орбиту Марса считать окружностью $R=1,5$ а. е.)
2. Объясните, как можно определить форму и размеры Земли.
3. В чем отличие системы Коперника от системы Птолема?

В а р и а н т 3

1. С какого расстояния космонавт увидит Землю такого же углового размера, какой имеет Луна, наблюдаемая с Земли? (Принять расстояние между Землей и Луной равным $3,8 \cdot 10^5$ км, радиус Луны $1,7 \cdot 10^3$ км, радиус Земли $6,4 \cdot 10^3$ км.)
2. Перечислите и поясните известные вам способы определения расстояний до тел Солнечной системы.
3. В чем заключается значение телескопических открытий Галлея для развития материалистических представлений о мире?

В а р и а н т 4

1. Горизонтальный параллакс Солнца $8,8''$. Поясните, находится ли Марс по ту же сторону от Солнца, что и Земля, или по другую, если его горизонтальный параллакс равен $18''$.
2. Опишите закономерность изменения скорости при движении планеты вокруг Солнца.
3. Опишите, почему и как боролась церковь против идей гелиоцентризма.

В а р и а н т 5

1. Известно, что для земного наблюдателя угловой диаметр Солнца составляет $30'$. Определите угловой диаметр Солнца при наблюдении его с Юпитера, если расстояние от Солнца до Юпитера равно 5 а. е.
2. По каким траекториям могут перемещаться небесные тела под действием силы тяготения?
3. Какова роль идей Коперника в развитии астрономии?

В а р и а н т 6

1. На каком расстоянии от Земли (в астрономических единицах) находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен $0,9''$? (Горизонтальный параллакс Солнца равен $8,8''$.)
2. Объясните периодичность приливов и отливов.
3. Назовите последователей Коперника и расскажите, какой вклад они внесли в развитие и распространение его учения.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

В а р и а н т 1

1. Чему равно расстояние от Земли до Луны, когда ее горизонтальный параллакс равен $54'$?
2. Объясните причину приливов и их роль в эволюции вращения Земли и других небесных тел.
3. Через какое время повторяются противостояния малой планеты, если большая полуось ее орбиты равна 2 а. е.?

В а р и а н т 2

1. Разрешающая способность человеческого глаза $2'$. Объ-

екты какого размера различает космонавт на поверхности Земли с космического корабля, летящего на высоте 240 км?

2. Как должна измениться масса Земли, чтобы Луна, оставаясь на прежнем расстоянии, обрашалась бы вокруг Земли с большим периодом? Поясните ответ.

3. Планета находится в точке весеннего равноденствия. Через какое время после захода Солнца 23 сентября заходит эта планета? В какой конфигурации находится эта планета?

В а р и а н т 3

1. Каков будет угловой размер Меркурия, если его наблюдать с расстояния 10^6 км?

2. В какое время суток можно наблюдать Марс и Венеру? Чем определяются различия в условиях видимости этих планет?

3. Во сколько раз масса Сатурна больше массы Земли, если известно, что расстояние до его спутника Дианы $3,78 \cdot 10^5$ км, а период обращения спутника равен 2,75 сут? Расстояние Луны от Земли составляет $3,8 \cdot 10^5$ км, а период обращения 27,3 сут.

В а р и а н т 4

1. Горизонтальный параллакс Марса $23'$. Определите угловой радиус Земли, наблюдаемой с Марса в этот момент.

2. Из каких наблюдений можно установить, что орбита Земли не является окружностью?

3. Чему равен период обращения искусственного спутника Земли, если большая полуось его орбиты составляет 6900 км?

В а р и а н т 5

1. Сравните угловые размеры Юпитера, наблюдаемого с Земли в противостоянии, и Венеры, наблюдаемой с Земли в нижнем соединении.

2. Как должна измениться масса Земли, чтобы спутник, оставаясь на прежнем расстоянии, обрашался бы вокруг планеты с меньшим периодом? Поясните ответ.

3. На каком расстоянии от центра Земли должен находиться стационарный спутник, обрашающийся в плоскости земного экватора с периодом, равным периоду вращения Земли?

В а р и а н т 6

1. Когда с Земли видно большую долю диска Венеры — при максимальном удалении планет друг от друга или при минимальном? Почему?

2. Чем объяснить видимое петлеобразное движение планет? Ответ поясните чертежом.

3. Какова должна быть продолжительность звездного и синодического периодов обращения планет в том случае, когда эти периоды равны?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА С ВЫБОРОМ ОТВЕТА

Инструкция для учащихся

Перед вами контрольная работа с выбором ответа. В нее включено 17 вопросов. На каждый из них дано 5 вариантов ответа, обозначенных буквами А, В, С, D, E. Из приведенных ответов необходимо выбрать один, по вашему мнению, правильный.

Для оформления работы подготовьте контрольный листок. Вверху напишите класс и номер школы, где вы учитесь, свою фамилию и имя, вариант выполняемой работы. Далее начертите таблицу по образцу, приведенному ниже. У каждого номера вопроса вы должны поставить крестик против буквы, соответствующей выбранному ответу. Никаких других записей или пояснений не требуется. Черновиком может служить оборотная сторона листа.

Пример контрольного листка

*Контрольная работа по астрономии
учащегося 11А класса школы № 5
Иванова Петра*

Вариант 1

Номера вопросов	Ответы				
	А	В	С	Д	Е
1			X		
2	X			X	
3					
4		X			
5					X
6	X				
7			X		
8					
9					X
10				X	
11	X	X			

Вариант 1

1. Все утверждения, за исключением одного, характеризуют гелиоцентрическую систему мира. Укажите исключение.
 - А) Земля находится в центре этой системы или вблизи него.
 - В) Планеты движутся вокруг Земли.
 - С) Суточное движение Солнца происходит вокруг Земли.
 - Д) Луна движется вокруг Солнца.
 - Е) Суточное движение звезд происходит вокруг Земли.
2. Два взаимно притягивающихся тела находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Кака из следующих операций удвоит силу их взаимодействия?
 - А) Увеличение массы одного из них в 2 раза.

3*

- В) Увеличение массы каждого тела в 2 раза.
 С) Уменьшение расстояния между ними в 2 раза.
 D) Увеличение расстояния между ними в 2 раза.
 E) Увеличение расстояния в 4 раза.
3. Если \vec{F}_1 — сила притяжения, действующая на Землю со стороны искусственного спутника, а \vec{F}_2 — сила, действующая со стороны Земли на спутник, то
- A) $F_1 \ll F_2$;
 B) $F_1 < F_2$;
 C) $F_1 = F_2$;
 D) $F_1 > F_2$;
 E) $F_1 \gg F_2$.
4. Параллакс планеты уменьшился в 3 раза. Это произошло вследствие того, что расстояние до нее:
- A) увеличилось в 3 раза;
 B) уменьшилось в 3 раза;
 C) увеличилось в 9 раз;
 D) уменьшилось в 9 раз;
 E) увеличилось в 6 раз.
5. Кто определил соотношение радиусов орбит планет, движущихся вокруг Солнца?
6. Кто развивал представления о строении Вселенной, согласно которым многие миры являются обитаемыми?
 Выберите ответы к вопросам 5 и 6 из следующего списка:
- A) Птолемей.
 B) Кеплер.
 C) Коперник.
 D) Галилей.
 E) Бруно.
7. Все утверждения, за исключением одного, приемлемы. Укажите исключение.
 Движение планеты вокруг Солнца происходит в точности по эллипсу, если:
- A) отсутствуют возмущения;
 B) рассматривать движение планеты без учета притяжения других планет;
 C) выполняются все три закона Кеплера;
 D) масса планеты мала по сравнению с массой Солнца;
 E) массы всех других планет пренебрежимо малы.
8. Отношение кубов больших полуосей орбит двух планет равно 16. Следовательно, период обращения одной планеты больше периода обращения другой:
- A) в 8 раз;
 B) в 4 раза;
 C) в 2 раза;

- D) в 16 раз;
 E) в 32 раза.
9. Предположим, что диаметр Земли уменьшился в 2 раза, а масса осталась прежней. При этих условиях сила, действующая на человека со стороны Земли, будет:
- A) в 4 раза больше;
 B) в 2 раза больше;
 C) та же;
 D) в 2 раза меньше;
 E) в 4 раза меньше.
10. По мнению древних астрономов, планеты отличаются от звезд тем, что
- A) движутся по круговым орбитам;
 B) не похожи на Землю по своему составу;
 C) движутся иногда в направлении, противоположном движению звезд;
 D) движутся вокруг Солнца;
 E) находятся ближе к Земле, чем Солнце.
11. Какие из наблюдаемых явлений могут быть объяснены в рамках геоцентрической теории?
- 1) Ежедневный восход Солнца на востоке и заход на западе.
 2) Вращение звездного неба вокруг полюса мира.
 3) Пронходящие иногда солнечные затмения.
 A) 1 и 2; B) 2 и 3; C) 1 и 3; D) все; E) ни одно.
12. Все открытия, за исключением одного, явились вкладом Галилея в развитие геоцентрической системы мира Коперника. Укажите исключение.
- A) Горы на Луне.
 B) Спутники планеты Юпитер.
 C) Годичный параллакс звезд.
 D) Фазы Венеры.
 E) Пятна на Солнце.
13. Отношение квадратов периодов обращения двух планет вокруг Солнца равно 8. Следовательно, отношение больших полуосей орбит этих планет равно
- A) 8; B) 4; C) 16; D) 2; E) 64.
14. Расстояние между Землей и планетой увеличилось в 2 раза. В этом случае для земного наблюдателя:
- A) параллакс планеты увеличится в 2 раза, угловой диаметр планеты уменьшится в 2 раза;
 B) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр уменьшится в 2 раза;
 C) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 2 раза;

Пример контрольного листа

*Контрольная работа по астрономии
учащегося 11А класса школы № 5
Иванова Петра*

В а р и а н т 2

Ответы: 1С; 2А, 1АЕ и т. д.

В а р и а н т 2

1. Все приведенные ниже утверждения, за исключением одного, справедливы. Укажите исключение.
Три закона движения планет:

- А) являются следствием закона всемирного тяготения;
- В) использовались Ньютоном для вывода закона всемирного тяготения;
- С) получены только после того, как Кеплер провел тщательный анализ данных наблюдений;
- Д) широко обсуждались в начале XVII века;
- Е) использовались Коперником при построении гелиоцентрической системы.

2. Предположим, что диаметр Земли стал в 2 раза больше, а ее масса осталась прежней. При этих условиях сила, действующая со стороны Земли на человека, который находится на ее поверхности, будет

- А) в 4 раза больше;
- В) в 2 раза больше;
- С) той же;
- Д) в 2 раза меньше;
- Е) в 4 раза меньше.

3. Все утверждения, за исключением одного, приемлемы. Укажите исключение.

- А) Земля движется быстрее, когда она находится ближе к Солнцу.
- В) Орбита Земли лежит в плоскости, проходящей через центр Солнца.
- С) Линия, соединяющая Землю и Солнце, описывает равные площади за период с 21 по 23 марта и с 21 по 23 декабря.
- Д) Солнце находится точно в центре орбиты Земли.
- Е) Земля движется медленнее, когда она находится дальше от Солнца.

4. Укажите, какой из следующих фактов опровергает гипотезу о неподвижности Земли и движении Солнца вокруг нее:

- А) ежедневная кульминация Солнца;
- В) движение звезд, наблюдаемое в течение ночи;
- С) движение Солнца на фоне звезд, происходящее в течение года;

- Д) параллакс планеты увеличится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 2 раза;
- Е) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 4 раза.

15. Гелиоцентрическая система объясняет петлеобразное движение планет;

- А) различным скоростей движения Земли и планеты по орбитам;
- В) суточным вращением Земли;
- С) сочетанием движения Солнца по эклиптике и движения планет вокруг Солнца;
- Д) изменением скорости движения планеты по орбите;
- Е) взаимным притяжением планет.

16. Если планеты перечислить в порядке возрастания их расстояния от Солнца, то этот порядок будет соответствовать увеличению:

- А) периода вращения планет вокруг своих осей;
- В) эксцентриситета орбит;
- С) периода обращения вокруг Солнца;
- Д) размеров планет;
- Е) их видимой яркости.

17. Как должен измениться период обращения спутника, если он останется на прежнем расстоянии от планеты, а масса планеты увеличится в 4 раза?

- А) Увеличится в 2 раза?
- В) Уменьшится в 2 раза?
- С) Останется неизменным?
- Д) Увеличится в 4 раза?
- Е) Уменьшится в 4 раза?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА С ВЫБОРОМ ОТВЕТА

Инструкция для учащихся

Перед вами контрольная работа с выбором ответа. В нее включено 17 вопросов. На каждый дано 5 вариантов ответа, обозначенных буквами А, В, С, D, Е. Из приведенных ответов необходимо выбрать один, по вашему мнению, правильный.

Для оформления работы подготовьте контрольный листок по образцу, указанному ниже. Вверху напишите класс и номер школы, где вы учитесь, свое фамилию и имя, вариант выполняемой работы. Ниже расположите ответы на предложенные вопросы в виде кода, состоящего из цифры (или числа), которая будет указывать порядковый номер вопроса, и следующей за ней буквы, соответствующей правильному ответу. Например, на 12-й вопрос, по вашему мнению, правилен ответ С, тогда на контрольном листе следует написать код 12С. Никаких других записей или пометок не требуется. Черновиком может служить оборотная сторона листа.

- Д) ежедневный восход и заход Солнца;
Е) ни один из этих фактов.

5. Наблюдения Галилея дали целый ряд доказательств неправильности представлений о Вселенной, которые отстаивала церковь в средние века. Приведенные ниже утверждения, за исключением одного, являются такими доказательствами. Укажите исключение.

- А) Движение четырех светящихся объектов вокруг Юпитера.
В) Фазы Венеры, похожие на лунные.
С) «Блуждание» планет среди звезд.
D) Открытие солнечных пятен.
Е) Неровный вид лунной поверхности.

6. Какая из предложенных ниже последовательностей является верной для расположения Земли, Юпитера, Марса, Луны и Солнца в порядке возрастания их масс?

- А) Луна, Земля, Марс, Солнце, Юпитер.
В) Луна, Марс, Земля, Юпитер, Солнце.
С) Марс, Земля, Луна, Юпитер, Солнце.
D) Луна, Юпитер, Марс, Земля, Солнце.
Е) Луна, Земля, Юпитер, Марс, Солнце.

