

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.» в г. Петровске



УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала СГТУ  
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске  
Е.А.Бесшапошникова  
«30» июня 2021 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине  
ОУД. 12 «Астрономия»

специальности  
15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены  
на заседании предметной (цикловой) комиссии  
общеобразовательных, ОГСЭ и ЕН дисциплин,  
профессиональных модулей специальностей  
социально-экономического профиля  
«14» июня 2021 года, протокол №13

Председатель ПЦК Мех /О.В.Медведева/

Петровск 2021

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины «Астрономия», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

Целью учебной дисциплины «Астрономия» является:

- Понимание принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и современной естественно - научной картины мира;

- знания о физической природе небесных тел и систем, строения и эволюции Вселенной, пространственных и временных масштабах Вселенной, наиболее важных астрономических открытиях, определивших развитие науки и техники;

- умение объяснять видимое положение и движение небесных тел принципами определения местоположения и времени по астрономическим объектам,

- навыки практического использования компьютерных приложений для определения вида звездного неба в конкретном пункте для заданного времени;

- познавательные интересы, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных образовательных технологий;

- умение применять приобретенные знания для решения практических задач повседневной жизни;

- научное мировоззрение;

- навыки использования естественно - научных, особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

При выполнении практических работ студент должен **знать**:

- иметь представления о структуре и масштабах Вселенной и месте человека в ней;

- знать о наблюдаемом сложном движении планет, Луны и Солнца, их интерпретации;

- знать, как благодаря развитию астрономии люди перешли от представления геоцентрической системы мира к революционным представлениям гелиоцентрической системы мира.

- знать о современном представлении, о строении Солнечной системы, о строении Земли как планеты и природе парникового эффекта, о свойствах планет земной группы и планет-гигантов и об исследованиях астероидов, комет, метеороидов и нового класса небесных тел карликовых планет;

- знать, как определяют основные характеристики звёзд и их взаимосвязь между собой, о внутреннем строении звёзд и источниках их энергии; о необычности свойств звёзд белых карликов, нейтронных звёзд и чёрных дыр. Знать, как рождаются, живут и умирают звёзды.

При выполнении практических работ студент должен **уметь:**

- уметь на примере использования закона всемирного тяготения получить представления о космических скоростях, на основе которых рассчитываются траектории полётов космических аппаратов к планетам.

- уметь получать представление о методах астрофизических исследований и законах физики, которые используются для изучения физических свойств небесных тел;

- уметь получать представления о взрывах новых и сверхновых звёзд и узнать, как в звёздах образуются тяжёлые химические элементы;

- уметь получать представление о различных типах галактик, узнать о проявлениях активности галактик и квазаров, распределении галактик в пространстве и формировании скоплений и ячеистой структуры их распределения.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ дисциплины «Астрономия» содержит 4 практических занятия.

## **Перечень практических работ по дисциплине «Астрономия»**

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**Тема:** С помощью картографического сервиса (Google Maps и др.) посетить раздел «Космос» и описать новые достижения в этой области.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

**Тема:** Используя сервис Google Maps, посетить: одну из планет Солнечной системы и описать ее особенности, международную космическую станцию и описать ее устройство и назначение.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.**

**Тема:** Решение проблемных занятий, кейсов.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.**

**Тема:** Решение проблемных занятий, кейсов.

## **ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

### **1. Работа в картографическом сервисе**

Данный сервис позволяет исследовать астрономические объекты, например, звезды, созвездия, галактики, планеты и спутник Земли – Луну.

Чтобы найти объект, введите запрос и нажмите кнопку «Поиск».

Исследовать небо можно разными способами:

- перетаскивайте карту мышью;
- чтобы двигаться на север, нажимайте на стрелку вверх;
- чтобы двигаться на юг, нажимайте на стрелку вниз;
- чтобы двигаться на восток, нажимайте на стрелку вправо;
- чтобы двигаться на запад, нажимайте на стрелку влево;

Приближать и отдалять карту можно следующими способами:

- нажимайте + или - ;
- наводите указатель мыши на объект и прокручивайте колесико;
- передвигайте ползунок масштабирования вверх или вниз

Чтобы включить определенный режим просмотра, нажмите нужную кнопку в правом верхнем углу экрана, а чтобы отключить режим – нажмите кнопку еще раз.

В нижней части экрана расположена галерея с коллекциями фотографий. Выберите одну из них, например, «Показ снимков телескопа Хаббла».

### **2. Заполнение таблиц и схем**

Прочитайте название таблицы или схемы.

Исходя из названия, вы поймете цель предстоящей работы.

Воспользуйтесь материалами лекций или другими источниками, чтобы заполнить таблицу (схему).

Используйте цветные графические материалы для выделения строк, столбцов или элементов схем.

Особое внимание обращайте на четкость при отборе материала: делайте записи кратко и четко!

### **3. Решение задач**

1. Внимательно прочитайте текст задачи. Разбейте текст задачи на такие фрагменты, в каждом из которых речь идет только об одной теме, об одном явлении, об одном астрономическом объекте, об одной астрономической величине.

2. Выясните смысл всех непонятных слов и выражений. Запишите, что дано и что требуется найти.

3. Составить план решения задачи. Рассмотреть астрономическую картину задачи, уяснив для себя о каких темах и взаимодействиях тел идет речь в задаче.

4. Провести анализ задачи.

5 Реализовать план решения задачи

6. Проанализировать полученный результат.

Практические работы оформляются в отдельной тетради или специальной папке на листах формата А 4, соблюдая следующие требования:

-записывается дата выполнения работы, название работы, цель, объекты и результаты исследования;

-если предусмотрено оформление результатов исследования в таблице, то все результаты заносятся в таблицу;

-после каждого задания должно быть сделано заключение, вывод с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов.

Работа выполняется четко, грамотно, пастой синего или черного цвета.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Тема:** С помощью картографического сервиса (Google Maps и др.) посетить раздел «Космос» и описать новые достижения в этой области.

**Цель:** формирование осознания роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников

**Оборудование:** ручка, калькулятор, ПК, доступ к Интернет, смартфон.

**Справочный материал:** карты географического атласа.

**Содержание работы:**

*Картографический сервис* — это специализированная информационная система, предоставляющая пространственные данные в виде интерактивной карты. Картографический веб-сервис обеспечивает веб-доступ к картографической информации на основе интерфейсов прикладного программирования (API). В настоящее время на российском рынке наиболее известны и распространены следующие картографические и справочные сервисы: Яндекс.Карты; Google Maps; ГИС.

Сравнение картографических сервисов:

<i>Критерий</i>	<i>Яндекс. Карты</i>	<i>Google. Maps</i>	<i>2ГИС</i>
Покрытие	Карта всего мира (но наиболее проработаны карты России, Украины, Белоруссии и Казахстана, а также Европы и Северной Америки)	Карта всего мира (но хорошо прорисованы только наиболее крупные города Северной Америки, Европы, России и др.)	Россия и несколько городов в 9 странах (всего около 350 городов)
Детализация карт, качество прорисовки	Хорошая или очень хорошая детализация в России, достаточная в других странах.	Средний уровень детализации. Много объектов отсутствует. Объекты хорошо видны только при сильном приближении.	Очень хорошая детализация в городах присутствия.
Построение маршрутов	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком. Расчёт предположительного	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком, на велосипеде и даже	Построение нескольких маршрутов на автомобиле, общественном транспорте, пешком с расчётом времени на путь.

