

Министерство образования, науки и молодежи  
Республики Крым  
Судакский филиал Государственного бюджетного профессионального  
образовательного учреждения Республики Крым  
«Романовский колледж индустрии гостеприимства»

---

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОУД.08 АСТРОНОМИЯ**

По реализации программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих  
по профессии СПО  
43.01.09 Повар, кондитер

г. Судак, 2022

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 54.01.20 Графический дизайнер и рабочей программы учебной дисциплины ОУД.08 Астрономия.

Разработчик: Дзелялова Н.К. преподаватель ГБПОУ РК «РКИГ».

РАССМОТРЕНО на заседании МК общеобразовательных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель МК общеобразовательных учебных дисциплин \_\_\_\_\_ Е.А Филонидова

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий Судакского филиала ГБПОУ РК «РКИГ

\_\_\_\_\_  
С.С.Колыхалин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ
3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНИВАНИЯ
4. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
6. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Результатом освоения учебной дисциплины является готовность обучающегося к овладению знаний и умений, обусловленных общими и профессиональными компетенциями, формирующиеся в процессе освоения ППКРС в целом.

1.2. Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОУД.08 Астрономия и подтверждение соответствия по профессии 43.01.09 Повар, кондитер является дифференцированный зачёт.

Контрольно-оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математика».

ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачёта.

ФОС разработаны в соответствии с:

ППССЗ по профессии СПО 43.01.09 Повар, кондитер программой учебной дисциплины «Астрономия.»

### **1. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Содержание программы дисциплины «Астрономия» направлено на достижение следующих **целей**:

- формирование представлений о современной естественнонаучной картине мира, о единстве физических законов, действующих на Земле и в безграничной Вселенной, о непрерывно происходящей эволюции нашей планеты, всех космических тел и их систем, а также самой Вселенной.
- формирование у обучающихся понимания принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и современной естественно-научной картины мира;
- формирование знаний о физической природе небесных тел и систем, строения и эволюции Вселенной, пространственных и временных масштабах Вселенной, наиболее важных астрономических открытиях, определивших развитие науки и техники;
- формирование умения объяснять видимое положение и движение небесных тел принципами определения местоположения и времени по астрономическим объектам, навыками практического использования компьютерных приложений для определения вида звездного неба в конкретном пункте для заданного времени;
- формирование у обучающихся познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных образовательных технологий;
- формирование у обучающихся умения применять приобретенные знания для решения практических задач повседневной жизни; научного мировоззрения;
- формирование у обучающихся навыков использования естественно-научных, особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Освоение содержания учебной дисциплины обеспечивает достижение обучающимися следующих **результатов**:

**личностных:**

- **Л1**-осознание себя гражданином великой страны;
- **Л2**- демонстрация приверженности к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России;
- **Л3**- устойчивый интерес к защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности;
- **Л4**- проявление и демонстрация уважения к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп;
- **Л5**- сопричастность к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.
- **Л6**- сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;
- **Л7**-устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;
- **Л8**-умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;

#### **метапредметных:**

- **М1**-умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- **М2**- владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий;
- **М3**- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;
- **М4**- владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;

#### **предметных:**

- **П1**-сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;
- **П2**-понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;
- **П3**-владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;
- **П4**-сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;
- **П5**-осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.

## 2. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УМЕНИЙ И ЗНАНИЙ

Основной целью оценки теоретического курса учебной дисциплины ОУД.08Астрономия и подтверждение соответствия по профессии 54.01.20 Графический дизайнер является оценка умений и знаний.

Оценка освоения умений и знаний учебной дисциплины осуществляется на основе следующих показателей оценки результата:

Приобретенный практический опыт, освоенные умения и знания	Результат обучения	Основные показатели оценки результата (ОПОР)	Наименование раздела, темы, подтемы	Уровень освоения	Наименование КОС	
					Текущий контроль	Промежуточный контроль
1	2	3	4	5	6	7
М1-4; П1-5; Л1; Л5; Л7;	У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки; У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии; У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека; У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность; У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной; У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического	Выполнение самостоятельных/контрольных/практических работ. В соответствии с уровнем выполнения работы: работа выполнена; работа выполнена, но с ошибками; работа не выполнена.	<b>АСТРОНОМИЯ, ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ И СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ</b>	1-3	Реферат, доклад, эссе, сообщение, Тест по теме, практич. Работа, Рабочая тетрадь, контрольная работа	Дифференцированный зачёт

	<p>пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b></p> <p>для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5,	У4 - умение использовать при выполнении практических заданий по	Выполнение самостоятельных/конт	<b>ПРАКТИЧЕС КИЕ</b>	1- 3		Дифференци рованный

Л1-5	<p>астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование ги-потез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;</p> <p>У5 - владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;</p> <p>У6 - умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У7 - владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b> для практических расчетов по формулам,</p>	<p>рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<b>ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ</b>				зачёт
------	--	--	--------------------------	--	--	--	-------



	<p>включая формулы, содержащие степени, корни, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5, Л1-5	<p>У4 - умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование ги-потез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения</p>	<p>Выполнение самостоятельных/контрольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы: работа выполнена; работа выполнена, но</p>	<b>СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ</b>	1-3		Дифференцированный зачёт

	<p>различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;</p> <p>У5 - владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;</p> <p>У6 - умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У7 - владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b></p> <p>для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, корни, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и</p>	<p>с ошибками; работа не выполнена.</p>				
--	--	---	--	--	--	--

	<p>практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5, Л1-5	<p>У4 - умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование ги-потез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;</p> <p>У5 - владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении</p>	<p>Выполнение самостоятельных/контрольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<b>ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ</b>	1-3		Дифференцированный зачёт

	<p>практических заданий по астрономии;  У6 - умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;  У7 - владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b>  для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, корни, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства  31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.  32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5, Л1-5	<p>У4 - умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование ги-потез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;</p> <p>У5 - владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;</p> <p>У6 - умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У7 - владение языковыми средствами:</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<b>ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ</b>	1- 3		Дифференци рованный зачёт

	<p>умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b>  для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, корни, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
<p>М1-8, П1-5, Л1-5</p>	<p>У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки;</p> <p>У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</p> <p>У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</p> <p>У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;</p> <p>У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b></p> <p>для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<p><b>СОЛНЦЕ И ЗВЁЗДЫ</b></p>	<p>1-3</p>		<p>Дифференци рованный зачёт</p>

	<p>функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5, Л1-5	<p>У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки;</p> <p>У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</p> <p>У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</p> <p>У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<b>СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ</b>	1-3		Дифференци рованный зачёт



	<p>достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;  У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;  У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b>  для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства  31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.  32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;  33 - универсальный характер законов</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
<p>М1-8, П1-5, Л1-5</p>	<p>У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки;</p> <p>У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</p> <p>У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</p> <p>У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;</p> <p>У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b> для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<p><b>НАША ГАЛАКТИКА_ МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ</b></p>	<p>1- 3</p>		<p>Дифференци рованный зачёт</p>

	<p>функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
М1-8, П1-5, Л1-5	<p>У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки;</p> <p>У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</p> <p>У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</p> <p>У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<b>СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ</b>	1-3		Дифференцированный зачёт

	<p>достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;  У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;  У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b>  для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства  31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.  32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;  33 - универсальный характер законов</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
<p>М1-8, П1-5, Л1-5</p>	<p>У1 - сформировать научное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития астрономической науки;</p> <p>У2 - устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</p> <p>У3 - умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</p> <p>У6- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</p> <p>У8- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;</p> <p>У12- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</p> <p><b>использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:</b> для практических расчетов по формулам, включая формулы, содержащие степени, логарифмы и тригонометрические</p>	<p>Выполнение самостоятельных/конт рольных/практических работ.</p> <p>В соответствии с уровнем выполнения работы:</p> <p>работа выполнена;</p> <p>работа выполнена, но с ошибками;</p> <p>работа не выполнена.</p>	<p><b>РАЗУМ И ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ</b></p>	<p>1-3</p>		<p>Дифференци рованный зачёт</p>