7. Древние астрономы принципиально отличали планеты от звезд видели в том, что планеты:

- А) ярче звезд;
В) больше похожи на Землю;
С) «блуждают» среди звезд;
D) ближе к Земле;
Е) движутся вокруг Солнца.

8. Без какого из следующих утверждений немыслима гелиоцентрическая теория?

- А) Планеты обращаются вокруг Солнца.
В) Солнце имеет шарообразную форму.
С) Земля имеет шарообразную форму.
D) Планеты обращаются вокруг Земли.
Е) Земля вращается вокруг своей оси.

9. Если \vec{F}_1 — сила притяжения, действующая на Солнце со стороны Земли, а \vec{F}_2 — сила, действующая со стороны Солнца на Землю, то

- А) $F_1 \gg F_2$;
В) $F_1 > F_2$;
С) $F_1 = F_2$;
D) $F_1 \ll F_2$;
Е) $F_1 < F_2$.

10. Угловой диаметр планеты, наблюдаемой с Земли, увеличился в 4 раза. Следовательно, расстояние между Землей и планетой:

- А) увеличилось в 4 раза;
В) уменьшилось в 4 раза;
С) увеличилось в 2 раза;
D) уменьшилось в 2 раза;
Е) уменьшилось в 8 раз.

11. По орбите Земли движется

- А) быстрее, когда она находится ближе к Солнцу;
В) быстрее ночью;
С) с постоянной скоростью;
D) быстрее, когда она ближе к Луне.
Е) Все указанные утверждения неверны.

12. Отношение квадратов периодов обращения двух планет вокруг Солнца равно 64. Следовательно, большая по размеру орбиты одной планеты меньше большой погрузи другой планеты:

- А) в 64 раза; В) в 32 раза; С) в 16 раз; D) в 4 раза, Е) в 2 раза.

13. Известно, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. Предположим, что при неизменной массе радиус Луны стал равен земному. В этом случае:

- А) отношение ускорений свободного падения на Земле и Луне станет больше;
В) отношение ускорений свободного падения на Земле и Луне станет меньше;
С) отношение ускорений свободного падения на Земле и Луне останется прежним;
D) ускорения свободного падения на Земле и Луне будут одинаковы;
Е) Все указанные утверждения неверны.

14. Какой из следующих фактов опровергает гипотезу о неподвижности Земли и движении Солнца вокруг нее?

- А) Каждый день Солнце восходит в восточной части неба и заходит в западной.
В) В течение ночи мы видим движение звезд.
С) Солнце совершает полный оборот на фоне звезд в течение года.
D) Иногда происходят затмения Солнца.
Е) Ни одно из этих утверждений.

15. Какой из следующих наблюдательных факторов сыграл решающую роль в том, что гелиоцентрическая система Коперника не была принята в XVI веке?

- А) В телескоп наблюдались фазы Венеры.
В) Параллакс звезд никогда не наблюдался.

С) Галилей наблюдал 4 спутника, движущихся вокруг Юпитера.

Д) Венера никогда не наблюдалась далее 48° от Солнца.

Е) Календарь не согласовывался со сменной времен года.

16. Предположим, что обнаружены 3 планеты, обращающиеся вокруг какой-то звезды и имеющие следующие характеристики:

Планета	Период обращения	Масса
1	14 лет	10 масс Земли
2	188 лет	17 масс Земли
3	50 лет	0,5 массы Земли

На основе законов Кеплера расположите эти планеты в порядке возрастания их расстояния от звезды. Если начать с ближайшей к звезде планеты, то их порядок таков:

А) 1—2—3; В) 2—3—1; С) 3—1—2; D) 2—1—3; E) 1—3—2.

17. На фотографиях, полученной с длительной экспозицией, пути звезд представляют собой дуги окружностей. Астроном, который разглядывает точку зрения Птолемея, объяснит эти дуги:

А) вращением Земли вокруг своей оси;

В) смещением звезд вследствие годичного движения Земли;

С) петлеобразным движением планет;

Д) наклоном земной оси;

Е) вращением небесной сферы.

IV. МЕТОДЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ.

ВНЕАТМОСФЕРНАЯ АСТРОНОМИЯ

В а р и а н т 1

1. Какие характеристики небесных тел могут быть определены на основе анализа их спектров?

2. Почему современную астрономию называют всеволновой?

В а р и а н т 2

1. К какому виду относятся спектры Солнца и звезд? Чем объясняется такой вид спектра?

2. Можно ли с поверхности Земли выполнять наблюдения в рентгеновских и гамма-лучах? Ответ поясните.

В а р и а н т 3

1. Какие характеристики спектра звезды используются для определения ее температуры?

2. С помощью каких инструментов производят наблюдения в радиодиапазоне?

В а р и а н т 4

1. Какие преимущества имеют исследования, проводимые при помощи космических аппаратов, по сравнению с наземными наблюдениями?

2. Какое физическое явление лежит в основе спектрального анализа?

В а р и а н т 5

1. Какие изменения происходят в спектре объекта, который движется по лучу зрения?

2. Как можно установить состав атмосфер Солнца и звезд?

В а р и а н т 6

1. Каким образом можно обнаружить движение звезды в пространстве?

2. Для каких целей используется в астрономии фотография?

У. ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ
ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ. ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

В а р и а н т 1

1. Назовите основные слои земной атмосферы.
2. Чем обусловлены различия в плотности атмосфер планет?

В а р и а н т 2

1. Чем объясняется наличие у Земли радиационного пояса? Какие частицы входят в его состав?
2. Сравните химический состав планет земной группы и планет-гигантов.

В а р и а н т 3

1. Перечислите три основные оболочки земного шара. В каких агрегатных состояниях находятся входящие в их состав вещества?
2. Чем объясняется отсутствие атмосферы у Луны и большинства спутников планет?

В а р и а н т 4

1. Каково внутреннее строение Земли и планет земной группы?
2. От чего зависит температура поверхности различных планет?

В а р и а н т 5

1. Какие явления, обусловленные наличием у Земли магнитного поля, наблюдаются в верхних слоях атмосферы?
2. Чем различаются между собой две группы планет?

В а р и а н т 6

1. Какую роль в жизни Земли играет ее атмосфера?
2. Каков химический состав планет-гигантов?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

ЛУНА

В а р и а н т 1

1. Чем объясняется отсутствие атмосферы у Луны?
2. Море Кризисов имеет диаметр около 400 км. Можно ли его видеть с Земли (т. е. с расстояния $3,8 \cdot 10^5$ км) невооруженным глазом, разрешающая способность которого составляет 2'?

В а р и а н т 2

1. Чем объясняются значительные перепады температуры на лунной поверхности ото дня к ночи?
2. Угловой диаметр кратера Коперник на Луне равен $40''$. Расстояние до Луны $3,8 \cdot 10^5$ км. Каков линейный диаметр этого кратера?

В а р и а н т 3

1. Каковы результаты исследования химического состава вещества Луны?
2. При наблюдениях с Земли на Луне (расстояние $3,8 \cdot 10^5$ км) можно различить невооруженным глазом объекты протяженностью 200 км. Может ли космонавт, пролетающий на высоте 190 км над лунной поверхностью, различить стоящий на Луне космический корабль диаметром 3 м?

В а р и а н т 4

1. Каковы результаты изучения обратной стороны Луны?
2. Искусственный спутник обращается на расстоянии 170 км от поверхности Луны. Каково максимальное угловое расстояние от Луны, на котором спутник виден земному наблюдателю? (Линейный радиус Луны 1700 км, угловой $15'$.)

В а р и а н т 5

1. Каковы структура и физические свойства верхнего слоя лунной поверхности?
2. Угловой диаметр лунного кратера при наблюдениях его с Земли (расстояние $3,8 \cdot 10^5$ км) равен $30''$. На каком расстоянии от Луны должен пролететь космический корабль, чтобы космонавт, находящийся на его борту, увидел этот кратер невооруженным глазом, разрешающая способность которого $2''$?

В а р и а н т 6

1. Каким образом можно судить о различии возраста кратеров, наблюдаемых на Луне?
2. Цирк Клавий на Луне имеет диаметр около 200 км. Каковы его угловые размеры при наблюдении с Земли (расстояние $3,8 \cdot 10^5$ км)?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 3

ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

В а р и а н т 1

1. Чему равен угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Марса? Расстояние от Марса до Солнца $1,5$ а. е., угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Земли, равен $30''$.
2. Каковы особенности природы планеты Меркурий? Чем они объясняются?

В а р и а н т 2

1. Угловой диаметр Марса во время великого противостояния (расстояние 55 млн. км) равен 25". Каково расстояние до планеты, когда ее угловой диаметр 14"?
2. В чем причины более высокой температуры атмосферы Венеры по сравнению с земной?

В а р и а н т 3

1. Чему равен угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Венеры? Расстояние Венеры от Солнца 0,7 а. е., угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Земли, равен 30'.
2. Почему на Марсе происходят более резкие, чем на Земле, колебания температуры в течение суток?

В а р и а н т 4

1. Горизонтальный параллакс Венеры равен 10". Каков ее угловой радиус, если считать, что линейные размеры Венеры и Земли одинаковы?
2. В чем сходство Земли и Марса? Чем они отличаются друг от друга?

В а р и а н т 5

1. На каком расстоянии от Венеры находится автоматическая станция, если угловой диаметр планеты составляет 0,5° (линейный диаметр Венеры 12 100 км)?
2. Какие открытия о рельефе Марса сделаны с помощью автоматических станций?

В а р и а н т 6

1. С какого расстояния космонавт увидит Землю такого же углового размера, какой имеет Солнце, наблюдаемое с Земли (30')? Известно, что диаметр Солнца в 109 раз больше диаметра нашей планеты.
2. Охарактеризуйте сходство и различие атмосфер Земли и Венеры (химический состав, температура, давление, облачность, парниковый эффект).

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 4

ПЛАНЕТЫ-ГИГАНТЫ. СПУТНИКИ И КОЛЬЦА ПЛАНЕТ

В а р и а н т 1

1. Перечислите характерные особенности планет-гигантов, отличающие их от планет земной группы.
2. С какого расстояния космонавт смог бы увидеть Большое Красное пятно Юпитера невооруженным глазом, если известно, что поперечник пятна составляет около 40 000 км, а разрешающая способность глаза 2'?

В а р и а н т 2

1. Расскажите о химическом составе атмосфер планет-гигантов.
2. Чему равен наибольший угловой диаметр Фобоса — спутника Марса при наблюдении его с поверхности планеты (линейный диаметр Фобоса 20 км, расстояние до него 6000 км)?

В а р и а н т 3

1. Какие наблюдения доказывают, что кольца Сатурна не являются сплошными?
2. На каком расстоянии находится космический аппарат от спутника диаметром 1500 км, если видимый угловой диаметр спутника был равен $15''$?

В а р и а н т 4

1. Какие формы рельефа характерны для поверхности большинства спутников планет?
2. С какого расстояния угловой размер Юпитера будет таким же, какой имеет Луна, наблюдаемая с Земли?

В а р и а н т 5

1. Чем объясняется наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяженных атмосфер?
2. В телескоп на Луне можно различить объекты протяженностью 1 км. Объекты какого размера можно увидеть в тот же телескоп на Юпитере? (Расстояние до Луны $3,8 \cdot 10^5$ км, до Юпитера — $5,2$ а. е.)

В а р и а н т 6

1. Каково внутреннее строение планет-гигантов?
2. Каков угловой диаметр спутника Юпитера Ио при наблюдении его с космического аппарата, находящегося от спутника на расстоянии 576 000 км, если известно, что линейные размеры Ио и Луны одинаковы?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 5

МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В а р и а н т 1

1. Как можно отгличить на звездном небе астероид от звезды?
2. Почему хвосты комет обычно направлены в сторону, противоположную Солнцу?

В а р и а н т 2

1. Какой вывод мировоззренческого характера можно сделать на основе изучения химического состава метеоритов?
2. Можно ли на Луне наблюдать метеоры? Ответ поясните.

В а р и а н т 3

1. Где в Солнечной системе располагаются орбиты большинства астероидов? Чем орбиты некоторых астероидов отличаются от орбит больших планет?
2. Чем обусловлено образование хвостов комет?

В а р и а н т 4

1. Какие явления наблюдаются при полете в атмосфере тел с космической скоростью?
2. По каким орбитам движутся в Солнечной системе кометы?

В а р и а н т 5

1. Какие бывают метеориты по химическому составу?
2. В каком состоянии находится вещество, составляющее ядро кометы и ее хвост?

В а р и а н т 6

1. Какова форма большинства астероидов? Каковы их размеры?
2. Существуют ли различия между метеором и метеоритом?

К О Н Т Р О Л Ь Н А Я Р А Б О Т А

В а р и а н т 1

1. Во время противостояния на Марсе в телескоп видны объекты протяженностью 150 км. Объекты какого размера позволяют различать тот же телескоп на расстоянии, равном максимальной удаленности Марса от Земли? (Орбиту Марса считать окружностью радиусом 1,5 а. е.) Поясните решение чертежом.
2. Какие наблюдения доказывают, что на Луне происходит смена дня и ночи?
3. Каковы физические условия на поверхности Венеры и в ее атмосфере? Укажите, какие из описываемых сведений были получены с помощью космических аппаратов.

В а р и а н т 2

1. Нептун находится от Солнца на расстоянии 30 а. е. Чему равен его горизонтальный параллакс в момент противостояния, если параллакс Солнца $8,8''$?
2. Какое явление будут наблюдать находящиеся на Луне космонавты, когда с Земли видно лунное затмение?
3. Укажите характерные особенности планет земной группы и планет-гигантов. Перечислите планеты, относящиеся к этим группам.

В а р и а н т 3

1. Каков линейный диаметр кольца Сатурна, если с расстояния $1,3 \cdot 10^9$ км оно видно под углом $40''$?

2. Сравните причины свечения кометы и планеты. Можно ли заметить различия в спектрах этих тел?
3. Опишите характерные особенности планеты Марс. Какие сведения о наличии жизни на ней дали автоматические станции?

