



# **Формирование метапредметных компетенций учащихся на уроках астрономии**

**Литвинов Олег Андреевич  
Ведущий методист по физике  
центра «Сферы»**

**2017**



Л.Н. Толстой  
(1828-1910)  
прозаик, публицист,  
философ

«Знание только тогда знание, когда оно приобретено усилием своей мысли, а не памяти»

## МЕТАПРЕДМЕТНОСТЬ

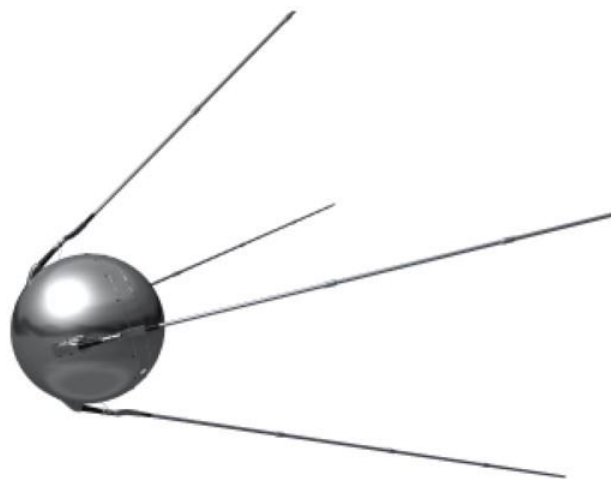




# Как вы считаете...



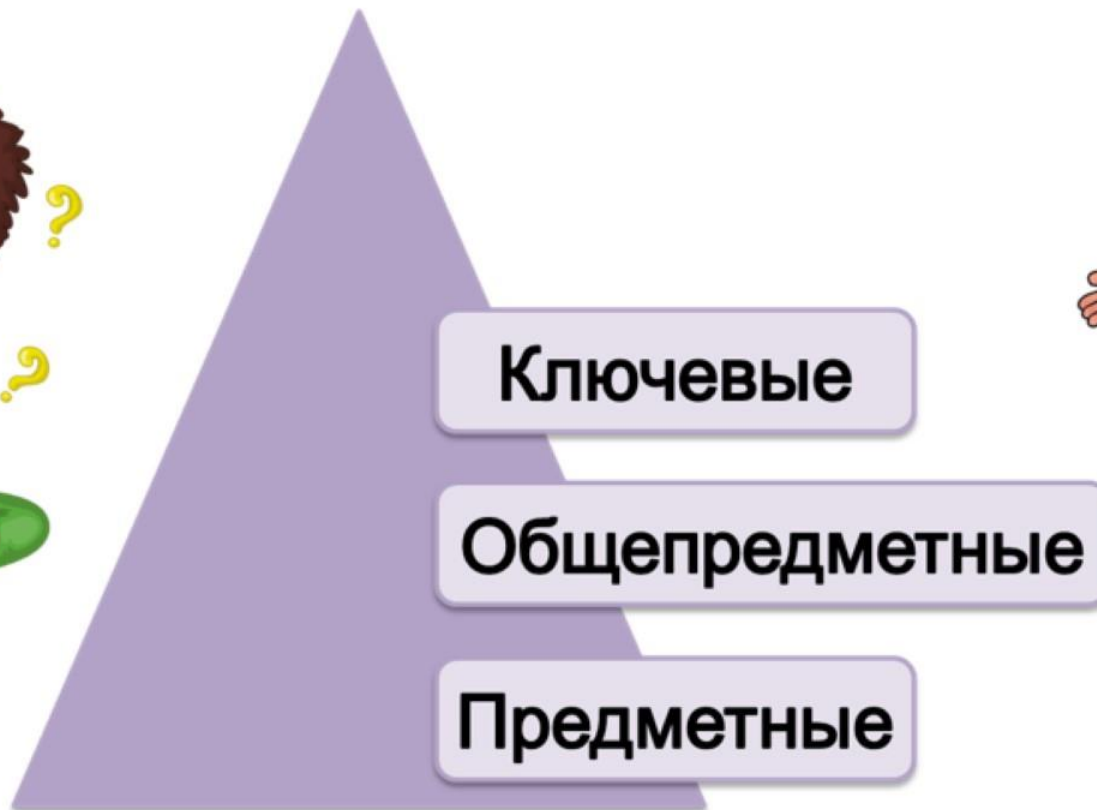
Что важнее для ученика: постичь астрономические законы или, постигая их, обогатить и осознать себя, своё место в этом огромном мире?