	<p>функции, используя при необходимости справочные материалы и простейшие вычислительные устройства</p> <p>31 - значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>32 - значение практики и вопросов, возникающих в самой астрономии для формирования и развития астрономии как науки; историю развития астрономии, создания математической модели как Солнечной системы, так и Вселенной, её возникновения и развития;</p> <p>33 - универсальный характер законов логики физико-математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;</p> <p>34 - вероятностный характер различных процессов окружающего мира.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам согласно тематическому плану)						
Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые У, З	Форма контроля	Проверяемые У, З	Форма контроля	Проверяемые У, З
Астрономия её значение и связь с другими науками	Опорный конспект,	31,32,33,34				
Раздел I Практические основы астрономии	Контрольная работа	31,32,33,34 У8, У9, У2, У5	Контрольная работа	31,32,33,34 У8, У9, У2, У5		
Тема 1.1. Практические основы астрономии	Контрольная работа	31,32,33,34				
Раздел 2 Строение тел Солнечной системы	Самостоятельная работа	31,32,33,34 У1, У2, У3,				
Тема 2.1 Законы движения небесных тел	Самостоятельная работа	31,32,33,34 У1, У3, У4, У5				
Раздел 3 Природа тел Солнечной системы	Контрольная работа	31,32,33,34 У1, У9, У10, У5	Контрольная работа	31,32,33,34 У1, У9, У10, У5		
Тема 3.1. Природа тел Солнечной системы	Контрольная работа	31,32,33,34 У1, У9, У10, У5				
Раздел 4 Солнце и звёзды	Самостоятельная работа	31,32,33,34 У1, У7				

<b>Тема 4.1. Солнце и звёзды</b>	Самостоятельная работа	31,32,33,34				
<b>Раздел 5 Строение и эволюция Вселенной</b>	Контрольная работа	31,32,33,34 У8, У9, У2, У5	Контрольная работа	31,32,33,34 У8, У9, У2, У5		
<b>Тема 5.1. Наша Галактика- Млечный путь</b>	Контрольная работа	31,32,33,34 У1, У2, У7, У4, У12				
<b>Тема 5.2. Строение и эволюция Вселенной</b>						
<b>Раздел 6 Разум и жизнь во Вселенной</b>	Самостоятельная работа	33,34 У1, У2, У3, У4, У12				
<b>Тема 6.1. Разум и жизнь во Вселенной</b>	Самостоятельная работа	33,34 У1, У2, У3, У4, У12				
					Дифференцированный зачёт	31,32,33,34, У1-У12





### 3.1. Типовые задания для оценки освоения дисциплины ОУД.08 Астрономия

Виды заданий:

1. Лабораторные/практические работы - 16 часов.
2. Контрольные работы – 4 часа.
- 3 Реферат, доклад сообщение, эссе, вопросы для устного (письменного опроса по теме, разделу)
4. Экзамен.

Рабочей программой учебной дисциплины ОУД.08Астрономия в подтверждение соответствия для профессии 54.01.20 предусмотрено 16 часов практических занятий:

Практическое занятие №1. Работа с подвижной звёздной картой.

Практическое занятие №2. Законы Кеплера. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе. Горизонтальный параллакс.

Практическое занятие №3. Движение небесных тел под действием сил тяготения. Определение массы небесных тел. Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов в Солнечной системе. История развития отечественной космонавтики.

Практическое занятие №4. Определение линейных размеров солнечного пятна.

Практическое занятие №5. Звезды: основные физико-химические характеристики и их взаимосвязь. Годи́чный параллакс и расстояния до звезд.

Практическое занятие №6. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Эффект Доплера. Диаграмма «спектр — светимость» («цвет — светимость»).

Практическое занятие №7. Виды звёзд. Массы и размеры звезд. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.

Практическое занятие №8. Проблема существования жизни вне Земли. Условия, необходимые для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе.

#### 4. Комплект оценочных средств

##### Контрольные работы

##### Контрольная работа №1 по теме: Предмет астрономии. Практические основы астрономии.1 вариант

№п/п	балл	Вопрос
1.	0,5 балла	<b>Вселенная – это...</b> <b>А) наука о строении, движении, происхождении и развитии небесных тел, их систем и всей Вселенной в целом;</b> <b>Б) наука, изучающая законы строения материи, тел и их систем;</b> <b>В) максимально большая область пространства, включающая в себя все доступные для изучения небесные тела и их системы;</b> <b>Г) наука о материи, ее свойствах и движении, является одной из наиболее древних научных дисциплин.</b>
2.	0,5 балла	<b>Основным источником знаний о небесных телах, процессах и явлениях происходящих во Вселенной, являются...</b>

		А) измерения;                      Б) наблюдения;                      В) опыт; Г) расчёты.
3.	0,5 балла	Создал гелиоцентрическую картину мира А) Николай Коперник;                      Б) Джордано Бруно;                      В) Иоганн Кеплер; Г) Исаак Ньютон.
4.	0,5 балла	Созвездием называется: А) определенная группа из звезд, напоминающая какую-нибудь фигуру; Б) участок неба с установленными границами; В) скопление звезд;                      Г) линии, соединяющие звезды.
5.	1 балл	Плоскость, проходящая через центр небесной сферы и перпендикулярная отвесной линии называется... А) физическим горизонтом;                      Б) математическим горизонтом; В) поясом зодиака;                      Г) экватором.
6.	1 балл	Промежуток времени между двумя последовательными фазами Луны, называется... А) синодическим месяцем;                      Б) лунным месяцем; В) сидерическим месяцем;                      Г) солнечным месяцем.
7.	1 балл	Один световой год— А) Расстояние между Землёй и Луной; Б) Расстояние между Землёй и Солнцем; В) Расстояние, которое пролетает ракета за один год; Г) Расстояние, которое проходит электромагнитная волна за один год;
8.	1 балл	Найдите и вычеркните лишнее в этом списке.  Козерог, Дракон, Рыбы, Лев, Змееносец, Рак.
9.	2 балла	На обороте начертить схему Солнечного затмения и указать области полного и частичного затмения.
10.	2 балла	Продолжительность смены фаз Луны называется .... и равна ... А) синодическим месяцем, 27,3 сут; В) сидерическим месяцем, 29,5сут; С) синодическим месяцем, 29,5сут; Д) сидерическим месяцем, 27,3сут;
11.	*****1 балл	Перевести в градусную меру 17 часов 25 минут.

**К/р №1 по теме: Предмет астрономии. Практические основы астрономии.2 вариант**

№п/п	балл	Вопрос

1.	0,5 балла	<b>Вся небесная сфера содержит около...</b> А) 3000 звёзд;      Б) 2500 звёзд;      В) 6000 звёзд;      Г) 25000 звёзд.
2.	0,5 балла	<b>Названия большей части созвездий определяются:</b> А) Персонажами древних мифов и легенд; Б) Именами первых наблюдателей созвездий; В) Именами древних правителей и названиями предметов им принадлежавших; Г) Современными названиями предметов.
3.	0,5 балла	<b>1 астрономическая единица равна...</b> А) 150 млн. км;      Б) 3,26 св. лет;      В) 1 св. год;      Г) 100 млн. км.
4.	0,5 балла	<b>Ось мира пересекает небесную сферу в точках, которые называются..</b> А) зенитом и надиром;      Б) полюсами мира; В) точками весеннего и осеннего равноденствия;      Г) кульминациями.
5.	1 балл	<b>Где бы вы искали Полярную звезду, если бы вы находились на северном полюсе?</b> А) в точке зенита;      Б) на высоте 45° над горизонтом; В) на горизонте; Г) на высоте, равной географической широте места наблюдения.
6.	1 балл	<b>Плоскость, проходящая через центр небесной сферы и перпендикулярная отвесной линии называется...</b> А) физическим горизонтом;      Б) математическим горизонтом; В) поясом зодиака;      Г) экватором.
7.	1 балл	<b>Фазы Луны повторяются через....</b> А) 346, 53 суток;      Б) 27,21 суток;      В) 29,53 суток;      Г) 24,56 суток.
8.	1 балл	<b>Найдите и вычеркните лишнее в этом списке.</b> Козерог, Малая Медведица, Рыбы, Овен, Скорпион, Рак.
9.	2 балла	<b>Самое высокое положение светила относительно горизонта, достигаемое при его прохождении через небесный меридиан:</b> А) верхняя кульминация;      В) зенит;      С) высота; Д) прямое восхождение;      Е) склонение.
10	2 балла	<b>На обороте начертить схему Лунного затмения и указать области полного и частичного затмения.</b>
11	***** 1 балл	<b>Перевести в градусную меру 7 часов 55 минут. (На обороте)</b>