Вариант 4

1. Гора Олимп на Марсе имеет высоту 27 км. Под каким углом ее можно было бы наблюдать с Фобоса (расстояние 9400 км), если она видна на краю диска планеты?
2. Сравните суточные колебания температуры на Венере, Земле и Марсе. Объясните причины различия этих колебаний.
3. Опишите, как изменяется скорость кометы при движении по орбите и вид крупных комет с момента появления до исчезновения. Ответ дополните рисунком.

Вариант 5

1. С какого расстояния невооруженным глазом можно различить диск Венеры, если ее диаметр составляет 12 000 км? Решающая способность глаза равна 2'.
2. Орбиты двух комет лежат в плоскости земной орбиты, наименьшие их расстояния от Солнца равны 0,5 и 2 а. е. Каждая из комет имеет хвост длиной 150 млн. км. Могут ли эти кометы зацепить своим хвостом Землю? Полезно сделать чертеж.
3. Опишите природу Юпитера. Что нового мы узнали об этой планете благодаря космическим аппаратам?

Вариант 6

1. Какова ширина кольца Юпитера, если с космического корабля, находящегося от него на расстоянии $3,48 \cdot 10^5$ км, оно было видно под углом $1^{\circ}26'$?
2. Какие из перечисленных явлений можно наблюдать на Луне: метеоры, кометы, затмения, полярные сияния? Ответ поясните.
3. Для чего применяется в астрономии метод радиолокации? Поясните одно из этих применений подробнее.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Вариант 1

1. В момент противостояния Юпитер удален от Земли на 628 млн. км; угловой диаметр его тогда равен $47,2''$. Определите линейный радиус Юпитера.
2. Как определили, что некоторые астероиды имеют неправильную форму?
3. Опишите физические условия на Марсе. Учитывая химический состав его атмосферы, объясните, почему температура на поверхности этой планеты не опускается ниже 148 К.

В а р и а н т 2

1. С борта космического корабля, который находится на расстоянии 120 км от поверхности Луны, космонавт наблюдает объект, имеющий протяженность 60 м. Каков угловой диаметр объекта?
2. Наблюдая планету с Земли, какие газы легче обнаружить в ее атмосфере: те, которые есть в земной атмосфере, или те, которых в земной атмосфере нет?
3. Опишите природу Луны. Чем отличается вид неба, движение Солнца и звезд для наблюдателей, находящихся на Луне и Земле?

В а р и а н т 3

1. Объекты какого размера может различить на поверхности Земли космонавт с высоты 220 км, если острота его зрения 2'?
2. Объясните, почему великие противостояния Марса приходятся на летние месяцы.
3. Что является общим для процессов, лежащих в основе образования облаков на различных планетах?

В а р и а н т 4

1. Оцените примерную ширину метеорного потока Персеид (в километрах), зная, что метеоры наблюдаются с 16 июля по 22 августа.
2. Как можно оценить линейные размеры астероида, если его угловые размеры нельзя измерить даже при наблюдении в телескоп?
3. Сравните химический состав планет-гигантов и планет земной группы. Объясните причину существующих различий.

В а р и а н т 5

1. Низменность Атлантида на Венере имеет поперечник около 2500 км. С какого расстояния ее можно было бы видеть невооруженным глазом (разрешающая способность 2'), если бы на Венере не было облачности?
2. Почему солнечные затмения, которые случаются чаще, чем лунные, видны реже?
3. Опишите физические условия на поверхности и в атмосфере Венеры. Объясните, почему у поверхности этой планеты поддерживается столь высокая температура.

В а р и а н т 6

1. Какова должна быть разрешающая способность оптического прибора, чтобы различить фазы Венеры на минимальном ее расстоянии от Земли $4 \cdot 10^7$ км? Диаметр Венеры 12 000 км.
2. Какое физическое явление используется для определения возраста земных и лунных пород? Какая закономерность данного явления позволяет использовать его для этих целей?

3. Опишите природу кометы. Какие физические процессы происходят в ее ядре, голове и хвосте при приближении кометы к Солнцу?

VI. СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

СОЛНЦЕ — БЛИЖАЯЩАЯ ЗВЕЗДА

В а р и а н т 1

1. Какие основные химические элементы и в каком соотношении входят в состав Солнца?
2. Чем объясняется наблюдаемая на Солнце грануляция?

В а р и а н т 2

1. Каков период вращения Солнца вокруг оси и в чем состоит особенность этого вращения?
2. При каких процессах на Солнце возникают корпускулярные потоки и космические лучи?

В а р и а н т 3

1. За счет каких источников энергии излучает Солнце? Какие при этом происходят изменения с его веществом?
2. Какой слой Солнца является основным источником видимого излучения?

В а р и а н т 4

1. В каких пределах изменяется температура Солнца от его центра до фотосферы?
2. Какие явления на Земле связаны с проявлением солнечной активности?

В а р и а н т 5

1. Чем объясняется понижение температуры в области солнечных пятен?
2. Какие наблюдения позволяют определить химический состав Солнца?

В а р и а н т 6

1. Какими способами осуществляется перенос энергии из недр Солнца наружу?
2. Какие проявления солнечной активности наблюдаются в различных слоях атмосферы Солнца?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО ЗВЕЗД. ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Вариант 1

1. Параллакс Прокциона $0,28''$. Сколько времени идет свет от этой звезды до Земли?
2. В чем главная причина различия спектров звезд?

Вариант 2

1. Во сколько раз звезда первой величины ярче самых слабых звезд, видимых невооруженным глазом (шестой величины)?
2. Как определяют расстояние до звезд?

Вариант 3

1. Во сколько раз звезда $3,4$ звездной величины слабее, чем Сириус, имеющий видимую звездную величину $-1,6$?
2. В каких пределах меняется светимость звезд?

Вариант 4

1. Во сколько раз планета, имеющая видимую звездную величину -3 , ярче звезды второй звездной величины?
2. Какие единицы используют при измерении расстояний до звезд?

Вариант 5

1. Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. года. Чему равна ее параллакс?
2. От чего зависит цвет звезды?

Вариант 6

1. Параллакс Альгана $0,20''$. Чему равно расстояние до этой звезды в парсеках и световых годах?
2. Какова максимальная и минимальная температура звезд?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 3

МАССЫ И РАЗМЕРЫ ЗВЕЗД. ПЕРЕМЕННЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Вариант 1

1. Во сколько раз Арктур больше Солнца, если светимость Аркура 100 , а температура 4500 К?
2. Чем объясняется изменение яркости некоторых двойных звезд?

Вариант 2

1. Какова средняя плотность красного сверхгиганта, если его диаметр в 300 раз больше солнечного, а масса в 30 раз больше, чем масса Солнца?
2. От чего зависит светимость звезд?

В а р и а н т 3

1. Какова температура звезд по сравнению с температурой Солнца (6000 К), если ее размеры такие же, как у Солнца, а светимость больше солнечной в 16 раз?
2. Чем объясняется изменение яркости Цефеид?

В а р и а н т 4

1. Во сколько раз красный гигант больше красного карлика, если их светимость отличается в 10^8 раз?
2. Какие характеристики звезд можно определить, исследуя двойные звезды?

В а р и а н т 5

1. На каком расстоянии от центра галактики находится сверхновая звезда, если ее угловое расстояние от центра галактики $3'$, а от нас она удалена на 10^7 пк?
2. Чем можно объяснить изменение яркости новых звезд?

В а р и а н т 6

1. Во сколько раз отличаются светимости двух звезд одинакового цвета, если радиус одной из них больше, чем другой, в 25 раз?
2. Что остается на месте вспышки сверхновой звезды?

К О Н Т Р О Л Ь Н А Я Р А Б О Т А

В а р и а н т 1

1. Какие слои различают внутри Солнца и в его атмосфере?
2. Абсолютная звездная величина Солнца равна $+5$. Определите расстояние, на котором оно будет наблюдаться как звезда 15-й звездной величины.
3. Каким способом можно определить массу двойной звезды?

В а р и а н т 2

1. Опишите явления вспышки на Солнце и геофизические процессы, которые с ней связаны.
2. Параллакс звезды равен $0,01''$, ее видимая звездная величина $+10$. Какова ее абсолютная звездная величина?
3. Как определить расстояние до звезд?

В а р и а н т 3

1. Опишите разнообразие физических характеристик звезд. Сравните их с характеристиками нашего Солнца. Сделайте вывод.
2. Чему равен период вращения Солнца, если наблюдением установлено, что пятно, расположенное близ экватора, сместилось за 3 суток на 40° ?

3. Каким образом можно определить полное излучение Солнца?

Вариант 4

1. Какие виды солнечного излучения вам известны? Какие из них не достигают поверхности Земли и почему?
2. Со звезды Капелла большая полуось земной орбиты, перпендикулярная лучу зрения, видна под углом $0,07''$. Годичный параллакс звезды Прокцион $0,28''$. Какая из этих звезд дальше от нас и во сколько раз? Поясните ответ и сделайте чертёж.
3. Что такое звезда? Чем звезды отличаются от планет по физической природе?

Вариант 5

1. Перечислите и кратко опишите проявления активности Солнца. С чем связана основная причина этих явлений?
2. Какими по сравнению с Землей размерами солнечного пятна, которое можно увидеть на поверхности Солнца невооружённым глазом, если разрешающая способность глаза $2'$? (Радиус Солнца $7 \cdot 10^8$ км, радиус Земли 6400 км, угловой радиус Солнца $15'$)
3. От чего зависит светимость звезд? Опишите эту зависимость качественно и количественно.

Вариант 6

1. Каков основной химический состав Солнца и звезд? Что является источником их энергии?
2. Во сколько раз ускорение свободного падения на уровне фотосферы Солнца больше ускорения свободного падения на поверхности Земли, если масса Солнца в $333\,000$ раз больше массы Земли, а его радиус в 109 раз превосходит радиус Земли?
3. В спектре одной звезды наблюдаются интенсивные линии поглощения водорода, в спектре другой — некоторых молекул (в частности, оксида титана). Температура какой из этих звезд выше и почему?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Вариант 1

1. Какое излучение и при каких процессах возникает в недрах Солнца? Как изменяется вид излучения по мере перехода от внутренних слоев Солнца к наружным?
2. Как определить расстояние до звезд, годичный параллакс которых нельзя измерить? Дайте развернутый ответ.
3. Нарисуйте график изменения лучевой скорости одной из компонент двойной звезды. От чего и как может меняться вид этого графика?

Вариант 2

1. Параллакс звезды равен $0,5''$. Определите, во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце. Ответ поясните.
2. Какие характеристики Солнца связаны с действием гравитационных сил? Какие явления, происходящие на нем, обусловлены наличием магнитного поля?
3. В чем разница между свечением Солнца, планеты и кометы?

Вариант 3

1. Какова «солнечная постоянная» для Марса? Для Земли эта постоянная равна $1400 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Расстояние Марса от Солнца $1,5 \text{ а. е.}$
2. Какова должна быть температура звезды, чтобы при одинаковых с Солнцем размерах она имела светимость в 100 раз большую?
3. От чего зависит форма кривой изменения видимой яркости затменно-двойной звезды?

Вариант 4

1. Яркость двойной звезды уменьшилась на одну звездную величину. Какая часть фотосферы центральной звезды закрыта, если считать, что затмевающий ее спутник света не дает?
2. Где на Солнце температура выше: в фотосфере или в короне? В чем причина этого явления?
3. Как доказать, что Солнце по своей светимости является обычной звездой?

Вариант 5

1. Звезда имеет одинаковую с Солнцем температуру, но ее диаметр в 2 раза меньше солнечного. На каком расстоянии от этой звезды должна находиться планета, чтобы получать от нее столько же энергии, сколько Земля получает от Солнца?
2. При каких процессах на Солнце возникают корпускулярные потоки и космические лучи? Чем они отличаются друг от друга?
3. Параллакс Альгаира равен $0,20''$. Расстояние до Веги 29 св. лет. Какая из этих звезд дальше от нас и во сколько раз?

Вариант 6

1. Параллакс звезды равен $0,16''$. Во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце?
2. В каком агрегатном состоянии находится вещество в недрах Солнца? Каковы примерно его температура и плотность?
3. Какова должна быть скорость вещества, чтобы оно могло покинуть белый карлик, масса которого 10^{30} кг , а радиус $2 \cdot 10^4 \text{ км}$?

VII. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

НАША ГАЛАКТИКА. ДИФФУЗНАЯ МАТЕРИЯ

Вариант 1

1. Чем различаются рассеянные и шаровые скопления?
2. Определите пространственную скорость движения звезды, если модули лучевой и тангенциальной составляющих этой скорости соответственно равны $+30$ и 29 км/с. Под каким углом к лучу зрения наблюдателя движется эта звезда?

Вариант 2

1. Какие объекты входят в состав нашей Галактики?
2. Вычислите модуль и направление лучевой скорости звезды, если в ее спектре линия, соответствующая длине волны $5,5 \cdot 10^{-4}$ мм, смещена к фиолетовому концу на расстояние $5,5 \cdot 10^{-8}$ мм.

Вариант 3

1. Какова структура нашей Галактики?
2. Определите модуль тангенциальной составляющей скорости звезды, если ее годичный параллакс равен $0,05''$, а собственное движение $0,15''$.

Вариант 4

1. По каким признакам различаются между собой диффузные и планетарные туманности?
2. Звезда движется в пространстве со скоростью 50 км/с в сторону наблюдателя под углом 30° к лучу зрения. Чему равны модули лучевой и тангенциальной составляющих скорости звезды?

Вариант 5

1. Как проявляется себя межзвездная среда?
2. Каковы значение и направление смещения линии в спектре звезды, удаляющейся от наблюдателя со скоростью 15 км/с, если соответствующая этой линии спектра длина волны равна $6 \cdot 10^{-4}$ мм?

Вариант 6

1. Какие источники радионизлучения известны в нашей Галактике?
2. Чему равно собственное движение звезды, находящейся на расстоянии 15 пк от наблюдателя, если модуль тангенциальной составляющей ее скорости равен 25 км/с?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2
ДРУГИЕ ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ — ГАЛАКТИКИ

Вариант 1

1. Как определяют расстояния до галактик?
2. Можно ли увидеть на небе небовооруженным глазом туманность Андромеды, если расстояние до нее составляет $5 \cdot 10^5$ пк, а линейный диаметр $3,5 \cdot 10^4$ пк? Разрешающая способность глаза 2'.

