

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»
(с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УРОКОВ АСТРОНОМИИ В
ШКОЛЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА»**

Студент _____ Белявская Виктория Алексеевна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель _____ Калинин Е.Н.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____ Калинин Е.Н.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № ____)

Заведующий кафедрой Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭК Паскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Цель и задачи бакалаврской работы.....	5
 ГЛАВА 1. АСТРОНОМИЯ В ШКОЛЕ	
1.1. Введение.....	6
1.2. Обзор литературы по астрономии.....	8
1.3. Происхождение Вселенной. Галактики и звездные системы.....	10
1.4. Солнечная система	
1.4.1. Основные характеристики Солнечной системы.....	17
1.4.2. Планеты земной группы.....	19
1.4.3. Газовые гиганты.....	21
1.4.4. Спутники планет.....	23
1.4.5. Пояс астероидов.....	24
1.4.6. Пояс Койпера.....	26
1.4.7. Границы Солнечной системы.....	29
1.5. Наглядны пособия по астрономии. Постеры.....	30
 ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ШКОЛЬНЫХ УРОКОВ АСТРОНОМИИ	
2.1. Постер на тему «Солнечная система»	
2.1.1. Описание.....	35
2.1.2. Руководство по применению.....	35
2.2. Сборник практических заданий по астрономии.....	39
2.3. Изготовление постера «Солнечная система» на уроках астрономии...	56
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	61

ВВЕДЕНИЕ

Астрономия – одна из древнейших наук, истоки которой относятся к каменному веку. Она изучает движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и их развитие.

Вопрос о том, как устроен окружающий мир и какое место в нем отведено человеку во все времена интересовал человечество. У многих народов еще на стадии формирования цивилизации были сложены мифы, повествующие о том, как из хаоса возник космос, небо, земля и сам человек. С течением времени происходило накопление сведений о явлениях на небе. Простое созерцание происходящих явлений и их толкование постепенно сменялись попытками научного объяснения причин данных явлений.

Астрономия, как и все другие науки, возникла из практических потребностей человека. О связи наблюдений небесных светил с практической жизнью и об их влиянии на общественные процессы писал и Коперник: «Необходимость вычислять периоды повышения и спада воды в Ниле создала египетскую астрономию, а вместе с тем господство касты жрецов как руководителей земледелия».

Ученые выделяют две причины возникновения науки астрономии: необходимость ориентироваться на местности и организация сельскохозяйственных работ. Первобытным племенам-кочевникам нужно было ориентироваться при своих странствиях, и они научились это делать по Солнцу, Луне и звездам. Первобытный земледelec должен был при полевых работах учитывать наступление различных сезонов года, и он заметил, что смена времен года связана с полуденной высотой Солнца, с появлением на ночном небе определенных звезд. Дальнейшее развитие человеческого общества вызвало потребность в измерении времени и в летосчислении (составлении календарей). В древности и средние века не одно только чисто научное любопытство побуждало производить вычисления, копирование, исправления астрономических таблиц, но прежде всего тот факт, что они были необходимы для астрологии. Вкладывая большие суммы в построение обсерваторий и точных

инструментов, власти ожидали отдачи не только в виде славы покровителей науки, но также в виде астрологических предсказаний. Первые записи астрономических наблюдений, подлинность которых несомненна, относятся к VIII в. до н. э. [3].

С развитием человеческого общества перед астрономией выдвигались все новые и новые задачи, для решения которых нужны были более совершенные способы наблюдений и более точные методы расчетов. Астрономические познания были характерны для многих древних народов.

Все вышесказанное делает актуальной выбранную тему бакалаврской работы, посвященную разработке методического сопровождения уроков астрономии в школе.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Цель бакалаврской работы заключается в разработке методического сопровождения уроков астрономии в школе при изучении темы «Солнечная система».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ учебно-методической литературы по теме исследования.
2. Проанализировать существующую литературу и методические пособия, используемые на уроках астрономии в школе.
3. Разработать краткие конспекты на темы «Происхождение Вселенной. Галактики и звездные системы» и «Солнечная система».
4. Разработать методическое сопровождение школьных уроков по астрономии на тему «Солнечная система».

ГЛАВА 1. АСТРОНОМИЯ В ШКОЛЕ

1.1. ВВЕДЕНИЕ

Появление астрономии в качестве обязательного школьного предмета породило множество вопросов касаясь всех аспектов преподавания данного предмета. Кроме традиционных вопросов «как, чему и кого» обучать, также у многих возникает вопрос о необходимости введения данного предмета.

Предмет «астрономия» в школе был введён ещё в царской России Петром Великим. Тогда наука о небесных телах была обязательной в технических учебных заведениях.

В 19 веке в Российской империи астрономия объединялась с курсом физики в программе среднего школьного образования.

В Советском Союзе астрономия преподавалась по идеологическим соображениям – считалось, что астрономические познания привьют учащимся научное мировоззрение и уменьшат распространение религии. Кроме того, важную роль играла начавшаяся космическая гонка.

Но уже к концу существования Советского Союза преподавание астрономии в школе сошло на нет – во многом из-за экономического положения в стране и недостатка денежных средств.

В 1993 году в российских школах отменили астрономию, убрав её из списка обязательных предметов. Но наука о небесных телах осталась на уровне факультативных дисциплин – её продолжили изучать в отдельных учреждениях.

В 2017 году Министерство образования вернуло изучение астрономии в школы, но только для выпускных классов. Теперь задания по астрономии входят в ЕГЭ по физике.

В процессе становления астрономии как школьного предмета у многих возникал вопрос: зачем нужна астрономия, если всю необходимую информацию при необходимости можно узнать самому. Противоречат этому результаты социологического опроса населения, которые показывают утрату мно-

гих мировоззренческих аспектов, в том числе и тех, что касаются астрономических фактов. Приходим к выводу, что самостоятельного изучения астрономии недостаточно для того, чтобы развить гармоничную, всесторонне развитую личность.

Также важно отметить, почему астрономию стоит до сих пор считать актуальным предметом в современном школьном образовании. На это есть несколько причин.

Астрономия является важной частью культуры, включающая в себя как практическое значение, так и философское, и религиозное. Например, календарь основывается именно на астрономических фактах. Многие культуры писали свою мифологию, задействуя небесные тела и явления.

Астрономия имеет огромное практическое значение: изменения сезонов, навигация – базируются на астрономических знаниях. А также понимание сложных процессов в окружающем мире невозможно без астрономии.

При изучении в классе астрономия становится отличным источником полезных иллюстраций экспериментального метода научного познания. В астрономии также существует огромное количество примеров использования моделирования при изучении различных процессов.

Астрономия также является источником иллюстраций для многих физических законов и теорий, например, гравитации и релятивизма, скорость света, спектрография.

Эти причины говорят о важности астрономии как обязательного школьного предмета.

Итак, введение астрономии в качестве обязательного учебного предмета – важный шаг для улучшения качества образования, в том числе, для развития мировоззрения учащихся.

В связи с вышеизложенным, бакалаврская работа, посвященная разработке методического сопровождения уроков астрономии по теме «Солнечная система», представленном в виде сборника заданий, постеров, конспектов уроков, является актуальной.

1.2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО АСТРОНОМИИ

На данный момент изданы десятки учебников по астрономии. Но мы рассмотрим и проанализируем лишь некоторые из них.

1. Элементарная астрономия (Климишин И.А.)

Данный учебник состоит из четырех частей. В первой части автор рассказывает о Вселенной вокруг нас. Во второй рассказывается о теориях мироздания. В третьей главе автор предлагает несколько явлений, которые каждый может наблюдать без специального оборудования. Четвертая глава рассказывает о единицах и системах измерения, предоставляет данные о затмениях, количестве звезд и т. п.

В учебнике рассказывается, каким образом было получено то или иное знание в астрономии и как соответствующий результат может получить сам читатель. В частности, это относится к расчетам положения планет как методом Птолемея, так и в гелиоцентрической модели мира (даны графические методы), а также к предвычислению прохождения ИСЗ, к расчету времени полета к Венере и Марсу. Даются формулы для расчета условий в центре звезды, масштабной высоты ее атмосферы, оценки эффективности различных источников энергии. Излагаются методические советы для проведения любительских (учебных) наблюдений Солнца, Луны, планет и их спутников, комет и метеоров, переменных звезд и туманностей.

2. Астрономия: учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений (Порфирьев В. В.)

В этом учебнике подробно, на доступном для учащихся уровне изложены достижения астрономической науки, современные теории происхождения галактик, звезд, Вселенной. Учебник разделен на 7 частей, в каждой из которых автор рассказывает про отдельную составляющую космоса: видимый мир, планеты, звезды, галактики, развивающийся мир космоса. Автор опирается на знания учащихся по физике, не использует в тексте сложных формул. Изучая астрономию по этому учебнику, учащиеся проявят большой

интерес к физике и астрономии.**3. Занимательная астрономия (Перельман Я. И.)**

Книга Я. И. Перельмана знакомит читателя с отдельными вопросами астрономии, с её научными достижениями, рассказывает в интересной форме о важнейших явлениях звёздного неба. Автор показывает многие кажущиеся привычными и обыденными явления с совершенно новой и неожиданной стороны и раскрывает их смысл.

Изложение по возможности освобождено от специальных терминов и от того технического аппарата, который часто становится преградой между астрономической книгой и читателем.

В предлагаемый сборник вошли главы, относящиеся к Земле, Луне, планетам, звёздам и тяготению, причём составитель избирал преимущественно такой материал, который обычно в популярных сочинениях не рассматривается. Темы, не представленные в этом сборнике, автор надеется обработать со временем во второй книге «Занимательной астрономии». Впрочем, сочинение подобного типа вовсе и не ставит себе задачей равномерно исчерпать всё богатейшее содержание современной астрономии.

Я. И. Перельман умер в 1942 г. во время блокады Ленинграда и не успел выполнить своё намерение написать продолжение этой книги.

4. Астрономия: учебник для 11 класса средней школы (Воронцов-Вельяминов Б. Л.)

Представленный учебник состоит из 7 глав. Каждая глава рассказывает об отдельных элементах астрономии: основы астрономии, практические наблюдения, движение небесных тел, методы астрофизических исследований, природа тел солнечной системы, строение и эволюцию. Особенностью данного учебника является то, что в начале каждой главы закладывается проблематика, в учебнике приводятся примеры решения задач, вопросы и задания по каждому параграфу, указания к астрономическим наблюдениям, проектная деятельность.

Данный учебник выбран как официальный учебник по астрономии для 10–11 классов.

1.3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. ГАЛАКТИКИ И ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ

Одним из основных вопросов, которые не выходят из сознания человека, всегда был и является вопрос: «как появилась Вселенная?». Конечно же, однозначного ответа на данный вопрос нет и существует много теорий происхождения Вселенной, например, креационизм, теория струн, теория эволюции крупномасштабных структур, теория плазменной Вселенной и т. д. Мы подробнее рассмотрим теорию Большого взрыва.

Самая популярная и наиболее признанная модель происхождения нашей Вселенной. **Теория Большого взрыва** – это объяснение, основанное в основном на математических моделях, того, как и когда возникла Вселенная. Космологическая модель Вселенной, описанная в теории Большого взрыва, объясняет, как она первоначально расширилась из состояния бесконечной плотности и температуры, известного как изначальная (или гравитационная) сингулярность [13].

Согласно этой теории, около 14 миллиардов лет назад, пространства и времени не было, а вся масса Вселенной была сосредоточена в крохотной точке с невероятной плотностью – в сингулярности. Однажды из-за возникшей в ней неоднородности, произошел так называемый Большой взрыв. И с тех пор Вселенная постоянно расширяется и остывает.

Первые 10^{-43} секунды после Большого взрыва называют этапом квантового хаоса. Природа мироздания на этом этапе существования не поддается описанию в рамках известной нам физики. За этим расширением последовала космическая инфляция и резкое падение температуры. Во время этой фазы Вселенная раздувалась с гораздо большей скоростью, чем скорость света (в 1026 раз). Впоследствии Вселенная была разогрета до такой степени, что элементарные частицы (кварки, лептоны и так далее) до постепенного пони-

жения температуры (и плотности) привели к образованию первых протонов и нейтронов.

Через несколько минут после расширения протоны и нейтроны объединяются, образуя первичные ядра водорода и гелия-4. Предполагаемый радиус наблюдаемой Вселенной в течение этой фазы составлял 300 световых лет [12].

Спустя 10000 лет энергия вещества постепенно превосходит энергию излучения и происходит их разделения.

Первые звезды и галактики появились примерно через 400 миллионов лет после этого события (рис.1). Важнейшим элементом модели Большого взрыва является космическое сверхвысокочастотное фоновое излучение (реликтовое излучение), представляющий собой электромагнитное излучение, оставшееся со времен зарождения Вселенной. Реликтовое излучение остается самым убедительным доказательством большого взрыва.

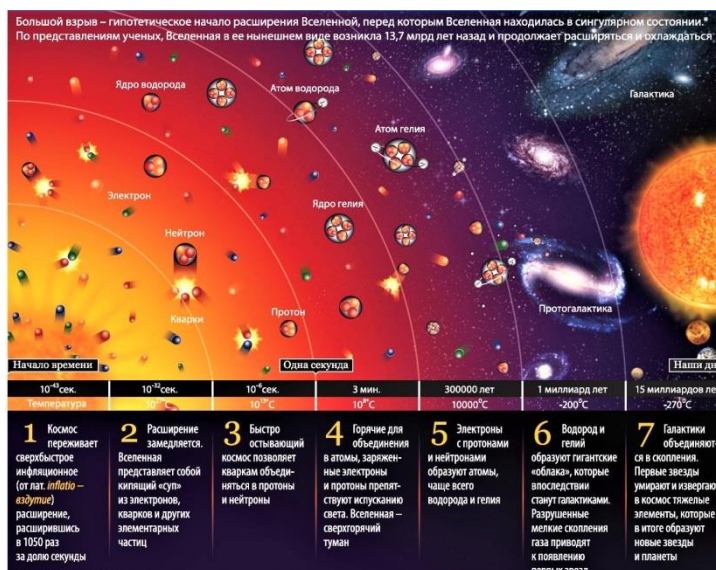


Рис. 1. Теория Большого взрыва. Стадии становления Вселенной

Теория Большого взрыва тверже встала на ноги после открытия космологического красного смещения и реликтового излучения. Два этих явления – самые весомые доводы в пользу правильности теории.