Оценка \_\_\_\_\_

**К/р №1 по теме: Предмет астрономии. Практические основы астрономии.3 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
1.	0,5 балла	<b>Найдите верное утверждение:</b> А) Земля является большой планетой Солнечной системы,

		которая входит в состав нашей Галактики; Б) Солнечная система не является частью Галактики; В) Солнечная система входит в состав Туманности Андромеды; Г) Солнечная система находится в центре нашей Галактики.
2.	0,5 балла	Ученый древнего мира, который считал, что в центре Вселенной находится неподвижная шарообразная Земля, а вокруг нее вращаются планеты, Солнце и Луна: А) Бируни; Б) Пифагор; В) Аристарх Самосский; Г) Клавдий Птолемей.
3.	0,5 балла	Плоскость, проходящая через центр небесной сферы и перпендикулярная отвесной линии называется... А) физическим горизонтом; Б) математическим горизонтом; В) поясом зодиака; Г) экватором.
4.	0,5 балла	Видимое движение Солнца на фоне звезд в восточном направлении в течение года вызвано: А) Связано с видимым движением звезд из-за осевого вращения Земли; Б) Вращением Земли вокруг своей оси; В) Наличием северного и южного полушарий Земли; Г) Действительным движением Земли вокруг Солнца.
5.	1 балл	Где бы вы искали Полярную звезду, если бы вы находились на экваторе? А) в точке зенита; Б) на высоте 45° над горизонтом; В) на горизонте; Г) на высоте, равной географической широте места наблюдения.
6.	1 балл	Найдите и вычеркните лишнее в этом списке. Козерог, Лебедь, Овен, Лев, Змееносец, Рак.
7.	1 балл	Назовите основную причину смены времен года: А) Земля движется по эллиптической орбите, поэтому расстояние до Солнца изменяется, при этом, когда Земля расположена ближе к Солнцу – лето, дальше от Солнца – зима; Б) наклон земной оси к плоскости земной орбиты; В) вращение Земли вокруг своей оси; Г) медленное вращение земной оси.
8.	1 балл	Фазы Луны повторяются через.... А) 29,53 суток; Б) 27,21 суток; В) 346, 53 суток; Г) 24,56 суток.
9.	2 балла	Для определения вида звездного неба в любой день и момент времени для выбранного места используется: А) атлас небесной сферы; Б) астрономический календарь; В) телескоп; Г) подвижная карта звездного неба; Д) каталог звезд.
10.	2 балла	На обороте начертить схему фаз Луны и указать области новолуния, полнолуния и убывающей луны.
11.	*****1 балл	Перевести в градусную меру 13 часов 45 минут.

Оценка \_\_\_\_\_

**К/р №1 по теме: Предмет астрономии. Практические основы астрономии.4 вариант**

<b>№п/п</b>	<b>балл</b>	<b>Вопрос</b>
1.	0,5 балла	<b>Кто высказал мысль, что в центре Вселенной находится Земля:</b> А) Аристотель;    Б) Аристарх Самосский;    В) Птолемей; Г) Бируни.
2.	0,5 балла	<b>Созвездием называется:</b> А) определенная фигура из звезд, в которую звезды объединены условно; Б) участок неба с установленными границами; В) скопление звезд;     Г) линии, соединяющие звезды.
3.	1 балл	<b>Отвесная линия пересекает небесную сферу в двух точках, которые называются...</b>  А) зенитом и надиром;     Б) полюсами мира; В) точками весеннего и осеннего равноденствия; Г) кульминациями.
4.	1 балл	<b>Ось видимого вращения небесной сферы называется...</b> А) отвесной линией;     Б) экватором;          В) осью мира; Г) небесным меридианом.
5.	0,5 балла	<b>Причиной суточного вращения небесной сферы является:</b> А) Собственное движение звезд;          Б) Вращение Земли вокруг оси; В) Движение Земли вокруг Солнца; Г) Движение Солнца вокруг центра Галактики.
6.	0,5 балла	<b>Назовите основную причину смены времен года:</b> А) Земля движется по эллиптической орбите, поэтому расстояние до Солнца изменяется, при этом, когда Земля расположена ближе к Солнцу – лето, дальше от Солнца – зима; Б) наклон земной оси к плоскости земной орбиты; В) вращение Земли вокруг своей оси; Г) медленное вращение земной оси.
7.	1 балл	<b>Найдите и вычеркните лишнее в этом списке. Козерог, Дракон, Рыбы, Скорпион, Змееносец, Рак.</b>
8.	1 балл	<b>Самое высокое положение светила относительно горизонта, достигаемое при его прохождении через небесный меридиан:</b> А) верхняя кульминация;    Б) зенит; С) высота    Д) склонение.
9.	2 балла	<b>На обороте начертить схему Лунного затмения и указать области полного и частичного затмения.</b>
10.	2 балла	<b>Луна:</b> А) единственный естественный спутник Земли; Б) единственный искусственный спутник Земли; В) один из спутников Земли; Г) планета, обращающаяся вокруг Солнца вместе с Землей.

11.	*****1 балл	Перевести в градусную меру 7 часов 55 минут.
-----	-------------	--

Оценка \_\_\_\_\_

**Контрольная работа №2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.»1 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
12.	0,5 балла	<b>Ближайшую к Солнцу точку орбиты называют...</b> А) Афелием;                      Б) Перигелием;                      В) Эксцентриситетом.
13.	0,5 балла	<b>1. В состав Солнечной системы входит:</b> 1. 12 планет                      2. 8 планет                      3. 6 планет                      4. 4 планеты
14.	0,5 балла	<b>7. Самая богатая железом планета:</b> 1. Меркурий                      2. Марс                      3. Земля                      4. Венера
15.	0,5 балла	<b>Закончите предложение:</b> Скорость света равна
16.	1 балл	<b>Что удерживает планеты на их орбитах вокруг Солнца?</b> А) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением. Б) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения прямолинейного движения по инерции и движения по направлению к Солнцу под действием силы солнечного притяжения. В) На своей орбите около Солнца планета удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции.
17.	1 балл	<b>Главной причиной неравенства дня и ночи на Земле является:</b> 1) наклон земной оси к плоскости орбиты;                      2) осевое движение Земли; 3) форма Земли;                      4) размеры Земли.
18.	2 балла	<b>Как по виду на небе Луны распознать: молодой (нарождающийся) месяц? Сделать схематический рисунок. (на обороте)</b>
19.	1 балл	<b>В чем причина высокой температуры на поверхности Венеры?</b> _____ _____ _____
20.	2 балла	<b>Большая полуось орбиты Марса 1,5 а.е. Чему равен звездный период его обращения вокруг Солнца? (на обороте)</b> _____
21.	1 балл	<b>В чем состоит уникальность Урана?</b> А) вращается «лёжа на боку: наклон оси вращения к плоскости эклиптики приблизительно равен 98°;                      Б) вращается как волчок; В) движется в обратном направлении;