	времени в пути. Проигрывает Google.Maps в качестве построения маршрута.	самолетом. Расчёт предположительного времени в пути.	
Режимы отображения карты	Режимы «Схема», «Спутник», «Гибрид», панорамы некоторых городов	Режимы «Схема» и «Спутник», панорамы отдельных городов	Режим «Схема»
Условия использования API	Бесплатно для использования в открытых некоммерческих неигровых проектах, не предназначенных для мониторинга и диспетчеризации. Использование ключа и регистрация не обязательна.	Бесплатно для использования в открытых некоммерческих проектах, не предназначенных для мониторинга, диспетчеризации, ведения незаконной деятельности. Обязательна регистрация и получение ключа API.	Бесплатно для использования в открытых некоммерческих проектах, не направленных на построение маршрутов. Обязательна регистрация и получение ключа.
Ограничения количества запросов при бесплатном использовании API	Число запросов к сервисам геокодирования, маршрутизации и панорам Яндекса не должно превышать 25 000 в сутки.	Число загрузок карт не должно превышать 25 000 в сутки.	Количество запросов к сервису ограничено предельной величиной 10 в секунду и (или) 10000 в месяц
Документация по использованию API	Документация очень подробная, с примерами использования большинства функций.	Документация достаточно подробная, но частично на английском языке.	Документация по использованию краткая
Элементы управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Элементы для перетягивания карты, увеличения выделенной области, измерения расстояний.</li> <li>• Элемент</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Масштабирование карты</li> <li>• Выбор типа карты</li> <li>• Элемент управления Street View</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление</li> <li>• Масштаб</li> <li>• Линейка</li> <li>• Отображение слоя пробок</li> <li>• Кнопка полноэкранного</li> </ul>



	изменения масштаба • Переключатель типа карты • Масштабная линейка • Обзорная карта • Поиск по карте • Пробки • Редактор маршрута • Пользовательские элементы управления	• Элемент управления Rotate для наклона и вращения • Элемент перехода в полноэкранный режим • Построение маршрутов • Пользоват. элементы управления	отображения карты • Определение месторасположения пользователя
Средства для вывода большого количества данных	• Кластеризация; • Технология активных областей; • Технологии ObjectManager, LoadingObjectManager, RemoteObjectManager	• Кластеризация маркеров; • Технология setTimeout для последовательного вывода маркеров на карту.	• Кластеризация объектов

### **Порядок выполнения работы:**

**Задание 1.** Изучить сравнительную таблицу картографических сервисов. Представьте, что вам предстоит поездка на автомобиле по городам Европы. Проанализируйте, каким из предложенных сервисов вы воспользуетесь и аргументируйте причину своего выбора.

**Задание 2** Предположим, что вам предстоит разработать сайт для поиска мест отдыха молодежи в ближайших к Саратову регионах. Проанализируйте сравнительную таблицу и выберите картографический сервис, который подойдет для использования на вашем сайте.

**Задание 3** Используя электронный ресурс Google earth (<https://www.google.com/intl/ru/earth>) опишите основные возможности Google Планета Земля

**Дополнительное задание:** Составить ментальную карту собственного увлечения (хобби).

### **Отчет:**

- название работы
- цель работы
- номер и ответ выполненного задания

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

**Тема:** Используя сервис Google Mars, посетить: одну из планет Солнечной системы и описать ее особенности, международную космическую станцию и описать ее устройство и назначение.

**Цель:** Научиться определять положение и перемещение планет на звездной карте. Выявлять условия видимости планет в соответствии с их положением относительно Солнца, формирование навыков познавательной деятельности, навыков разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии.

**Оборудование:** подвижная карта звездного неба, астрономический календарь, планетурий (прибор для демонстрации видимого и истинного движения планет), фотографии Солнца, планет и их крупных спутников, циркуль, транспортир, линейка, калькулятор, смартфон, ручка, доступ в интернет, карты географического атласа.

**Справочный материал:** карты географического атласа.

### Содержание работы:

1. Видимое перемещение планет среди звезд является проекцией истинного движения планет на небесную сферу. Кроме того, из-за взаиморасположения Земли, Солнца и планеты, выявляются разные условия для наблюдения этой планеты. Особые взаиморасположения планеты, Земли и Солнца называется *конфигурациями*. По отмеченной траектории движения планеты на звездной карте несложно определить точки конфигураций. С помощью подвижной карты звездного неба наглядно выявляются условия для наблюдений в этих точках (моменты восхода, захода, кульминации, азимуты восхода и захода, высота над горизонтом в кульминации).

*Большой осью эллипса* называется его наибольший диаметр — отрезок проходящий через центр и два фокуса. Большая полуось составляет половину этого расстояния и идёт от центра эллипса через фокус к его краю.

*Эксцентриситет* — числовая характеристика конического сечения. Эксцентриситет характеризует «сжатость» орбиты. Эксцентриситет инвариантен относительно движений плоскости и преобразований подобия.

*Перигелий* — ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты или иного небесного тела Солнечной системы.

Антонимом перигелия является афелий (апогелий) — наиболее удалённая от Солнца точка орбиты. Воображаемую линию между афелием и перигелием называют линией апсид.

Общая таблица с данными параметрами, вычисление дополнительных параметров.

Задаются в таблице следующие параметры:

$D_{\text{км}}$  — диаметр тела в километрах;

$\varepsilon^\circ$  - наклон оси вращения тела;

$R$  — большая полуось орбиты;

$e$  — эксцентриситет орбиты;

Вычисляются следующие параметры:

$D/D_3$  – диаметр тела по отношению к диаметру Земли;

$R_{a.e.}$  - большая полуось орбиты в астрономических единицах;

$R_{a.e.} = R/149600000$

$P_{a.e.}$  – перигелий орбиты в астрономических единицах;

$P_{a.e.} = R_{a.e.} (1-e).$

$A_{a.e.}$  – афелий орбиты в астрономических единицах;