Согласно принципу гравитационной неустойчивости, частицы вещества не могут постоянно быть равномерно распределены в пространстве. Его элементы стремятся друг к другу. Тем самым создавая уплотнённые соеди-

нения. Таким образом разделение вещества с излучением значительно усилило изначальные неоднородности в распределении вещества, образовались газовые облака и сгустки материи. В последующем произошло образование звёзд. А затем из них появились целые галактики и сверхгалактики.

Солнечная система входит в состав галактики Млечный Путь. Она представляет собой плоскую систему, имеющую спиральную структуру (рис.2а.) и содержит в себе от 200 миллиардов до 400 миллиардов звезд.

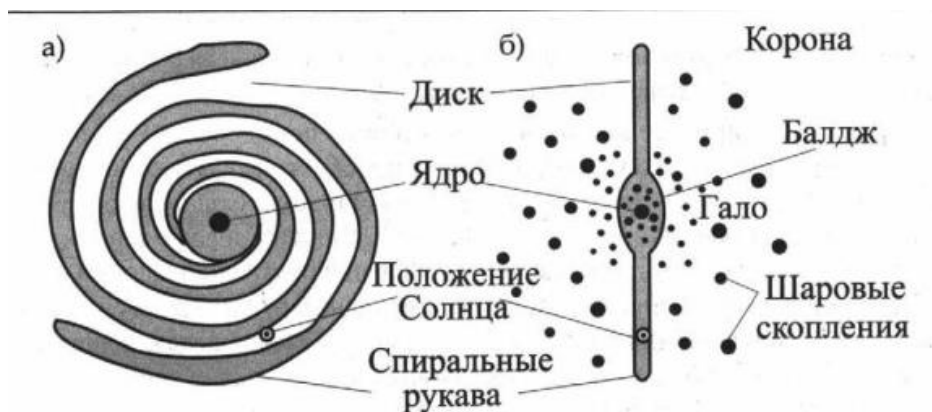


Рис. 2. Структура галактики Млечный Путь

В структуре нашей Галактики выделяют ядро и окружающие его две системы звезд: дискообразную и почти сферическую корону (гало) (рис.2б.).

Галактика Млечный Путь является спиральной галактикой с перемычкой, из концов которой начинают закручиваться спиральные рукава, расположенные в одной плоскости с диском [17]. Сам диск погружен в гало сферической формы, а вокруг него располагается сферическая корона. Галактический диск окружен сфероидным гало, состоящим из старых звезд и шаровых скоплений, концентрация повышается при приближении к ядру.

Солнечная система находится на расстоянии примерно 28000 световых лет от галактического центра, на внутреннем крае рукава, носящего название рукав Ориона (рис.3).

На ночном небе кроме звезд, принадлежащих нашей галактике, можно увидеть звезды и нескольких других галактик: Андромеды, Магеллановых облаков. Наша Галактика вместе с галактикой Андромеды, галактикой тре-

угольника и более чем 40 карликовыми галактиками-спутниками – образуют Местную группу галактик.



Рис. 3. Галактика Млечный Путь (красным кругом обозначено местоположение Солнечной системы)

Всего существует три главных типа галактик: спиральная, эллиптическая и неправильная. К первым относятся, например, Млечный Путь и Андромеда. В центре расположены объекты и черная дыра, вокруг которых вращается ореол звезд и темная материя. Из ядра ответвляются рукава. Спиральная форма образуется из-за того, что галактика не прекращает вращения [18]. Многие представители обладают лишь одним рукавом, но у некоторых их можно насчитать три и больше. Спиральные галактики бывают с перемычкой и без (рис.4). В первом типе центр пересекается плотным баром звезд. А у вторых подобного формирования не наблюдается.

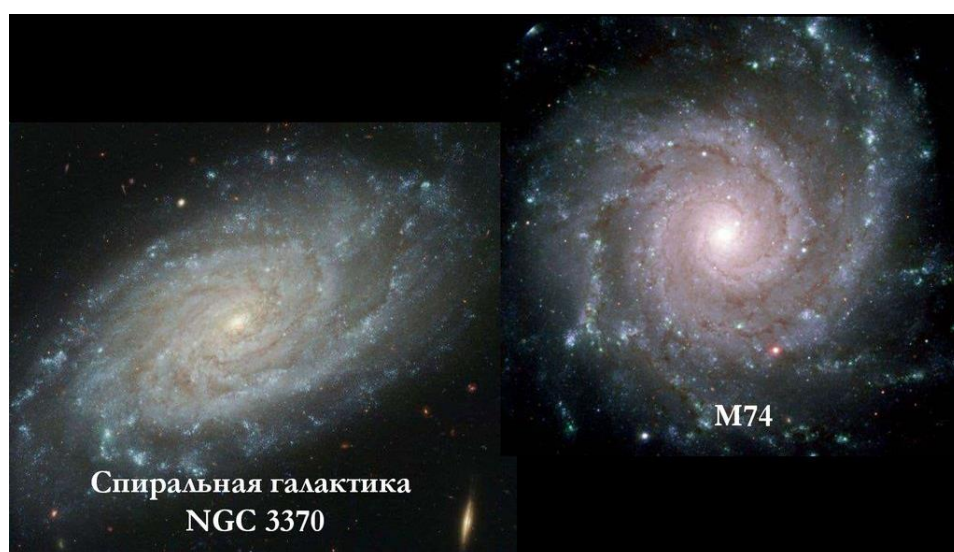


Рис. 4. Спиральные галактики: 1 – галактика NGC3370, 2 – галактика M74

Эллиптические галактики – класс галактик с четко выраженной сферической структурой и уменьшающейся к краям яркостью (рис.5). Они сравнительно медленно вращаются, заметное вращение наблюдается только у галактик со значительным сжатием. В таких галактиках нет пылевой материи, которая в тех галактиках, в которых она имеется, видна как тёмные полосы на непрерывном фоне звёзд галактики. Поэтому внешне эллиптические галактики отличаются друг от друга в основном одной чертой – большим или меньшим сжатием. Доля эллиптических галактик в общем числе галактик в наблюдаемой части вселенной – около 25 %.



Рис. 5. Эллиптические галактики: 1- галактика NGC205, 2 – галактика ES0325-004

Примерно четверть галактик представляют группу неправильных. Неправильные галактики – это галактики, которые не обнаруживают ни спиральной, ни эллиптической структуры (рис.6.). Чаще всего такие галактики имеют хаотичную форму без ярко выраженного ядра и спиральных ветвей.

Большинство неправильных галактик в прошлом являлись спиральными или эллиптическими, но были деформированы гравитационными силами. Среди неправильных числятся Магеллановы Облака [18].

Звёздное скопление – это гравитационно связанная группа звёзд, имеющая общее происхождение и движущаяся в гравитационном поле галактики как единый объект. Некоторые звёздные скопления также содержат, кроме звёзд облака газа и пыли.



Рис.6. Неправильные галактики: 1 – галактика NGC 1427a, 2 – галактика NGC 1313

По своей морфологии звёздные скопления исторически делятся на два типа – шаровые и рассеянные. В июне 2011 года стало известно об открытии нового класса скоплений, который сочетает в себе признаки и шаровых, и рассеянных скоплений [19].

Шаровые скопления, а их в некоторых галактиках насчитывается более 10 000, – это старые даже по вселенским меркам образования, имеющие возраст свыше 10 миллиардов лет (рис.7). Являясь, скорее всего, ровесниками Вселенной они могут многое рассказать ученым, сумевшим прочесть излучаемую ими информацию. Эти скопления имеют форму, близкую к сфере или эллипсоиду, и состоят из десятков тысяч звезд различной размерности – от древних красных карликов до молодых голубых гигантов, зарождающихся в самом скоплении при столкновениях населяющих его звезд.



Рис. 7. Шаровые звездные скопления: 1- скопление M15, 2 – скопление Palomar 2

Рассеянные скопления (рис.8.) гораздо моложе шаровых, возраст таких звездных конгломератов обычно оценивается в сотни миллионов лет. Обнаружить их можно только в галактиках спиральной или неправильной формы, которые склонны к продолжению процессов звездообразования, в отличие, например, от эллиптических. Рассеянные скопления содержат значительно меньше звезд, чем шаровые, зато при их наблюдении можно разглядеть каждое светило в отдельности, так как они расположены на значительном расстоянии друг от друга и не сливаются на общем небосводе.



Рис. 8. Рассеянные звездные скопления: (слева направо) 1 – скопление М7, 2 – скопление Westerlund 1, 3 – скопление R136 внутри туманности «Тарантул», 4 – скопление NGC2244 внутри туманности «Розетка»

1.4. СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

1.4.1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Солнечная система состоит из центрального небесного тела – звезды Солнца, 8 больших планет, обращающихся вокруг него, их спутников, множества малых планет – астероидов, многочисленных комет и межпланетной среды (рис.9). Большие планеты располагаются в порядке удаления от Солнца следующим образом: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун [10]. Один из важных вопросов, связанных с изучением нашей планетной системы – проблема ее происхождения. Решение данной проблемы имеет естественно-научное, мировоззренческое и философское значение. На протяжении веков и даже тысячелетий ученые пытались выяснить прошлое, настоящее и будущее Вселенной, в том числе и Солнечной системы.

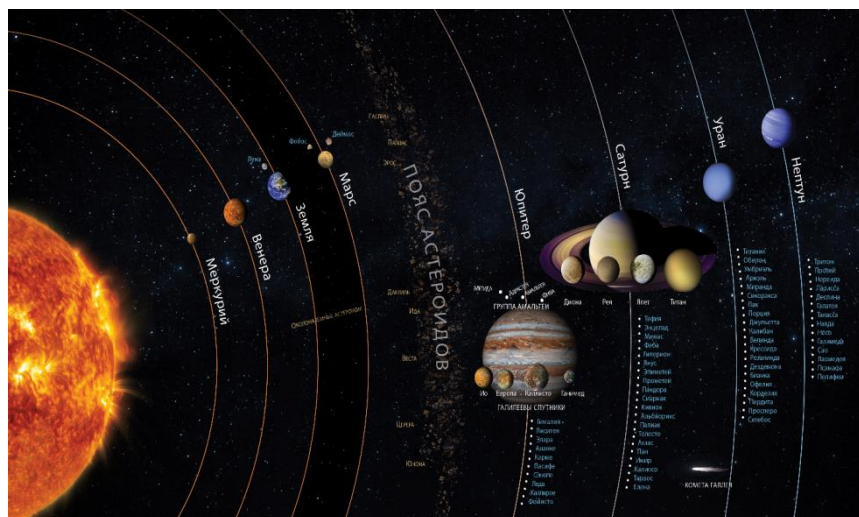


Рис. 9. Строение Солнечной системы

Согласно наиболее популярной гипотезе, Солнечная система сформировалась в результате длительной эволюции огромного холодного газопылевого облака примерно 4,57 млрд. лет назад. В 40-х гг. XX в. Отто Шмидт выдвинул гипотезу об образовании Земли и других планет из холодных допланетных тел.

В дальнейшем она получила развитие в работах его учеников в России, а также зарубежных ученых. В защиту данной гипотезы свидетельствуют

многие научные данные. Например, в последние годы вокруг нескольких звезд были обнаружены газопылевые облака, из которых могут образовываться планеты. На основании полученных данных принято считать, что все тела, входящие в Солнечную систему, образовались из облака смеси частиц, которые представляли собой ледяной, летучий и скальный компоненты. Именно из этих компонентов в различных соотношениях и состоят тела Солнечной системы.

Общая масса Солнечной системы составляет около $1,0014 M_{\odot}$. Большая часть её приходится на Солнце; оставшаяся часть практически полностью содержится в восьми отдалённых друг от друга планетах, имеющих близкие к круговым орбиты, лежащие почти в одной плоскости – плоскости эклиптики.

В Солнечной системе существуют две области, заполненные малыми телами. Пояс астероидов, находящийся между Марсом и Юпитером, схож по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов (рис. 0). Крупнейшими объектами пояса астероидов являются карликовая планета Церера и астероиды Паллада, Веста и Гигея. За орбитой Нептуна располагаются транснептуновые объекты, состоящие из замёрзшей воды, аммиака и метана, крупнейшими из которых являются Плутон, Седна, Хаумеа, Макемаке, Кварвар, Орк и Эрида [9].

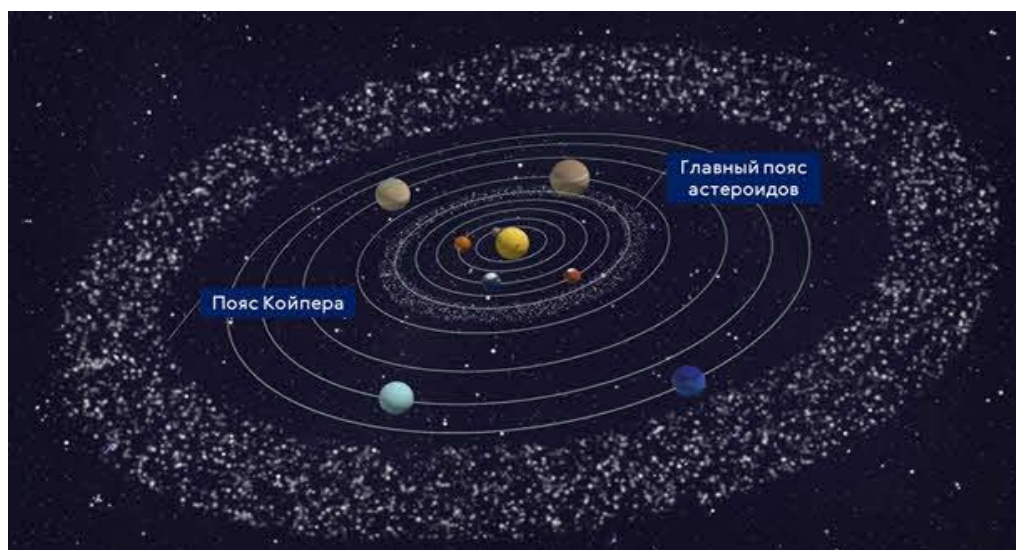


Рис. 10. Расположение пояса астероидов и пояса Койпера

В Солнечной системе существуют и другие популяции малых тел, такие как планетные квазиспутники и троянцы, околоземные астероиды, кентавры, дамоклоиды, а также перемещающиеся по системе кометы, метеороиды и космическая пыль.

Солнечная система входит в состав галактики Млечный Путь (рис.11).