$$F = m a$$



# ИЕРАРХИЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПО А.В.ХУТОРСКОМУ



# УМК по астрономии В.М. Чаругина

Об авторе:



- Профессор астрофизики
- Доктор физико-математических наук
- Профессор кафедры теоретической физики Института физики, информационных технологий МПГУ
- Академик, секретарь отделения «Физика, астрономия и астрофизика» РАКЦ



## Состав УМК:

- Учебник + ЭФУ
- Методические рекомендации
- Тетрадь-практикум (Готовится к выпуску. Октябрь 2017 г.)
  - Задачник (Готовится к выпуску. Октябрь 2017 г.)
  - Тетрадь-экзаменатор (Готовится к выпуску. I квартал 2018)
  - Технологические карты урока (Готовится к выпуску. I квартал 2018)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..... 5

### Глава I. ВВЕДЕНИЕ В АСТРОНОМИЮ

1. Структура и масштабы Вселенной .....	7
2. Далёкие глубины Вселенной .....	12
Подведём итоги .....	14

### Глава II. АСТРОМЕТРИЯ

3. Звёздное небо .....	16
4. Небесные координаты .....	20
5. Видимое движение планет и Солнца .....	22
6. Движение Луны и затмения .....	24
7. Время и календарь .....	28
Подведём итоги .....	32

### Глава III. НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

8. Система мира .....	34
9. Законы движения планет .....	40
10. Космические скорости .....	44
11. Межпланетные полёты .....	46
Подведём итоги .....	48