$A_{a.e.} = R_{a.e.} (1+e).$

№ п.	Небесное тело	$D_{км}$	$D_{км}/D_3$	$\varepsilon^\circ$	$R,$ млн.км	$R, a.e.$	$e$	$P, a.e.$	$A, a.e.$
1	Меркурий	4880	0,38	2	57,9	0,39	0,21	0,31	0,47
2	Венера	12100	0,94	2,7	108	0,72	0,01	0,71	0,73
3	Земля	12756	1	23,5	149,6	1	0,02	0,98	1,02
4	Марс	6794	0,53	25,2	228	1,52	0,09	1,38	1,66
5	Юпитер	113200	11,23	3,1	778,4	5,2	0,05	4,94	5,46
6	Сатурн	120000	9,4	26,7	1424,6	9,52	0,05	9	10
7	Уран	51800	4,06	97,9	2867	19,16	0,05	18,2	20,12
8	Нептун	49500	3,88	29,6	4486	29,99	0,01	29,7	30,3
9	Плутон	2600	0,2	57,5	5890	39,37	0,25	29,5	49,21
10	Астероиды	1003-1	0,08		330-540	2,2-3,6	~0,3		
11	Луна	3476	0,27	18,3-28	0,384	0,00256	0,05	0,364	0,403
12	Ио	3630	0,28	0,04	0,421	0,0028	0	0,421	0,421
13	Европа	3138	0,25	0,47	0,64	0,00446	0	0,67	0,67
14	Ганимед	5260	0,41	0,19	1,07	0,0071	0	1,07	1,07
15	Каллисто	4880	0,38	0,28	1,883	0,0125	0	1,883	1,883
16	Титан	5150	0,4	0,35	1,221	0,0081	0,03	1,184	1,257
17	Тритон	2700	0,21	157	0,351	0,0023	0	0,351	0,351
18	Комета Галлея	16*8	0,001		18,13	27	0,96	0,58	35,31
19	Комета Энке	3,5	0,0005		2,22		0,84	0,34	4,1

2.Международная космическая станция МКС - это воплощение самого грандиозного и прогрессивного технического достижения космического масштаба на нашей планете. Это огромная космическая научно-исследовательская лаборатория для изучения, проведения экспериментов, наблюдений как за поверхностью нашей планеты Земля, так и для астрономических наблюдений за дальним космосом без воздействия земной атмосферы. Одновременно это и дом для работающих на ней космонавтов и астронавтов, где они живут и работают, и порт для причаливания космических



Подняв голову и взглянув вверх на небо, человек видел бескрайние просторы космоса и всегда мечтал если не покорить, то как можно больше узнать о нем и постигнуть все его тайны. Полет первого космонавта на орбиту земли и запуск спутников дал мощный толчок в развитии космонавтики и дальнейшим полетам в космос. Но просто полета человека в ближний космос уже становится недостаточно. Взоры устремлены дальше, к другим планетам, и чтобы достичь этого, необходимо еще многое исследовать, узнать и понять. А самое главное для долгосрочных космических полетов человека - необходимость установить характер и последствия длительного влияния на здоровье долговременной невесомости при перелетах, возможность жизнеобеспечения длительного пребывания на космических кораблях и исключение всех отрицательных факторов, влияющих на здоровье и жизнь людей, как в ближнем, так и дальнем космическом пространстве, выявление опасных столкновений космических кораблей с другими космическими объектами и обеспечение мер безопасности. Основная конфигурация станции была утверждена и подписана в 1996 году. Она состояла из двух основных сегментов: Российского и Американского. Также принимают участие, располагают свое научное космическое оборудование и проводят исследования такие страны как Япония, Канада и страны Европейского космического союза.

28.01.1998г. в Вашингтоне было подписано окончательно соглашение о начале строительства новой долговременной, с модульной архитектурой,

Международной космической станции, и уже 2 ноября этого же года Российским ракетоносителем был выведен на орбиту первый многофункциональный модуль МКС «Заря».

### Задание 1 Физические характеристики тел Солнечной системы

1. Для сравнительного анализа диаметров тел перевести линейные диаметры в относительные размеры с Землей  $D_{\text{км}} / D_{\text{З}}$ .
2. Выбрать удобный масштаб и нанести окружности на сравнительный рисунок. Следует отдельно выполнять рисунки для планет Земной группы и крупных спутников, и для планет гигантов с их кольцами.
3. С помощью транспортира отметить угол наклона оси вращения планеты от перпендикуляра по часовой стрелке, полученную ось обозначить пунктиром. Каждое небесное тело раскрасить в соответствии с его истинным внешним видом. Чтобы нарисовать кольца планеты, необходимо провести перпендикуляр к оси вращения (экваториальная плоскость). На нем отметить внутренний и внешний радиус колец с обеих сторон. Провести концентрические эллипсы через эти точки. Видимая толщина колец более тонкая за планетой и более широкая перед ней.

### Задание 2 Элементы орбиты тел Солнечной системы

1. Выпишите определения: большая полуось орбиты, эксцентриситет, афелий и перигелий.
2. Используя значения этих элементов постройте сравнительные схемы орбит, отдельно для Земной группы планет, для планет гигантов и больших спутников планет с гипотетической планетой в центре. Для сравнительной схемы орбит тел, рекомендуется сначала перевести данные таблицы в километрах в астрономические единицы, а затем выбрать удобный масштаб для рисунков

На схеме отметить вертикальную и горизонтальную оси. На вертикальной оси отметить большие полуоси (вверх и вниз), на горизонтальной оси отметить перигейное расстояние справа, а афелийное расстояние слева, через полученные точки провести орбиту.

### Задание 3 Физические условия на поверхности планет земной группы

1. Заполните таблицу:

Название планет	Условное обозначение	Состояние атмосферы			Средняя температура, °C	Рельеф поверхности	Наличие и состояние воды	Существование жизни
		Химический состав	Плотность	Давление				
Меркурий								
Венера								
Земля								
Марс								

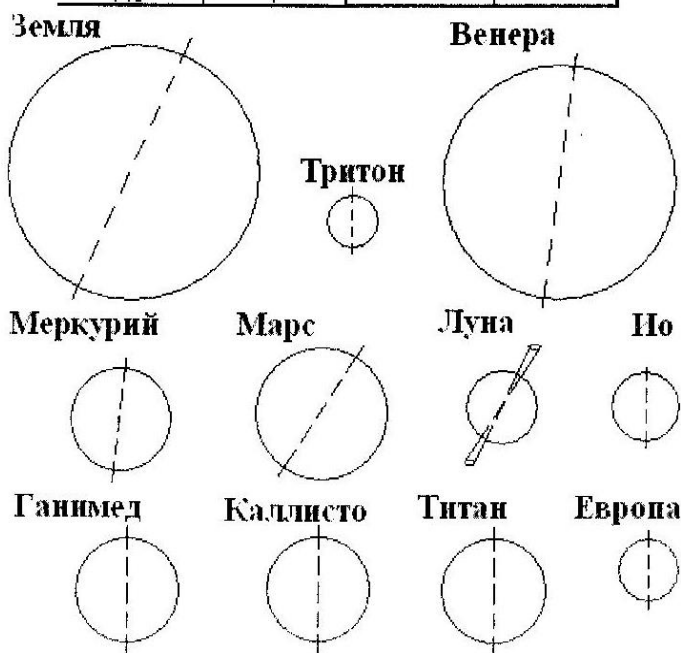
## Приложение:

Сравнительные размеры планет земной группы и наклоны осей вращения.