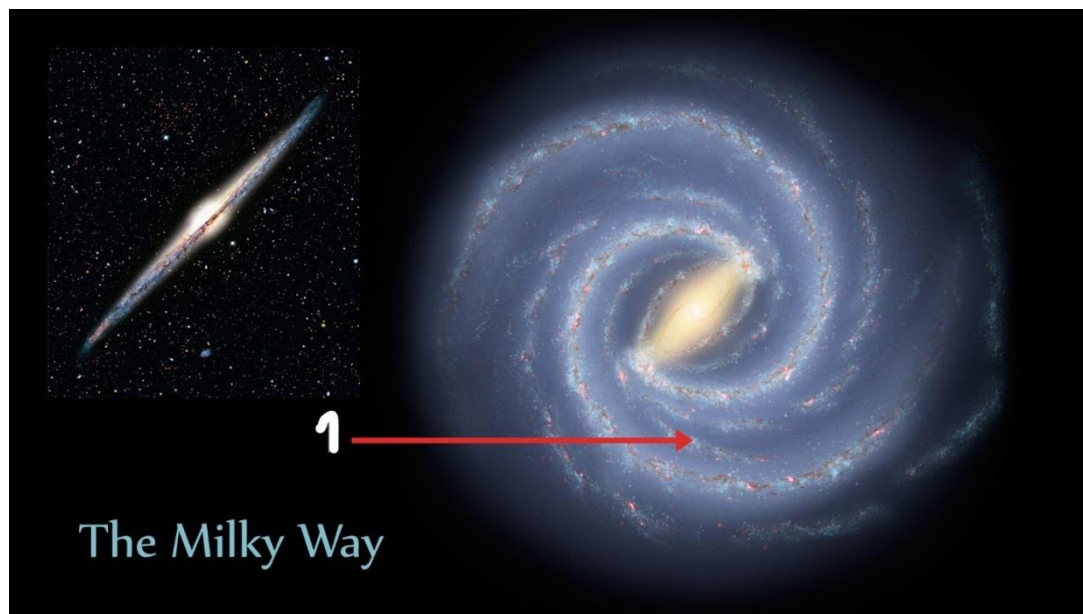


Рис. 11. Галактика Млечный Путь: 1- Солнечная система

1.4.2. ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Полагают, что планеты земного типа появились первыми. Изначально пылинки сливались, создавая большие объекты. Они располагались ближе к Солнцу, поэтому летучие вещества испарялись. Небесные объекты разрастались до километрового размера, становясь планетезималями. Затем они накапливали все больше пыли и материала. Анализ показывает, что на раннем этапе развития Солнечной системы могло присутствовать около сотни протопланет, чьи размеры варьировались между Луной и Марсом. Они постоянно сталкивались, за счет чего сливались, выбрасывая мусорные осколки. В итоге, уцелели 4 крупные планеты земной группы: Меркурий, Венера, Марс и Земля (рис.12).

Структура и особенности: Все тела наделены схожей структурой: ядро из металла, наполненное железом и окруженное мантией из силикатов. Их

поверхностный шар укрыт кратерами, вулканами, горами, каньонами и прочими формированиями [20]. Есть вторичные атмосферы, созданные вулканической активностью или прибытием комет. Обладают малым количеством спутников или вообще лишены подобных особенностей (у Земли – Луна, а у Марса – Фобос и Деймос). Не наделены кольцевыми системами.



Рис. 12. Планеты земной группы

Гидросфера, напротив, является особенностью нашей планеты. Атмосфера отсутствует лишь у Меркурия.

Меркурий – ближайшая к Солнцу планета, во многом похожа на Луну, которую Меркурий лишь немного превосходит по размерам. Наделена тонким атмосферным слоем, из-за чего постоянно замерзает и накаляется. Характеризуется высокой плотностью с железом и никелем. Магнитное поле достигает лишь 1% от земного. Большую часть поверхности, так же, как и на Луне, занимают глубокие кратерные шрамы, заполненные застывшей лавой, неровные возвышенные материки и слабый слой силикатных частичек.

Венера по размеру напоминает Землю, но ее атмосфера слишком плотная и переполнена монооксидом углерода. Так же в атмосфере Венеры зарегистрированы грозовые разряды. По концентрации частиц облачный слой Венеры напоминает земной туман с видимостью в несколько километров. Для солнечного излучения облака Венеры достаточно прозрачны, так что освещенность на ее поверхности примерно такая же как на Земле в пасмурный день. Однако из-за плотности атмосферы и этого количества солнеч-

ной энергии достаточно, чтобы на планете возник парниковый эффект, вследствие чего температура на поверхности Венеры установилась выше, чем на Меркурии. На большей части поверхности расположены активные вулканы и глубокие каньоны. Кратеров мало, потому что метеоры сгорают в атмосфере, а следы от столкновений покрываются новым материалом благодаря вулканам.

Земля – самая крупная среди планет земной группы и обладает огромным количеством жидкой воды. Она нужна для жизни, которая развивается во всех формах. Есть скалистая поверхность, укрытая каньонами и возвышенностями, а также тяжелое металлическое ядро. В атмосфере присутствует водяной пар, способствующий смягчению суточного температурного режима. На планете существует смена регулярных сезонов. Наибольший нагрев достается участкам возле экваториальной линии. Но показатели растут из-за человеческой деятельности [7].

Марс располагает самой высокой горой в Солнечной системе – Олимп, высотой 27 км. Из всех планет Марс более всего похож на Землю по характеру процессов, происходящих в атмосфере. Но природные условия на Марсе весьма суровы: средняя температура на поверхности составляет -60°C , на полюсах понижается до -150°C , при этом замерзает не только вода, но и углекислый газ, превращаясь в сухой лед. На полюсах имеются полярные шапки, состоящие из смеси обычного и сухого льда, которые с наступлением теплого времени года испаряются.

Предполагается, что на Марсе существуют значительные запасы воды, скрытые в слое вечной мерзлоты, аналогичном существующему в отдельных районах Земли, что дает надежду на обнаружение признаков жизни на поверхности планеты.

1.4.3. ГАЗОВЫЕ ГИГАНТЫ

Главное отличие планет-гигантов заключается в том, что у них нет привычной нам твердой поверхности. Они представляют собой огромные

шары, состоящие по большей части из газов. По этой причине их часто называют газовыми гигантами [6].

Однако всё же гиганты не состоят полностью из газов. Дело в том, что атмосфера по мере приближения к центру планеты становится всё более плотной, и в результате она переходит из газообразного состояния в жидкое. Однако четкой границы между океаном и атмосферой у газовых гигантов нет. Кстати, состоит по большей части из жидкого водорода.

На ещё больших глубинах давление возрастает настолько высоко, что жидкий водород становится металлическим. Под слоем металлического водорода располагается ядро планеты, состоящее из предельно сжатых каменных пород (рис.13).

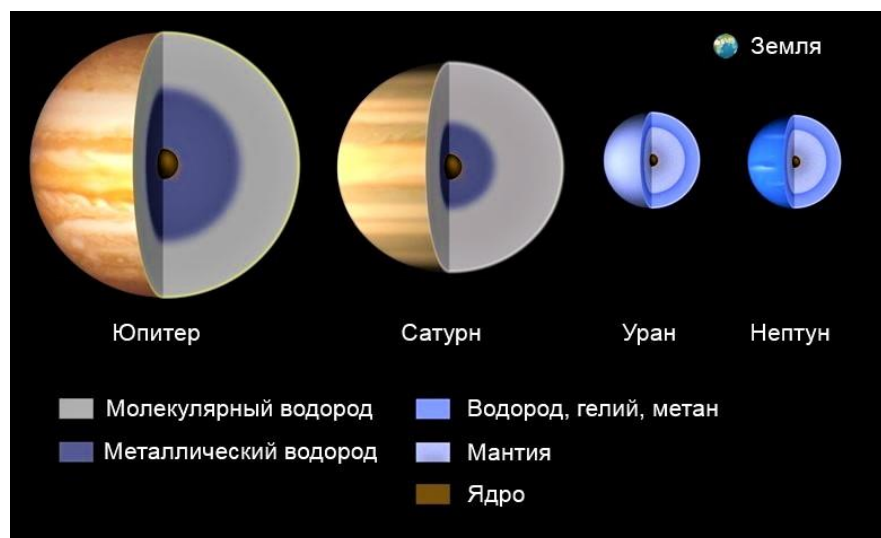


Рис. 13. Строение планет - газовых гигантов

Вторая важная особенность газовых гигантов – их огромные размеры. Самый маленький газовый гигант в Солнечной системе – это Нептун, чей средний радиус равен 24622 км. Для сравнения – наибольшей землеподобной планетой является сама Земля, чей радиус составляет всего 6371 км. Самым же большим газовым гигантом является Юпитер. Его радиус оценивается в 69911 км, а масса превосходит земную почти в 318 раз.

Для Солнечной Системы характерно то, что все планеты-гиганты располагаются значительно дальше от центральной звезды, чем орбиты землеподобных планет. Вообще принято делить Солнечную систему на две обла-

сти – внутреннюю, в которой расположены орбиты землеподобных планет, и внешнюю, где лежат орбиты гигантов.

Газовые гиганты отличаются тем, что день на них существенно короче, чем на Земле. В то же время из-за большой удаленности от Солнца год на этих планетах длится очень долго. На Нептуне его продолжительность составляет 164 земных года. В результате один год на планетах-гигантах состоит из тысяч и даже десятков тысяч дней.

Также гиганты обладают кольцами. Впервые они были открыты у Сатурна ещё в 1656 г. с помощью обыкновенного телескопа с 50-кратным увеличением [1]. Кольца остальных гигантов удалось обнаружить только во второй половине XX в., во многом благодаря пролету рядом с этими планетами космических зондов. Кольца гигантов представляют собой множество мелких частиц пыли и газа, которое всегда располагается в точности над экватором планеты.

1.4.4. СПУТНИКИ ПЛАНЕТ

Естественные спутники планет Солнечной системы с давних времен вызывали живой интерес у астрономов. По сегодняшний день ученые занимаются их изучением.

Естественные спутники планет – это космические тела естественного происхождения, которые вращаются вокруг планет. Наиболее интересными для нас представляются естественные спутники планет Солнечной системы, так как они находятся в непосредственной близости от нас.

В Солнечной системе всего две планеты не имеют естественных спутников. Это Венера и Меркурий. Хотя предполагается, что ранее у Меркурия естественные спутники были, однако данная планета в процессе своей эволюции их лишилась [12]. Что касается остальных планет Солнечной системы, то каждая из них имеет как минимум один естественный спутник.

Планеты-гиганты обладают огромным количеством спутников. На 2020 г. известно о 79 спутниках Юпитера, 82 спутниках у Сатурна, 27 лунах Урана и ещё о 14 нептунских спутниках. В тоже время у 4 землеподобных

планет в сумме есть только три спутника: Луна (вращается вокруг Земли), Фобос и Деймос (принадлежат Марсу). Стоит отметить, что спутники газовых гигантов сильно отличаются по размеру, но крупнейшие из них (Ганимед и Титан) по своему радиусу превосходят Меркурий (рис.14).



Рис. 14. Сравнительные размеры крупнейших спутников Солнечной системы и планет Земной группы

Данные о природе и химическом составе спутников планет-гигантов, полученные в последние годы с помощью космических аппаратов, стали еще одним подтверждением справедливости современных представлений о происхождении тел Солнечной системы. В условиях, когда водород и гелий на периферии протопланетного облака почти полностью вошли в состав планет-гигантов, их спутники оказались похожими на Луну и планеты земной группы. Все спутники состоят почти из тех же веществ, что и планеты земной группы – оксидов, силикатов и сульфидов металлов, а также водяного льда.

В числе этих спутников мы можем обнаружить, как весьма непримечательные объекты, состоящие в основном из камня.

1.4.5. ПОЯС АСТЕРОИДОВ

В 18 веке ученые могли составить примерную карту нашей Солнечной системы, изучив орбитальные пути планет. Отсюда появился закон Тиция-Боде, предсказавший пространственные промежутки между планетами. Четко вырисовывалось, что между Марсом и Юпитером наблюдается примечательный разрыв, привлекий внимание исследователей. Кроме того, в объективы начали попадать мелкие тела, которые позже именуют «астероидами», а затем вышли и на сам «пояс» [2].

Изначально полагали, что астероидный пояс – результат развала или взрыва большой планеты, известной как планета Ольберса или планета Фэзтон, расположенной между Марсом и Юпитером. Эту теорию предложили Г. Олбдерс и У. Гершель. Но ее отбросили. Прежде всего, для уничтожения планеты потребуется огромное количество энергии, кроме того не существует способа развалить достаточной крупную одиночную планету. К тому же, факт в том, что весь астероидный объем по массе достигает всего лишь 4% лунной, больше половины её сосредоточено в четырёх крупнейших объектах: Церера, Паллада, Веста и Гигея (рис.15). Их средний диаметр составляет более 400 км, а самый крупный из них, Церера, единственная в главном поясе карликовая планета, имеет диаметр более 950 км и вдвое превышает суммарную массу Паллады и Весты. Но большинство астероидов, которых насчитывается несколько миллионов, значительно меньше, вплоть до нескольких десятков метров.

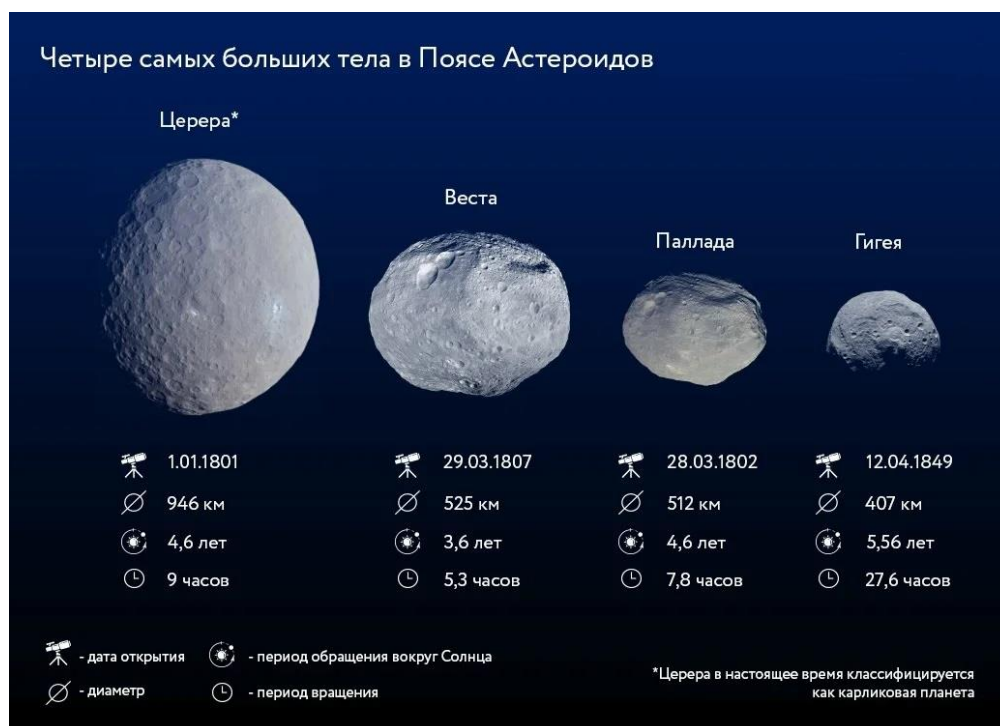


Рис. 15. Характеристики крупнейших тел Пояса астероидов

Да и сами объекты отличаются по химическому составу. Большинство специалистов второй половины XX века пришло к выводу, что астероиды – несформировавшаяся планета, на что указывали широкое распространение

астероидов по большим полуосям планет, а так же зависимость химсостава от расстояния до Солнца [5]. Сегодняшний вывод состоит в том, что астероиды выступают остаточным материалом ранней Солнечной системы и они никогда не были частью планеты. В первые миллионы лет, когда гравитационная аккреция привела к планетному формированию, скопления материала слились в крупные объекты. Причина такого состава пояса астероидов в том, что он начал формироваться непосредственно вблизи Юпитера, чьё гравитационное поле постоянно вносило серьёзные возмущения в орбиты планетезималей. Получаемый от Юпитера избыток орбитальной энергии приводил к сильным столкновениям этих тел между собой, что препятствовало их слипанию в протопланету и её дальнейшему формированию.