### Глава IV. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

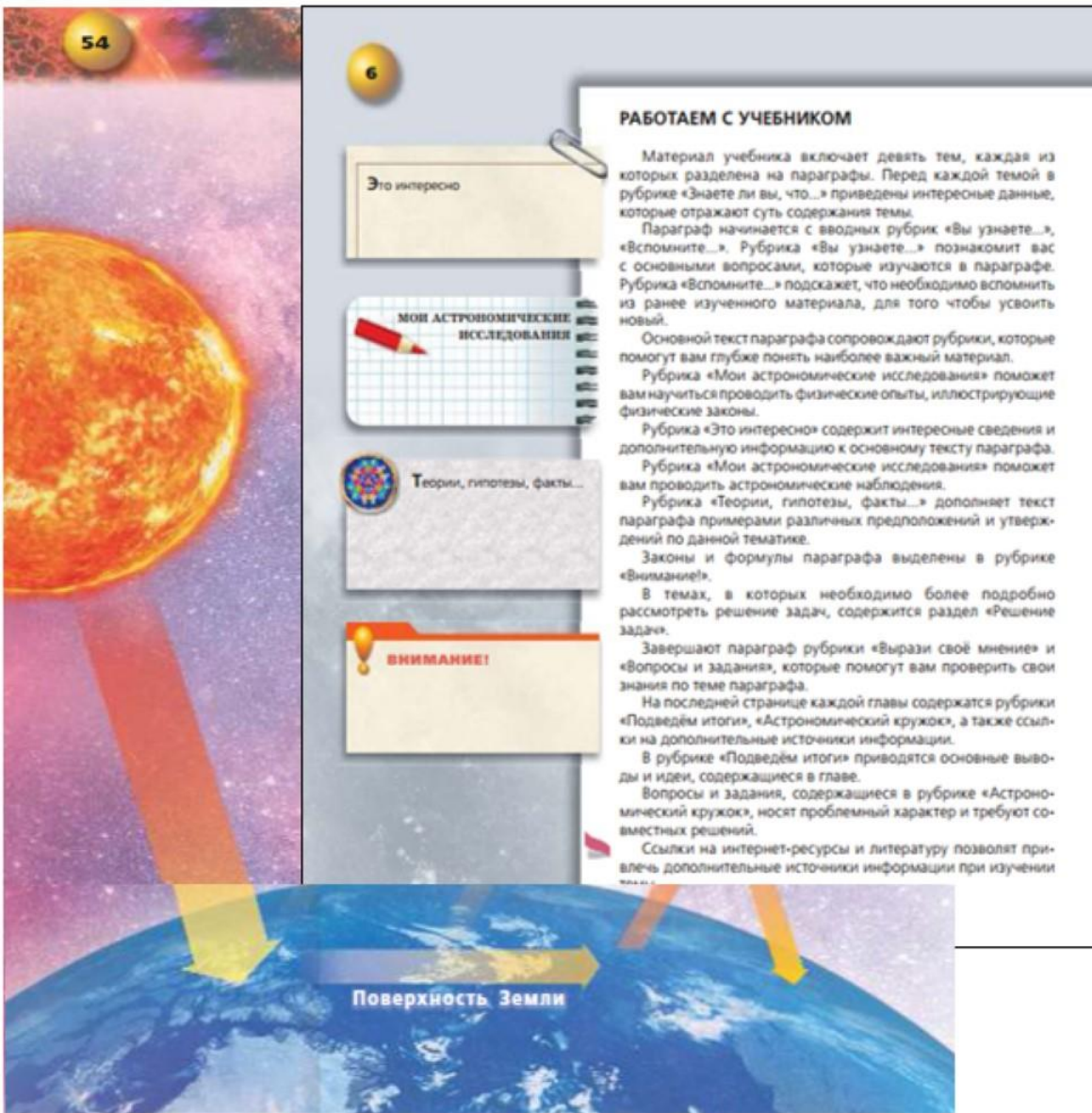
12. Современные представления о Солнечной системе .....	50
13. Планета Земля .....	52
14. Луна и её влияние на Землю .....	56
15. Планеты земной группы .....	60
16. Планеты-гиганты. Планеты-карлики .....	64
17. Малые тела Солнечной системы .....	68
18. Современные представления о происхождении Солнечной системы .....	72
Подведём итоги .....	74

### Глава V. АСТРОФИЗИКА И ЗВЁЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ

19. Методы астрофизических исследований .....	76
20. Солнце .....	80
21. Внутреннее строение и источник энергии Солнца .....	86
22. Основные характеристики звёзд .....	91
23. Внутреннее строение звёзд .....	94
24. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, чёрные дыры .....	95
25. Двойные, кратные и переменные звёзды .....	98
26. Новые и сверхновые звёзды .....	100
27. Эволюция звёзд: рождение, жизнь и смерть звёзд .....	103
Подведём итоги .....	106

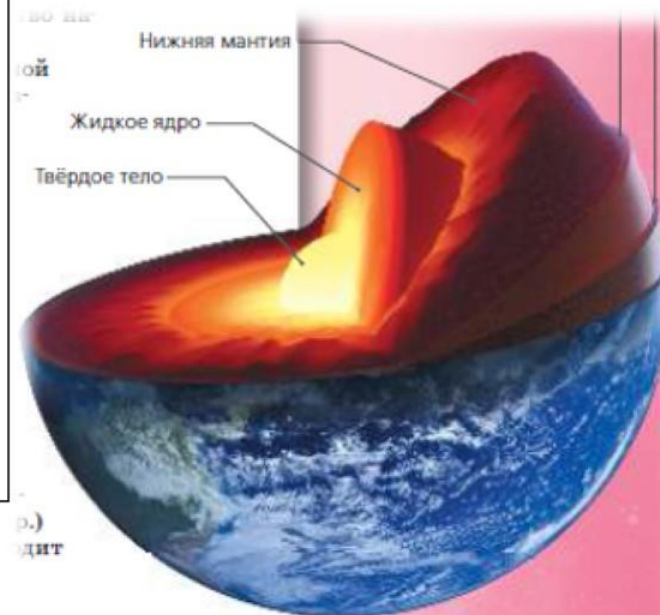
- Курс ориентирован на новые методы исследования Вселенной с помощью гравитационно-волновых и нейтринных телескопов
- Ученики смогут найти описание сложных астрономических явлений и подходы к решению современных астрономических проблем на базе знакомых школьникам физических законов
- Особое внимание уделяется современным достижениям и открытиям в области астрономии
- В первую очередь это относится к открытию ускоренного расширения Вселенной и большого числа экзопланет, поиску и связям с внеземными цивилизациями