		Г) Период полного обращения Урана вокруг Солнца 140 земных лет.
--	--	---

Оценка \_\_\_\_\_

**Контрольная работа №2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.» 2 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
12.	0,5 балла	<b>Наиболее удаленную к Солнцу точку называют...</b> А) Афелием; Б) Перигелием; В) Эксцентриситетом.
13.	0,5 балла	<b>9. Белые полярные шапки на полюсах имеются у:</b> 1. Меркурия и Земли 2. Марса и Земли 3. Венеры и Марса 4. Венеры и Меркурия
14.	0,5 балла	<b>8. Самую плотную облачную атмосферу из планет земной группы имеет:</b> 1. Меркурий 2. Марс 3. Земля 4. Венера
15.	0,5 балла	<b>Закончите предложение:</b> Хвосты комет обычно направлены в сторону _____
16.	1 балл	<b>Объясните с помощью закона Ньютона, почему спутники удерживаются на орбитах около своих планет.</b> А) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением. Б) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции. В) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие движения к планете, вызываемого ее притяжением.
17.	1 балл	<b>В каком направлении Земля вращается вокруг своей оси?</b> 1) с запада на восток; 2) в зависимости от времени суток; 3) с востока на запад; 4) в зависимости от сезона года.
18.	2 балла	<b>Нарисуйте схему взаимного расположения Солнца, Луны и Земли при солнечном затмении. (на обороте)</b>
19.	1 балл	<b>Почему на Марсе в течение суток происходит более резкое колебание температуры _____ чем _____ на Земле?</b> _____
20.	2 балла	<b>Большая полуось орбиты Юпитера 5,2а.е. Каков звездный период его обращения _____ вокруг _____ Солнца?_ (на обороте)</b> _____
21.	1 балл	<b>Что такое «Большое красное пятно» и с какой планетой оно ассоциируется:</b> А) гигантский ураган в атмосфере Юпитера; Б) кольцо Сатурна; В) шторм на Уране; Г) гора на Марсе.

Оценка \_\_\_\_\_



**Контрольная работа №2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.»3 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
12.	0,5 балла	<b>Какие из малых тел Солнечной Системы объясняют явление «падающей звезды»?</b> а) астероид; б) метеор; в) метеорит; г) кометы; д) планета-карлик.
13.	0,5 балла	<b>Наиболее удаленная к Земле точка орбиты Луны или какого-нибудь искусственного спутника Земли называется...</b> А) Перигелием; Б) Апогеем; В) Перигеем.
14.	0,5 балла	<b>Скорость вращения Земли по орбите вокруг Солнца:</b> 1) 30 м/с; 2) 30 км/ч; 3) 30 см/с; 4) 30 км/с.
15.	0,5 балла	<b>Закончите предложение:</b> <i>Белые полярные шапки на полюсах имеются у_____</i>
16.	1 балл	<b>Приведите два факта, которые подтверждают аккреционную (аккреция – конденсация вещества) теорию образования Солнечной системы.</b> А) Все планеты обращаются вокруг Солнца в одном и том же направлении. Орбиты всех планет лежат почти в плоскости эклиптики. Б) Планеты гиганты обращаются вокруг Солнца в одном направлении, а планеты земной группы – в другом направлении. В) Часть планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца с запада на восток, а другая часть – наоборот. Орбиты всех планет лежат почти в плоскости эклиптики.
17.	1 балл	<b>Какая планета земной группы имеет самую плотную атмосферу?</b> а) Меркурий; б) Венера; в) Марс; г) Земля.
18.	2 балла	<b>Нарисуйте схему взаимного расположения Солнца, Луны и Земли при лунном затмении.(на обороте)</b>
19.	1 балл	<b>Каковы особенности природы Меркурия и чем они объясняются?</b> _____
20.	2 балла	<b>Большая полуось орбиты Венеры 0,72а.е. Чему равен звездный период ее обращения вокруг Солнца? (на обороте)</b> _____
21.	1 балл	<b>Какое явление будут наблюдать космонавты на Луне когда на Земле видно лунное затмение? Какое явление будут наблюдать космонавты на Луне когда на Земле видно лунное затмение?</b> _____ _____ _____

Оценка \_\_\_\_\_

**Контрольная работа №2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.»4 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
1.	0,5 балла	<b>Какие из малых тел Солнечной Системы иногда имеют «хвост падающей звезды»?</b> а) астероид; б) метеор; в) метеорит; г) кометы; д) планета-карлик.
2.	0,5 балла	<b>8. Наиболее высокая температура на поверхности:</b> 1. Меркурий 2. Марс 3. Земля 4. Венера
3.	0,5 балла	<b>7. Самой дальней от Солнца из планет земной группы является:</b> 1. Меркурий 2. Марс 3. Земля 4. Венера
4.	0,5 балла	<b>Закончите предложение:</b> Воображаемая окружность на поверхности Земли, проведенная на равном расстоянии от Северного и Южного полюсов, называется _____.
5.	1 балл	<b>Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от афелия к перигелию?</b> А) В афелии скорость планеты максимальная, затем она возрастает и в перигелии становится минимальной. Б) В афелии скорость планеты минимальная, затем она возрастает и в перигелии становится максимальной. В) В афелии скорость планеты минимальная, затем она возрастает и в перигелии становится равной нулю.
6.	1 балл	<b>Какие из химических элементов наиболее распространены на Солнце?</b> а) кислород и железо; б) водород и гелий; в) водород и кислород; г) азот и кислород; д) феррум и азот.
7.	2 балла	<b>Как по виду на небе Луны распознать старый (уходящий) месяц? Сделать схематический рисунок.(на обороте)</b>
8.	1 балл	<b>Можно ли на Луне наблюдать метеоры? Ответ поясните.</b> _____
9.	2 балла	<b>Чему равна большая полуось орбиты Урана, если звездный период его обращения вокруг Солнца составляет 84 года? (на обороте)_____</b>
10.	1 балл	<b>Существует ли различие между метеором и метеоритом?_____</b> _____ _____ _____

Оценка \_\_\_\_\_

**Контрольная работа №2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.»5 вариант**

№п/п	балл	Вопрос
------	------	--------

1.	0,5 балл а	<b>5. Слово «кратер» в переводе с греческого обозначает:</b> А. «большая чаша»      Б. «большой овраг»      В «большой желоб»      Г «большое блюдо»
2.	0,5 балл а	<b>9. Из планет земной группы спутники имеют:</b> 1. Меркурий и Земля      2. Марс и Земля 3. Венера и Марс      4. Венера и Меркурий
3.	1 балл	<b>При каких условиях движение небесных тел будет происходить в точности по законам Кеплера?</b> А) Если в Солнечной системе одна планета. Б) Если в Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения. В) В случае, если существуют лишь два взаимно притягивающихся тела.
4.	1 балл	<b>Почему на Марсе происходят более резкие, чем на Земле, колебания температуры в течение суток?</b> _____ _____ _____
5.	0,5 балл а	<b>Солнечная система, по мнению ученых, образовалась:</b> 1. 3,0-3,5 млрд. лет назад      2. 4,5-5.0 млрд. лет назад 3. 5.0-6.5 млрд. лет назад      4. 2.5-3.0 млрд. лет назад
6.	0,5 балл а	<b>Закончите предложение:</b> Точки пересечения воображаемой земной оси с поверхностью Земли называются _____.
7.	2 балл а	<b>Нарисуйте схему взаимного расположения Солнца, Луны и Земли при солнечном затмении. (на обороте)</b>
8.	1 балл	<b>Охарактеризуйте различие в атмосферах Земли и Венеры.</b> _____
9.	1 балл	<b>Можно ли на Луне наблюдать метеоры? Ответ поясните.</b> _____ _____ _____
10.	2 балл а	<b>Большая полуось орбиты Сатурна 9,54а.е. Каков звездный период его обращения вокруг Солнца? (на обороте)</b>