В результате большинство планетезималей оказались раздробленными на многочисленные мелкие фрагменты, большая часть из которых либо была выброшена за пределы Солнечной системы, либо перешла на вытянутые орбиты, по которым они, попадая во внутреннюю область Солнечной системы, сталкивались с планетами земной группы.

Но не стоит воспринимать астероиды как первоначальный материал системы. Они прошли сквозь длительный эволюционный этап [4]. Поэтому современный пояс вмещает лишь незначительную массу изначального. Компьютерные модели полагают, что ранняя массивность сопоставлялась с земной. Из-за гравитационных колебаний большую часть выбросило спустя миллион лет после формирования. При создании первого астероида температура на удаленности 2.7 а.е. от Солнца соответствовала «снежной линии».

1.4.6. ПОЯС КОЙПЕРА

Пояс Койпера представляет собой большое кольцо, состоящее из ледяных небесных тел. В нашей системе есть еще один похожий объект, который находится между Марсом и Юпитером. Он известен вам как пояс астероидов. Сегодня в эту область входит и Плутон, который, больше не считается пла-

нетой. Первым существование объектов далеко за Нептуном предположил астроном Фредерик Леонард в 1930 году [14]. По его мнению, Плутон – далеко не самый далекий объект Солнечной системы. И он оказался прав. 13-ю годами позже, еще один астроном Кеннет Эджворт подтвердил слова Леонарда, выдвинув свою гипотезу о том, что на границе нашей системы находится туманность, наполненная мелкими телами, которые так и не собрались в единую планету. В 1951 году Джерард Койпер, американский астроном голландского происхождения, написал работу, в которой говорил, что это странно, что Солнечная система заканчивается на Плутоне, и, возможно, она продолжается и после него. Ирония состоит в том, что Койпер не предположил существования того, что впоследствии стало называться поясом Койпера. Он предположил, что его там нет.

Научный метод часто описывается как предположения, которые доказаны наблюдениями. Но наука часто работает не так. В астрономии почти ничего не открывается с помощью предположений и почти все важное открывается случайно. Теории часто создаются, чтобы описать новые вещи, которые поддаются наблюдениям. Редко бывает так, что выдвинутое предположение подтверждается наблюдениями. Мы просто недостаточно хороши для этого. Тем не менее без подходящей модели в 1985 году мы бы не знали, что тот факт, что на границах Солнечной системы пусто, кажется странным. За Сатурном были Уран, Нептун и Плутон – три объекта. При этом внутренняя часть Солнечной системы полна разных объектов: астероидов, комет, других планет. И это было очень странно: почему Солнечная система должна быть пустой с краю и полной объектов внутри? Поэтому астрономы решили провести исследование. Она пустая, так как все объекты отдалены, либо она пустая, потому что далекие объекты слишком тусклые, чтобы мы их заметили. Ученые еще не задумывались о поясе Койпера, не задумывались о том, что находится за Нептуном, их успокаивало знание об объектах за Сатурном, и больше не о чем было говорить. В итоге началось исследование, которое называли «исследование медленных объектов». Оно было нацелено на то, что-

бы найти что-то за Сатурном. Годами ученые не находили ничего интересного. Было найдено много объектов вроде астероидов внутри Солнечной системы, но за Сатурном – ничего, а искали именно это. На исследование потратили около 5 лет и не находили ничего ценного вплоть до 1992 года. А потом нашли объект [15]. Он был не просто за орбитой Сатурна – он был далеко за пределами известного региона Солнечной системы. Этот объект назвали 1992 QB1. Это был самый далекий объект, который когда-либо наблюдался в Солнечной системе. Данная находка вдохновила исследователей на дальнейшее изучение области за Сатурном.

После того как нашли 1992 QB1, они начали находить и другие объекты. По подсчетам нашли около 40 или 50 объектов в течение следующих нескольких лет. Другие ученые присоединились к этой игре, и к середине 2016 года общее число известных объектов составляло почти 2000 (рис.16). Это очень много.



Рис. 16. Графическое изображение крупнейших объектов и расположения Пояса Койпера

Пояс Койпера сильно повлиял на понимание происхождения и динамики Солнечной системы. До этого Солнечная система была похожа на часы: набор планет, вращающихся вокруг Солнца непринужденно, стабильно, предсказуемо и даже скучно. После обнаружения пояса Койпера, а особенно резонансных объектов, из-за которых мигрируют планеты, появились не-

обыкновенные возможности. Если планеты уносились туда, где они находятся сейчас, они, возможно, прошли через резонансы друг друга. Если это так, то они сотрясли Солнечную систему, и произошли разные хаотичные процессы. В некоторых моделях потеря 99,9% объектов пояса Койпера могла произойти в результате сильного сотрясения Солнечной системы, которое случилось в результате взаимодействий между Юпитером и Сатурном, которое произошло в результате миграции планет.

1.4.7. ГРАНИЦЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Почти все, изучая в школе астрономию или просто интересуясь звездным небом, более или менее представляют себе Солнечную систему. Знают, что ее центром является наше светило, вокруг которого по своим орбитам вращаются различные небесные тела. Но Вселенная не заканчивается на этом. Она безгранична. Так что же там, за пределами Солнечной системы?

Благодаря использованию орбитального телескопа Кеплера удалось найти много экзопланет. Так же мы побывали вне нашей области галактики благодаря межпланетной станции НАСА, запущенной в 70-х годах 20 века. Этот зонд является вершиной технологических и инженерных достижений того времени.

Запустили его в далеком 2009 году. В задачи Кеплера входило обнаружение внесолнечных планет. Спустя пару лет ученые начали получать множество снимков. И по последним из них стало очевидно, что зонд справился с поставленной задачей намного лучше, чем ожидалось. И, как говорят ученые, работающие в проекте, таких планетоподобных объектов много. Завершив подсчеты, они полагают, что приблизительно 1,2 % звезд имеют схожие с нашей Землей планеты [20].

Принятая в астрономии граница Солнечной системы начинается на удалении порядка 4,5 миллиарда километров на радиусе орбиты самой дальней планеты Нептун (рис.17). Здесь же начинается пояс Койпера – масса кар-

ликовых ледяных тел, в состав пояса входит Плутон, который до 2006 года считался полноценной планетой.

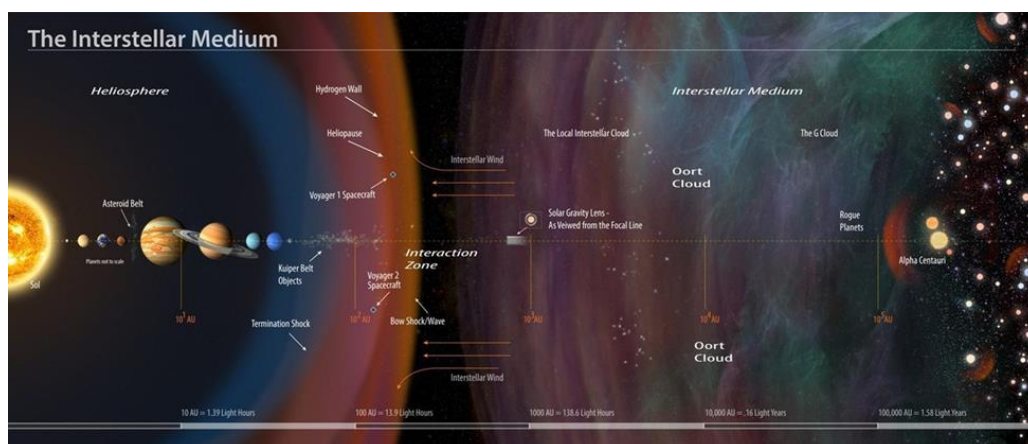


Рис. 17. Графическое изображение межзвездного пространства

Где заканчивается Солнечная система? На этот вопрос ответим так. Известный нам мир заканчивается на удалении 14 миллиардов километров.

Здесь спровоцированный нашим светилом поток ионизированных космических частиц сталкивается с межзвёздным веществом, еще называемый солнечный ветер, и создает ударную волну. В этой области начинается межзвездное пространство, образуя конечную границу. При этом гравитация центральной звезды еще действует, но ее величина уже достаточно мала [6]. Покидая мир рядом с Солнцем, мы надеемся найти фрагмент Вселенной, аналогичный нашему.

1.5. НАГЛЯДНЫ ПОСОБИЯ ПО АСТРОНОМИИ. ПОСТЕРЫ

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 июня 2017 г. N 506 в современных школах начал преподаваться предмет Астрономия. На данный момент официального списка оснащения таких кабинетов нет. Тем не менее, для астрономических классов существует большой ассортимент обучающих инструментов и тематических пособий, которые помогают освоить непростую, но интересную дисциплину детям разных возрастов. Ниже представлено несколько примеров наглядных пособий и постеров для школы по теме «Солнечная система».

Рассмотрим несколько пособий для изучения астрономии в школе.

1. Постер «Солнечная система» (рис.18). Данное пособие можно использовать для изучения планет: расположение, масштаб относительно Солнца и других планет, состав планет, орбиты.



Рис. 18. Постер «Солнечная система»

2. Плакат «Солнечная система» (рис.19). На данном плакате представлено упрощенное представление Солнечной системы, планеты разделены на две группы «планеты земной группы» и «планеты-гиганты», также представлены данные об удаленности планет от Солнца.

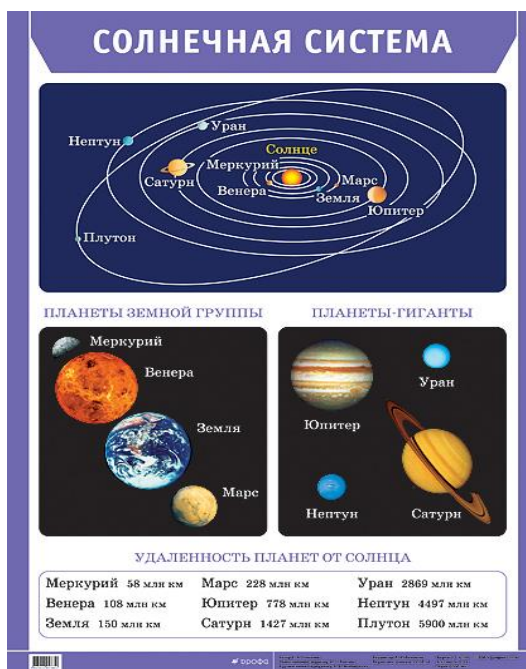


Рис. 19. Плакат «Солнечная система»

5. Глобус звездного неба (рис.22). Глобус звёздного неба отображает звёзды и созвездия небесного свода, и является отличным помощником при изучении астрономии.



Рис. 22. Глобус звездного неба

6. Механическая модель «Небесная сфера» (рис.23). Предназначена для демонстрации определения координат небесных тел и видимого годового движения Солнца по небосводу. Представляет собой шар, в центре которого размещена модель Земли, при этом ось Земли совпадает с осью мира. Вся модель вращается вокруг оси.



Рис. 23. Модель «Небесная сфера»

7. Плакат «Строение Солнечной системы» (рис.24). Данное наглядное пособие имеет информацию о Солнце, каждой из 8 планет Солнечной системы (открытие, характеристики, интересные факты), о крупных спутниках планет, количестве спутников, о карликовых планетах, о поясе астероидов и поясе Койпера, сравнительных размерах планет.



Рис. 24. Плакат «Строение Солнечной системы»

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ШКОЛЬНЫХ УРОКОВ АСТРОНОМИИ

2.1. ПОСТЕР НА ТЕМУ «СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА»

2.1.1. ОПИСАНИЕ



Рис. 25. Постер «Солнечная система»

На данном постере изображены: Солнце, планеты земной группы, пояс астероидов, планеты-гиганты и их крупные спутники, карликовые планеты (Плутон, Харон, Хаумеа, Макемаки, Церера), пояс Койпера. В нижней части постера имеются информационные таблички с основными характеристиками Солнца, планет, пояса астероидов и пояса Койпера, интересными фактами.

2.1.2. РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Данный постер может использоваться как наглядное пособие при изучении на уроках астрономии темы «Солнечная система».

Первое, что мы видим на красочном постере – это Солнце. От него исходит некое излучение, известное как солнечный свет, на самом деле представляет собой смесь электромагнитных волн, от инфракрасных до ультрафиолетовых лучей. Так же мы можем обратить внимание на различие цветов

поверхности Солнца. В центре оно имеет бело-желтую окраску, а к периферии становится красным – это связано с разностью температур на поверхности Солнца. Так температура верхних слоев 5800 градусов Цельсия, температура солнечной короны – 150 000 градусов Цельсия, температура ядра – 13500000 градусов Цельсия.

Следующими по порядку располагаются планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля и Марс. Их подробные характеристики представлены в главе 1.4.2 данной работы.

Стоит заметить, что левая сторона каждой из этих планет изображена ярче, таким образом обозначено излучение, исходящее от Солнца.