Масштаб: 1мм - 255 км

Таблица линейных размеров в масштабе

Обозначение	R, мм	Обозначение	R, мм
Земля	25	Европа	6,2
Венера	23	Ганимед	10
Марс	13	Каллисто	10
Меркурий	10	Титан	10
Луна	7	Тритон	5
Ю	7		

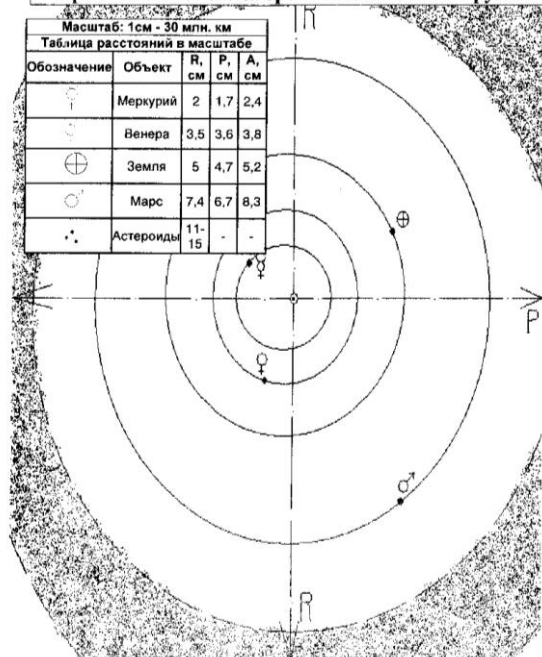


Сравнительная схема орбит планет Земной группы

Масштаб: 1см - 30 млн. км

Таблица расстояний в масштабе

Обозначение	Объект	R, см	P, см	A, см
☿	Меркурий	2	1,7	2,4
♀	Венера	3,5	3,6	3,8
♁	Земля	5	4,7	5,2
♂	Марс	7,4	6,7	8,3
☼	Астероиды	11-15	-	-




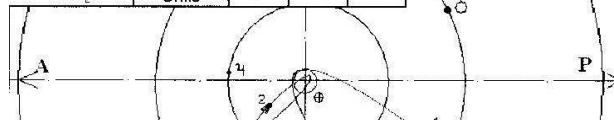
1, Плутона и комет;

планет гигантов, Плутона и комет

таблица

A, см
0,5
2,7
5
10

	Уран	Ю.0	Ю.1	10
	Нептун	15	14,8	15,2
	Плутон	19,6	14,3	24,6
	Комета Галлея	9	0,3	17,5
	Комета Энке	1,1	0,1	2

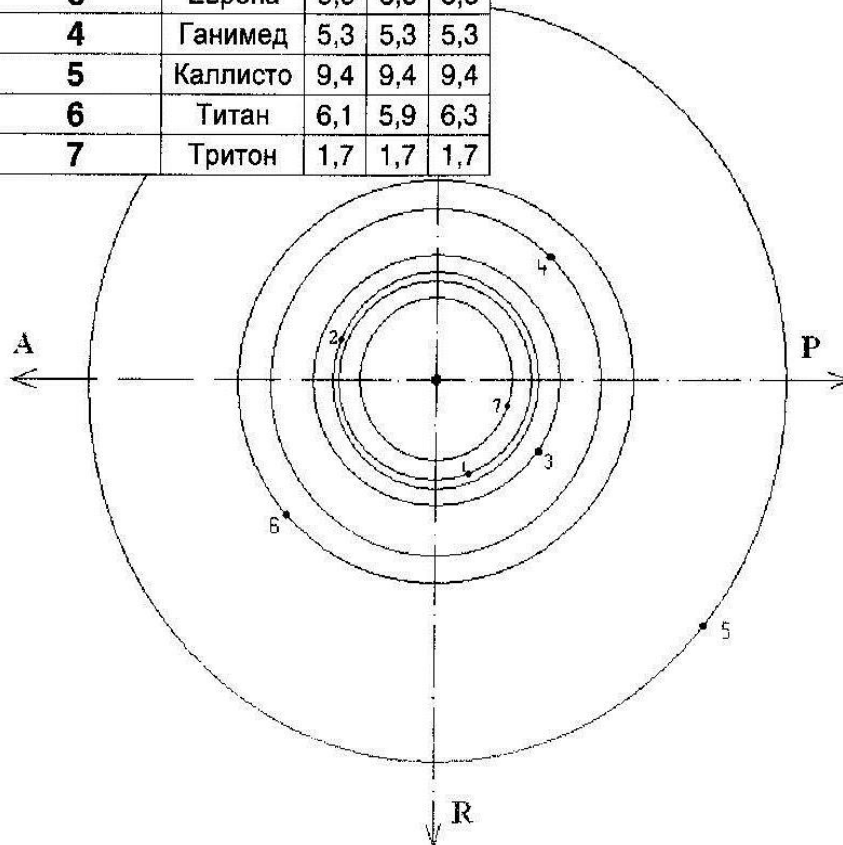


### Сравнительная схема орбит больших спутников

**Масштаб: 1см - 200 тыс. км**

### Таблица расстояний в масштабе

Обозначение	Объект	R, см	P, см	A, см
1	Луна	1,9	1,8	2
2	Ио	2,1	2,1	2,1
3	Европа	3,3	3,3	3,3
4	Ганимед	5,3	5,3	5,3
5	Каллисто	9,4	9,4	9,4
6	Титан	6,1	5,9	6,3
7	Тритон	1,7	1,7	1,7