# Подробная навигация по учебнику



## Отличительные особенности УМК:

- ❑ в новом, современном формате учебной литературы
- ❑ большое количество иллюстративного материала.



# ПРЕДМЕТНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Основной текст параграфа

Комментарии к основному тексту

На долю Земли приходится миллиардная часть энергии достаточной для поддержания жизни.

О температуре Солнца (и звезд) мы можем судить только по излучению. Солнце является источником излучения во всех диапазонах длин волн: от длинноволнового инфракрасного до коротковолнового рентгеновского и гамма-излучения. На рисунке (а) (с. 80) показан наблюдаемый спектр Солнца в видимом диапазоне длин волн, полученный с помощью спектрографа. На нем мы видим, что на фоне непрерывного спектра (цветная радуга) видны линии поглощения различных химических элементов.

По наличию спектральных линий астрономы определяют химический состав Солнца. Оказалось, что Солнце почти на 71% состоит из водорода, 27% составляет гелий, на остальные химические элементы приходится около 2% массы.

Протуберанец — вещество, которое удерживается над поверхностью Солнца магнитным полем. Скорость движения вещества: десятки и сотни км/с. Температура: до 20 тыс. К. Толщина: 5–10 тыс. км, высота — десятки тыс. км.

Гранулы — образования в фотосфере Солнца. Температура: около 6000 К. Размеры: около 1000 км.

Солнечные вспышки — горячие выбросы энергии в атмосфере Солнца. Температура: миллионы °С. Размеры: десятки тыс. км.

Солнечные пятна — области на поверхности с пониженной температурой: около 4000 °С. Размеры: до нескольких десятков тыс. км.

Предполагают, что излучение Солнца характеризуется излучением абсолютно

Согласно закону Вина, длина волны, на которую приходится максимум излучения  $\lambda_{\text{max}}$ , связана с температурой  $T$  формулой

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{T}$$

Желтый цвет Солнца указывает на то, что максимум его излучения приходится на длину волны  $\lambda_{\text{max}} = 4,8 \cdot 10^{-7}$  м, следовательно, температура Солнца должна быть

$$T = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{4,8 \cdot 10^{-7}} = 6000 \text{ К.}$$

Другой метод оценки температуры основан на законе Стефана–Больцмана, который гласит: мощность излучения с квадратного метра поверхности абсолютно черного тела  $i$  пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры, т. е.

$$i = \sigma T^4 \text{ Вт/м}^2,$$

где  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$  — постоянная величина.

Так как площадь солнечной поверхности  $S = 4\pi R_{\text{С}}^2$ , светимость Солнца

$$L_{\text{С}} = i \cdot S = \sigma T^4 \cdot 4\pi R_{\text{С}}^2 = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт.}$$

Отсюда следует, что температура солнечной фотосферы

$$T = \sqrt[4]{\frac{L_{\text{С}}}{4\pi R_{\text{С}}^2 \sigma}}$$

Подставляя в эту формулу указанные выше значения величин, получим, что  $T = 5800 \text{ К}$ .

Вычисленная по закону Стефана–Больцмана температура несколько отличается от температуры, полученной по закону смещения Вина, но эти различия невелики. При столь высокой температуре фотосфера находится в газообразном состоянии и в быстрое перемешивание в ней газа приводит к неустойчивости температуры различных её участков. Поэтому среднюю температуру солнечной фотосферы можно считать близкой к 6000 К.

**СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ:** Все виды излучений, которые мы воспринимаем от Солнца, образуются в его самых верхних слоях, в атмосфере.