В данной теме учитель может рассказать подробнее о каждой планете и указать их на постере. Например, посмотрите, поверхность Меркурия неоднородна, она покрыта кратерами, что может свидетельствовать о падении метеоритов на поверхность. А также внешне она похожа на лунную, что указывает на отсутствие внутренней геологической активности в последние миллиарды лет.

Следующая планета – Венера. Она отличается ярко-красным цветом, что обусловлено высокой температурой поверхности (735 К). Такая высокая температура возникает из-за высокой плотности атмосферы, состоящей на 95% из углекислого газа и слоем облаков из серной кислоты, обладающих высокой отражающей способностью.

Третья по счету планета – Земля. Единственное известное, на данный момент, тело Солнечной системы, населенное живыми организмами. На постере планета изображена голубой с вкраплениями зеленого и коричневого – это материки. А голубой цвет мы видим из-за водных бассейнов, а также озонового слоя, создающего вместе с магнитным полем Земли барьер от солнечной радиации.

Земля имеет естественный спутник – Луну. Ее вы так же можете видеть на постере. Луна движется по орбите вокруг Земли, тем самым влияя на вод-

ную поверхность планеты – создавая приливы и отливы. Данное явление происходит из-за влияния магнитного поля Луны.

И последняя планета из группы земных – Марс. Особенности поверхностного рельефа Марса можно считать ударные кратеры наподобие лунных, а также вулканы, долины, пустыни и полярные ледниковые шапки наподобие земных. Марс имеет оранжево–красный цвет из-за содержания на поверхности слоя пыли, содержащего большое количества окиси железа. Цвет кажется насыщенно-красным из-за оптических свойств наноразмерных оксидов железа, которые преобладают в видимом участке спектра. Так же известно, что небо на Марсе имеет карсный оттенок из-за взвеси пыли с содержанием оксида железа. Марс имеет два естественных спутника – Фобос и Деймос.

Если внимательно рассматривать данный постер, можно заметить небольшие точки серого цвета между планетами земной группы и планетами–гигантами – это пояс астероидов. Его сложно заметить на постере, но так и должно быть. Ведь пояс состоит из обычных камней, которые слабо отражают свет.

За поясом астероидов расположились планеты – газовые гиганты. Первая из них Юпитер. Крупнейшая планета Солнечной системы. Имеет, как минимум, 79 спутников. Крупнейшие из них представлены на постере: Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Планета почти полностью состоит из газов – в основном водорода и гелия. У Юпитера нет твердой поверхности, поэтому мы видим на его поверхности полосы – это смесь газов разной плотности.

Вторая планета среди газовых гигантов – Сатурн. Как и Юпитер, данная планета состоит из газов и не имеет твердой поверхности. Сатурн обладает заметной системой колец, состоящей главным образом из частичек льда, меньшего количества тяжёлых элементов и пыли. Вместе эти кольца отражают больше света, чем диск Сатурна, поэтому мы видим из изображенными более ярко. Вокруг планеты обращается 82 известных на данный момент спутника. Титан – самый крупный из них.

Следующая планета, изображенная на постере, Уран. Самая холодная планета Солнечной системы, температура поверхности составляет 49 К. Планета в основном состоит из водорода и гелия, а также большого количества льда: водного и метанового, что придает планете голубоватый цвет. Как и у других газовых гигантов, у Урана есть система колец и магнитосфера, а кроме того 27 спутников.

И замыкает ряд планет Нептун – самая синяя планета в Солнечной системе. Нептун близок по составу к Урану. И две эти планеты выделены в особую группу – Ледяные гиганты. Как и Уран, содержит в атмосфере водород, гелия и большее количество льдов: водного, аммиачного и метанового. Следы метана во внешних слоях атмосферы являются причиной синего цвета планеты. Имеет 14 спутников, крупнейший – Тритон.

Далее мы можем увидеть на постере небольшие цветные круги – это карликовые планеты: Плутон, Эрида, Макемаке, Хаумеа и крупнейший астероид Церера. Все представленные карликовые планеты, кроме Цереры, имеют свои спутники.

Заканчивается постер поясом Койпера. Он похож на пояс астероидов, но в 20 раз шире и примерно в 20-200 раз массивнее последнего. Как и пояс астероидов, он состоит в основном из малых тел, то есть материала, оставшегося после формирования Солнечной системы. В отличие от объектов пояса астероидов, которые в основном состоят из горных пород и металлов, объекты пояса Койпера состоят главным образом из летучих веществ, таких как метан, аммиак и вода.

2.2. СБОРНИК ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО АСТРОНОМИИ

Задание 1. Перевод из часов в градусы.

В астрономии принято измерять многие величины, например, прямое восхождение звезды не в градусах, а в часовой мере. Данное задание помогает учащимся научиться переводить часы в градусы и наоборот.

№ Вар-та	Задание 1		Задание 2		Задание 3	
	Хч Хмин Хс	Х°Х'Х''	Хч Хмин Хс	Х°Х'Х''	Хч Хмин Хс	Х°Х'Х''
1	5ч 6мин 13с	76°33'15"	0ч 23мин 14с	5°48'30"	18ч 53мин 1с	283°15'15"
2	10ч 15мин	153°45'	1ч 39мин	114°45'	4ч 59мин 17с	74°49'15"
3	0ч 13мин	3°15'	16ч 55мин	253°45'	1ч 19мин 46с	19°56'30"
4	22ч 36мин 4с	339°1'	3ч 2мин 45с	45°41'15"	23ч 59мин 5с	359°46'15"
5	8ч 47мин 13с	131°48'15"	9ч 34мин	143°30'	19ч 23мин 6с	290°46'30"
6	0ч 56мин 12с	14°3'	8ч 27мин 6с	126°31'45"	0ч 23мин 14с	5°48'30"
7	1ч 39мин	114°45'	22ч 36мин 4с	339°1'	0ч 13мин	3°15'
8	1ч 19мин 46с	19°56'30"	18ч 53мин 1с	283°15'15"	8ч 47мин 13с	131°48'15"
9	23ч 59мин 5с	359°46'15"	0ч 29мин 22с	7°20'30"	9ч 34мин	143°30'
10	16ч 55мин	253°45'	4ч 59мин 17с	74°49'15"	1ч 39мин	114°45'
11	0ч 23мин 14с	5°48'30"	19ч 23мин 6с	290°46'30"	8ч 27мин 6с	126°31'45"
12	9ч 34мин	143°30'	10ч 15мин	153°45'	0ч 29мин 22с	7°20'30"
13	6ч 28мин 8с	97°2'	0ч 15мин 15с	3°48'30"	0ч 56мин 12с	14°3'
14	18ч 53мин 1с	283°15'15"	17ч 23мин 2с	260°45'30"	16ч 55мин	253°45'
15	2ч 29мин 9с	37°17'15"	5ч 26мин 10с	81°32'30"	3ч 2мин 45с	45°41'15"
16	8ч 27мин 6с	126°31'45"	5ч 6мин 13с	76°33'15"	12ч 38мин 4с	189°31'
17	3ч 2мин 45с	45°41'15"	8ч 47мин 13с	131°48'15"	0ч 11мин 4с	2°46'
18	4ч 59мин 17с	74°49'15"	12ч 38мин 4с	189°31'	22ч 36мин 4с	339°1'
19	0ч 29мин 22с	7°20'30"	17ч 29мин	262°15'	10ч 15мин	153°45'
20	23ч 29мин 5с	352°16'15"	10ч 31мин 7с	157°46'45"	17ч 29мин	262°15'
21	19ч 23мин 6с	290°46'30"	23ч 59мин 5с	359°46'15"	2ч 29мин 9с	37°17'15"
22	0ч 15мин 15с	3°48'30"	0ч 11мин 4с	2°46'	13ч 56мин	209°
23	17ч 23мин 2с	260°45'30"	6ч 28мин 8с	97°2'	5ч 6мин 13с	76°33'15"
24	5ч 26мин 10с	81°32'30"	0ч 56мин 12с	14°3'	23ч 29мин 5с	352°16'15"
25	12ч 38мин 4с	189°31'	13ч 56мин	209°	10ч 31мин 7с	157°46'45"

26	17ч 29мин	262 ⁰ 15'	14ч 19мин 3с	214 ⁰ 45'45"	6ч 28мин 8с	97 ⁰ 2'
27	10ч 31мин 7с	157 ⁰ 46'45"	0ч 13мин	3 ⁰ 15'	0ч15мин 15с	3 ⁰ 48'30"
28	0ч 11мин 4с	2 ⁰ 46'	14ч 3мин 3с	210 ⁰ 45'45"	1ч 19мин 46с	19 ⁰ 56'30"
29	13ч 56мин	209 ⁰	23ч 29мин 5с	352 ⁰ 16'15"	5ч 26мин 10с	81 ⁰ 32'30"
30	14ч 19мин 3с	214 ⁰ 45'45"	2ч 29мин 9с	37 ⁰ 17'15"	17ч 23мин 2с	260 ⁰ 45'30"

Задание 2. Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам.

Подвижная карта звездного неба позволяет находить координаты любой из представленных звезд. Учащие должны также уметь найти саму звезду, зная ее координаты: прямое восхождение и склонение.

№ Вар-та	Задание 1		Задание 2		Задание 3	
	$\alpha = \dots,$ $\delta = \dots$	Название звезды	$\alpha = \dots,$ $\delta = \dots$	Название звезды	$\alpha = \dots,$ $\delta = \dots$	Название звезды
1	$\alpha = 5\text{ч } 17\text{м}$ $\delta = +46^\circ 00'$	α – Возничего	$\alpha = 7\text{ч } 35\text{м}$ $\delta = +31^\circ 52'$	α – Близнецов	$\alpha = 4\text{ч } 36\text{м}$ $\delta = +16^\circ 32'$	α – Тельца
2	$\alpha = 10\text{ч } 8\text{м}$ $\delta = +11^\circ 58'$	α – Льва	$\alpha = 4\text{ч } 36\text{м}$ $\delta = +16^\circ 32'$	α – Тельца	$\alpha = 5\text{ч } 15\text{м}$ $\delta = -8^\circ 11'$	β – Ориона
3	$\alpha = 5\text{ч } 17\text{м}$ $\delta = +46^\circ 00'$	α – Возничего	$\alpha = 5\text{ч } 55\text{м}$ $\delta = +7^\circ 24'$	α – Ориона	$\alpha = 6\text{ч } 45\text{м}$ $\delta = -16^\circ 44'$	α – Б. Пса
4	$\alpha = 7\text{ч } 35\text{м}$ $\delta = +31^\circ 52'$	α – Близнецов	$\alpha = 7\text{ч } 39\text{м}$ $\delta = +5^\circ 12'$	α – М. Пса	$\alpha = 18\text{ч } 37\text{м}$ $\delta = +38^\circ 48'$	α – Лиры
5	$\alpha = 7\text{ч } 45\text{м}$ $\delta = +28^\circ 00'$	β – Близнецов	$\alpha = 14\text{ч } 16\text{м}$ $\delta = +19^\circ 08'$	α – Волопаса	$\alpha = 19\text{ч } 51\text{м}$ $\delta = +8^\circ 54'$	α – Орла
6	$\alpha = 13\text{ч } 25\text{м}$ $\delta = -11^\circ 13'$	α – Девы	$\alpha = 16\text{ч } 30\text{м}$ $\delta = -26^\circ 27'$	α – Скорпиона	$\alpha = 20\text{ч } 41\text{м}$ $\delta = +45^\circ 19'$	α – Лебедя
7	$\alpha = 22\text{ч } 53\text{м}$ $\delta = -29^\circ 59'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 14\text{ч } 50\text{м}$ $\delta = -15^\circ 59'$	α – Весы	$\alpha = 7\text{ч } 39\text{м}$ $\delta = +5^\circ 12'$	α – М. Пса
8	$\alpha = 4\text{ч } 36\text{м}$ $\delta = +16^\circ 32'$	α – Тельца	$\alpha = 10\text{ч } 8\text{м}$ $\delta = +11^\circ 58'$	α – Льва	$\alpha = 5\text{ч } 17\text{м}$ $\delta = +46^\circ 00'$	α – Возничего
9	$\alpha = 14\text{ч } 50\text{м}$ $\delta = -15^\circ 59'$	α – Весы	$\alpha = 7\text{ч } 35\text{м}$ $\delta = +31^\circ 52'$	α – Близнецов	$\alpha = 16\text{ч } 30\text{м}$ $\delta = -26^\circ 27'$	α – Скорпиона
10	$\alpha = 18\text{ч } 37\text{м}$ $\delta = +38^\circ 48'$	α – Лиры	$\alpha = 20\text{ч } 41\text{м}$ $\delta = +45^\circ 19'$	α – Лебедя	$\alpha = 19\text{ч } 51\text{м}$ $\delta = +8^\circ 54'$	α – Орла
11	$\alpha = 5\text{ч } 15\text{м}$ $\delta = -8^\circ 11'$	β – Ориона	$\alpha = 7\text{ч } 39\text{м}$ $\delta = +5^\circ 12'$	α – М. Пса	$\alpha = 13\text{ч } 25\text{м}$ $\delta = -11^\circ 13'$	α – Девы

12	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α – Льва	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	α – Тельца	$\alpha = 7^{\text{ч}} 35^{\text{м}}$ $\delta = +31^{\circ} 52'$	α – Близнецов
13	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Орла	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона	$\alpha = 7^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = +28^{\circ} 00'$	β – Близнецов
14	$\alpha = 7^{\text{ч}} 35^{\text{м}}$ $\delta = +31^{\circ} 52'$	α – Близнецов	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Скорпиона	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α – Льва
15	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	α – Возничего	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	α – Южные рыбы
16	$\alpha = 14^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 08'$	α – Волопаса	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Лиры	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α – Весы
17	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$	α – Девы	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	α – Тельца
18	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Орла	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α – Весы
19	$\alpha = 7^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = +28^{\circ} 00'$	β – Близнецов	$\alpha = 20^{\text{ч}} 41^{\text{м}}$ $\delta = +45^{\circ} 19'$	α – Лебедя	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$	α – Девы
20	$\alpha = 7^{\text{ч}} 39^{\text{м}}$ $\delta = +5^{\circ} 12'$	α – М. Пса	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α – Весы	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Лиры
21	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α – Льва	$\alpha = 7^{\text{ч}} 35^{\text{м}}$ $\delta = +31^{\circ} 52'$	α – Возничего
22	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	α – Возничего	$\alpha = 7^{\text{ч}} 35^{\text{м}}$ $\delta = +31^{\circ} 52'$	α – Близнецов	$\alpha = 14^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 08'$	α – Волопаса
23	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Скорпиона	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	β -Единорога	$\alpha = 7^{\text{ч}} 39^{\text{м}}$ $\delta = +5^{\circ} 12'$	α – М. Пса
24	$\alpha = 7^{\text{ч}} 39^{\text{м}}$ $\delta = +5^{\circ} 12'$	α – М. Пса	$\alpha = 14^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 08'$	α – Волопаса	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Орла
25	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	α – Тельца	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона
26	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Лиры	$\alpha = 7^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = +28^{\circ} 00'$	β – Близнецов
27	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	β -Единорога	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Скорпиона	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$	α – Девы
28	$\alpha = 7^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = +28^{\circ} 00'$	β – Близнецов	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Орла	$\alpha = 20^{\text{ч}} 41^{\text{м}}$ $\delta = +45^{\circ} 19'$	α – Лебедя
29	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Скорпиона	$\alpha = 7^{\text{ч}} 39^{\text{м}}$ $\delta = +5^{\circ} 12'$	α – М. Пса	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Лиры
30	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α – Льва	$\alpha = 5^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = -8^{\circ} 11'$	β – Ориона	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	α – Тельца

Задание 3. По карте звёздного неба определите координаты звёзды.