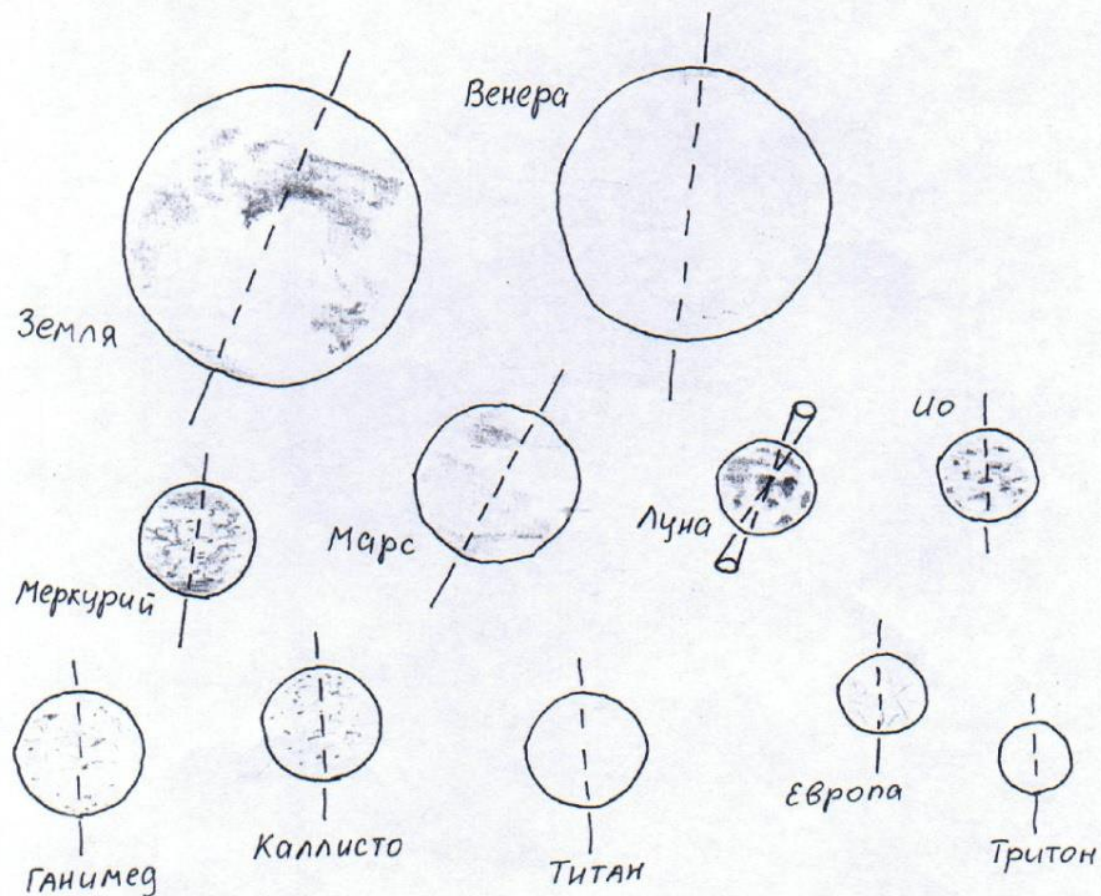




# Сравнительные размеры планет земной группы и наклоны осей вращения

Масштаб 1мм - 255км  
Таблица линейных размеров в масштабе

планета	R, мм	планета	R, мм
Земля	25	Европа	6,2
Венера	23	Ганимед	10
Марс	13	Каллисто	10
Меркурий	10	Титан	10
Луна	7	Тритон	5
Уо	7		





**Задание 4.** Внимательно рассмотрите фотографии космических объектов:

а) Определите, какие космические объекты изображены на снимках (тип и название).

б) Систематизируйте объекты в порядке увеличения их размеров.

с) Расположите объекты в порядке их удаленности от поверхности Земли: от самых больших до самых далеких.

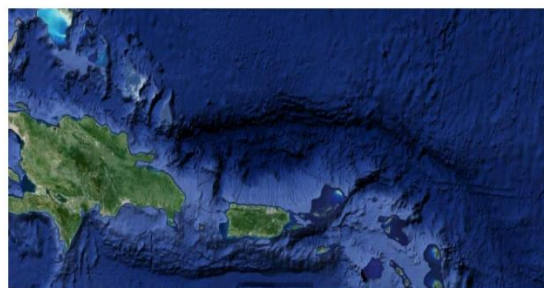
д) Запишите последовательность объектов, сортируя их по удаленности от поверхности Солнца.

е) Перечислите не менее 7 объектов, которые изучает астрономия.

ф) Какие из перечисленных объектов вы могли бы наблюдать невооруженным глазом?



**Задание 5** Космонавты с борта Международной космической станции обратили внимание на два острова и огибающую их с севера в виде вытянутого шрама крупную форму донного рельефа. Обсуждая увиденное, они не смогли прийти к однозначному выводу о зафиксированных объектах. Используя карты географического атласа, помогите им определить по представленному фрагменту космоснимка запечатленные на нем важнейшие природные объекты, которые собственно и обсуждали космонавты. В каком из океанов Земли располагаются данные объекты?



**Задание 6** Используя ресурсы сети Интернет, изучите структуру и содержание сайта «МКС он-лайн». Заполните таблицу:

Особенности структуры сайта	
Какая информация на сайте доступна в реальном времени?	
Какую информацию сайта можно использовать при организации проектной и исследовательской деятельности?	

**Задание 7** Используя электронный ресурс <https://astro-azbuka.ru/astronomiya/mezhdunarodnaya-kosmicheskaya-stancziya-mks> выберите

три модуля МКС в соответствии с вашим вариантом и опишите их основное назначение.

Вариант 1	Заря, Юнити, Звезда	Вариант 4	Поиск, Купол, Рассвет
Вариант 2	Юнити, Звезда, Судьба	Вариант 5	Леонардо, Бим, Квест
Вариант 3	Квест, Пирс, Гармония	Вариант 6	Купол, Кибо, Звезда
Вариант 4	Гармония, Колумбус, Кибо	Вариант 7	Юнити, Причал, Рассвет

**Задание 8** Используя ресурсы сети Интернет, найдите сайты современных астрономических исследовательских центров мира. Заполните таблицу:

Название научно-исследовательского центра	Важнейшие открытия	Направление исследований
Исследовательский центр Эймса <a href="https://www.nasa.gov/ames">https://www.nasa.gov/ames</a>		
Научно-исследовательский институт астрономии Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина <a href="http://www.astron.kharkov.ua">http://www.astron.kharkov.ua</a>		
Институт астрономии РАН <a href="http://www.inasan.ru">http://www.inasan.ru</a>		
Астрокосмический центр Физического института Академии Наук <a href="http://asc-lebedev.ru/">http://asc-lebedev.ru/</a>		

ОТЧЕТ:

- название работы
- цель работы
- номер и ответ выполненного задания

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

**Тема:** Решение проблемных заданий, кейсов.

**Цель:** формирование осознания роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области, сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, формирование навыков познавательной деятельности, навыков разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии.

**Оборудование:** ручка, калькулятор, ПК, доступ к Интернет, смартфон, карты географического атласа, астрономический календарь.

**Справочный материал:** карты географического атласа.

**Содержание работы:**

**1.** Паралла́кс — изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя.

Параллакс используется в геодезии и астрономии для измерения расстояния до удалённых объектов (в частности в специальных единицах — парсеках). На явлении параллакса основано бинокулярное зрение.

Суточный параллакс (геоцентрический параллакс) — разница в направлениях на одно и то же светило из центра масс Земли (геоцентрическое направление) и из заданной точки на поверхности Земли (топоцентрическое направление).

Из-за вращения Земли вокруг своей оси положение наблюдателя циклически изменяется. Для наблюдателя, находящегося на экваторе, база параллакса равна радиусу Земли и составляет 6371 км.

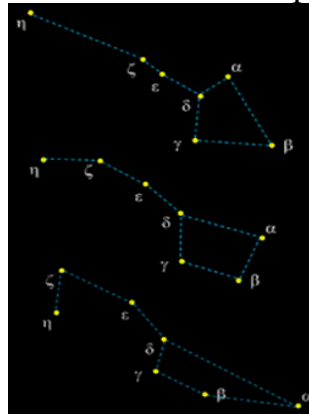
При наблюдении Луны её кажущиеся смещения на фоне звёзд (по сравнению с расчётным орбитальным движением) достигают  $2^\circ$  (соответственно, параллакс равен  $1^\circ$ ) и были замечены уже древнегреческими астрономами, что позволило им довольно точно определить расстояние до Луны.

Суточный параллакс планет довольно мал (для Марса  $24''$  во время великого противостояния), но тем не менее был единственным способом измерения абсолютных расстояний в Солнечной системе до появления радиолокации: наиболее удобными для этого были прохождения Венеры по диску Солнца и близко подходящие к Земле астероиды (относительные же расстояния легко определяются на основе законов Кеплера, так что достаточно абсолютного измерения какого-то одного расстояния, чтобы определить все).

Годичный параллакс — угол, под которым со звезды видна большая полуось земной орбиты, перпендикулярная направлению на звезду.