Оценка \_\_\_\_\_

**Контрольная работа №3 по курсу «Астрономия» 1 вариант**

1.	0,5 балла	<p><b>Вселенная – это...</b></p> <p>А) наука о строении, движении, происхождении и развитии небесных тел, их систем и всей Вселенной в целом;</p> <p>Б) наука, изучающая законы строения материи, тел и их систем;</p> <p>В) максимально большая область пространства, включающая в себя все доступные для изучения небесные тела и их системы;</p> <p>Г) наука о материи, ее свойствах и движении, является одной из наиболее древних научных дисциплин.</p>
2.	0,5 балла	<p><b>Основным источником знаний о небесных телах, процессах и явлениях происходящих во Вселенной, являются...</b></p> <p>А) измерения;                      Б) наблюдения;                      В) опыт;                      Г) расчёты.</p>
3.	0,5 балла	<p><b>Создал гелиоцентрическую картину мира</b></p> <p>А) Николай Коперник;                      Б) Джордано Бруно;                      В) Иоганн Кеплер;                      Г) Исаак Ньютон.</p>
4.	0,5 балла	<p><b>Созвездием называется:</b></p> <p>А) определенная группа из звезд, напоминающая какую-нибудь фигуру;</p> <p>Б) участок неба с установленными границами;</p> <p>В) скопление звезд;                      Г) линии, соединяющие звезды.</p>
5.	1 балл	<p><b>Плоскость, проходящая через центр небесной сферы и перпендикулярная отвесной линии называется...</b></p> <p>А) физическим горизонтом;                      Б) математическим горизонтом;</p> <p>В) поясом зодиака;                      Г) экватором.</p>
6.	0,5 балла	<p><b>Продолжить предложение:                      Небесной сферой называется _____</b></p>
7.	1 балл	<p>За 24 ч Земля (а нам кажется, что звезды) совершает один оборот - <math>360^\circ</math>. Следовательно, <math>360^\circ</math> соответствуют 24 ч, тогда <math>15^\circ</math>-1 ч, <math>1^\circ</math>-4 мин, <math>15'</math>-1 мин, <math>15''</math>-1 с. Например, <math>90^\circ</math> составляют 6 ч, а 7 ч 18 мин - <math>109^\circ 30'</math>. <b>Выразите 9 ч 15 мин 11 с в градусной мере.</b></p>
8.	0,5 балла	<p><b>Ближайшую к Солнцу точку орбиты называют...</b></p> <p>А) Афелием;                      Б) Перигелием;                      В) Эксцентриситетом.</p>
9.	0,5 балла	<p><b>2. В состав Солнечной системы входит:</b></p> <p>2. 12 планет                      2. 8 планет                      3. 6 планет                      4. 4 планеты</p>
10.	0,5 балла	<p><b>Самая богатая железом планета:</b></p> <p>2. Меркурий                      2. Марс                      3. Земля                      4. Венера</p>
11.	0,5 балла	<p><b>Закончите предложение:                      Скорость света равна _____</b></p>

12.	1 балл	<b>Что удерживает планеты на их орбитах вокруг Солнца?</b> А) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением. Б) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения прямолинейного движения по инерции и движения по направлению к Солнцу под действием силы солнечного притяжения. В) На своей орбите около Солнца планета удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции.
13.	1 балл	<b>Главной причиной неравенства дня и ночи на Земле является:</b> 1) наклон земной оси к плоскости орбиты; 2) осевое движение Земли; 3) форма Земли; 4) размеры Земли.
14.	1 балл	<b>Как по виду на небе Луны распознать: молодой (нарождающийся) месяц? Сделать схематический рисунок. (на обороте)</b>
15.	1 балл	<b><u>В чем причина высокой температуры на поверхности Венеры?</u></b>
16.	2 балла	<b>Большая полуось орбиты Марса 1,5 а.е. Чему равен звездный период его обращения вокруг Солнца? (на обороте)</b>
17.	2 балла	<b>В чем состоит уникальность Урана?</b> А) вращается «лёжа на боку: наклон оси вращения к плоскости эклиптики приблизительно равен $98^{\circ}$ ; Б) вращается как волчок; В) движется в обратном направлении; Г) Период полного обращения Урана вокруг Солнца 140 земных лет.
18.	1 балл	<b>В чем главная причина различия спектров звезд?</b> А. В различии температуры в атмосферах звезд. Б. В различии давления в атмосферах звезд. В. В различии температуры и давления в атмосферах звезд.

Оценка \_\_\_\_\_

### Контрольная работа №3 по курсу «Астрономия» 2 вариант

1.	0,5 балла	<b>Вся небесная сфера содержит около...</b> А) 3000 звёзд; Б) 2500 звёзд; В) 6000 звёзд; Г) 25000 звёзд.
2.	0,5 балла	<b>Названия большей части созвездий определяются:</b> А) Персонажами древних мифов и легенд; Б) Именами первых наблюдателей созвездий; В) Именами древних правителей и названиями предметов им принадлежавших; Г) Современными названиями предметов.
3.	0,5 балла	<b>1 астрономическая единица равна...</b> А) 150 млн. км; Б) 3,26 св. лет; В) 1 св. год; Г) 100 млн. км.
4.	0,5 балла	<b>Ось мира пересекает небесную сферу в точках, которые называются..</b> А) зенитом и надиром; Б) полюсами мира;

	a	<b>В) точками весеннего и осеннего равноденствия;</b> <b>Г)</b> <b>кульминациями.</b>
5.	1 балл	<b>Где бы вы искали Полярную звезду, если бы вы находились на северном полюсе?</b> <b>А) в точке зенита; Б) на высоте 45° над горизонтом;</b> <b>В) на горизонте;</b> <b>Г) на высоте, равной географической широте места наблюдения.</b>
6.	1 балл	За 24 ч Земля (а нам кажется, что звезды) совершает один оборот - 360°. Следовательно, 360° соответствуют 24 ч, тогда 15°-1 ч, 1°-4 мин, 15'-1 мин, 15"-1 с. Например, 90° составляют 6 ч, а 7 ч 18 мин - 109°30'. <b>Выразите 10 ч 5 мин 10с в градусной мере.</b>
7.	0,5 балл а	<b>В чём различие между северным полюсом мира и точкой севера?</b> _____
8.	0,5 балл а	<b>Наиболее удаленную к Солнцу точку называют...</b> <b>А) Афелием; Б) Перигелием; В)</b> <b>Эксцентриситетом.</b>
9.	0,5 балл а	<b>10. Белые полярные шапки на полюсах имеются у:</b> <b>2. Меркурия и Земли 2.Марса и Земли 3.Венеры и Марса</b> <b>4. Венеры и Меркурия</b>
10.	0,5 балл а	<b>9. Самую плотную облачную атмосферу из планет земной группы имеет:</b> <b>2. Меркурий 2. Марс 3. Земля 4. Венера</b>
11.	0,5 балл а	<b>Закончите предложение:</b> Хвосты комет обычно направлены в сторону_____
12.	1 балл	<b>Объясните с помощью закона Ньютона, почему спутники удерживаются на орбитах около своих планет.</b> <b>А) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением.</b> <b>Б) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции.</b> <b>В) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие движения к планете, вызываемого ее притяжением.</b>
13.	1 балл	<b>В каком направлении Земля вращается вокруг своей оси?</b> <b>1) с запада на восток; 2) в зависимости от времени суток;</b> <b>3) с востока на запад; 4) в зависимости от сезона года.</b>
14.	1 балл	<b>Нарисуйте схему взаимного расположения Солнца, Луны и Земли при солнечном затмении. (на обороте)</b>
15.	1 балл	<b>Почему на Марсе в течение суток происходит более резкое колебание температуры чем на Земле?</b> _____

16.	2 балл а	<b>Большая полуось орбиты Юпитера 5,2а.е. Каков звездный период его обращения вокруг Солнца?_</b> (на обороте)
17.	2 балл а	<b>Что такое «Большое красное пятно» и с какой планетой оно ассоциируется:</b> А ) гигантский ураган в атмосфере Юпитера; Б) кольцо Сатурна; В) шторм на Уране; Г) гора на Марсе.
18.	1 балл	<b>Что лежит в основе определения спектрального класса звезды?</b> А. Размеры, масса и давление звезды. Б. Химический состав звезды. В. Температура поверхности.