Задание обратное предыдущему. Является основным при изучении темы небесные координаты. По ПКЗН необходимо найти экваториальные координаты звезд.

№ Вар-та	Задание 1		Задание 2		Задание 3	
	Название звезды	$\alpha = \dots$, $\delta = \dots$	Название звезды	$\alpha = \dots$, $\delta = \dots$	Название звезды	$\alpha = \dots$, $\delta = \dots$
1	α -Центавра	$\alpha = 14^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$ $\delta = -60^{\circ} 51'$	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	α -Центавра	$\alpha = 14^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$ $\delta = -60^{\circ} 51'$
2	β -Лебедя	$\alpha = 19^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ $\delta = +37^{\circ} 57'$	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$	β -Лебедя	$\alpha = 19^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ $\delta = +37^{\circ} 57'$
3	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$	α – Б. Пса	$\alpha = 6^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = -16^{\circ} 44'$	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$
4	α – Возничего	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	α – Возничего	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$
5	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$
6	α -Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	β -Лебедя	$\alpha = 19^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ $\delta = +37^{\circ} 57'$	α -Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$
7	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$
8	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Девы	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$
9	β -Единорога	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	α – Б. Пса	$\alpha = 6^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = -16^{\circ} 44'$	β -Единорога	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$
10	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$
11	α – Девы	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$	α – Девы	$\alpha = 13^{\text{ч}} 25^{\text{м}}$ $\delta = -11^{\circ} 13'$
12	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Возничего	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$
13	α – Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$

14	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$
15	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	α – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$
16	α – Тельца	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	β -Лебедя	$\alpha = 19^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ $\delta = +37^{\circ} 57'$	α – Тельца	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$
17	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$	α – Южные рыбы	$\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	β -Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 05^{\text{м}}$ $\delta = -19^{\circ} 48'$
18	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$
19	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$	α -Центавра	$\alpha = 14^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$ $\delta = -60^{\circ} 51'$	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$
20	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	β -Единорога	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$
21	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$	γ – Овна	$\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$
22	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$
23	α – Возничего	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	α – Лиры	$\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	α – Возничего	$\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$
24	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$	α – Б. Пса	$\alpha = 6^{\text{ч}} 45^{\text{м}}$ $\delta = -16^{\circ} 44'$	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$
25	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$	α – Тельца	$\alpha = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$ $\delta = +16^{\circ} 32'$	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$
26	α -Центавра	$\alpha = 14^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$ $\delta = -60^{\circ} 51'$	α – Весы	$\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	α -Центавра	$\alpha = 14^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$ $\delta = -60^{\circ} 51'$
27	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	α – Скорпиона	$\alpha = 16^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ $\delta = -26^{\circ} 27'$	α – Орла	$\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$
28	β -Единорога	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	β -Лебедя	$\alpha = 19^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ $\delta = +37^{\circ} 57'$	β -Единорога	$\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$
29	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	γ – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 51'$	α -Гончих Псов	$\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$
30	α – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	α – Геркулеса	$\alpha = 17^{\text{ч}} 15^{\text{м}}$ $\delta = +14^{\circ} 24'$	α – Льва	$\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$

Задание 4. Определите время восхода, кульминации и захода звезды определенной даты.

Одним из заданий, наглядно показывающих умение учащихся пользоваться ПКЗН, является задание на определение для звезды времени: восхода, кульминации и захода в определенный день. Для отработки этого умения мы предлагаем выполнить нижеприведенное задание.

№ Вар-та	Задание 1					Задание 2				
	Название звезды	Дата	Восход	Кульминация	Заход	Название звезды	Дата	Восход	Кульминация	Заход звезды
1	α -Большого Пса	22 марта	14 ^h 55 ^m	18 ^h 55 ^m	23 ^h 00 ^m	α -Орла	21 августа	4 ^h 37 ^m	21 ^h 50 ^m	15 ^h 20 ^m
2	α -Льва	10 июня	8 ^h 0 ^m	15 ^h 0 ^m	22 ^h 0 ^m	ε -Лебеда	18 июля	11 ^h 10 ^m	1 ^h 0 ^m	14 ^h 50 ^m
3	β -Кита	15 января	13 ^h 10 ^m	17 ^h 0 ^m	21 ^h 0 ^m	α -Весов	26 февраля	8 ^h 40 ^m	4 ^h 25 ^m	0 ^h 0 ^m
4	β -Ворона	15 мая	0 ^h 25 ^m	21 ^h 0 ^m	17 ^h 37 ^m	β -Ориона	1 сентября	11 ^h 28 ^m	6 ^h 30 ^m	1 ^h 35 ^m
5	γ -Девы	8 апреля	5 ^h 30 ^m	23 ^h 38 ^m	17 ^h 50 ^m	α -Пегаса	15 октября	4 ^h 50 ^m	21 ^h 35 ^m	14 ^h 21 ^m
6	α -Орла	21 августа	4 ^h 37 ^m	21 ^h 50 ^m	15 ^h 20 ^m	α -Андромеды	20 октября	7 ^h 10 ^m	22 ^h 21 ^m	13 ^h 10 ^m
7	ϕ -Стрельца	5 января	14 ^h 21 ^m	11 ^h 40 ^m	8 ^h 50 ^m	α -Большого Пса	22 марта	14 ^h 55 ^m	18 ^h 55 ^m	23 ^h 00 ^m
8	α -Весов	26 февраля	8 ^h 40 ^m	4 ^h 25 ^m	0 ^h 0 ^m	ω -Козерога	10 декабря	18 ^h 5 ^m	15 ^h 33 ^m	13 ^h 10 ^m
9	ε -Лебеда	18 июля	11 ^h 10 ^m	1 ^h 0 ^m	14 ^h 50 ^m	α -Андромеды	20 октября	7 ^h 10 ^m	22 ^h 21 ^m	13 ^h 10 ^m
10	β -Ориона	1 сентября	11 ^h 28 ^m	6 ^h 30 ^m	1 ^h 35 ^m	α -Орла	21 августа	4 ^h 37 ^m	21 ^h 50 ^m	15 ^h 20 ^m
11	α -Пегаса	15 октября	4 ^h 50 ^m	21 ^h 35 ^m	14 ^h 21 ^m	β -Ориона	1 сентября	11 ^h 28 ^m	6 ^h 30 ^m	1 ^h 35 ^m
12	ω -Козерога	10 декабря	18 ^h 5 ^m	15 ^h 33 ^m	13 ^h 10 ^m	γ -Зайца	16 мая	17 ^h 30 ^m	14 ^h 8 ^m	10 ^h 46 ^m
13	α -Андромеды	20 октября	7 ^h 10 ^m	22 ^h 21 ^m	13 ^h 10 ^m	β -Кита	15 января	13 ^h 10 ^m	17 ^h 0 ^m	21 ^h 0 ^m
14	γ -Зайца	16 мая	17 ^h 30 ^m	14 ^h 8 ^m	10 ^h 46 ^m	α -Геркулеса	10 ноября	21 ^h 25 ^m	13 ^h 52 ^m	6 ^h 30 ^m
15	η -Змееносца	15 февраля	11 ^h 50 ^m	7 ^h 22 ^m	3 ^h 0 ^m	β -Ворона	15 мая	0 ^h 25 ^m	21 ^h 0 ^m	17 ^h 37 ^m
16	α -Геркулеса	10 ноября	21 ^h 25 ^m	13 ^h 52 ^m	6 ^h 30 ^m	α -Волопаса	30 сентября	21 ^h 20 ^m	13 ^h 40 ^m	6 ^h 0 ^m
17	α -Волопаса	30 сентября	21 ^h 20 ^m	13 ^h 40 ^m	6 ^h 0 ^m	α -Пегаса	15 октября	4 ^h 50 ^m	21 ^h 35 ^m	14 ^h 21 ^m
18	β -Ориона	1 сентября	11 ^h 28 ^m	6 ^h 30 ^m	1 ^h 35 ^m	ω -Козерога	10 декабря	18 ^h 5 ^m	15 ^h 33 ^m	13 ^h 10 ^m
19	α -Андромеды	20 октября	7 ^h 10 ^m	22 ^h 21 ^m	13 ^h 10 ^m	α -Большого Пса	22 марта	14 ^h 55 ^m	18 ^h 55 ^m	23 ^h 00 ^m
20	ω -Козерога	10 декабря	18 ^h 5 ^m	15 ^h 33 ^m	13 ^h 10 ^m	β -Ориона	1 сентября	11 ^h 28 ^m	6 ^h 30 ^m	1 ^h 35 ^m
21	α -Пегаса	15 октября	4 ^h 50 ^m	21 ^h 35 ^m	14 ^h 21 ^m	ϕ -Стрельца	5 января	14 ^h 21 ^m	11 ^h 40 ^m	8 ^h 50 ^m
22	η -Змееносца	15 февраля	11 ^h 50 ^m	7 ^h 22 ^m	3 ^h 0 ^m	γ -Зайца	16 мая	17 ^h 30 ^m	14 ^h 8 ^m	10 ^h 46 ^m
23	α -Льва	10 июня	8 ^h 0 ^m	15 ^h 0 ^m	22 ^h 0 ^m	γ -Девы	8 апреля	5 ^h 30 ^m	23 ^h 38 ^m	17 ^h 50 ^m
24	α -Пегаса	15 октября	4 ^h 50 ^m	21 ^h 35 ^m	14 ^h 21 ^m	η -Змееносца	15 февраля	11 ^h 50 ^m	7 ^h 22 ^m	3 ^h 0 ^m

25	α -Орла	21 августа	$4^h 37^m$	$21^h 50^m$	$15^h 20^m$	ε -Лебедя	18 июля	$11^h 10^m$	$1^h 0^m$	$14^h 50^m$
26	β -Ориона	1 сентября	$11^h 28^m$	$6^h 30^m$	$1^h 35^m$	α -Весов	26 февраля	$8^h 40^m$	$4^h 25^m$	$0^h 0^m$
27	β -Ворона	15 мая	$0^h 25^m$	$21^h 0^m$	$17^h 37^m$	γ -Зайца	16 мая	$17^h 30^m$	$14^h 8^m$	$10^h 46^m$
28	α -Большого Пса	22 марта	$14^h 55^m$	$18^h 55^m$	$23^h 00^m$	β -Кита	15 января	$13^h 10^m$	$17^h 0^m$	$21^h 0^m$
29	ε -Лебедя	18 июля	$11^h 10^m$	$1^h 0^m$	$14^h 50^m$	Λ -Льва	10 июня	$8^h 0^m$	$15^h 0^m$	$22^h 0^m$
30	ϕ -Стрельца	5 января	$14^h 21^m$	$11^h 40^m$	$8^h 50^m$	γ -Девы	8 апреля	$5^h 30^m$	$23^h 38^m$	$17^h 50^m$

Задание 5. Вычислите во сколько раз одна звезда ярче следующих.

Во сколько раз звезда ярче звезды? Полярная звезда ярче звезды Вега? В следующем задании мы предлагаем это выяснить и научиться определять отношение яркости звезд.

№ вар-та	Название сравниваемой звезды и её звездная величина	Задание 1		Задание 2		Задание 3	
		Название звезды и звездная величина	Во сколько раз ярче	Название звезды и звездная величина	Во сколько раз ярче	Название звезды и звездная величина	Во сколько раз ярче
1	Полярная звезда $m_0 = 2,0^m$	Сириус $m = -1,46^m$	25	Вега $m = 0,03^m$	6	Хадар $m = 0,59^m$	4
2	Мицар $m_0 = 2,06^m$	α -Киля $m = -0,75^m$	13	Толиман $m = -0,27^m$	8,55	Вега $m = 0,03^m$	6,5
3	α -Лебедя $m_0 = 1,25^m$	Ригель $m = 0,12^m$	2,8	Капелла $m = 0,1^m$	2,88	Арктур $m = -0,05^m$	3,3
4	α -Близнецов $m_0 = 1,58^m$	Хадар $m = 0,59^m$	2,5	Сириус $m = -1,46^m$	16,4	Вега $m = 0,03^m$	4,2
5	Регул $m_0 = 1,35^m$	α -Киля $m = -0,75^m$	6,9	Ригель $m = 0,12^m$	3,1	Толиман $m = -0,27^m$	4,45
6	Адара $m_0 = 1,50^m$	Хадар $m = 0,59^m$	2,3	Сириус $m = -1,46^m$	15,3	α -Киля $m = -0,75^m$	7,9
7	γ -Ориона $m_0 = 1,64^m$	Арктур $m = -0,05^m$	4,74	Сириус $m = -1,46^m$	17	Хадар $m = 0,59^m$	2,6