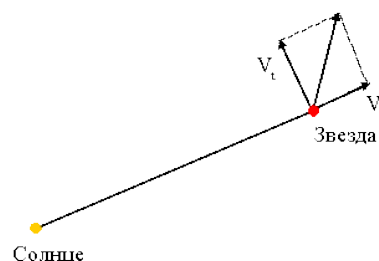
Годичные параллаксы являются показателями расстояний до звёзд. Расстояние, годичный параллакс которого равен 1 угловой секунде, называется парсек ( $1 \text{ парсек} = 3,085678 \cdot 10^{16} \text{ м}$ ). Ближайшая звезда Проксима Центавра имеет параллакс  $0,7687''$ , следовательно, расстояние до неё составляет  $1,30090 \pm 0,00015 \text{ пк}$ .

Все звезды в Галактике движутся вокруг ее центра по почти круговым орбитам, а также обладают собственным движением под действием сил притяжения других звезд. Собственные движения звезд – величины очень маленькие, поэтому обнаружить собственное движение возможно, наблюдая звезды в течение длительного промежутка времени (порядка 100 лет и более). *Собственное движение звезды* – это ее видимое угловое перемещение по небесной сфере в среднем за год. Собственные движения звезд определяются из наблюдений изменения их экваториальных координат.



Изучение собственных движений, а также проекций пространственных скоростей звезд на луч зрения позволяет определить направление и скорость движения Солнца в пространстве, а также обнаружить вращение Галактики.

Пространственные скорости звезд определяются из наблюдений. Пространственная скорость звезды  $V$  состоит из двух компонент – ее касательной или тангенциальной скорости  $V_t$  и лучевой скорости  $V_r$ .



Тангенциальная скорость  $V_t$  определяется по формуле  $V_t = \mu/p$  а. е. в год, где  $\mu$  – собственное движение звезды,  $p$  – ее параллакс; а лучевая скорость определяется по величине красного смещения линий в спектре звезды, вызванного эффектом Доплера. Тогда полная скорость звезды определится по формуле:

$$V = \sqrt{V_r^2 + V_t^2}.$$

## 2. Из биографии Мичио Каку

24 января 1947 года в Сан-Хосе (штат Калифорния, США) в семье потомков японских эмигрантов родился Мичио Каку – американец с японскими корнями, ставший знаменитым во всем мире благодаря астрономии и телевидению. Школьные годы Каку провел в Кибберли и пало-Альто, увлекался шахматами и серьёзно заинтересовался удивительной наукой под названием физика. В семейном доме Каку постоянно ощущалась нехватка электричества

из-за того, что Мичио всё время ставил различные физические опыты. Своими руками смекалистый школьник смастерил камеру Вильсона и бетатрон мощностью 2,3 МЭв, машину для получения античастиц. Будучи ещё совсем юным, Каку при активном участии известного физика Эдварда Теллера удостоился стипендии фонда Герца. Впоследствии он с блеском защитил дипломную работу по физике в Гарварде и получил степень бакалавра. Его первым местом работы стала лаборатория Беркли в Калифорнийском университете. В возрасте всего лишь 25 лет молодой учёный стал доктором философии и получил право читать курс лекций в Принстоне. Позже основным местом работы Каку стал Сити-колледж City College of New York). Он стал преподавателем этого учебного заведения в середине девяностых годов прошлого века, и трудится там до сих пор.

Его научная деятельность не ограничивается работой в колледже. Кроме степени в философии, Каку сотрудничает с Принстонским Институтом перспективных исследований, имеет звание профессора теоретической физики в университете Нью-Йорка. Он член Американского физического сообщества.

Главной целью в научной деятельности учёного стала популяризация теоретической физики, футурологии и астрономии. Желание донести сложные научные постулаты простым языком до каждого слушателя привело доктора Каку к мысли о создании цикла телевизионных программ научного содержания. Так появились документальные фильмы о занимательной астрономии, которые демонстрируются на всемирно известном канале Discovery. Доктор Каку — автор более чем семидесяти работ по различной научной тематике.

В процессе изучения физических принципов существования Вселенной группа учёных из разных стран вывела теорию струн. Мичио Каку также участвовал в разработке математической модели динамики одномерных протяженных объектов. Физики привнесли в новую разработку некоторые постулаты квантовой механики и теории относительности. Данная теория может стать основой для объяснения принципов квантовой гравитации.

Плавное преобразование взглядов на устройство окружающего мира благодаря получению дополнительных знаний в различных околофизических научных областях, привело Мичио Каку к созданию модели эволюции нашей цивилизации. Он предполагает, что вследствие бурного развития науки начнётся скачкообразное изменение уже существующих высоких технологий:

- В середине двадцатых годов XXI века люди получают возможность сбора и исследования данных из мозга человека, что приведёт к созданию глобальной мозго-сети.

- К 2040-му году наука научит человечество программировать и создавать любые виды материи с помощью нанотехнологий. Эти формы можно будет менять с помощью приказов-импульсов. Возможности такой материи могут быть ограничены только её физическими свойствами и химическим составом.

- С начала 2060х годов начнется активная колонизация Марса — то, о чём люди мечтают с момента появления научной фантастики. Уменьшение

количества ресурсов, которое грозит Земле из-за неконтролируемого развития технологий, больше не сможет влиять на людей, которые начнут массово покидать нашу планету.

По мнению Мичио Каку спустя несколько десятков лет компьютерные технологии выйдут на такой высокий уровень развития, что люди запросто смогут создавать цифровых индивидуумов – таких умных киборгов. Банки воспоминаний и впечатлений, считанных из мозга совершенно незнакомых людей, можно будет загружать в собственные ячейки памяти. Совершенно серьёзные научные исследования ведутся в знаменитом на весь мир высшем учебном заведении в Бостоне – Массачусетском технологическом институте. Памятуя, что его выпускником в своё время был «большой шутник», выдающийся американский физик Ричард Фейнман, можно с уверенностью сказать – тут нет ничего невозможного...

Не все астрономы – затворники

Популярность Мичио Каку в Америке и за её пределами просто фантастична. За многие годы он стал гостем десятков научно-популярных программ на телеканалах разных стран, не раз участвовал в знаменитом «Шоу Ларри Кинга». Он автор программ на американском радио – «Научная фантастика» и «Научные исследования с доктором Мичио Каку».

Широта научного кругозора Мичио Каку не даёт усомниться в том, что однажды он обязательно достигнет цели, поставленной ещё в юности – закончить работу, начатую однажды Альбертом Эйнштейном, и объяснить людям загадки огромной Вселенной.

Формула расчета перегрузок космонавтов на небольшой высоте:

$$\frac{P}{mg} = \frac{m(a+g)}{mg} = \frac{a+g}{g}.$$

Ускорение свободного падения на любом расстоянии от Земли, а также на

других планетах можно определить по формуле:

$$g = g_{\text{Земли}} \frac{r_{\text{Земли}}^2}{r^2}.$$

**Задание 1** Решить задачи по образцу (приложение 1)

1. Собственное движение звезды составляет 0,1'' в год. Расстояние до неё 50 пк. Какова тангенциальная скорость звезды?