Оценка \_\_\_\_\_

**Критерии оценки контрольной работы № 1 по теме: Предмет астрономии. Практические основы астрономии.**

Задания	Баллы	Примечание
5,6,7,8	4	Каждый правильный ответ 1 балл
9,10	4	Каждый правильный ответ 2 балла
1,2,3,4	2	Каждый правильный ответ 0,5 балла

Максимальный балл за работу – **10 баллов**

**Шкала перевода баллов в отметки**

Отметка	Число баллов, необходимое для получения отметки
« 5» (отлично)	10– 9
« 4» (хорошо)	8,5 – 6,5
« 3» (удовлетворительно)	5 – 6
« 2» (неудовлетворительно)	менее 5

**Критерии оценки контрольной работы № 2 по теме: «Строение тел солнечной системы. Природа тел Солнечной системы.»**

Задания	Баллы	Примечание
3,4,9,8	4	Каждый правильный ответ 1 балл
7,10	4	Каждый правильный ответ 2 балла
1,2,5,6	2	Каждый правильный ответ 0,5 балла

Максимальный балл за работу – **10 баллов**

**Шкала перевода баллов в отметки**

Отметка	Число баллов, необходимое для получения отметки
« 5» (отлично)	10– 9
« 4» (хорошо)	8,5 – 6,5
« 3» (удовлетворительно)	5 – 6
« 2» (неудовлетворительно)	менее 5

**Критерии оценки контрольной работы № 3 по курсу «Астрономия»**

Задания	Баллы	Примечание
5,6,12,13,14,	7	Каждый правильный ответ 1 балл

15,18		
16,17	4	Каждый правильный ответ 2 балла
1,2,3,4,7,8,9, 10,11	9	Каждый правильный ответ 0,5 балла

Максимальный балл за работу – **20 баллов**

**Шкала перевода баллов в отметки**

Отметка	Число баллов, необходимое для получения отметки
« 5 » (отлично)	19– 20
« 4 » (хорошо)	16,5 – 18,5
« 3 » (удовлетворительно)	10,5 – 16
« 2 » (неудовлетворительно)	менее 10

## Практические работы

**Математика: алгебра, начала анализа, геометрия**

**Занятие № 2**

**Тема: Целые и рациональные числа. Задачи на проценты.**

**Количество часов: 2**

**Цель:** ознакомить обучающихся с Диаграммами Эйлера для изображения множеств; описать основные свойства рациональных чисел; научиться переводить десятичные дроби в обыкновенные и на оборот (периодические и конечные). Вспомнить и развить умения решения задач на проценты.

**Тема самостоятельной работы:**

**Работа с рациональными выражениями**

**Самостоятельная работа (10 минут)**

$$1) \quad (20,88 : 18 + 45 : 0,36) : (19,59 + 11,95);$$

$$2) \quad \frac{7}{36} \cdot 9 + 8 \cdot \frac{11}{32} + \frac{9}{10} \cdot \frac{5}{18}.$$

**Математика: алгебра, начала анализа, геометрия**

**Занятие № 9**

**Тема: Корень степени n**

**Количество часов: 4**

**Цель:** ознакомить обучающихся с понятием радикала, сформировать умение вычислять корни разных степеней, развить представление о свойствах корней.

**Тема самостоятельной работы:**

**Корни степени n**

**Самостоятельная работа**

<b>Вариант I</b>	<b>Вариант II</b>	<b>Вариант III</b>
------------------	-------------------	--------------------



<b>A1.</b> Вычислить: $\sqrt[4]{9} \cdot \sqrt[4]{9}$ 1) 81; 2) 9; 3) 3;	<b>A1.</b> Вычислить: $\sqrt[3]{2^6 \cdot 0,5^3}$ 1) 1; 2) 2; 3) 20;	<b>A1.</b> Вычислить: $\sqrt{\sqrt{16}}$ 1) 1; 2) 2; 3) 20;
<b>A2.</b> Вычислить: $-2\sqrt[4]{16}$ 1) -8; 2) 4; 3) -4;	<b>A2.</b> Вычислить $\sqrt{20} \cdot \sqrt{5}$ 1) 100; 2) 10; 3) 1;	<b>A2.</b> Вычислить $\sqrt[3]{25} \cdot \sqrt{625}$ 1) 25; 2) 5; 3) 125;
<b>A3.</b> Вычислить: $\sqrt[3]{0,2^3 \cdot 5^6}$ 1) 50; 2) 25; 3) 5;	<b>A3.</b> Вычислить: $-6\sqrt[3]{8}$ 1) - 24; 2) - 12; 3) 12;	<b>A3.</b> Вычислить: $-2\sqrt[3]{8}$ 1) - 24; 2) - 4; 3) 12;
<b>A4.</b> Решить уравнение: $x^6=64$ 1) 2; 2) -4; 4 3) -2; 2	<b>A4.</b> Решить уравнение: $x^5=32$ 1) -2; 2) 2; 3) -2; 2	<b>A4.</b> Решить уравнение: $x^5=243$ 1) -2; 2) 3; 3) -2; 2
<b>A5.</b> Вычислить: $\sqrt[4]{8 \cdot 3} \cdot \sqrt[4]{2 \cdot 27} =$ <b>Ответ:</b>	<b>A5.</b> Вычислить: $\sqrt[3]{32 \cdot 7^2} \cdot \sqrt[3]{7^3}$ <b>Ответ:</b>	<b>A5.</b> Вычислить: $\sqrt{0,04} \cdot \sqrt[3]{3 \cdot 9} \cdot \sqrt{5 \cdot \frac{1}{125}}$ <b>Ответ:</b>
<b>A6.</b> Преобразовать выражение: $\sqrt[3]{2\sqrt{2}} =$ <b>Ответ:</b>	<b>A6.</b> Преобразовать выражение: $\sqrt[6]{2 \cdot \sqrt[3]{2}}$ <b>Ответ:</b>	<b>A6.</b> Преобразовать выражение: $\sqrt[5]{5\sqrt[3]{5}}$ <b>Ответ:</b>

## Математика: алгебра, начала анализа, геометрия

### Занятие № 11

Тема: Степени с рациональным и действительным показателем.

**Количество часов:** 4

**Цель:** расширить представления обучающихся о степенях, их свойствах. Соединить представления обучающихся о корнях и степенях в единую систему знаний; закрепить знания о корнях натуральной степени и степенях с рациональным и действительным показателями; научиться применять свойства корней и степеней при решении задач.