8	α -Южные рыбы $m_0 = 1,16^m$	Толиман $m = -0,27^m$	3,7	Арктур $m = -0,05^m$	3	Сириус $m = -1,46^m$	11,2
9	β -Близнецов $m_0 = 1,14^m$	Толиман $m = -0,27^m$	3,7	α -Киля $m = -0,75^m$	5,7	Вега $m = 0,03^m$	1,1
10	Полярная звезда $m_0 = 2,0^m$	Вега $m = 0,03^m$	6,1	α -Киля $m = -0,75^m$	12,6	Хадар $m = 0,59^m$	2,86
11	Мицар $m_0 = 2,06^m$	Хадар $m = 0,59^m$	3,9	Сириус $m = -1,46^m$	25,6	Арктур $m = -0,05^m$	7
12	β -Близнецов $m_0 = 1,14^m$	Толиман $m = -0,27^m$	3,66	Вега $m = 0,03^m$	2,8	Капелла $m = 0,1^m$	2,6
13	α -Лебедя $m_0 = 1,25^m$	Вега $m = 0,03^m$	3	α -Киля $m = -0,75^m$	6,31	Сириус $m = -1,46^m$	12
14	α -Близнецов $m_0 = 1,58^m$	α -Киля $m = -0,75^m$	8,55	Арктур $m = -0,05^m$	4,5	Вега $m = 0,03^m$	4
15	Регул $m_0 = 1,35^m$	Арктур $m = -0,05^m$	3,6	Ригель $m = 0,12^m$	3,1	Толиман $m = -0,27^m$	4,45
16	Адара $m_0 = 1,50^m$	Капелла $m = 0,1^m$	3,6	α -Киля $m = -0,75^m$	8	Хадар $m = 0,59^m$	2,3
17	γ -Ориона $m_0 = 1,64^m$	Толиман $m = -0,27^m$	5,8	Хадар $m = 0,59^m$	2,6	Вега $m = 0,03^m$	4,4
18	α -Южные рыбы $m_0 = 1,16^m$	Ригель $m = 0,12^m$	2,6	Капелла $m = 0,1^m$	2,65	Арктур $m = -0,05^m$	3
19	β -Близнецов $m_0 = 1,14^m$	Арктур $m = -0,05^m$	3	Вега $m = 0,03^m$	2,8	Толиман $m = -0,27^m$	3,66

20	Полярная звезда $m_0 = 2,0^m$	Сириус $m = -1,46^m$	25	Ригель $m = 0,12^m$	5,6	Толиман $m = -0,27^m$	8
21	Мицар $m_0 = 2,06^m$	Вега $m = 0,03^m$	6,5	Хадар $m = 0,59^m$	3,9	α -Киля $m = -0,75^m$	13
22	α -Южные рыбы $m_0 = 1,16^m$	Сириус $m = -1,46^m$	11	Арктур $m = -0,05^m$	3	α -Лебедя $m = 1,25^m$	1
23	α -Лебедя $m_0 = 1,25^m$	Арктур $m = -0,05^m$	3,3	Вега $m = 0,03^m$	3	Капелла $m = 0,1^m$	2,88
24	α -Близнецов $m_0 = 1,58^m$	α -Киля $m = -0,75^m$	8,55	Капелла $m = 0,1^m$	3,9	Арктур $m = -0,05^m$	4,5
25	Регул $m_0 = 1,35^m$	Капелла $m = 0,1^m$	3	Толиман $m = -0,27^m$	4,45	Хадар $m = 0,59^m$	2
26	Адара $m_0 = 1,50^m$	Арктур $m = -0,05^m$	4	Капелла $m = 0,1^m$	3,6	Ригель $m = 0,12^m$	1,4
27	γ -Ориона $m_0 = 1,64^m$	Капелла $m = 0,1^m$	4	Ригель $m = 0,12^m$	4	Вега $m = 0,03^m$	4,5
28	α -Южные рыбы $m_0 = 1,16^m$	Хадар $m = 0,59^m$	1,7	α -Киля $m = -0,75^m$	5,8	Толиман $m = -0,27^m$	3,7
29	β -Близнецов $m_0 = 1,14^m$	Вега $m = 0,03^m$	2,78	Капелла $m = 0,1^m$	2,6	Арктур $m = -0,05^m$	3
30	Полярная звезда $m_0 = 2,0^m$	Хадар $m = 0,59^m$	3,66	Вега $m = 0,03^m$	6	Сириус $m = -1,46^m$	25

Задание 6. Какой наибольшей высоты достигает звезда в городе N.

№ вар- та	Задание 1			Задание 2			Задание 3		
	Город N и его широта	Название звезды и её координаты	Наибольшая высота h	Город N и его широта	Название звезды и её координаты	Наибольшая высота	Город N и его широта	Название звезды и её координаты	Наибольшая высота
1	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$46^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$6^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$85^{\circ} 12'$
2	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$72^{\circ} 2'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$20^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$84^{\circ} 43'$
3	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	γ -Овна $\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$53^{\circ} 33'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$29^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$58^{\circ} 22'$
4	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$72^{\circ} 34'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	γ -Овна $\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$56^{\circ} 16'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$92^{\circ} 24'$
5	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$4^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$75^{\circ} 46'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$30^{\circ} 25'$
6	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$18^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$82^{\circ} 58'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$16^{\circ} 25'$
7	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$27^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$75^{\circ} 17'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$55^{\circ} 18'$
8	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$80^{\circ} 15'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$45^{\circ} 52'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	γ -Овна $\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$65^{\circ} 42'$
9	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$4^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$48^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$85^{\circ} 12'$
10	Москва $\varphi = 55^{\circ}45'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$	$46^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ}2'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$	$20^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ}36'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$	$84^{\circ} 43'$

		$\delta = +11^{\circ} 58'$			$\delta = -15^{\circ} 59'$			$\delta = +38^{\circ} 19'$	
11	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48''$	$72^{\circ} 2'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$75^{\circ} 17'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$92^{\circ} 24'$
12	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$18^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$29^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$55^{\circ} 18'$
13	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$80^{\circ} 15'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$6^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$39^{\circ} 22'$
14	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$43^{\circ} 9'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Волопаса $\alpha = 14^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 08'$	$56^{\circ} 6'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$16^{\circ} 25'$
15	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	γ -Овна $\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$53^{\circ} 33'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$82^{\circ} 58'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$30^{\circ} 25'$
16	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$4^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$75^{\circ} 46'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$55^{\circ} 18'$
17	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$72^{\circ} 34'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$45^{\circ} 52'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$58^{\circ} 22'$
18	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Весы $\alpha = 14^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$18^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$29^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Волопаса $\alpha = 14^{\text{ч}} 16^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 08'$	$65^{\circ} 32'$
19	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$80^{\circ} 15'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	γ -Овна $\alpha = 1^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$56^{\circ} 16'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12^{\text{ч}} 56^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$84^{\circ} 43'$
20	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Льва $\alpha = 10^{\text{ч}} 8^{\text{м}}$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$46^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Орла $\alpha = 19^{\text{ч}} 51^{\text{м}}$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$45^{\circ} 52'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	β -Единорога $\alpha = 6^{\text{ч}} 29^{\text{м}}$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$39^{\circ} 22'$
21	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Лиры $\alpha = 18^{\text{ч}} 37^{\text{м}}$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$72^{\circ} 2'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Возничего $\alpha = 5^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$82^{\circ} 58'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$	$16^{\circ} 25'$

								$\delta = -29^{\circ} 59'$	
22	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	β -Единорога $\alpha = 6ч 29м$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$27^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Льва $\alpha = 10ч 8м$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$48^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Весы $\alpha = 14ч 50м$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$30^{\circ} 25'$
23	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Орла $\alpha = 19ч 51м$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$43^{\circ} 9'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12ч 56м$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$75^{\circ} 17'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	γ -Овна $\alpha = 1ч 54м$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$65^{\circ} 42'$
24	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Весы $\alpha = 14ч 50м$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$18^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22ч 53м$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$6^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Возничего $\alpha = 5ч 17м$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$92^{\circ} 24'$
25	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Возничего $\alpha = 5ч 17м$ $\delta = +46^{\circ} 00'$	$80^{\circ} 15'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	β -Единорога $\alpha = 6ч 29м$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$29^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α -Льва $\alpha = 10ч 8м$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$58^{\circ} 22'$
26	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12ч 56м$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$72^{\circ} 34'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Орла $\alpha = 19ч 51м$ $\delta = +8^{\circ} 54'$	$45^{\circ} 52'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α -Лиры $\alpha = 18ч 37м$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$85^{\circ} 12'$
27	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	γ -Овна $\alpha = 1ч 54м$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$53^{\circ} 33'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Льва $\alpha = 10ч 8м$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$48^{\circ} 56'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	β -Единорога $\alpha = 6ч 29м$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$39^{\circ} 22'$
28	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	β -Единорога $\alpha = 6ч 29м$ $\delta = -07^{\circ} 02'$	$27^{\circ} 13'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α – Весы $\alpha = 14ч 50м$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$20^{\circ} 59'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α -Гончих Псов $\alpha = 12ч 56м$ $\delta = +38^{\circ} 19'$	$84^{\circ} 43'$
29	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22ч 53м$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$4^{\circ} 16'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	γ -Овна $\alpha = 1ч 54м$ $\delta = +19^{\circ} 18'$	$56^{\circ} 16'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Весы $\alpha = 14ч 50м$ $\delta = -15^{\circ} 59'$	$30^{\circ} 25'$
30	Москва $\varphi = 55^{\circ} 45'$	α -Льва $\alpha = 10ч 8м$ $\delta = +11^{\circ} 58'$	$72^{\circ} 2'$	Пенза $\varphi = 53^{\circ} 2'$	α -Лиры $\alpha = 18ч 37м$ $\delta = +38^{\circ} 48'$	$75^{\circ} 46'$	Сочи $\varphi = 43^{\circ} 36'$	α – Южные рыбы $\alpha = 22ч 53м$ $\delta = -29^{\circ} 59'$	$16^{\circ} 25'$

Задание 7. Параллакс звезды равен p'' . Чему равно расстояние D до нее в световых годах.

Как узнать далеeko ли от нашей планеты звезда? Узнать сколько пришлось бы до нее добираться, будь такая возможность? Расстояние можно вычислить, зная параллакс звезды. Что мы и предлагаем вам сделать в следующем задании.

№ Вар-та	Задание 1		Задание 2		Задание 3	
	p''	D , св.года	p''	D	p''	D , св.года
1	0,29	11,2	0,552	1	0,29	11,2
2	0,762	4,27	0,431	2	0,762	4,27
3	0,375	8,67	0,762	3	0,375	8,67
4	0,288	11,34	0,402	4	0,288	11,34
5	0,751	4,33	0,345	5	0,751	4,33
6	0,442	7,4	0,751	6	0,442	7,4
7	0,305	10,7	0,22	7	0,305	10,7
8	0,288	11,34	0,375	8	0,288	11,34
9	0,431	7,6	0,772	9	0,431	7,6
10	0,751	4,33	0,402	10	0,751	4,33
11	0,345	9,4	0,29	11	0,345	9,4
12	0,442	7,4	0,751	12	0,442	7,4
13	0,29	11,2	0,566	13	0,29	11,2
14	0,762	4,27	0,552	14	0,762	4,27
15	0,402	8	0,442	15	0,402	8
16	0,772	4,2	0,305	16	0,772	4,2
17	0,345	9,4	0,288	17	0,345	9,4
18	0,375	8,67	0,29	18	0,375	8,67
5,9	0,772	4,2	0,552	5,9	0,772	4,2
20	0,751	4,33	0,431	20	0,751	4,33
21	0,22	14,8	0,442	21	0,22	14,8
22	0,566	5,76	0,751	22	0,566	5,76
23	0,29	11,2	0,345	23	0,29	11,2
7,6	0,442	7,4	0,402	7,6	0,442	7,4
25	0,552	5,9	0,305	25	0,552	5,9
8	0,288	11,34	0,375	8	0,288	11,34
27	0,345	9,4	0,288	27	0,345	9,4

28	0,305	10,7	0,29	28	0,305	10,7
29	0,762	4,27	0,402	29	0,762	4,27
30	0,552	5,9	0,431	30	0,552	5,9

Задание 8. Пользуясь старым астрономическим правилом, определить в какой день недели по старому стилю произошло данное событие.

Наверняка вы когда-то задавались вопросом в какой день недели Колумб открыл Америку или в какой день крестили Русь? Мы думаем, что вам будет интересно узнать формулу, по которой будет возможно определить день недели любого события из прошлого. Предлагаем вам попробовать определить несколько событий.

№ Вар-та	Задание 8		
	Событие	Дата	День недели
1	Венчание Ивана IV	1547, 7 января	понедельник
2	Открытие Америки Колумбом	1492, 12 октября	суббота
3	Казнь короля Карла I	1649, 13 января	суббота
4	Основание Санкт-Петербурга	1703, 16 мая	среда
5	Полтавская битва	1709, 27 июня	четверг
6	Крещение Руси	988, 28 июля	понедельник
7	Отмена крепостного права	1861, 3 марта	воскресенье
8	Рождение Петра I	1672, 9 июня	четверг
9	Смерть Ленина В.И.	1924, 21 января	понедельник
10	Полет Белки и Стрелки в космос	1960, 19 августа	пятница
11	Первая высадка на Луну	1972, 21 апреля	пятница
12	Полет собаки Лайки в космос	1957, 3 ноября	вторник
13	Первый полет кошки Фелисетт в космос	1963, 18 октября	пятница
14	Испытание водородной бомбы	1953, 12 августа	среда
15	Авария на Чернобыльской АЭС	1986, 26 апреля	суббота
16	Открытие МГУ	1755, 12 января	воскресенье
17	Открытие Антарктиды	1820, 28 января	пятница
18	Открытие атмосферы на Венере	1639, 4 декабря	воскресенье
19	Первая высадка на Луну	1972, 21 апреля	пятница
20	Принято решение о строительстве космодрома Байконур.	1955, 12 февраля	суббота
21	Запуск первого в мире искусственного спутника Земли	1957, 4 октября	пятница
22	Первый космический полет женщины	1963, 16 июня	воскресенье
23	Открытие Урана	1781, 13 марта	вторник
24	Открытие Плутона	1930, 18 февраля	вторник
25	Первый полет человека в космос	1961, 12 апреля	среда

26	Запуск ОС «Салют-1»	1971, 19 апреля	понедельник
27	Отмена крепостного права	1861, 3 марта	четверг
28	Венчание Ивана IV	1547, 7 января	понедельник
29	Рождение Петра I	1672, 9 июня	четверг
30	Открытие Америки Колумбом	1492, 12 октября	среда

*Для определения дня недели, если известна точная дата события по старому стилю, Целлер предложил следующее правило: предположим, что p -й день каждого q - месяца N -ого года по Р.Хр. будет r -ый день недели, считая от предыдущей субботы (т.е. при определении дня нужно начинать счет с воскресенья). Тогда r есть остаток от деления на 7 числа: $p+2q+ [3(q+1)/5]+ N+[N/4]$. При этом надо помнить, что величины, заключенные в [], обозначают только целые части частного, а остаток от деления числителя на знаменатель отбрасывается. Кроме того, январь и февраль считаются, как 13-й и 14-й месяцы предыдущего года.

Задание 9. По подвижной карте неба определить какое зодиакальное созвездие Солнце пересекает в заданную дату. Определите временной промежуток данного созвездия.