2. В спектре звезды из задачи № 4 предыдущей задачи смещение лабораторной длины волны 5000 Å составляет 0,17 Å. Определите лучевую скорость звезды.

3. Определите пространственную скорость звезды, используя ответы к предыдущим задачам (№1 и №2).

4. Чему равен суточный параллакс Юпитера в противостоянии?

5. Чему равен угловой диаметр Солнца, видимый с Марса?

6. На какой географической широте звезда Спика кульминирует на высоте 30°?

7. Какова высота Солнца в полдень в день весеннего равноденствия в Новосибирске ( $\varphi = 55^\circ$ )?

8. Каково склонение звёзд, которые в Ростове-на-Дону (  $\varphi = 47^\circ$  ) кульминируют в зените?

**Задание 2.** Изучить исходные данные и выполнить задание кейсов.

Средний радиус Марса  $3389,5 \pm 0,2$  км

Масса (m) Марса  $6,4171 \cdot 10^{23}$  кг

Ускорение свободного падения на экваторе (g)  $3,71 \text{ м/с}^2$

Первая космическая скорость  $3,55 \text{ км/с}$

Вторая космическая скорость  $5,03 \text{ км/с}$

Расстояние от Земли до Марса  $55757930$  км

Кейс 1	Достижения в астрономии Мичио Каку	<p>1. Из предложенного текста выписать факты из биографии достижений в области астрономии.</p> <p>2. Какой эффект от Луны должны учитывать экспериментаторы, чтобы контролировать энергии пучка БАК?</p>
Кейс 2	Экспедиция на Марс	<p>1. Рассчитать время полета на Марс при условии достижения летательным аппаратом скорости близкой к скорости света.</p> <p>2. Рассчитать размеры перегрузки на планете Марс.</p> <p>3. Что в условиях работы на Марсе может быть исследовано, не покидая планеты?</p>
Кейс 3	Космический эксперимент	<p>1. Рассчитать перегрузки астронавтов при осуществлении полета на МКС при достижении скорости в <math>40 \text{ м/с}^2</math> на небольшой высоте?</p> <p>2. Перечислить возможности космонавтов, прибывших на МКС?  <a href="https://cosmos-online.ru/mks-online">https://cosmos-online.ru/mks-online</a>  <a href="http://mks-online.ru/">http://mks-online.ru/</a></p>
Кейс 4	Астрономический календарь	<p>1. По астрономическому календарю определите время начала лунного месяца?</p> <p>2. Определите планеты, которые можно наблюдать в этом месяце по ночам?</p> <p>3. Перечислите изменения во времени восхода и захода Солнца на начало и конец месяца?</p>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

**Тема:** Решение проблемных заданий, кейсов.

**Цель:** формирование осознания роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области, сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, формирование навыков познавательной деятельности, навыков разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии.

**Оборудование:** ручка, калькулятор, ПК, доступ к Интернет, смартфон, карты географического атласа, астрономический календарь.

**Справочный материал:** карты географического атласа.

**Содержание работы:**

**Задание 1** Определение основных характеристик звёзд

**1.** Разберите решение задачи. *Параллакс звезды Арктур  $0,085''$ .  
Определите расстояние до звезды.*

Дано:

$$\rho = 0,085''$$

Найти:  $r$  - ?

Решение.

Запишите формулу для определения расстояния:

$$r = \frac{1}{\rho}$$

Подставьте значения:  $r = \frac{1}{0,085} \approx 11,8 \text{ нк}$

Выразите расстояние в световых годах:  
 $11,8 \cdot 3,26 \approx 38$

Ответ: расстояние до звезды Арктур 38 св. лет.

**2.** Разберите решение задачи. *Если бы по орбите Земли двигалась звезда с такой же массой, как у Солнца, каков бы был период её обращения?*

Дано:

$$A = 1 \text{ а.е.}$$

Найти:  $T$  - ?

Решение.

Запишите формулу для определения массы

двойных

$$\text{звёзд: } m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2}$$

$$m_1 + m_2 = 2M$$

Преобразуйте формулу, выразив период обращения

$$\text{звёзд: } T = \sqrt{\frac{A^3}{m_1 + m_2}}$$

Подставьте значения:  $T = \sqrt{\frac{1^3}{2}} \approx 0,7$

Ответ: период обращения звёзд был бы равен 0,7 лет.

**3.** Разберите решение задачи. *Во сколько раз Денеб больше Солнца?*



Светимость и температуру поверхности звезды выпишите из таблицы «Основные сведения о наиболее ярких звёздах, видимых в России».

Дано:

$$L = 16000$$

Найти:  $R$  - ?

Решение:

Запишите формулу для определения радиуса

$$\text{звезды: } R = \sqrt{L \left( \frac{T_{\odot}}{T} \right)^2}$$

$$T = 9800 \text{ К}$$

$$\text{Подставьте значения: } R = \sqrt{16000 \left( \frac{6000}{9800} \right)^2} \approx 47$$

$$\odot T = 6000 \text{ К}$$

Ответ: Денеб больше Солнца в 47 раз

**Задание 2.** Определение основных характеристик звёзд

1. Разберите решение задачи. *Параллакс звезды Арктур 0,085''.*

*Определите расстояние до звезды.*

Дано:

$$\rho = 0,085''$$

Найти:  $r$  - ?

Решение.

Запишите формулу для определения расстояния:

$$r = \frac{1}{\rho}$$

$$\text{Подставьте значения: } r = \frac{1}{0,085} \approx 11,8 \text{ нк}$$

$$\text{Выразите расстояние в световых годах: } 11,8 \cdot 3,26 \approx 38$$

Ответ: расстояние до звезды Арктур 38 св. лет.

2. Разберите решение задачи. *Если бы по орбите Земли двигалась звезда с такой же массой, как у Солнца, каков бы был период её обращения?*

Дано:

$$A = 1 \text{ а.е.}$$

Найти:  $T$  - ?

Решение.

Запишите формулу для определения массы

$$\text{двойных звёзд: } m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2}$$

$$m_1 + m_2 = 2M \quad \text{Преобразуйте формулу, выразив}$$

$$\text{период обращения звёзд: } T = \sqrt{\frac{A^3}{m_1 + m_2}}$$

$$\text{Подставьте значения: } T = \sqrt{\frac{1^3}{2}} \approx 0,7$$

Ответ: период обращения звёзд был бы равен 0,7 лет.

3. Разберите решение задачи. *Во сколько раз Денеб больше Солнца?*

Светимость и температуру поверхности звезды выпишите из таблицы «Основные сведения о наиболее ярких звёздах, видимых в России».

Дано:

$$L = 16000$$

Найти:  $R$  - ?

Решение:

Запишите формулу для определения радиуса

$$\text{звезды: } R = \sqrt{L \left( \frac{T_{\odot}}{T} \right)^2}$$

$$T = 9800 \text{ К}$$

$$\text{Подставьте значения: } R = \sqrt{16000 \left( \frac{6000}{9800} \right)^2} \approx 47$$

$$\odot T = 6000 \text{ К}$$

Ответ: Денеб больше Солнца в 47 раз.