**Тема самостоятельной работы:**

**Корни и степени**



## Практическая работа № 1

### Тема: Изучение звёздного неба с помощью подвижной карты звёздного неба

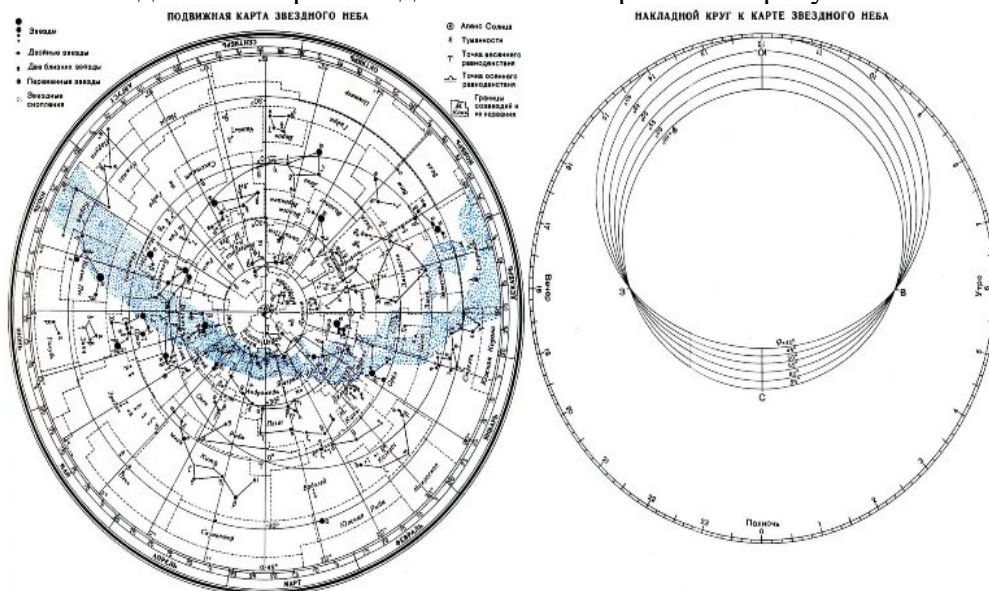
**Цель:** познакомиться с подвижной картой звёздного неба, научиться определять условия видимости созвездий, научиться определять координаты звезд по карте

#### Ход работы:

##### Теория.

Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Работа посвящена знакомству со звёздным небом, решению задач на условия видимости созвездий и определении их координат.

Подвижная карта звёздного неба изображена на рисунке.



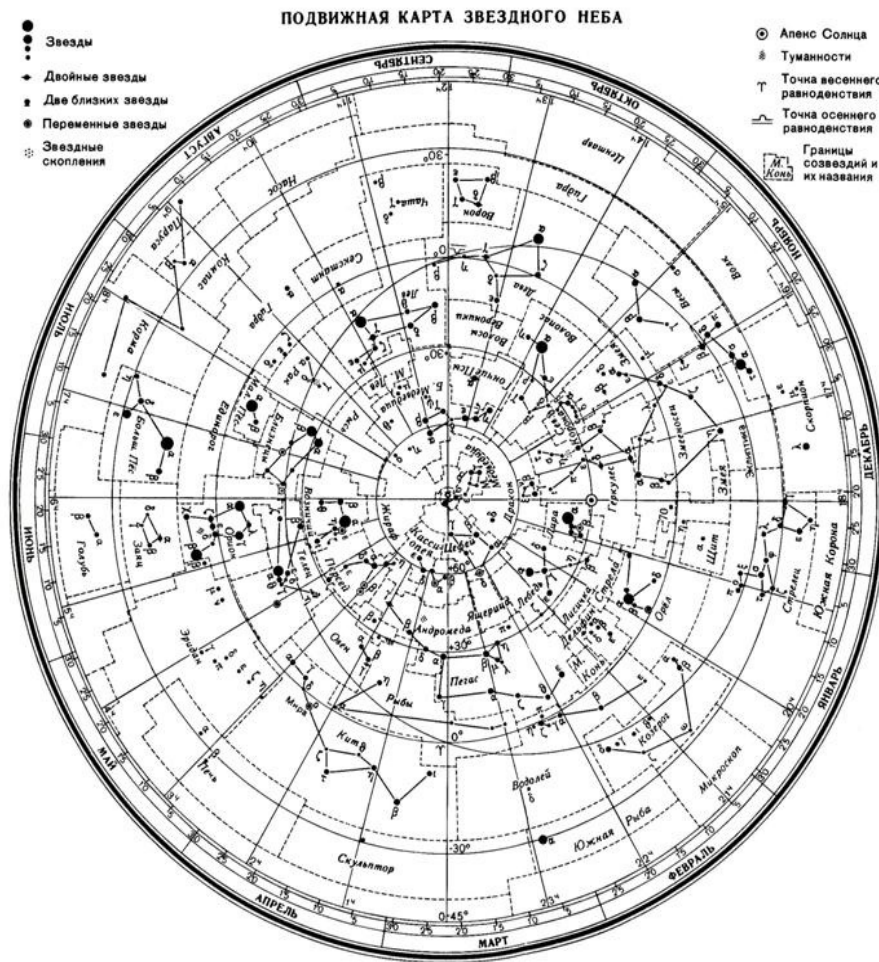
#### (Распечатать)

Перед началом работы распечатать подвижную карту звёздного неба, овал накладного круга вырезать по линии, соответствующей географической широте места наблюдения. Линия выреза накладного круга будет изображать линию горизонта. Звёздную карту и накладной круг наклеить на картон. От юга к

северу накладного круга натянуть нить, которая покажет направление небесного меридиана.

На карте:

- звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд;
- туманности обозначены штриховыми линиями;
- северный полюс мира изображён в центре карты;
- линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 1 ч;
- небесные параллели нанесены через  $30^\circ$ . С их помощью можно произвести отсчёт склонение светил  $\delta$ ;
- точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего  $\gamma$  и  $\omega$  равноденствий;
- по краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы;
- зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).



Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.

Небесный экватор — большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное полушарие, с вершиной в северном полюсе мира, и южное полушарие, с вершиной в южном полюсе мира. Созвездия, через которые проходит небесный экватор, называют экваториальными. Различают созвездия южные и северные.

Созвездия Северного полушария: Большая и Малая Медведицы, Кассиопея, Цефей, Дракон, Лебедь, Лира, Волопас и др.

К южным относятся Южный Крест, Центавр, Муха, Жервентник, Южный Треугольник.

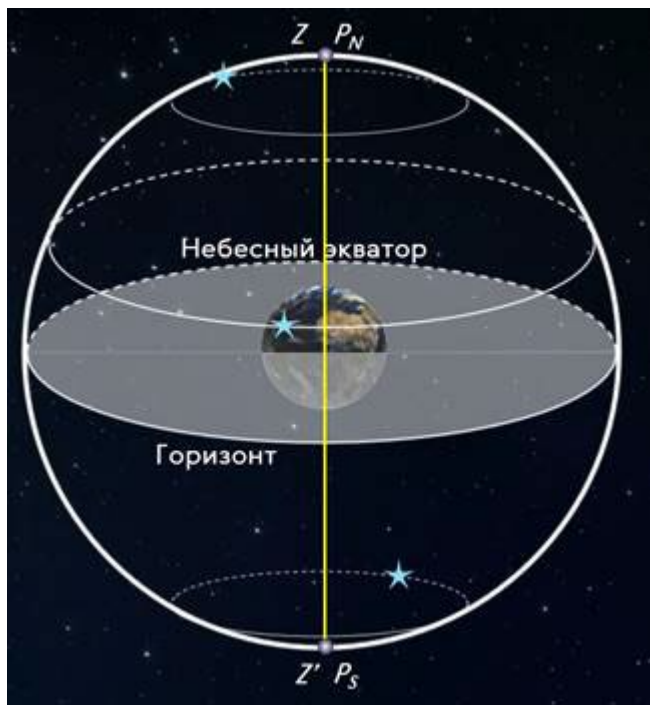
**Полюс мира** — точка на небесной сфере, вокруг которой происходит видимое суточное движение звёзд из-за вращения Земли вокруг своей оси. Направление на Северный полюс мира совпадает с направлением на географический север, а на Южный полюс мира — с направлением на географический юг. Северный полюс мира находится в созвездии Малой Медведицы с поляриссимой (видимая яркая звезда, находящаяся на оси вращения Земли) — Полярной звездой, южный — в созвездии Октант.