Наверняка вы знаете, что астрономические зодиакальные созвездия не совпадают по времени с астрологическими. Более того, их количество различается. Предлагаем вам определить в каком созвездии в определенную дату находится Солнце.

№ Вар-та	Задание 9		
	Дата	Зодиакальное созвездие	Даты пребывания Солнца
1	25 мая	Телец	14 мая – 19 июня
2	17 июля	Близнецы	20 июня - 20 июля
3	21 декабря	Стрелец	18 декабря - 19 января
4	1 июля	Близнецы	20 июня - 20 июля
5	21 августа	Лев	10 августа - 15 сентября
6	21 апреля	Рыбы	12 марта - 18 апреля
7	13 марта	Рыбы	12 марта - 18 апреля
8	15 октября	Дева	16 сентября - 30 октября
9	16 мая	Телец	14 мая – 19 июня
10	22 декабря	Стрелец	18 декабря - 19 января
11	5 ноября	Весы	31 октября - 22 ноября
12	7 февраля	Козерог	20 января - 15 февраля
13	19 апреля	Овен	19 апреля - 13 мая
14	4 августа	Рак	21 июля - 9 августа
15	31 января	Козерог	20 января - 15 февраля
16	13 апреля	Рыбы	12 марта - 18 апреля
17	8 июля	Близнецы	20 июня - 20 июля

18	14 сентября	Лев	10 августа - 15 сентября
19	23 ноября	Скорпион	23 ноября - 29 ноября
20	29 февраля	Водолей	16 февраля - 11 марта
21	11 декабря	Змееносец	30 ноября - 17 декабря
22	27 октября	Дева	16 сентября - 30 октября
23	1 апреля	Рыбы	12 марта - 18 апреля
24	9 февраля	Козерог	20 января - 15 февраля
25	31 мая	Телец	14 мая – 19 июня
26	12 июля	Близнецы	20 июня - 20 июля
27	4 сентября	Лев	10 августа - 15 сентября
28	20 февраля	Водолей	16 февраля - 11 марта
29	22 октября	Дева	16 сентября - 30 октября
30	21 июня	Близнецы	20 июня - 20 июля

Задание 10. Укажите високосные годы по старому и новому стилю.

Високосный год – год в юлианском и григорианском календарях, продолжительность которого равна 366 дням. Определите в чем различие этих систем летоисчисления в отношении високосных годов.

№ Вар-та	Задание 10		
	Год	По новому стилю	По старому стилю
1	1600	+	+
2	1700	+	-
3	1800	+	-
4	1900	-	-
5	2000	+	+
6	2016	+	+
7	2018	-	+
8	1094	-	-
9	1920	+	-
10	1988	+	-
11	1896	+	-
12	1972	+	-
13	1996	+	-
14	2020	+	+
15	1612	+	+
16	1656	+	+

17	1784	+	-
18	1992	+	-
19	1891	-	-
20	1951	-	-
21	1960	+	-
22	1200	-	+
23	1616	+	+
24	1780	+	-
25	1680	+	+
26	1860	+	-
27	1844	+	-
28	1915	-	-
29	1874	-	-
30	2012	+	+

2.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОСТЕРА «СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА» НА УРОКАХ АСТРОНОМИИ

Данная разработка может использоваться на факультативных занятиях по астрономии при изучении темы «Солнечная система».

Предлагается разделить изготовление постера на несколько этапов, по мере прохождения учебного материала (3 и 4 раздел учебника). Помимо материала из учебника необходимо подобрать информацию из других источников (сеть интернет, энциклопедия, литература по астрономии).

Для изготовления постера нам понадобится: холст 50*80 (можно использовать фанеру, покрытую грунтовкой), краски (лучше акриловые для стойкости рисунка), кисти, карандаш, ластик, клей, таблички с характеристиками, акриловый лак.

Ход работы

1. Основное, что нужно сделать до изготовления постера – собрать необходимую информацию о Солнечной системе: расположение планет, их основные характеристики. Это необходимо для создания эскизного рисунка.

2. На подготовленном холсте размечаем Солнце и планеты, учитывая масштаб (рис.26).

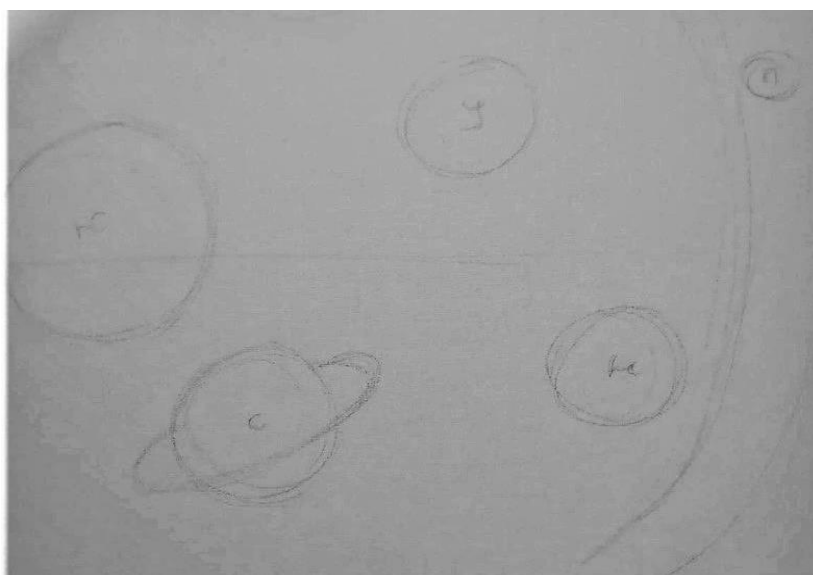


Рис. 26. Эскизный рисунок

3. Выбираем цвета, подходящие для изображения Солнца и планет. Приступаем к прорисовке Солнца (рис.27).

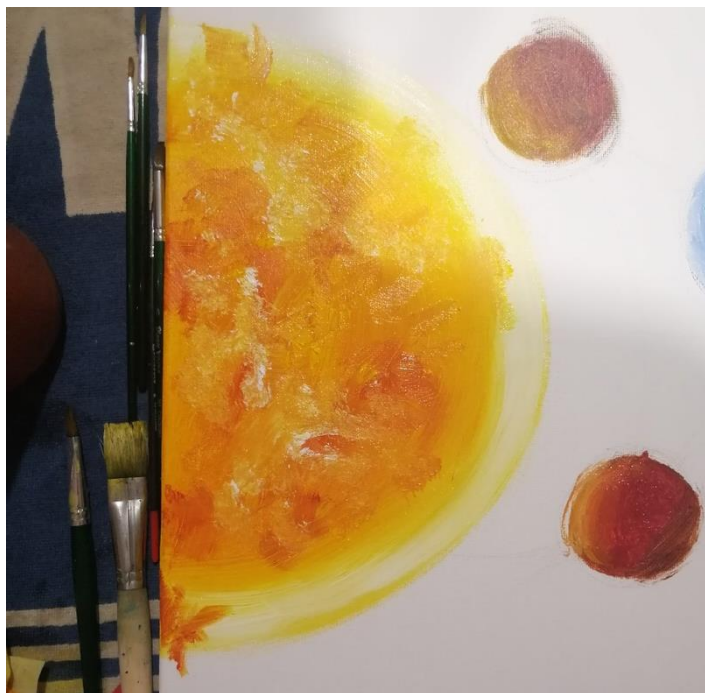


Рис. 27. Прорисовка Солнца

4. Ориентируясь на фотографии планет со спутника, подбираем необходимые цвета и рисуем планеты (рис.28).

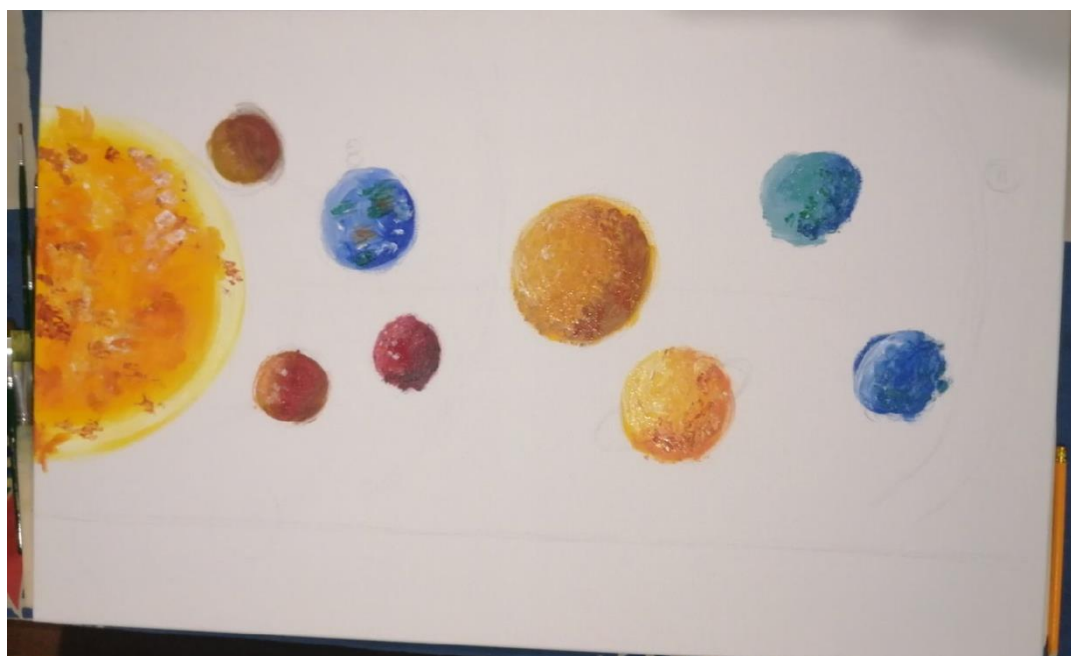


Рис. 28. Планеты Солнечной системы

5. Следующий этап – создание на холсте космоса. Чтобы случайно не задеть планеты, обводим их черной краской и закрашиваем все белые участки (рис.29).



Рис. 29. Пятый этап

6. На полученном черном фоне пытаемся создать эффект космоса. Добавляем цветных пятен, сияющих текстур (рис.30).



Рис. 30. Создание эффекта космоса

7. Добавляем звезды и кометы на рисунок. Так же отмечаем пояс астероидов и пояс Койпера. Дорисовываем карликовые планеты и крупные спутники (рис.31).



Рис. 31. Финальная дорисовка

8. На готовый фон добавляем таблички с информацией о планетах (рис.32) и покрываем акриловым лаком.



Рис. 32. Завершение работы над постером

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Астрономия – счастливая наука: она, по выражению французского учёного Араго, не нуждается в украшениях. Достижения её настолько захватывающи, что не приходится прилагать особых забот для привлечения к ним внимания. Однако наука о небе состоит не только из удивительных открытий и смелых теорий. Её основу составляют факты обыденные, повторяющиеся изо дня в день. Люди, не принадлежащие к числу любителей неба, в большинстве случаев довольно смутно знакомы с этой прозаической стороной астрономии и проявляют к ней мало интереса, так как трудно сосредоточить внимание на том, что всегда перед глазами.

В ходе выполнения бакалаврской работы мной была изучена и проанализирована литература по данной теме, а также были рассмотрены наглядные пособия, которые применяются в школьном курсе и особенности проведения факультативных занятий по астрономии. На основе этого разработан сборник заданий по астрономии, который может быть использован как на уроках астрономии, так и на факультативных занятиях при подготовке к выпускным экзаменам по физике. Также были разработаны методические рекомендации по проведению факультативных занятий по изготовлению постера для изучения темы «Солнечная система». Поставленная цель и задачи полностью достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возникновение астрономии как науки и ее развитие [Электронный ресурс]: <http://www.hintfox.com/article/vozniknovenie-astronomii-kak-nayki-i-ee-razvitiie.html>
2. Громов, А.Н. Удивительная Солнечная система / А.Н. Громов. – М.: Эксмо, 2012.
3. Гусейханов, М.К. Концепции современного естествознания: Учебник / М.К. Гусейханов. – М.: «Дашков и Ко», 2007.
4. Дубнищева, Т.Я. Концепции современного естествознания: учебное пособие для студентов вузов / Т.Я. Дубнищева. – М.: «Академия», 2006.
5. Горькавый, Н. 2018. Известия Крымской астрофизической обсерватории / Н. Горькавый, Т. 114, № 2.- Режим доступа: <https://doi.org/10.31059/izcrao-vol114-iss2-pp67-73>
6. Донских, С.А. О строении Солнечной системы / С.А. Донских, А.И. Ушаков // Вестник Таганрогского института имени А.П. Чехова. 2007. №1.- Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-stroenii-solnechnoy-sistemy> (дата обращения: 01.05.2021).
7. Маркус, Ч. Солнечная система: путеводитель по ближним и дальним окрестностям нашей планеты, пер. с англ. Н. Охотина / Ч. Маркус. – М.: АСТ: CORPUS, 2014.
8. Коломиец, А.В., Астрономия : учеб. пособие для СПО, отв. ред. А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. – М.: Издательство Юрайт, 2018.
9. Островский, А. Б., Астрометрия. Учебная практика : учеб. пособие для вузов / А. Б. Островский ; под науч. ред. Э. Д. Кузнецова. – М.: Издательство Юрайт, 2019.
10. Язев, С. А. Астрономия. Солнечная система : учеб. пособие для вузов / С. А. Язев ; под науч. ред. В. Г. Сурдина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019.

11. Коломиец, А.В., Концепции современного естествознания: астрономия : учеб. пособие для вузов , отв. ред. А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. – М. : Издательство Юрайт, 2019.
12. Бережной, А.А. Солнечная система / А.А. Бережной. – М.: ФМЛ, 2017.
13. Кононович, Э.В. Общий курс астрономии / Э.В. Кононович. – М.: Либроком, 2016.
14. Янчилина, Ф. По ту сторону звезд. Что начинается там, где заканчивается Вселенная? / Ф. Янчилина – М.: Едиториал УРСС, 2018.
15. Гинзбург, В. Л. О физике и астрофизике. Какие проблемы представляются сейчас особенно интересными / В. Л. Гинзбург. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1980.
16. Сурдин, В. Г. Разведка далеких планет / В. Г. Сурдин. – М.: 2011
17. Сурдин, В. Г. Астрономия: век XXI // В. Г. Сурдин.– М.: 2007
18. Горбунов, Д. С. Введение в теорию ранней Вселенной. 1 часть. / Д. С. Горбунов, В. А. Рубаков. 2008. 2 часть. 2010.
19. <https://spacegid.com/zvezdnyie-skopleniya.html>
20. <https://aboutspacejournal.net/>