Вариант 2

1. Чем различаются по составу спиральные и эллиптические галактики?
2. На каком расстоянии находится галактика, если скорость ее удаления составляет $2 \cdot 10^4$ км/с? (Постоянную Хаббла принять равной 100 км/(с·Мпк).)

Вариант 3

1. Какие внегалактические источники радиоизлучения известны в настоящее время?
2. Какова скорость удаления галактики, находящейся от нас на расстоянии $3 \cdot 10^8$ пк? (Постоянную Хаббла принять равной 100 км/(с·Мпк).)

Вариант 4

1. Что является источником радиоизлучения в радиогалактиках?
2. Каков линейный диаметр галактики, если она видна под углом 1° , а расстояние до нее составляет $2,4 \cdot 10^5$ пк?

Вариант 5

1. Чем объясняется красное смещение в спектрах галактик?
2. Каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена новая звезда, видимая звездная величина которой +18, а абсолютная звездная величина равна -7?

Вариант 6

1. На какие основные типы можно разделить галактики по их внешнему виду и форме?
2. Галактика, находящаяся на расстоянии 150 Мпк, имеет видимый угловой диаметр $20''$. Сравните ее линейные размеры с размерами нашей Галактики.

ИТОГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

В а р и а н т 1

1. Планетарная туманность в созвездии Лирь имеет угловой диаметр $83''$ и находится на расстоянии 660 пк. Каковы линейные размеры туманности в астрономических единицах?
2. Какие сведения о небесных телах можно получить, используя радиотелескопы? Дайте развернутый ответ.
3. Опишите строение и состав Галактики.

В а р и а н т 2

1. Параллакс звезды Прокцион $0,28''$. Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. года. Какая из этих звезд и во сколько раз находится дальше от нас?
2. Какие небесные светила и явления можно наблюдать без приборов, какие требуют применения телескопа? Приведите пример невидимого, но изученного астрономического объекта или явления.
3. Что такое звезда? Чем обусловлено равновесное состояние большинства звезд?

В а р и а н т 3

1. Во сколько раз изменился угловой диаметр Венеры, наблюдаемой с Земли, в результате того, что планета перешла с минимального расстояния на максимальное? Орбиту Венеры считать окружностью радиусом $0,7$ а. е.
2. Поясните, в чем состоит различие в природе свечения звезды, планеты и туманности.
3. Какие практические потребности человечества привели к появлению астрономии в древности? Для чего астрономия нужна в наши дни?

В а р и а н т 4

1. Какого углового размера будет видеть нашу Галактику (диаметр которой составляет $3 \cdot 10^5$ пк) наблюдатель, находящийся в галактике М 31 (туманность Андромеды) на расстоянии $6 \cdot 10^5$ пк?
2. Чем отличаются по своим физическим характеристикам звезды, относящиеся к различным последовательностям на диаграмме Герцшпрунга — Рассела?
3. Какую роль сыграли астрономические открытия для развития физики в прошлом и в настоящее время? Приведите несколько примеров.

В а р и а н т 5

1. Разрешающая способность невооруженного глаза 2'. Объекты какого размера может различить космонавт на поверхности Луны, пролетая над ней на высоте 75 км?
2. В чем проявляется влияние магнитных полей на движение и температуру солнечной плазмы?

3. Какие практические применения космонавтики вам известны? Опишите один из примеров подробнее.

Вариант 6

1. Во сколько раз Солнце больше Луны, если их угловые диаметры одинаковы, а горизонтальные параллели соответ-венно равны $8,8''$ и $57'$?
2. Что такое планета? Чем планеты отличаются от звезд по физическим характеристикам?
3. Какие вы знаете способы определения расстояний до небесных тел?

ИТОГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Вариант 1

1. Параллакс звезды равен $0,08''$. Во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце?
2. Что является источником информации о состоянии небесных объектов? Опишите один из способов получения этой информа-ции подробнее.
3. Каков был бы синодический период обращения Луны, если бы ее движение вокруг Земли происходило с той же ско-ростью, но в противоположную сторону?
4. Что определяет скорость эволюции звезды?

Вариант 2

1. Какой будет видимая звездная величина Солнца, если его удалить на расстояние 100 пк? Абсолютная звездная величина Солнца $+5$.
2. Сравните химический состав планет земной группы и планет-гигантов. Поясните причины их различия.
3. Какова должна быть скорость вещества, чтобы оно могло улететь от Солнца? (Принять массу Солнца равной $2 \cdot 10^{30}$ кг, а радиус $7 \cdot 10^5$ км.)
4. Как должна была бы вращаться вокруг оси Луна, чтобы одна ее половина всегда освещалась Солнцем?

Вариант 3

1. Звезда имеет одинаковую с Солнцем температуру, но радиус ее в 5 раз больше солнечного. На каком расстоянии от звезды (в а. е.) должна находиться планета, чтобы полу-чать столько же энергии, сколько получает от Солнца Земля?
2. Какими методами изучают распределение в Галактике звезд и межзвездного вещества?
3. Можно ли с Северного полюса Земли наблюдать солне-чное затмение, происходящее 22 декабря?
4. При каких процессах во Вселенной образуются тяжелые элементы?

В а р и а н т 4

1. На каком расстоянии должен находиться астероид диаметром 100 км, чтобы можно было различить его угловые размеры, если разрешающая способность невооруженного глаза 2'?
2. Какие фундаментальные наблюдательные факты указывают на то, что во Вселенной происходит процесс эволюции?
3. На каком расстоянии можно увидеть Солнце в телескоп, позволяющий заметить звезды 20-й звездной величины, если известно, что абсолютная звездная величина Солнца равна +5?
4. Почему Млечный Путь проходит не точно по большому кругу небесной сферы?

В а р и а н т 5

1. Годичный параллакс Веги 0,11". Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. года. Какая из этих звезд дальше от Земли и во сколько раз?
2. Если полное лунное затмение произойдет сегодня, то можно ли будет наблюдать его с Южного полюса Земли? Дайте развернутый ответ.
3. Какими способами осуществляется передача энергии из недр Солнца наружу и далее на Землю? Какие изменения при этом претерпевает излучение Солнца?
4. Какое состояние вещества является преобладающим во Вселенной? Какие химические элементы являются наиболее распространенными во Вселенной, какие — на Земле? Не противоречит ли это выводам о материальном единстве мира?

В а р и а н т 6

1. Высота крупнейшего вулкана на Марсе 27 км. С какого расстояния его может различить космонавт, если эта гора видна на краю диска планеты? (Разрешающая способность глаза составляет 2').
2. Какие химические элементы в основном входят в состав Солнца? Сравните химический состав Солнца и Земли. Объясните причины их различия.
3. Какие наблюдения нужно провести, чтобы доказать, что кометы не находятся в земной атмосфере, как это полагали в древности?
4. Покажите, что законы природы, открытые на Земле, справедливы и в космическом пространстве.

Ответы и решения

1. Введение

Проверочная работа 1

Вариант 1. 1. Нет. Вследствие большой удаленности звезды видны в телескоп как точки даже при наибольшем возможном увеличении. 2. Таковую же роль, как эксперименты в физике и других естественных науках.

Вариант 2. 1. Телескоп используют для того, чтобы собрать больше света и увидеть более слабые звезды. 2. Потому что Луна примерно в 400 раз ближе Солнца.

Вариант 3. 1. Чтобы получить увеличенное изображение Луны и планет. Это позволяет изучать детали поверхности. 2. В угловой мере.

Вариант 4. 1. Движение воздуха, заметное при большом увеличении, вызвано искажением изображения. 2. Высота.

Вариант 5. 1. В рефлекторе свет собирается линзой, в рефлекторе — вогнутым зеркалом в меньшем телескопе перед зеркалом ставится линза-мениск, которая исправляет искажения, вносимые зеркалом. 2. 0,5°.

Вариант 6. 1. Объектив собирает свет и строит изображение, которое рассматривается через окуляр. 2. Вследствие вращения Земли.

II. Практические основы астрономии

Проверочная работа 1

Вариант 1. 1. 1) $\alpha = 14$ ч 45 мин, $\delta = +15^\circ 30'$; 2) $\alpha = 18$ ч 45 мин, $\delta = +33^\circ$.

2. Потому что она находится вблизи полюса мира.

Вариант 2. 1. 1) в Весов, 2) в Персея. 2. В точках востока и запада.

Вариант 3. 1. 1) $\alpha = 11$ ч, $\delta = +62^\circ$; 2) $\alpha = 5$ ч 20 мин, $\delta = +6^\circ$. 2. Ось мира параллельна оси вращения Земли и лежит в плоскости небесного меридиана.

Вариант 4. 1. В созвездии Козерога. 2. В точках север и юг.

Вариант 5. 1. 1) $\alpha = 3$ ч 15 мин, $\delta = +50^\circ$; 2) $\alpha = 0$ ч 40 мин, $\delta = -19^\circ 30'$.

2. Высота точки зенита равна 90° .

Вариант 6. 1. Галактика М31 (туманность Андромеды) находится в созвездии Андромеды. 2. Плоскость горизонта касается поверхности земного шара в точке наблюдения, т. е. перпендикулярна радиусу Земли.

Проверочная работа 2

Вариант 1. 1. $h = 90^\circ - \varphi + \delta = +9^\circ$ (см.: «Астрономия», приложение IV); $h = 30^\circ$. 2. Сигнал будет заходить в точке запада.

Вариант 2. 1. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = +29^\circ$. 2. Суточные пути звезд параллельны небесному экватору.

Вариант 3. 1. $\varphi = 90^\circ + \delta - h$; $\delta = +12^\circ$ (см.: «Астрономия», приложение IV); $\varphi = 45^\circ$. 2. Звезда южного полушария неба не видно на Северном полюсе Земли.

Вариант 4. 1. $h = 90^\circ - \varphi + \delta$; $\delta = -11^\circ$ (см.: «Астрономия», приложение IV); $h = 29^\circ$. 2. Суточные пути звезд для наблюдателя, находящегося на полюсе Земли, параллельны горизонту.

Вариант 5. 1. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = -13^\circ$. 2. Все звезды дважды в сутки пересекают небесный меридиан.

Вариант 6. 1. $\varphi = 90^\circ - h + \delta$; $\delta = +7^\circ 30'$ (см.: «Астрономия», приложение

1V): $\varphi = 34^\circ 30'$. 2. Ось мира параллельна земной оси и составляет с плоскостью горизонта угол, равный географической широте места наблюдателя.

Проверочная работа 3
Вариант 1. 1. $h = 90^\circ - \varphi + \delta$. Для Северного полюса $\varphi = 90^\circ$. В день летнего солнцестояния для Солнца $\delta = +23^\circ 30'$; $h = 23^\circ 30'$. 2. Планеты перемещаются из созвездия в созвездие.

Вариант 2. 1. $\varphi = 90^\circ + \delta - h$; $\varphi = 41^\circ$. 2. Видимое годичное движение Солнца происходит в направлении, противоположном суточному вращению небесной сферы.

Вариант 3. 1. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = -4^\circ$. 2. Вследствие изменения склонения Солнца.

Вариант 4. 1. $h = 90^\circ - \varphi + \delta$, 21 марта в день весеннего равноденствия у Солнца $\delta = 0^\circ$; $h = 38^\circ$. 2. Допустим, что проверочная работа проводится 1 октября.

Солнце в любой день располагается в той точке эклиптики, в которой прямая, проведенная от точки, обозначающей дату на краю карты, к ее центру, пересечется с эклиптикой. Находим по звездной карте, что эта точка лежит в созвездии Девы и имеет координаты (примерно): $\alpha = 12$ ч 30 мин, $\delta = -3^\circ$.

Вариант 5. 1. $\varphi = 90^\circ + \delta - h$; 22 июня в день летнего солнцестояния у Солнца $\delta = +23^\circ 30'$; $\varphi = 52^\circ 30'$. 2. Положение точек восхода и захода Солнца меняется вследствие изменения его склонения.

Вариант 6. 1. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = -23^\circ 30'$. Такое склонение у Солнца бывает в день зимнего солнцестояния. Следовательно, наблюдения проводятся 22 декабря. 2. Находим на звездной карте, что Солнце находится на эклиптике в точке, примерные координаты которой равны: $\alpha = 2$ ч 30 мин, $\delta = +15^\circ$. Эта точка располагается в созвездии Овна.

Проверочная работа 4

Вариант 1. 1. Освещенная половина Луны обращена выпуклостью влево и видна утром. 2. Он равен промежутку времени между новолунием и полнолунием, т. е. примерно две недели.

Вариант 2. 1. Луное затмение происходит в момент полнолуния. В данном случае через неделю будет новолуние, поэтому затмения не случится. 2. Потому что период ее вращения вокруг оси равен периоду ее обращения вокруг Земли.

Вариант 3. 1. Плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости орбиты Земли.

Вариант 4. 1. Серпом, выпуклостью которого обращена правая. Видна вечером. 2. Ближайшее солнечное затмение можно ожидать через две недели, когда наступит новолуние.

Вариант 5. 1. Это растущая Луна. Серп станет более широким. 2. Полное лунное затмение продолжительнее. Чтобы Луна прошла сквозь всю земную тень, требуется значительное время, тогда как лунная тень, имеющая меньшие размеры, быстрее проходит через данный пункт Земли.

Вариант 6. 1. Не может, так как периоды, когда случаются затмения, повторяются примерно через полгода. 2. Освещенная половина Луны обращена выпуклостью влево и видна вечером.

Проверочная работа повышенной трудности

Вариант 1. 1. По звездной карте можно определить, что в этом случае Полярная звезда была звезда, отстоящая от нынешней Полярной на $23,5^\circ$ и находившаяся в созвездии Дракона (вблизи полюса эклиптики). 2. Нет, так как Якутск лежит западнее Магадана.

Вариант 2. 1. Высота Полюса мира в Ленинграде составляет 60° , следовательно, все звезды, которые отстоят от Полюса мира менее чем на 60° , всегда в Ленинграде находятся над горизонтом. 2. В полночь на юге через меридиан проходят созвездия, у которых прямое восхождение звезды отстоит от прямого восхождения Солнца на 12 ч, т. е. равно 6 ч. Это будут созвездия Орiona, Близнецов, Тельца, Возничего.