### Задание 3. Определение скорости движения звёзд в Галактике

1. Разберите решение задачи. Собственное движение звезды составляет  $0,2''$  в год. Расстояние до неё 10 пк. Какова тангенциальная скорость звезды?

Дано:  $\mu = 0,2''$

Найти:

$$v_{\tau} = ?$$

Решение.

Запишите формулу для определения тангенциальной скорости:  $v_{\tau} = 4,74 \cdot \mu \cdot r$

$r = 10$  пк Рассчитайте тангенциальную скорость

$$\text{звезды: } v_{\tau} = 4,74 \cdot 0,2 \cdot 10 \approx 9,5$$

Ответ: тангенциальная скорость звезды 9,5 км/с.

2. Разберите решение задачи. В спектре звезды из задачи № 1 смещение линии гелия  $5876 \text{ \AA}$  составляет  $0,6 \text{ \AA}$ . Определите лучевую скорость звезды.

Дано:

$$\lambda_0 = 5876 \text{ \AA}$$

$$\Delta \lambda = 0,6 \text{ \AA}$$

Найти:

$$v_r = ?$$

Решение.

Запишите формулу для определения лучевой скорости звезды помощи спектрального анализа на основании эффекта Доплера, где- скорость света.

Рассчитайте лучевую скорость звезды:

$$v_r = \frac{0,6}{5876} 3 \cdot 10^8 = 30633 \text{ м/с} \approx 31 \text{ км/с}$$

Ответ: лучевая скорость звезды 31 км/с.

3. Разберите решение задачи. Определите пространственную скорость звезды, используя ответы к задачам №№ 1 и 2.

Дано:

$$v_{\tau} = 9,5 \text{ км/с}$$

Найти:  $v$  - ?

Решение:

Запишите теорему Пифагора для определения пространственной скорости звезды:

$$v_r = 31 \text{ км/с}$$

$$v = \sqrt{v_{\tau}^2 + v_r^2} . \text{ Рассчитайте пространственную}$$

скорость звезды:  $v = \sqrt{9,5^2 + 31^2} \approx 32$

Ответ: пространственная скорость звезды 32 км/с.

#### Задание 4. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе

1. Разберите решение задачи. *На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен  $0,9''$ ?*

Дано:

$$\rho = 0,9''$$

Найти:  $r$  - ?

Решение:

Запишите формулу суточного параллакса в угловых секундах:

$$\rho'' = \frac{R_{\oplus}}{r} \cdot 206265 \quad R = 6371 \text{ км}$$

Преобразуйте формулу:  $r = \frac{R_{\oplus}}{\rho''} \cdot 206265$

Рассчитайте расстояние:  $r = \frac{6371}{0,9} \cdot 206265 \approx 1,46 \cdot 10^9 \text{ км}$

Переведите расстояние в а.е.:  $r = \frac{1,46 \cdot 10^9}{150 \cdot 10^6} \approx 9,7 \text{ а.е.}$

Ответ: расстояние до Сатурна 9,7 а.е.

2. Разберите решение задачи. *Чему равен угловой диаметр Солнца, видимый с Венеры?*

Дано:

$$r = 0,72 \text{ а.е.}$$

$$\frac{D}{1392000 \text{ км}} =$$

Найти:

$$2\alpha - ?$$

Решение:

Переведите расстояние Венеры от Солнца в км:

$$0,72 \cdot 150 \cdot 10^6 \approx 108 \cdot 10^6 \text{ км}$$

Запишите формулу углового радиуса светила:

$$\alpha'' = \frac{R}{r} \cdot 206265$$

Угловой диаметр в 2 раза больше углового радиуса:

$$2\alpha'' = \frac{D}{r} \cdot 206265$$

Рассчитайте

угловой

диаметр:

$$2\alpha'' = \frac{1392000}{108 \cdot 10^6} \cdot 206265 \approx 2659''$$

Переведите угловой диаметр в угловые минуты и

градусы:  $2659'' = \frac{2659}{60} \approx 44' = \frac{44}{60} \approx 0,7^\circ$

Ответ: угловой диаметр Солнца, видимый с Венеры,  $0,7^\circ$ .

#### Задание 5. Определение координат небесных объектов

1. Разберите решение задачи. *Каково склонение звёзд, которые в Москве ( $\varphi = 56^\circ$ ) кульминируют на высоте  $45^\circ$ ?*

Дано:

$$\varphi = 56^\circ$$

Найти:  $\delta = ?$

Решение.

Запишите формулу высоты светила в верхней

кульминации:  $h_{B.K.} = 90^\circ - \varphi + \delta$ .

$$h_{B.K.} = 45^\circ$$

Преобразуйте формулу и выразите

склонение:  $\delta = h_{B.K.} - 90^\circ + \varphi$

Рассчитайте склонение:  $\delta = 45^\circ - 90^\circ + 56^\circ = 11^\circ$ .

Ответ: склонение звёзд равно  $+11^\circ$ .

2. Разберите решение задачи. *На какой географической широте звезда Альтаир кульминирует в зените?*

Склонение звезды Альтаир ( $\alpha$  Орла) найдите в таблице «Основные сведения о наиболее ярких звёздах». Высота зенита равна  $90^\circ$ .

Дано:

$$\delta = +9^\circ$$

Найти:  $\varphi = ?$

Решение.

Запишите формулу высоты светила в верхней

кульминации:

$$h_{B.K.} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$h_{B.K.} = 90^\circ$$

Преобразуйте формулу и выразите широту:

$$\varphi = 90^\circ - h_{B.K.} + \delta$$

Рассчитайте широту:  $\varphi = 90^\circ - 90^\circ + 9^\circ = 9^\circ$ .

Ответ:  $9^\circ$  северной широты.

3. Разберите решение задачи. *Какова высота Солнца в полдень в день зимнего солнцестояния в Мурманске ( $\varphi = 69^\circ$ )?*

Полдень – это верхняя кульминация Солнца. В день зимнего солнцестояния склонение Солнца равно  $-23,5^\circ$ .

Дано:

$$\varphi = 69^\circ$$

Найти:

$$h_{B.K.} = ?$$

Решение.

Запишите формулу высоты светила в верхней

кульминации:  $h_{B.K.} = 90^\circ - \varphi + \delta$

$$\delta = -23,5^\circ$$

Рассчитайте высоту:  $h_{B.K.} = 90^\circ - 69^\circ - 23,5^\circ = -2,5^\circ$ .

Ответ:  $-2,5^\circ$  (Солнце находится под горизонтом, в Мурманске – полярная ночь).

## ОТЧЕТ:

- название работы
- цель работы
- номер и ответ выполненного задания

## **Информационное обеспечение обучения**

### **Печатные издания**

#### **Основные учебные издания:**

1. Логвиненко, О.В. Астрономия + еПриложение : учебник / Логвиненко О.В. — Москва : КноРус, 2021. — 263 с. — ISBN 978-5-406-08165-5. — URL: <https://book.ru/book/940426>

#### **Дополнительные учебные издания:**

2. Логвиненко, О.В. Астрономия. Практикум : учебно-практическое пособие / Логвиненко О.В. — Москва : КноРус, 2021. — 245 с. — ISBN 978-5-406-08291-1. — URL: <https://book.ru/book/940104>