Самый глубокий и плотный слой атмосферы — фотосфера — имеет толщину около 200 км, плотность вещества в ней  $10^{-7} \text{ кг/м}^3$ , что значительно меньше плотности

**ЗАДАЧА № 19**  
Как выглядит Солнце ( $m = -26,74^\circ$ ) с ближайшей к нам земноводной планеты, обращающейся вокруг Проксима Центавра, параллель которой равен  $0,751^\circ$ ?

Задачи для отработки полученных знаний



# МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

## ВАШЕ МНЕНИЕ:

● Можно ли с помощью горизонтальной системы координат построить карту звёздного неба? Аргументируйте ответ.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Каким образом можно приблизительно проследить за эклипкой на звёздном небе?
- Как вы думаете, отличается ли и если да, то на сколько продолжительность года в солнечных и звёздных сутках?
- Если бы Луна двигалась точно по эклиптике, то как часто происходили бы солнечные и лунные затмения?
- Подсчитайте, сколько дней проходит от весеннего до осеннего равноденствий и от осеннего до весеннего равноденствий. На сколько отличается продолжительность весны и лета, осени и зимы? На что это указывает?
- Можно ли использовать описания затмений, происходивших в древности во время каких-то событий, для датировки этих событий?



## МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведите наблюдения за изменениями фаз Луны. Составьте лунный календарь.

### «ПОМОЩНИК»

- В течение нескольких дней в одно и то же время понаблюдайте за изменениями фазы Луны, её положения на небесной сфере.
- Опишите свои наблюдения.
- В какой части горизонта расположен серп молодой Луны? В какое время и где восходит полная Луна?

# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**ВВЕДЕНИЕ**  
Астрономия занимает особое место в системе естественнонаучного образования школьников, так как в окружающем мире астрономия играет важную роль. Астрономия является основой для понимания многих процессов, происходящих в нашей Вселенной.

**АСТРОМЕТРИЯ**  
Задача астрономии — измерить координаты небесных тел. Для этого используются различные методы, основанные на наблюдениях и расчетах. Астрометрия является одной из самых точных наук в астрономии.

**Виды движений небесных тел**  
Небесные тела движутся по орбитам вокруг Солнца. Эти движения можно разделить на собственные и кажущиеся. Собственные движения связаны с вращением тел вокруг своих осей, а кажущиеся — с движением тел по орбитам.

**Современные представления о строении и составе Солнечной системы**  
Солнечная система состоит из Солнца, планет, спутников, астероидов и комет. Современная астрономия предлагает различные модели строения системы, основанные на данных наблюдений и расчетов.

**Планета Земля**  
Земля — третья планета от Солнца. Она имеет сложную структуру, включающую ядро, мантию и кору. Земля также имеет атмосферу и гидросферу, что делает ее пригодной для жизни.

**Луна и ее влияние на Землю**  
Луна — единственный естественный спутник Земли. Она оказывает значительное влияние на приливные явления и климат нашей планеты. Луна также является объектом изучения для космонавтов.

Методы изучения космоса зависят от того, какой из объектов рассматривается. Для изучения планет и звезд используются различные инструменты, такие как телескопы и зонды.

**Строение Солнечной системы**  
Современные представления о строении Солнечной системы основаны на данных наблюдений и расчетов. Система включает в себя Солнце, планеты, спутники, астероиды и кометы.