Вариант 3. 1. В полдень Солнце в Тбилиси выше, чем в Киеве, на 8° . Разность высот равна разности географических широт этих городов. 2. В момент, когда Солнце заходит в Новосибирске, в Москве еще день, поэтому созвездие Орiona в Москве видеть нельзя.

Вариант 4. 1. Солнце в полдень в зените может быть на широтах до $23^\circ 30'$ к

северу и к югу от земного экватора, поскольку склонение Солнца меняется от $+23^\circ 30'$ до $-23^\circ 30'$. 2. В указанный момент Солнце находится в созвездии Девы (что определяется по звездной карте), следовательно, созвездие Девы видеть нельзя.

Вариант 5. 1. На полюсах Земли. 2. Луна уже зашла в Новосибирске, который находится восточнее Челябинска, но видна в Москве, которая расположена западнее.

Вариант 6. 1. Географическая широта остается неизменной, следовательно, самолет летит вдоль экватора или параллели. 2. По звездной карте видно, что диаметрально противоположными Вологодю выделяются созвездия Льва, Секстанта и Цента.

Контрольная работа

Вариант 1. 1. В Орiona ($\alpha = 5$ ч 10 мин, $\delta = -8^\circ$); в Орiona ($\alpha = 5$ ч 50 мин, $\delta = +7^\circ$); в Малого Пса ($\alpha = 7$ ч 35 мин, $\delta = +5^\circ$). 2. На экваторе, где одновременно видно половину северного и половину южного полушария звездного неба. 3. $h = 90^\circ - \alpha + \delta$; $h = 14^\circ$. 4. Против соответствующей даты на звездной карте (например, 22 октября) находят положение Солнца на эклиптике и определяют его координаты: $\alpha = 14$ ч, $\delta = -12^\circ$. В созвездии Девы.

Вариант 2. 1. в Льва ($\alpha = 10$ ч 05 мин, $\delta = +12^\circ$); в Девы ($\alpha = 13$ ч 20 мин, $\delta = -11^\circ$); в Скорпиона ($\alpha = 16$ ч 25 мин, $\delta = -26^\circ$). 2. В течение года Солнце проходит полный круг по эклиптике, т. е. его прямое восхождение меняется в пределах от 0 до 24 ч. Следовательно, в течение месяца прямое восхождение Солнца меняется на 2 ч. 3. $\varphi = 90^\circ - h + \delta$; $\varphi = 87^\circ$. 4. Над точкой севера суточного движения светила происходит за запада на восток.

Вариант 3. 1. 1) в Тельца; 2) в Тельца. 2. Поскольку солнечное затмение происходит в новолуние, а лунное — в полнолуние, то солнечное затмение может произойти через неделю, а лунное — через три недели. 3. Склонение Солнца в день зимнего солнцестояния $\delta = -23^\circ 30'$. Следовательно, полуденная высота Солнца $h = 90^\circ - 12^\circ - 23^\circ 30' = 24^\circ 30'$. 4. По звездной карте следует найти положение Солнца на эклиптике 1 сентября и в день проведения контрольной работы (например, 27 октября). 1 сентября Солнце находилось в созвездии Льва и имело склонение $\delta = +10^\circ$. Двигаясь по эклиптике, Солнце 23 сентября пересекло небесный экватор и перешло в южное полушарие, 27 октября оно находилось в созвездии Весов и имело склонение $\delta = -13^\circ$.

Вариант 4. 1. По звездной карте устанавливаются, что метеор пролетел через созвездия Большой Медведицы, Малого Льва, Льва и Секстанта. 2. В день летнего солнцестояния. Склонение Солнца в это время $\delta = +23^\circ$. 3. Солнечное затмение наступит тогда, когда момент пересечения Луной плоскости земной орбиты совпадает с моментом новолуния. Такие условия повторяются примерно через полгода. Следовательно, в ноябре того же года, т. е. через 4 месяца, затмения не будет. 4. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = +16^\circ 30'$.

Вариант 5. 1. в Орiona ($\alpha = 5$ ч 50 мин, $\delta = +7^\circ$). 2. Светило находится над горизонтом ровно половину суток. 3. На Северном и Южном полюсах Земли. 4. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$; $\delta = +13^\circ$.

Вариант 6. 1. По звездной карте устанавливаются, что спутник пролетел через созвездия Льва, Волосы Вероники и Волопаса. 2. В день летнего солнцестояния. Прямое восхождение Солнца в это время $\alpha = 6$ ч. 3. Высота Сириуса в Москве и Аддис-Абебе вычисляют по формуле: $h = 90^\circ - \varphi + \delta$. Поскольку разность высот равна разности географических широт этих городов, то $h_1 - h_2 = \varphi_1 - \varphi_2 = 47^\circ$. 4. На Южном полюсе Земли.

Контрольная работа повышенной трудности
Вариант 1. 1. Полуденная высота Солнца в Тбилиси в день весеннего равноденствия $h = 90^\circ - 42^\circ = 48^\circ$, а в Ленинграде в день летнего солнцестояния $h_2 = 90^\circ - 60^\circ + 23^\circ 30' = 53^\circ 30'$. Следовательно, в Ленинграде Солнце выше, на $5,5^\circ$. 2. В Южно-Сахалинске, который находится восточнее Владивостока, можно видеть, а во Фрунзе, который находится значительно западнее Владивостока, нельзя. 3. Созвездие Большой Медведицы для средних широт является неподходящим, созвездие Орiona частично лежит в южном полушарии, и его

звезды в средних широтах восходят и заходят. Следовательно, созвездие Большой Медведицы дольше видно над горизонтом, чем Орион. 4. Изменение прямого восхождения происходит вследствие годичного обращения Земли, а склонения — вследствие наклона ее оси вращения.

Вариант 2. 1. $\delta = h + \varphi - 90^\circ$, $\delta = +23^\circ 30'$. Такое склонение у Солнца бывает в день летнего солнцестояния, — следовательно, наблюдение проводилось 22 июня. 2. На земном экваторе, поскольку здесь суточный путь Солнца всегда делится горизонтом точно пополам. 3. Звезды, прямое восхождение которых на 12 ч отклоняется от прямого восхождения звезды созвездия Тельца, т. е. у которых $\alpha = 16 - 17$ ч. Это созвездия Геркулеса, Северный Корона, Звон, Змееносца, Скорпиона. 4. Полное мира располагается бы среди звезд, находящихся на эклиптике (в зависимости от направления оси).

Вариант 3. 1. Склонение звезд, кульминирующих в зените в Москве, должно удовлетворять равенству $\delta = \varphi = 56^\circ$. Следовательно, Кастор не может наблюдаться в Москве в зените. 2. Звезды, у которых прямое восхождение около 1 ч, т. е. звезды, прямое восхождение которых отклоняется на 12 ч от прямого восхождения звезд созвездия Девы. Это звезды созвездий Кита, Рыб, Андромеды. 3. Удалось расположить восточнее Каратанды, и Солнца там не видно. Волгодонск лежит западнее, там день и Солнце видно. 4. Нет, поскольку созвездие Козерога целиком находится в южном полушарии звездного неба.

Вариант 4. 1. Для космонавтов, ведущих наблюдения с Луны, Земля находится примерно в противоположной точке небесной сферы с координатами: $\alpha = 22$ ч, $\delta = -10^\circ$. 2. В день летнего солнцестояния Солнце находится в зените в северном полушарии на широте $23^\circ 30'$. 3. В тот момент, когда в Москве восходит Солнце, в Иркутске, который лежит восточнее, уже день и звезда видна. 4. $h = 90^\circ - \varphi + \delta$, $h = 43^\circ$.

Вариант 5. 1. $h = 90^\circ - 56^\circ \pm 23,5^\circ$. От $h_1 = 10,5^\circ$ до $h_2 = 57,5^\circ$. 2. В это время, как видно по звездной карте, Солнце может находиться в созвездии Стрельца (или Змееносца), а бывает это в декабре, в начале зима. 3. Наибольшие круги описывают светила, лежащие на небесном экваторе, т. е. склонение которых равно 0° . 4. Поскольку Луна совершает оборот вокруг Земли примерно за месяц, то за неделю ее прямое восхождение изменится приблизительно на 6 ч. **Вариант 6. 1.** За полярными кругами, на которых Солнце в нижней кульминации один раз в году бывает на горизонте. 2. Это бывает зимой, в конце декабря. Солнце находится в созвездии Стрельца. 3. Это происходит на экваторе $4. \delta = h - 90^\circ + \varphi$, $\delta = +27^\circ$.

III. Движение небесных тел

Проверочная работа 1

Вариант 1. 1. Через промежуток времени, называемый синодическим периодом, повторяются все конфигурации планет, в том числе и данная — верхнее соединение: $S = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{\opl�}}{T_{\opl�} - T_{\oplus}}$; $S = \frac{363 \cdot 225}{140}$ сут = 587 сут. 2. Внешние планеты могут.

Внутренние (Венера и Меркурий) не могут.

Вариант 2. 1. $S = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{\opl�}}{T_{\opl�} - T_{\oplus}}$; $S = \frac{1,9 \cdot 1}{0,9}$ года = 2,1 года, или 780 сут. 2. В нижнем соединении не могут находиться внешние планеты (все, кроме Венеры и Меркурия).

Вариант 3. 1. $T = \frac{S \cdot T_{\opl�}}{S + T_{\opl�}}$; $T = \frac{1,6 \cdot 1}{2,6}$ года = 0,61 года, или 223 сут. 2. В противостоянии, так как в это время ближе всего к Земле, повернут к ней целиком освещенным полушарием, виден всю ночь.

Вариант 4. 1. $T = \frac{S \cdot T_{\opl�}}{S - T_{\opl�}}$; $T = \frac{400 \cdot 365}{35 \cdot 365}$ сут = 11,4 года. 2. В верхнем соединении могут находиться только внешние планеты (все, кроме Венеры и Меркурия).

Вариант 5. 1. $S = \frac{T_{\opl�} \cdot T_{\opl�}}{T_{\opl�} - T_{\opl�}}$; $T = \frac{0,24 \cdot 1}{0,76}$ года = 0,32 года, или 117 сут. 2. Все планеты (и внутренние, и внешние) могут находиться в верхнем соединении.

Вариант 6. 1. $T = \frac{S - T_{\opl�}}{S - T_{\opl�}} \cdot T = \frac{1,5 \cdot 1}{0,5}$ года = 3 года. 2. Рядом с полной Луной, т. е. в противостоянии могут быть видны только внешние планеты.

Проверочная работа 2

Вариант 1. 1. Если принять расстояние от Земли до Солнца и период ее обращения за 1, то по третьему закону Кеплера $a = \sqrt[3]{84^3}$ а. е. = 19,2 а. е. 2. В афелии скорость планеты минимальная, затем она возрастает и в перигелии становится максимальной.

Вариант 2. 1. По третьему закону Кеплера звездный период обращения Сатурна $T = \sqrt[3]{9,5^3}$ лет = 9,5 лет = 29,3 лет. 2. Максимальна в перигее, где скорость спутника наибольшая, а минимальна в апогее, где его скорость наименьшая.

Вариант 3. 1. По третьему закону Кеплера $T = \sqrt[3]{5}$ года = 11,5 года. 2. Максимальна в апогее — точке орбиты, которая наиболее удалена от центра Земли, а минимальна в перигее, где спутник ближе всего к Земле.

Вариант 4. 1. Если принять расстояние Земли от Солнца и период ее обращения за 1, то по третьему закону Кеплера $a = \sqrt[3]{12^3}$ а. е. = 5 а. е. 2. Максимальна кинетическая энергия планеты в перигелии, где ее скорость максимальна, минимальна — в афелии, где скорость минимальна.

Вариант 5. 1. По третьему закону Кеплера $T = \sqrt[3]{1,5^3}$ года = 1,86 года. 2. Уменьшается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она максимальна, в афелии минимальна.

Вариант 6. 1. По третьему закону Кеплера $T = \sqrt[3]{0,7^3}$ года = 0,6 года. 2. Планеты перемещаются петлеобразно.

Проверочная работа 3

Вариант 1. 1. Градусные измерения используются для определения формы и размеров Земли, вычисления расстояний на земной поверхности. 2. $\frac{D_1}{D_2} = \frac{r_1}{r_2}$.

$$D = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{1,5''} = 5,9 \text{ а. е.}$$

Вариант 2. 1. Измерения длины дуги в 1° , проведенные на различных широтах. 2. Расстояние от Земли до Венеры в момент нижнего соединения равно 0,3 а. е., следовательно, $r_1 = \frac{D_1 p_2}{D_2 p_1}$, $r_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{0,3 \text{ а. е.}} \approx 29''$.

Вариант 3. 1. Незначительное положение Полярной звезды, вокруг которой наблюдается вращение звездного неба. 2. Расстояние от Земли до Юпитера в момент противостояния равно 4 а. е., следовательно,

$$r_1 = \frac{D_2 p_2}{D_1 p_1}, r_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{4 \text{ а. е.}} = 2,2''.$$

Вариант 4. 1. Поскольку Земля движется вокруг Солнца по эллипсу, горизонтальный параллакс Солнца должен меняться. Он будет максимальным в перигелии (минимальное расстояние от Солнца), а минимальным в афелии. 2. $\rho = R \frac{r}{R}$, $\rho = \frac{18'' \cdot 3400 \text{ км}}{6400 \text{ км}} \approx 9,6''$.

Вариант 5. 1. Обращением Земли вокруг Солнца, которое происходит с тождественным периодом. 2. Расстояние от Земли до Марса во время противостояния равно 0,5 а. е.; следовательно, $r_1 = \frac{D_2 p_2}{D_1 p_1}$, $r_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{0,5 \text{ а. е.}} = 17,6''$.

Вариант 6. 1. В настоящее время расстояние до ближайших планет определяется методом радиолокации, зная скорость распространения радиоволн и фиксируя время от момента послышки импульса до его возвращения после отражения $R_{\text{по}}$ поверхности планеты, можно определить расстояние до нее. 2. $r = \frac{R_{\text{по}}}{2}$, $r = \frac{6400 \text{ км} \cdot 12,5''}{23,4''} \approx 3420 \text{ км}$.

Проверочная работа 4

Вариант 1. 1. Астероиды, кометы и пылевые частицы вследствие малой массы, 2. Во введении в формулу третьего закона Кеплера множителя, учитывающего суммарную массу Солнца и планеты.