<p><b>Космические скорости и межпланетные перелеты</b></p>	<p>Урок 9. Космические скорости и межпланетные перелеты Первая и вторая космические скорости, оптимальная пологоязычная орбита КА и спутников, время полета к планете</p> <p>Ресурсы урока: Учебник § 10, 11;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способы определения расстояний до небесных тел и их масс по закону Кеплера;</li> <li>- законы Кеплера и их связь с законами тяготения.</li> </ul>
<p><b>Современные представления о строении и составе Солнечной системы</b></p>	<p>Урок 10. Современные представления о строении и составе Солнечной системы Об отличии планет земной группы и планет гигантов, о планетах карликах, малых телах, о поясе Койпера и облаке Оорта</p> <p>Ресурсы урока: Учебник § 12;</p>	<p><b>Строение Солнечной системы (7 ч)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- происхождение Солнечной системы;</li> <li>- основные закономерности в Солнечной системе;</li> <li>- космогонические гипотезы;</li> <li>- система Земля-Луна;</li> <li>- основные движения Земли;</li> <li>- форма Луны;</li> <li>- общие характеристики планет земной группы (атмосфера, поверхность);</li> <li>- общие характеристики планет гигантов (атмосфера, поверхность);</li> <li>- структура и состав планет-гигантов;</li> <li>- астероиды и метеориты;</li> <li>- пояс астероидов;</li> <li>- кометы и метеоры.</li> </ul>
<p><b>Планета Земля</b></p>	<p>Урок 11. Планета Земля Форма Земли, внутреннее строение, атмосфера и влияние парникового эффекта на климат Земли</p> <p>Ресурсы урока: Учебник § 13;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться планами Солнечной системы и справочными данными;</li> <li>- определять по «Астрономическому календарю» координаты планет и в какой созвездии, массы на небе в данное время;</li> <li>- находить планеты на небе;</li> <li>- применять законы Кеплера и закон всемирного тяготения при объяснении движений планет и космогонический аппарат;</li> <li>- решать задачи на расчет расстояний (и наоборот) параллельно в углах зрения небесных тел, расстояний планет от Солнца и периоды их обращения по третьему закону Кеплера.</li> </ul>
<p><b>Луна и ее влияние на Землю</b></p>	<p>Урок 12. Луна и ее влияние на Землю Формирование поверхности Луны, природа приливов и отливов на Земле и их влияние на движение Земли и Луны, процессия земной оси и движение точки весеннего равноденствия</p> <p>Ресурсы урока: Учебник § 14;</p>	<p><b>Планеты земной группы</b></p>
<p><b>Планеты земной группы</b></p>	<p>Урок 13. Планеты земной группы</p>	



# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

	<p>Синодический месяц, узлы лунной орбиты, почему происходят затмения, Сарос и предсказания затмений</p> <p><i>Ресурсы урока: Учебник § 6</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отличие между новым и старым стилями.</li> <li>- величины:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- угловые размеры Луны и Солнца;</li> <li>- даты равноденствий и солнцестояний;</li> <li>- угол наклона эклиптики к экватору;</li> <li>- соотношения между мерами и мерами времени для измерения углов;</li> <li>- продолжительность года;</li> <li>- число звезд видимых невооруженным взглядом.</li> </ul> </li> <li>- принципы определения географической широты и долготы по астрономическим наблюдениям;</li> <li>- причины и характер видимого движения звезд и Солнца, а также годичного движения Солнца.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять переход к разным системам счета времени.</li> <li>- находить стороны света по Полярной звезде и полуденному Солнцу;</li> <li>- отыскивать на небе следующие созвездия и наиболее яркие звезды в них:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Большую Медведицу,</li> <li>- Малую Медведицу (с Полярной звездой),</li> <li>- Кассиопею,</li> <li>- Лиру (с Вегой),</li> <li>- Орел (с Альтаиром),</li> <li>- Лебедь (с Денебом),</li> <li>- Возничий (с Капеллой),</li> <li>- Волопас (с Арктуром),</li> <li>- Северную корону,</li> <li>- Орион (с Бетельгейзе),</li> <li>- Телец (с Альдебараном),</li> <li>- Большой Пес (с Сириусом).</li> </ul> </li> </ul>
Время и календарь	<p>Урок 6. <b>Время и календарь</b></p> <p>Солнечное и звездное время, лунный и солнечный календарь, юлианский и грегорианский календарь</p> <p><i>Ресурсы урока: Учебник § 7</i></p>		
<b>Небесная механика (3 ч)</b>			
Система мира	<p>Урок 7. <b>Система мира</b></p> <p>Геоцентрическая и гелиоцентрическая система мира; объяснение петлеобразного движения планет; доказательства движения Земли вокруг Солнца; годичный параллакс звезд</p> <p><i>Ресурсы урока: Учебник § 8</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- гелиоцентрическая система мира;</li> <li>- геоцентрическая система мира;</li> <li>- синодический период;</li> <li>- звездный период;</li> <li>- горизонтальный параллакс;</li> <li>- угловые размеры светил;</li> <li>- первая космическая скорость;</li> <li>- вторая космическая скорость;</li> </ul> </li> <li>- способы определения размеров и массы Земли;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять законы Кеплера и закон всемирного тяготения при объяснении движения планет и космических аппаратов;</li> <li>- решать задачи на расчет расстояний по известному параллаксу ( и наоборот), линейных и угловых размеров небесных тел, расстояний планет от Солнца и периодов их обращения по третьему закону Кеплера.</li> </ul>
Законы Кеплера движения планет	<p>Урок 8. <b>Законы Кеплера движения планет</b></p> <p>Обобщенные законы Кеплера и определение масс небесных тел</p> <p><i>Ресурсы урока: Учебник § 9</i></p>		