Вариант 2. 1. В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения. 2. По возмущениям, которые вызывает планета в движении протоплающих недалеко от нее комет, астероидов или космических аппаратов.

Вариант 3. 1. В случае, если существуют лишь два взаимно притягивающихся тела. 2. Чем больше масса, тем меньше периоды спутников.

Вариант 4. 1. Юпитер, так как его масса наибольшая. 2. Нет, так как массы центральных тел различны.

Вариант 5. 1. Изменяются формы орбиты и период обращения кометы. 2. На основе уточненного закона Кеплера, сравнивая движение Луны вокруг Земли с движением Земли вокруг Солнца, можно получить массу Солнца, выраженную в массах Земли.

Вариант 6. 1. Расчитано на основе возмущений, которые Нептун вызывал в движении планеты Уран. 2. У планеты, масса которой больше.

Контрольная работа

Вариант 1. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $r_1 = 3.8 \cdot 10^5$ км, $r_2 = 200$ км. $\cdot 10^6$ км. 2. На основе уточненного закона Кеплера или по возмущениям в движении других тел.

Вариант 2. 1. Уменьшился в 5 раз, так как расстояние между Землей и Марсом в противостоении равно 0,5 а. е., а в соединении — 2,5 а. е.

Вариант 3. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $D_2 = \frac{3.8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 6.4 \cdot 10^2 \text{ км}}{1.7 \cdot 10^3 \text{ км}} \approx 1.4 \cdot 10^6$ км.

Вариант 4. 1. Поскольку горизонтальный параллакс Марса больше горизонтального параллакса Солнца, то Марс находится к Земле ближе, чем Солнце, т. е. он расположен по ту же сторону от Солнца, что и Земля. 2. Скорость планеты максимальна в перигелии, постепенно она уменьшается по мере удаления планеты от Солнца. Минимальное значение скорости имеет в афелии, а затем снова увеличивается.

Вариант 5. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $r_2 = \frac{30' \cdot 1 \text{ а. е.}}{5 \text{ а. е.}} \approx 6'$. 2. По длине, параболе или гиперболе в зависимости от начальной скорости тела.

Вариант 6. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $D_2 \approx \frac{8.8'' \cdot 1 \text{ а. е.}}{0.9''} \approx 9.8 \text{ а. е.}$

Контрольная работа по повышению трудности
Указание. При расчетах удобно принимать число секунд в радиане равным $(2 \cdot 10^5)''$, это число мало отличается от точного значения, равного $206265''$.

Вариант 1. 1. $D = \frac{206265'' \cdot r}{r''}$, $D = \frac{6.4 \cdot 10^3 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{54 \cdot 60''} \approx 4 \cdot 10^5$ км. 3. По

третьему закону Кеплера $T = \sqrt{2^3}$ года ≈ 2.8 года. Далее, используя формулу $\frac{T \cdot T^{\oplus}}{T - T^{\oplus}}$, получим $S = 1.56$ года.

Вариант 2. 1. $r = \frac{206265'' \cdot D}{D''}$, $r = \frac{240 \text{ км} \cdot 120''}{(2 \cdot 10^5)''} = 0.144 \text{ км} \approx 140 \text{ м}$. 2. Масса Земли должна уменьшиться, что следует из третьего (уточненного) закона Кеплера.

Вариант 3. 1. $r = \frac{206265'' \cdot D}{D''}$, $2r = \frac{4900 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{10^5 \text{ км}} = 980'' = 16'20''$. 2. Марс

можно наблюдать в любое время ночи (в зависимости от его конфигурации), а Венеру — только утром или вечером. Различия в условиях видности определяются тем, что Марс — внешняя планета, а Венера — внутренняя. 3. Используя формулу уточненного третьего закона Кеплера, получим $M_C = \frac{a^3 T^2 M_{\odot}}{a_{\oplus}^3 T_{\oplus}^2}$. Приняв

массу Земли за 1, имеем $M_C = \frac{3.788^3 \cdot 10^{15} \cdot 27.3^2}{3.8^3 \cdot 10^{15} \cdot 2.75^2}$, $M_C = 100$ массам Земли.

Вариант 4. 1. Угловой радиус Земли, наблюдаемой с Марса, численно равен его параллаксу в этот момент, т. е. $23''$. 2. Из наблюдений углового размера Солнца. 3. Используя данные о Луне ($T_L = 656$ ч, $a_L = 3.8 \cdot 10^5$ км) и формулу

третьего закона Кеплера, получим $T_C = \sqrt{\frac{636^2 \cdot 69^3 \cdot 10^6}{3.8^3 \cdot 10^{15}}}$ ч, $T_C = 1.6$ ч.

Вариант 5. 1. $r = \frac{206265'' \cdot D}{D''}$, $r_{\oplus} = \frac{1.4 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{6.2 \cdot 10^4 \text{ км}} \approx 45''$, $r_B =$

$\frac{1.2 \cdot 10^4 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{4.2 \cdot 10^4 \text{ км}} \approx 57''$. 2. Масса Земли должна увеличиться, что следует из третьего (уточненного) закона Кеплера. 3. Используя третий закон Кеплера,

сравним движение спутника с движением Луны, тогда $a_1 = a_2 \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$, $a_1 = 3.8 \times 10^5 \text{ км} \sqrt{\frac{(1 \text{ сут})^2}{(27 \text{ сут})^2}} \approx 42200 \text{ км}$.

Вариант 6. 1. Большую долю диска Венеры видно при ее максимальном удалении от Земли, когда она обращена к нам своей освещенной стороной. 2. Петлеобразное движение планет объясняется тем, что мы наблюдаем их с движущейся Земли. 3. $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$, откуда следует, что $S = T_2 = 2$ года.

Контрольная работа с выбором ответа

Вариант 1. 1. D. 2. A. 3. C. 4. A. 5. B. 6. E. 7. D. 8. B. 9. A. 10. C. 11. D. 12. C. 13. D. 14. B. 15. A. 16. C. 17. B. **Вариант 2.** 1. E. 2. E. 3. D. 4. E. 5. C. 6. B. 7. C. 8. A. 9. C. 10. B. 11. A. 12. D. 13. A. 14. E. 15. B. 16. E. 17. E.

IV. Методы астрофизических исследований

Проверочная работа 1
Вариант 1. 1. Химический состав, температура, скорость движения. 2. Потому что исследования проводятся во всех диапазонах длин волн электромагнитного излучения.

Вариант 2. 1. Они имеют линейчатый спектр. Поглощением света в их атмосферах. 2. Нельзя, поскольку эти излучения поглощаются атмосферой Земли.

Вариант 3. 1. Распределение энергии в спектре и наличие линий поглощения различных элементов. 2. С помощью радиотелескопов.

Вариант 4. 1. Космические аппараты позволяют наблюдать в тех диапазонах длин волн, которые поглощаются земной атмосферой, и проводить непосредственные исследования на других небесных телах. 2. Уменьше дисперсии, непорочные исследования на других небесных телах и излучения. 2. По линиям поглощения в их спектрах.

Вариант 6. 1. По изменению положений линий в ее спектре. 2. По фотографиям можно измерить перемещение близких звезд на фоне более далеких, обнаружив очень слабые объекты, качественно оценить видимость яркость различных объектов по их изображениям.

V. Природа тел Солнечной системы

Проверочная работа 1
Вариант 1. 1. Тропосфера, стратосфера, ионосфера, геокорона. 2. Массой планеты и температурой.

Вариант 2. 1. Наличием магнитного поля. Протоны и электроны. 2. Планеты земной группы состоят главным образом из оксидов кремния и металлов, а планеты-гиганты — из водорода, гелия и соединений водорода.

Вариант 3. 1. Литосфера — твердое тело, гидросфера — жидкость, атмосфера — газ. 2. Малой массой этих тел.

Вариант 4. 1. Снаружи твердая кора, в центре частично жидкое ядро, между ними промежуточный слой — мантия. 2. От расстояния до Солнца, находясь у планеты атмосферные и собственные источники тепла.

Вариант 5. 1. Подпирные слои. 2. Плотность, массой, размерами и химическим составом, а также числом спутников.

Вариант 6. 1. Предохраняет все живое от губительного воздействия ультрафиолетовых и космических лучей, уменьшает суточные колебания температуры, обеспечивает дыхание и жизнедеятельность растительного и животного мира. 2. В основном атмосфера планет-гигантов состоит из водорода и гелия.

Проектируемая работа 2

Вариант 1. 1. В 6 раз меньше, чем на Земле, ускорением свободного падения. 2. Можно. Из формулы $r = \frac{206265^2 \cdot g}{D}$ следует, что $r = \frac{400 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 211^{\circ} = 331^{\circ}$.

Вариант 2. 1. Отсутствием атмосферы, а также большой пористостью и малой теплопроводностью верхнего слоя Луны. 2. $g = \frac{206265^2 \cdot g}{D^2}$, $g = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 40^{\circ}}{(2 \cdot 10^5)^2} \approx 76 \text{ км}$.

Вариант 3. 1. По своему химическому составу лунные породы не столь разнообразны, как земные, в морских районах преобладают породы базальтового типа, в материковых — анортозитовые. 2. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $r_1 = \frac{200 \text{ км} \cdot 190 \text{ км}}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} = 0,1 \text{ км} = 100 \text{ м}$. Следовательно, различить нельзя.

Вариант 4. 1. Завершен глобальный обзор Луны, установлено, что на Луне преобладает поверхность материкового типа. 2. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $r_1 = \frac{15,60^{\circ} \cdot 170 \text{ км}}{1700 \text{ км}} = 90^{\circ}$.

Вариант 5. 1. Структура пористая, прочность малая, в вакууме частицы, составляющие верхний слой, слипаются. 2. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, $D_1 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 30^{\circ}}{2 \cdot 60^{\circ}} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ км}$.

Вариант 6. 1. По степени разрушенности и последовательности формирования. 2. $r = \frac{206265^2 \cdot g}{200 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)^2} \approx 105^{\circ} = 145^{\circ}$.

Проектируемая работа 3

Вариант 1. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, $r_1 = \frac{30^{\circ} \cdot 1 \text{ а. е.}}{1,5 \text{ а. е.}} = 20^{\circ}$. 2. На Меркурии практически нет атмосферы. Поэтому велики суточные колебания температуры. Вследствие близости к Солнцу температура на дневном полушарии достигает $+400^{\circ}\text{C}$. Поверхность планеты покрыта множеством кратеров, как и поверхность Луны. Структура поверхностного слоя, видимо, такая же, как и на Луне.

Вариант 2. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, $D_2 = \frac{5,5 \cdot 10^7 \text{ км} \cdot 25^{\circ}}{14^{\circ}} \approx 9,8 \cdot 10^7 \text{ км}$. 2. В существовании парникового эффекта в атмосфере, богатой углекислым газом и имеющей постоянный облачный слой.

Вариант 3. 1. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, $r_1 = \frac{30^{\circ} \cdot 1 \text{ а. е.}}{0,7 \text{ а. е.}} \approx 43^{\circ}$. 2. Вследствие разреженности и сухости атмосферы.

Вариант 4. 1. $r = \frac{r}{D}$, $a \approx \frac{R}{D}$, но поскольку $g = R$, то $r = 10^{\circ}$. 2. Смена времени года, наличие атмосфер, химический состав литосферы. Различная продолжительность сезонов, различные плотность и состав атмосферы и температурно-режима в ней.

Вариант 5. 1. Зная линейный диаметр Луны (3400 км) и ее расстояние от Земли ($3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$) и учитывая, что угловые размеры Луны и Венеры равны:

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, получаем $D_1 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 12100 \text{ км}}{3400 \text{ км}} \approx 1,35 \cdot 10^6 \text{ км}$. 2. Кратеры метеоритного и вулканического происхождения, каньоны, барханы.

Вариант 6. 1. $\frac{r_1}{D_1} = \frac{r_2}{D_2}$, $D_2 = \frac{1 \text{ а. е.}}{109} \approx 0,009 \text{ а. е.}$ 2. В атмосфере Венеры преобладает углекислый газ, а в земной атмосфере — азот и кислород. Температура на Венере выше, а ее суточные колебания практически отсутствуют. Давление в атмосфере Венеры примерно в 100 раз выше. Облачность значительная, парниковый эффект велик.

Проектируемая работа 4

Вариант 1. 1. Малая плотность, большие размеры, преобладание в составе гелия, водорода и его соединений, быстрое вращение вокруг оси, большое число спутников. 2. $r = \frac{206265^2 \cdot g}{D}$, $D = \frac{40000 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{120^{\circ}} \approx 6,7 \cdot 10^7 \text{ км}$.

Вариант 2. 1. В составе атмосферы планет-гигантов преобладает водород, гелий, метан и аммиак. 2. $r = \frac{206265^2 \cdot g}{D}$, $r = \frac{20 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{6000 \text{ км}} \approx 667^{\circ} = 117^{\circ}$.

Вариант 3. 1. Спектральные наблюдения с Земли. Они показывают, что внутренние и внешние части кольца вращаются с различной скоростью в соответствии с третьим законом Кеплера. Фотографирование с космических аппаратов. 2. $r = \frac{206265^2 \cdot g}{D}$, $D = \frac{1500 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{15 \cdot 60^{\circ}} = 6,7 \cdot 10^5 \text{ км}$.

Вариант 4. 1. Кратеры, главный образом, метеоритного происхождения, трещины, слой пыли на поверхности. 2. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $D_2 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 1,4 \cdot 10^5 \text{ км}}{3400 \text{ км}} \approx 1,56 \cdot 10^7 \text{ км}$.

Вариант 5. 1. Большой массой планет. 2. $r_1 = \frac{1 \text{ км} \cdot 5,2 \cdot 1,5 \cdot 10^5 \text{ км}}{3,8 \cdot 10^7 \text{ км}} \approx 2000 \text{ км}$.

Вариант 6. 1. По мере приближения к центру планеты давление растёт, водород проходит при этом через газообразную, газообразную и жидкую фазы. В центре горючие, жидкое ядро, содержащее (кроме водорода) металлы и силикаты. 2. Угловой диаметр Луны, наблюдаемой с расстояния $3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$, равен 30° . Тогда $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_2}{D_1}$, $r_1 = \frac{30^{\circ} \cdot 3,8 \cdot 10^5 \text{ км}}{20^{\circ}} \approx 20^{\circ}$.

Проектируемая работа 5

Вариант 1. 1. По перемещению относительно звезд. 2. Вследствие давления солнечного излучения и действия солнечного ветра.

Вариант 2. 1. В состав других небесных тел входят только те химические элементы, которые известны на Земле. Это является одним из доводов в пользу материальной единства Вселенной. 2. Нет, вследствие отсутствия атмосферы. 3. 1. Между орбитами Марса и Юпитера. Орбиты отключаются большим эксцентриситетом. 2. Выделением газов вследствие нагревания ядра, действием солнечного ветра и давлением света.

Вариант 4. 1. Нагревание, испарение и разрушение тела, сопровождаемое звуком. 2. По вытупам (с большим эксцентриситетом) эллиптическим орбитам. **Вариант 5. 1.** Метеориты бывают железные, содержащие 90% железа, и каменные, в составе которых преобладает оксид железа. 2. Ядро кометы — твердое тело, состоящее из смеси замерзших газов и твердых частиц тугоплавких веществ, хвост — разреженный газ и пыль.

Вариант 6. 1. Неправильная. Наиболее крупные имеют диаметр в несколько сотен километров, остальные — меньше. 2. Метеор — явление, возникающее при полете небольшого тела с космической скоростью в атмосфере Земли. Метеорит — обломок астероида, упавший на Землю. **Контрольная работа**

Вариант 1. 1. $D_1 = 0,5 \text{ а. е.}$, $D_2 = 2,5 \text{ а. е.}$, $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$, $r_2 = \frac{150 \text{ км} \cdot 2,5 \text{ а. е.}}{0,5 \text{ а. е.}} = 750 \text{ км}$. 2. Перемещение видимой границы освещенного и не освещенного Солнцем полушария Луны по ее поверхности, наблюдаемое при изменении лунных фаз.

Вариант 2. 1. $\frac{r_1}{D_1} = \frac{r_2}{D_2} = \frac{8.8'' \cdot 1 \text{ а. е.}}{29 \text{ а. е.}} \approx 0.3''$. 2. Солнечное затмение.

Вариант 3. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{206265''}{(2 \cdot 10^5)''} \cdot 1.3 \cdot 10^9 \text{ км} \cdot 40'' = 2.6 \cdot 10^5 \text{ км}$. 2. Даро кометы и пыль, находящаяся в голове и хвосте кометы, отражают солнечный свет.

Газы, входящие в состав головы и хвоста, сами светятся за счет энергии, получаемой от Солнца. Планета отражает солнечный свет. Так что в обоих спектрах будут наблюдаться линии поглощения, характерные для солнечного спектра. К этим линиям в спектре планеты добавятся линии поглощения газов, составляющих атмосферу планеты, а в спектре кометы — линии излучения газов, входящих в состав кометы.

Вариант 4. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{27 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{9400 \text{ км}} \approx 600'' = 10'$. 2. На Марсе суточные колебания температуры наибольшие, что объясняется малой плотностью его атмосферы, на Венере они практически отсутствуют из-за большой плотности атмосферы и медленного вращения вокруг оси. Минимальная температура на Марсе меньше, поскольку он дальше от Солнца. 3. Скорость меняется согласно II закону Кеплера.

Вариант 5. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{12000 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{2 \cdot 60''} = 2 \cdot 10^7 \text{ км}$. 2. Может лишь первая, поскольку хвост всегда направлен в сторону, противоположную Солнцу.

Вариант 6. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{3.48 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot (5.16 \cdot 10^5)''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 8900 \text{ км}$. 2. Видно отсутствие на Луне атмосферы там нельзя наблюдать метеоры и полярные сияния. Кометы можно видеть, солнечные затмения тоже.

Контрольная работа повышенной трудности
Вариант 1. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{6.28 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot 47.2''}{(2 \cdot 10^5)'' \cdot 2} \approx 7.4 \cdot 10^4 \text{ км}$. 2. По изменению их видимой яркости. 3. Температура не опускается ниже 148 К потому, что при конденсации углекислого газа, проходящей при этой температуре, расходуется энергия.

Вариант 2. 1. $g = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{60 \text{ м} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{1.2 \cdot 10^5 \text{ м}} = 100''$. 2. То, которых нет, поскольку в спектре их линии поглощения не экранируются линиями поглощения, возникающими в земной атмосфере. 3. Суточное движение Солнца и звезд более медленное, и они могут быть видны одновременно вследствие отсутствия атмосферы.

Вариант 3. 1. $r = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{220 \text{ км} \cdot (2 \cdot 60)''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 0.130 \text{ км} = 130 \text{ м}$. 2. Расстояние между эллиптическими орбитами Земли и Марса различно в разных точках. Минимально оно в том месте, которое Земли приходится достигать. 3. Общим в основе образования облаков на различных планетах является процесс конденсации и кристаллизации химических веществ, составляющих атмосферу планет.

Вариант 4. 1. Его ширина не менее длины пути, пройденного за это время (37 сут) Земли, что составляет примерно 1/10 часть длины всей орбиты: $L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{10} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 1.5 \cdot 10^8 \text{ км}}{10} \approx 9.4 \cdot 10^7 \text{ км}$. 2. Зная расстояние от Земли и от Солнца и приняв некоторую среднюю величину отражательной способности поверхности астероида, можно оценить его линейные размеры. 3. Причиной заключается в дифференциации вещества газопылевого облака, окружающего Солнце, в результате чего около Солнца остались лишь тяжелые химические элементы, а газы ушли на окраины Солнечной системы.

Вариант 5. 1. $D = \frac{206265''}{r} \cdot g = \frac{2500 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{120''} \approx 4 \cdot 10^6 \text{ км}$. 2. Потому что лунные затмения можно наблюдать на территории того полушария Земли, где Луна находится над горизонтом, а солнечное — только в узкой по-

лосе, по которой проходит тень Луны. 3. Высокая температура поддерживается за счет парникового эффекта, создаваемого основной составляющей атмосферы Венеры — углекислым газом.

Вариант 6. 1. $g = \frac{206265''}{D} \cdot g = \frac{12000 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{4 \cdot 10^7 \text{ км}} = 60'' = 1'$. 2. Разнокачественный распад. Независимость скорости распада от физических условий.

VI. Солнце и звезды

Проверочная работа 1
Вариант 1. 1. Водород с примесью 10% атомов гелия. 2. Конвективными движениями.

Вариант 2. 1. На экваторе 25 сут, близ полюсов 30 сут. Различие периодов вращения характерно для жидких и плотных газообразных тел. 2. При хромосферных вспышках.

Вариант 3. 1. Термоядерные реакции превращения водорода в гелий. 2. Фотосфера.

Вариант 4. 1. От 15 000 000 до 6000 К. 2. Полярные сияния, магнитные бури, уровень ionизации верхних слоев атмосферы.

Вариант 5. 1. Под действием конвекции магнитных полей. 2. Спектральные.

Вариант 6. 1. Лучевоспусканием и конвекцией. 2. В фотосфере пятна и факелы, в короне протуберанцы, вспышки захватывают и хромосферу, и корону.

Проверочная работа 2

Вариант 1. 1. $D = \frac{1}{r} \cdot g = \frac{1 \text{ пк} = 3.26 \text{ св. года}}{0.28} = 3.26 \text{ св. года} \approx 11.6 \text{ св. лет}$. Свет идет 11,6 года. 2. В различии температуры и давления в атмосферах звезд.

Вариант 2. 1. $\frac{L_1}{L_2} = 2.512^{2.5} = 2.512^5$, т. е. в 100 раз. 2. По измерению голочного параллакса.
Вариант 3. 1. $\frac{L_1}{L_2} = 2.512^{2.5} = 2.512^5$, т. е. в 100 раз. 2. От $1.3 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^5$.

Вариант 4. 1. $\frac{L_1}{L_2} = 2.512^{2.5} = 2.512^5$, т. е. в 100 раз. 2. Парсеки (1 пк = 3,26 св. года = $3 \cdot 10^{13}$ км).

Вариант 5. 1. $r = \frac{1}{D} \cdot g = \frac{3.26 \text{ св. г.}}{652 \text{ св. г.}} = 0.005''$. 2. Цвет звезды зависит от температуры ее фотосферы.

Вариант 6. 1. $D = \frac{1}{r} \cdot g = \frac{1}{0.20''} = 5 \text{ пк}$, или 16,3 св. года. 2. От 3000 до 100 000 К.

Проверочная работа 3
Вариант 1. 1. $\frac{R}{R_\odot} = \sqrt{\frac{L}{L_\odot} \cdot \frac{R_\odot}{R}} = \sqrt{100 \cdot \left(\frac{4500 \text{ К}}{5000 \text{ К}}\right)^2} \cdot \frac{R}{R_\odot} \approx 18.2$. Затмение одной звездой другой.

Вариант 2. 1. $r = \frac{D}{V} \cdot g = \frac{D_1}{V_1} \cdot \frac{D_2}{V_2} = \frac{m_1 \cdot V_2}{m_2 \cdot V_1}$; $\rho_1 = 1400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\rho_2 \approx 1.5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 2. От температуры и размеров звезды.

Вариант 3. 1. Поскольку размеры звезды и Солнца одинаковы, различие светимостей вызвано только различием температур: $\frac{L}{L_\odot} = \frac{R}{R_\odot} \cdot T^4$; $T = \sqrt[4]{16 \cdot (6000 \text{ К})^4} = 12000 \text{ К}$.

Вариант 4. 1. Поскольку изменение размеров звезды и ее температура тоже одинакова, а различие светимости вызвано различием площади светящейся поверхности. Следовательно, $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{10^4} = 10^2$. 2. Массу, а в случае если звезда является затменной, то и размеры.

Вариант 5. 1. $r = \frac{D \rho}{206265''}$, $r = \frac{10^7 \text{ пк} \cdot 3 \cdot 60''}{2 \cdot 10^5} = 9 \cdot 10^3 \text{ пк}$. 2. Главным образом

изменением размеров звезд.

Вариант 6. 1. Поскольку цвет звезд одинаков, то одинаковы их температуры, поэтому $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = 25^2$, в 625 раз. 2. Нейтронная звезда (пульсар) и туманность.

Контрольная работа

Вариант 1. 2. $M = m + 5 - 5 \lg D$. $\lg D = \frac{m - M}{5} + 1 = 3$. $D = 10^3 \text{ пк}$. 3. Необ-

ходимо измерить период обращения, большую половину видимой орбиты и параллакс двойной звезды и провести вычисления по третьему закону Кеплера.

Вариант 2. 2. $M = m + 5 + 5 \lg r$, $M = 5$. 3. Измерить годичный параллакс или установить абсолютную величину звезды и сравнить ее с видимой.

Вариант 3. 2. Если за 3 сут пятно сместилось на 40° , то полный оборот (360°) оно сделает за 27 сут. 3. Зная солнечную постоянную и вычислив площадь поверхности шара, радиус которого равен расстоянию от Земли до Солнца, можно рассчитать полное излучение Солнца.

Вариант 4. 2. Капелла в 4 раза дальше Проциона, так как $\frac{p_1}{p_2} = \frac{0,07''}{0,28''} = \frac{1}{4}$.

3. Главное отличие звезд от планет в том, что значительно большая масса звезды приводит к увеличению температуры в ее недрах до такого уровня, при котором протекают термоядерные реакции, выделяется источник энергии звезд.

Вариант 5. 2. Линейные размеры пятна, имеющего угловой диаметр 2', можно определить, зная линейные размеры Солнца и его угловой радиус:

$$\frac{d}{R} = \frac{d_1}{r_1} = \frac{15'}{7 \cdot 10^8 \text{ км}} \approx 10^5 \text{ км, т. е. пятно примерно в 8 раз больше Земли.}$$

3. Светимость звезды прямо пропорциональна квадрату радиуса звезды и 4й степени температуры ее поверхности.

Вариант 6. 1. Водород и гелий. Термоядерные реакции. 2. В 27,9 раза больше земного. 3. Температура первой выше, при высокой температуре молекулы не могут существовать.

Контрольная работа повышенной трудности

Вариант 1. 1. В недрах Солнца в ходе термоядерных реакций возникает гамма-излучение. Переходя от внутренних слоев к наружным, кванты поглощаются, испускаются кванты, имеющие меньшую энергию, и излучение становится менее жестким. 2. Необходимо определить абсолютную яркость (для цефеид) и сравнить ее с измеренной видимой звездной величиной. 3. График представляет собой синусоиду (в случае круговой орбиты). Изменяется в зависимости от эксцентриситета орбиты и ее ориентации по отношению к земному наблюдателю.

Вариант 2. 1. В случае если параллакс равен $1''$, расстояние до звезды в 206265 раз ($2 \cdot 10^5$) больше радиуса земной орбиты. При параллаксе, равном $0,5''$, это расстояние еще в 2 раза больше, т. е. в $4 \cdot 10^5$ раз. 2. С действием гравитационных сил связана шаровая форма и стационарность Солнца (стабильность размеров). Наличие магнитного поля обуславливает возникновение пятен, вспышек, характер движения протуберанцев. 3. Солнце излучает излучением, планета отражает солнечный свет и дает инфракрасное тепловое излучение, а комета не только отражает свет, но и светится за счет флюоресценции, обусловленной воздействием солнечного излучения.

Вариант 3. 1. Солнечная постоянная для Марса будет меньше. Поскольку расстояние его от Солнца в 1,5 раза больше, чем у Земли, то постоянная уменьшится в $1,5^2 = 2,25$ раза и будет составлять $\approx 622 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$. 2. Согласно формуле, связывающей светимость с температурой и площадью светящейся поверхности: $T = T_\odot \sqrt[4]{\frac{L}{L_\odot}}$, $T = 18960 \text{ К}$. 3. От формы, размеров и ориентации как самих компонентов, так и их орбит.

Вариант 4. 1. Яркость звезды уменьшилась в 2,5 раза, следовательно, закрывает $1/2,5$ часть фотосферы звезды. 2. Температура в короне выше за счет передачи ее частицам доплондательной энергии газами конвективной зоны Солнца. 3. Нужно рассчитать видимую звездную величину Солнца на расстоянии одной из ближайших звезд, имеющих тот же спектральный класс.