# Критерии оценивания знаний





# КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ЕГЭ

ВПР





# ЕГЭ и астрономия



Министр Образования РФ  
О.Ю. Васильева

**«Включение астрономии в число учебных предметов, по которым проводится государственная итоговая аттестация в форме Единого государственного экзамена (в том числе на добровольной основе), не планируется»**

из сообщения пресс-службы Минобрнауки РФ для портала edu.ru  
<http://www.edu.ru/news/education/astronomiyu-ne-planiruyut-vklyuchat-v-chislo-predm/>





# ЕГЭ и астрономия

## ЗАДАЧА № 13

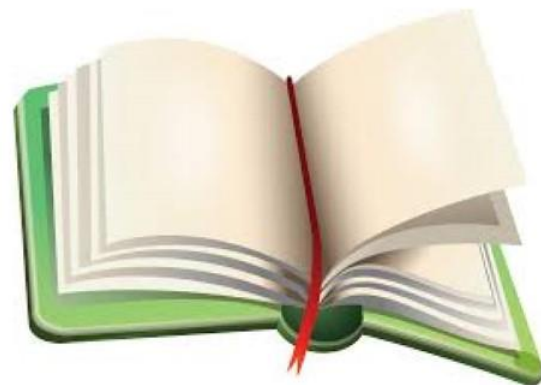
Видимый с Земли угловой радиус Солнца, измеренный в начале января, максимален и равен  $16' 17''$ , а в начале июля минимален и равен  $15' 45''$ . Вычислите эксцентриситет земной орбиты, перигельное и афелийное расстояния Земли от Солнца. На сколько километров мы ближе к Солнцу в перигелии, чем в афелии.

## ЗАДАЧА № 15

Комета Галлея обращается вокруг Солнца с периодом 76 лет. В 1986 г. она прошла на минимальном расстоянии от Солнца около  $0,5$  а. е. Определите её расстояние в афелии.

## ЗАДАЧА № 18

Какое минимальное угловое расстояние между компонентами двойной звезды может быть видно в телескопы с диаметром  $10$  см и  $1$  м и какова оптическая мощь этих телескопов?





ФИПИ

# ЕГЭ и астрономия

## Элементы астрофизики

17

Рассмотрите таблицу, содержащую основные сведения о наиболее ярких звездах, и определите названия звезд, которые соответствуют указанным характеристикам.

Наименование звезды	Спектральный класс	Температура, К	Масса в массах Солнца	Радиус в радиусах Солнца	Расстояние до звезды, св. год
Альдебаран	K	3 500	5	45	68
Альтаир	A	8 000	1,7	1,7	360
Арктур	K	4 100	4	26	36
Бетельгейзе	M	3 100	20	900	650
Вега	A	10 600	3	3	27
Капелла	G	5 200	3	2,5	45
Кастор	A	10 400	3	2,5	45
Процион	F	6 900	1,5	2	11
Сирius	A	10 400	3	1,7	8,7
Спика	B	16 800	15	7	160

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВЕЗД

- А) белый карлик
- Б) красный гигант

### НАЗВАНИЯ ЗВЕЗД

- 1) Бетельгейзе
- 2) Капелла
- 3) Процион
- 4) Альтаир

Ответ:

А	Б

права защищены



# ГДЕ СКАЧАТЬ?



## ШАГ 1:

Зайти на сайт издательства «Просвещение»

[www.prosv.ru](http://www.prosv.ru)

## **ШАГ 2:**

В левом столбце находим и выбираем Вкладку «Астрономия»



# ГДЕ СКАЧАТЬ?

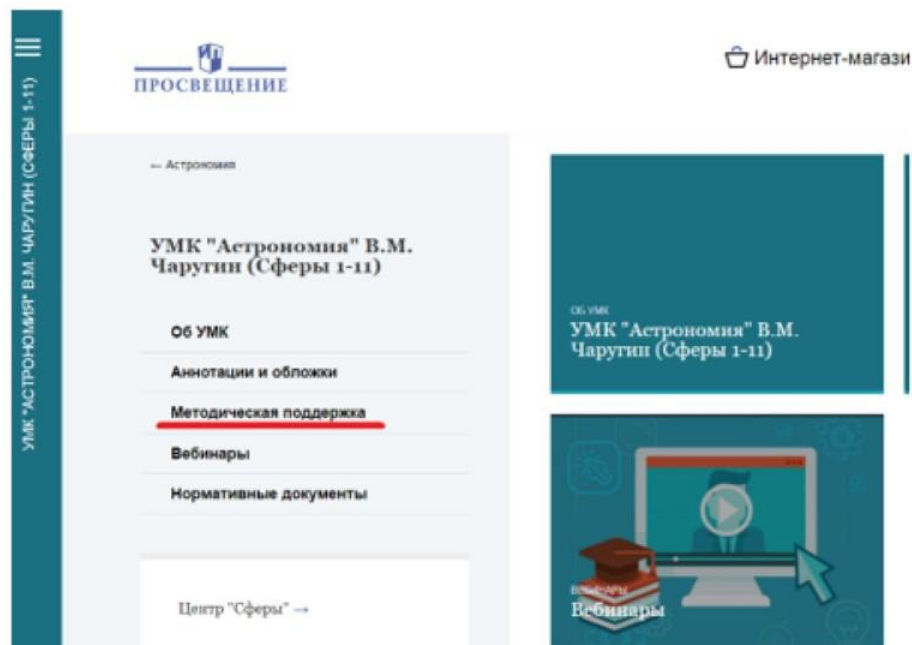


## ШАГ 3:

Выбираем вкладку «УМК «Астрономия» В.М. Чаругина (Сферы 1-11)»

## ШАГ 4:

В левой колонке выбираем вкладку «Методическая поддержка»



# ГДЕ СКАЧАТЬ?

АСТРОНОМИЯ В.М. ЧАРУГИН (СФЕРЫ 1-11)



Интернет-магазин Каталог  
Где купить +7

— УМК "Астрономия" В.М. Чаругин (Сферы 1-11)

Учебно-методическая  
помощь к УМК  
"Астрономия" В.М. Чаругин  
(Сферы 1-11)

Методические пособия

Пособия для учителя

Нормативные документы



## **ШАГ 5:**

Выбираем вкладку  
«Пособия для учителя»

## **ШАГ 6:**

Загрузить файл с методическим  
пособием

Загрузка файла

Астрономия. 10-11 кл. Базовый уровень

[Загрузить файл](#)



**ОАО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»**

**АДРЕС: 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41**

**ТЕЛЕФОН: (495) 789-30-40**

**ФАКС: (495) 789-30-41**

**Е-MAIL: [prosv@prosv.ru](mailto:prosv@prosv.ru)**

**САЙТ: <http://www.prosv.ru>**

**<http://www.spheres.ru/>**

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

**ТЕЛЕФОН: 8(495)789-30-40 доб.41-03**

**What's up, Telegram: 8 (963) 976-10-01**

**Е-MAIL [OLitvinov@prosv.ru](mailto:OLitvinov@prosv.ru)**