Вариант 5. 1. Светимость звезды в 4 раза меньше светимости Солнца. Следовательно, и расстояние от планеты до звезды должно быть в 4 раза меньше. 2. При вспышках (взрывных, стационарных протессах). Различаются скоростью, которые приобретают частицы. 3. Расстояние до Альдира составляет 5 пк или примерно 16 св. лет. Значит, Вега приблизительно вдвое дальше Альдира. **Вариант 6.** 1. При расстоянии 1 пк звезда находится от нас в 206265 раз дальше, чем Солнце. В данном случае расстояние составляет примерно 6 пк. Следовательно, эта звезда приблизительно в $1,2 \cdot 10^6$ раз дальше от нас, чем Солнце. 2. Вещество в недрах Солнца — это плотная и горячая плазма (газ). Температура около $1,5 \cdot 10^7 \text{ К}$. Давление $2 \cdot 10^{18} \text{ Па}$. 3. $v = \sqrt{2gR}$.

$$M = \frac{GM}{R^2}, \text{ тогда } v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}, v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}} \cdot 10^{30} \text{ кг}} \approx 2,6 \times 10^5 \text{ м}$$

VII. Спроектируйте и эволюция Вселенной

Проверочная работа 1

Вариант 1. 1. Количество звезд, входящих в скопление, и их распределение в пространстве. 2. $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$, $v = 42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, $\cos \alpha = \frac{30}{42}$, $\alpha = 44,5^\circ$.

Вариант 2. 1. Звезды, их скопления, газопылевые туманности, межзвездный газ. 2. $v = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} c$, $v = \frac{5,5 \cdot 10^{-4} \text{ км}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Поскольку линии смещены к фиолетовому концу, то звезда приближается к нам.

Вариант 3. 1. Спиральная. 2. $v = 4,74 \text{ мД}$, или $v = 4,74 \frac{\text{пк}}{\text{с}}$. $\times \frac{0,15''}{0,05''} \approx 14 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Вариант 4. 1. По формуле. 2. $v_1 = v \sin \alpha$, $v_1 = \sqrt{v^2 - v_2^2}$, $v_1 = 50 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. $\approx 25 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, $v_2 = \sqrt{50^2 - 25^2} \approx 43 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Вариант 5. 1. Ослабевает излучение, идущее от звезд в силу его рассеивания и поглощения, а также происходит покраснение цвета звезд. 2. Смещение происходит к красному концу спектра на $\Delta \lambda = \lambda \frac{v}{c}$, $\Delta \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ км}}{6 \cdot 10^{-4} \text{ мм} \cdot 15 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$.

Вариант 6. 1. Звезды, туманности и межзвездный водород. 2. $n = \frac{v}{4,74 \text{ Д}}$. $n = \frac{4,74 \frac{\text{км}}{\text{с}}}{25 \frac{\text{км}}{\text{с}}} \approx 0,35''$.

Проверочная работа 2
Вариант 1. 1. По видимой звездной величине цефеид или других звезд, абсолютная звездная величина которых известна, и по красному смещению.

$$2. \rho = \frac{206265''}{D}, \quad \rho = \frac{3.5 \cdot 10^4 \text{ лк} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{5 \cdot 10^5 \text{ лк}} = (1.4 \cdot 10^4)''$$

что больше 120'', поэтому

видеть невооруженным глазом можно.

$$\text{Вариант 2. 1. } \rho = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ км}}{c} = 200 \text{ Мпк.}$$

$$\text{гигантов. 2. } \rho = \frac{v}{H}, \quad \rho = \frac{100 \text{ км}}{(\text{с} \cdot \text{Мпк})} = 200 \text{ Мпк.}$$

$$\text{Вариант 3. 1. Радиогалактики и квазары. 2. } v = Hr, \quad v = 100 \frac{\text{км}}{(\text{с} \cdot \text{Мпк})} \times 300 \text{ Мпк} = 3 \cdot 10^4 \text{ с.}$$

$$\text{Вариант 4. 1. Нейтральный и ионизованный водород, а также электроны, тормозящиеся в магнитном поле. 2. } \rho = \frac{D_0}{2.4 \cdot 10^6 \text{ лк} \cdot 3600''} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ лк}}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 4.3 \times 10^3 \text{ лк.}$$

$$\text{Вариант 5. 1. Увеличением расстояний между всеми галактиками (за исключением нескольких ближайших). 2. } \lg D = \frac{m-M}{5} + 1, \quad \lg D = 6, \quad D = 10^6 \text{ лк.}$$

$$\text{Вариант 6. 1. Спиральные, эллиптические и неправильные. 2. } \rho = \frac{D_0}{206265''}, \quad \rho = \frac{20'' \cdot 1.5 \cdot 10^8 \text{ лк}}{(2 \cdot 10^5)''} = 1.5 \cdot 10^4 \text{ лк, что примерно в 2 раза меньше размеров нашей Галактики.}$$

Итоговая контрольная работа

$$\text{Вариант 1. 1. } \rho = \frac{D_0}{206265''}; \quad 1 \text{ лк} = 206265 \text{ а. е. } \rho = \frac{660 \cdot 206265 \text{ а. е.} \cdot 83''}{206265''} \approx 5.5 \cdot 10^4 \text{ а. е.}$$

$$\text{Вариант 2. 1. } \rho = \frac{1}{D}; \quad D_1 = \frac{1}{0.28} \approx 3.6 \text{ лк, } D_2 = \frac{652 \text{ св. л.}}{3.26 \text{ св. л.}} = 200 \text{ лк. } D_1 = \frac{200 \text{ лк}}{3.6} \approx 56 \text{ лк. Ветельгейзе примерно в 56 раз дальше Прокциона.}$$

$$\text{Вариант 3. 1. } D_{\text{min}} = 1 \text{ а. е.} = 0.7 \text{ а. е.} = 0.3 \text{ а. е. } D_{\text{max}} = 1 \text{ а. е.} + 0.7 \text{ а. е.} = 1.7 \text{ а. е. } \frac{D_{\text{max}}}{D_{\text{min}}} = 5.6. \text{ Уменьшился в 5.6 раза. 2. Звезда является источником излучения, планета отражает свет, а туманность и отражает свет (пылевая компонента), и имеет люминесцентное свечение (газовая компонента).}$$

$$\text{Вариант 4. 1. } \rho = \frac{D_0}{206265''}, \quad \rho = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ лк} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{206265''} = 10000''. \text{ 2. Массой, раз- мерами, температурой и стадиями своего развития (возрастом).}$$

$$\text{Вариант 5. 1. } \rho = \frac{D_0}{206265''}, \quad \rho = \frac{75 \text{ км} \cdot 2 \cdot 60''}{(2 \cdot 10^5)''} = 4.5 \cdot 10^{-2} \text{ км} = 45 \text{ м. 2. В при- нах вследствие воздействия магнитного поля происходит нарушение конвекции и вследствие этого понижение температуры плазмы. В протуберанцах наблюдается движение плазмы вдоль линий индукции магнитного поля. Сильное сжатие плазмы вызывает магнитным полем в районе вспышек, здесь температура значительно повышается.}$$

$$\text{Вариант 6. 1. } \frac{r_1}{r_2} = \frac{p_1}{p_2}, \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{57 \cdot 60''}{8.8''} \approx 389. \text{ 2. Главное отличие — масса тел, что обуславливает различие всех других физических характеристик.}$$

$$\text{Итоговая контрольная работа повышенной трудности}$$

$$\text{Вариант 1. 1. } D = \frac{1}{\rho}, \quad D = \frac{1}{0.08} \text{ лк. } 1 \text{ лк} = 206265 \text{ а. е. } D = \frac{206265 \text{ а. е.}}{0.08} \approx 2.5 \cdot 10^6 \text{ а. е., т. е. в } 2.5 \cdot 10^6 \text{ раз. 2. Их излучение во всем диапазоне электромагнитных колебаний. 3. Разница между синодическим и звездным ме-}$$

сидами была бы той же — 2.2 сут, но синодический был бы короче, т. е. 25.1 сут.

$$4. \text{ Ее масса и связанная с ней интенсивность протекания термоядерных реакций}$$

$$\text{Вариант 2. 1. } m = M - 5 + 5 \lg D, \quad m = 5 - 5 + 5 \cdot 2 = 10. \text{ 2. Причиной различной химического состава этих двух групп планет является, видимо, дифференциация вещества в протопланетном облаке, в результате которой тяжелые элементы остались вблизи Солнца, а водород и гелий ушли на окраину облака. Поскольку содержание тяжелых элементов во Вселенной мало, то планеты земной группы обладают небольшой массой. 3. } v = \sqrt{2gR}, \quad g = \frac{GM}{R^2}, \text{ тогда}$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}, \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{7 \cdot 10^7 \text{ м}}} \approx 6.2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \text{ 4. Период вращения вокруг оси должен быть равен периоду обращения вокруг Солнца, т. е. 1 году.}$$

$$\text{Вариант 3. 1. } \frac{L}{L_{\odot}} = \frac{r^2}{r_{\odot}^2}, \quad \frac{D^2}{D_{\odot}^2} = \frac{L}{L_{\odot}}, \quad D = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 5}{5} = 1 \text{ а. е. 2. Подсчетом числа звезд в малых участках неба, исследованим собственного излучения межзвездного вещества и поглощения им излучения звезд. 3. Нет, поскольку 22 декабря в Северного полушария Земли не видно Солнца. 4. При вспышках новых и сверхновых звезд.}$$

$$\text{Вариант 4. 1. } D = \frac{206265''}{\rho}, \quad D = \frac{100 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{2 \cdot 60''} \approx 1.7 \cdot 10^5 \text{ км. 2. Красное смещение и реликтовое излучение. 3. } \lg D = \frac{m-M}{5} + 1, \quad \lg D = 4, \quad D = 10^4 \text{ лк. 4. По- тому что Солнце расположено не точно в плоскости Галактики, а вблизи нее.}$$

Вариант 5. 1. Расстояние до Ветги около 9 лк; а до Ветельгейзе 200 лк, Южном полюсе, когда можно наблюдать лунное затмение, продолжится с 21 марта по 23 сентября. Если дата приходится на этот период, то затмение можно наблюдать. 3. Передача энергии из недра Солнца осуществляется главным образом лучевой конвекцией. В конвективной зоне перенос энергии происходит посредством конвекции. Теплопроводность не вносит существенного вклада в процесс передачи энергии, поскольку газы — плохие проводники тепла. Излучение постоянно превращается из жесткого гамма-излучения в видимое. 4. Во Вселенной преобладает плазма. Наиболее распространенными элементами являются водород и гелий, а на Земле — кислород, кремний и металлы.

$$\text{Вариант 6. 1. } \rho = \frac{D_0}{206265''}, \quad D = \frac{27 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{120''} = 45000 \text{ км. 2. В состав Солнца входят в основном водород и гелий, которых на Земле мало, а преобладают на Земле кислород и металлы. Разница сложилась в процессе формирования планет из протопланетного облака. 3. Наблюдения параллаксического смещения и ступенчатого движения вместе со звездами.}$$

ОГЛАВЛЕНИЕ

Методические рекомендации	3		
I. Введение	5		
<i>Проверочная работа 1. Астрономические наблюдения. Телескопы</i>	<i>—</i>		
II. Практические основы астрономии	7		
<i>Проверочная работа 1. Созвездия. Звездные карты. Небесные координаты</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 2. Определение географической широты по астрономическим наблюдениям</i>	<i>9</i>		
<i>Проверочная работа 3. Эклиптика. Видимое движение Солнца и Луны</i>	<i>11</i>		
<i>Проверочная работа 4. Движение Луны. Солнечные и лунные затмения</i>	<i>13</i>		
<i>Проверочная работа повышенной трудности</i>	<i>15</i>		
Контрольная работа	19		
Контрольная работа повышенной трудности	23		
III. Движение небесных тел	25		
<i>Проверочная работа 1. Конфигурации и условия видимости планет</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 2. Законы Кеплера</i>	<i>25</i>		
<i>Проверочная работа 3. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 4. Движение небесных тел под действием сил тяготения</i>	<i>27</i>		
Контрольная работа	29		
Контрольная работа повышенной трудности	31		
Контрольная работа с выбором ответа (два варианта)	35		
IV. Методы астрофизических исследований	43		
<i>Проверочная работа 1. Исследование электромагнитного излучения небесных тел. Внеатмосферная астрономия</i>	<i>—</i>		
V. Природа тел Солнечной системы	45		
<i>Проверочная работа 1. Общие характеристики планет. Планета Земля</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 2. Луна</i>	<i>45</i>		
<i>Проверочная работа 3. Планеты земной группы</i>	<i>47</i>		
<i>Проверочная работа 4. Планеты-гиганты. Спутники и кольца планет</i>	<i>49</i>		
<i>Проверочная работа 5. Малые тела Солнечной системы</i>	<i>51</i>		
Контрольная работа	53		
Контрольная работа повышенной трудности	55		
VI. Солнце и звезды	59		
<i>Проверочная работа 1. Солнце — ближайшая звезда</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 2. Определение расстояний до звезд. Их основные характеристики</i>	<i>61</i>		
<i>Проверочная работа 3. Массы и размеры звезд. Переменные и нестационарные звезды</i>	<i>—</i>		
Контрольная работа	63		
Контрольная работа повышенной трудности	65		
VII. Строение и эволюция Вселенной	69		
<i>Проверочная работа 1. Наша Галактика. Диффузная материя</i>	<i>—</i>		
<i>Проверочная работа 2. Другие звездные системы — галактики</i>	<i>71</i>		
Итоговая контрольная работа	73		
Итоговая контрольная работа повышенной трудности	75		
Ответы и решения	79		

Учебное издание

Малахова Галина Ивановна
Страут Евгений Карлович

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО АСТРОНОМИИ

Зав. редакцией *В. А. Обменина*
Редактор *Т. П. Каткова*
Младший редактор *О. В. Агапова*
Художник *Ю. В. Самсонов*
Художественный редактор *В. М. Прокофьев*
Технический редактор *З. А. Муслимова*
Корректор *Е. Г. Чапюк*

ИБ № 11400

Сдано в набор 29.08.88. Подписано к печати 01.02.89. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. кн. журн. отеч. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,0. Усл. кр.-отт. 6,25. Уч.-изд. л. 3,74. Тираж 300 000 экз. Заказ 393. Цена 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной роши, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.