**Туманность** — участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением излучения на общем фоне неба. Ранее туманностями называли всякий неподвижный на небе протяжённый объект. В 1920-е годы выяснилось, что среди туманностей много галактик (например, Туманность Андромеды). После этого термин «туманность» стал пониматься более узко, в указанном выше смысле. Туманности состоят из пыли, газа и плазмы.

**Эклиптика** — большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годовое движение Солнца. Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты).

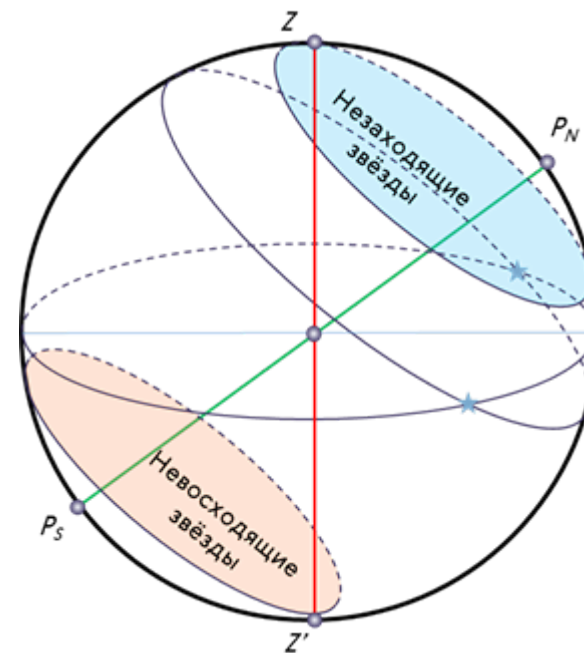
В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звездного неба и характер суточного движения звезд. Суточные пути светил на небесной сфере — это окружности, плоскости которых параллельны небесному экватору.

Рассмотрим, как изменяется вид звездного неба на полюсах Земли. Полюс — это такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом.



Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе Земли, Полярная звезда будет располагаться в зените, звёзды будут двигаться по кругам, параллельным математическому горизонту, который совпадает с небесным экватором. При этом над горизонтом будут видны все звёзды, склонение которых положительно (на Южном полюсе, наоборот, будут видны все звёзды, склонение которых отрицательно), а их высота в течение суток не будет изменяться.

Переместимся в привычные для нас средние широты. Здесь уже ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту. Поэтому и суточные пути звёзд также будут наклонены к горизонту. Следовательно, на средних широтах наблюдатель сможет наблюдать восходящие и заходящие звёзды.



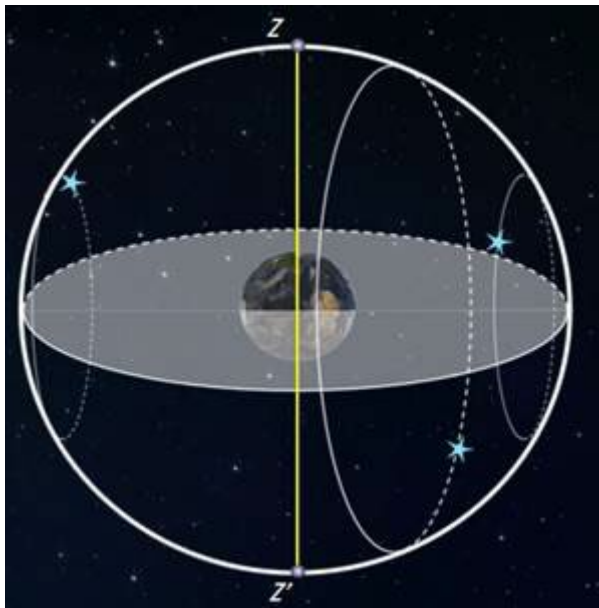
**Под восходом** понимается явление пересечения светилом восточной части истинного горизонта, а **под заходом** — западной части этого горизонта.

Помимо этого, часть звёзд, располагающихся в северных околополярных созвездиях, никогда не будут опускаться за горизонт. Такие звёзды принято называть **незаходящими**.

А звёзды, расположенные около Южного полюса мира для наблюдателя на средних широтах будут являться **невосходящими**.

Отправимся дальше — на экватор, географическая широта которого равна нулю. Здесь ось мира совпадает с полуденной линией (то есть располагается в плоскости горизонта), а небесный экватор проходит через зенит.





Суточные пути всех, без исключения, звёзд перпендикулярны горизонту. Поэтому находясь на экваторе, наблюдатель сможет увидеть все звёзды, которые в течение суток восходят и заходят.

Вообще, для того, чтобы светило восходило и заходило, его склонение по абсолютной величине должно быть меньше, чем

$$|\delta| < 90^\circ - \varphi$$

Если  $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$ , то в Северном полушарии она будет являться незаходящей (для Южного — невосходящей).

Тогда очевидно, что те светила, склонение которых  $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$ , являются невосходящими для Северного полушария (или незаходящими для Южного).

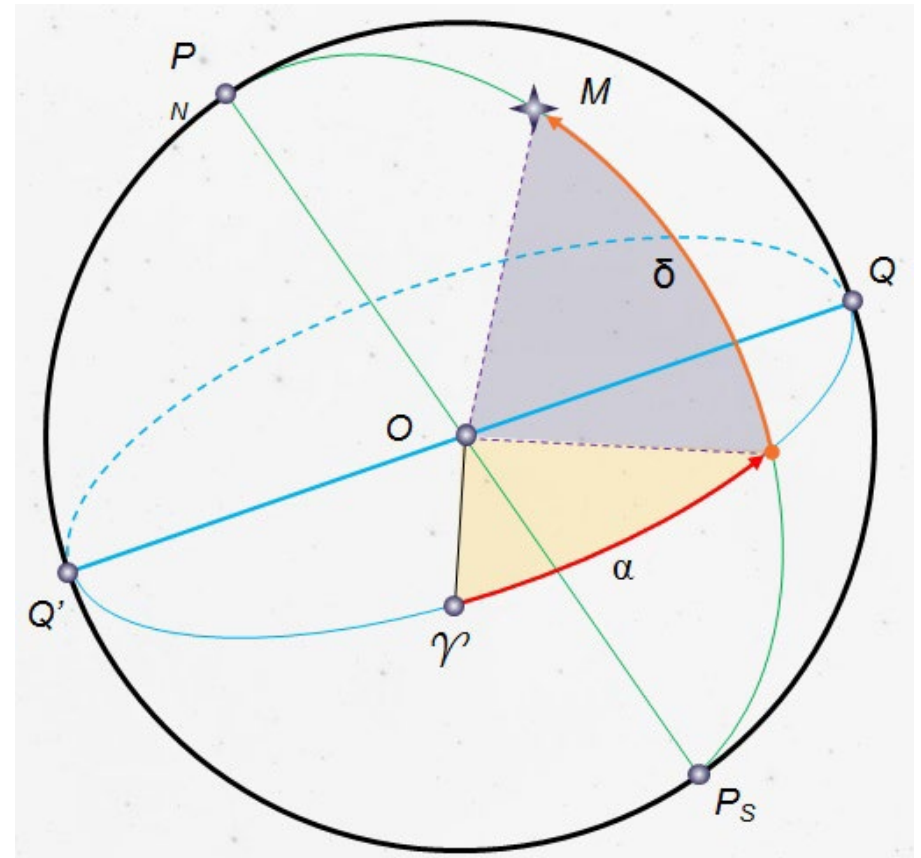
**Экваториальная система координат** — это система небесных координат, основной плоскостью в которой является плоскость небесного экватора.

**Экваториальные небесные координаты:**

**1. Склонение ( $\delta$ )** — угловое расстояние светила  $M$  от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения. Обычно выражается в градусах, минутах и секундах дуги. Склонение положительно к северу от небесного экватора и отрицательно к югу

от него. Объект на небесном экваторе имеет склонение  $0^\circ$ . Склонение северного полюса небесной сферы равно  $+90^\circ$ . Склонение южного полюса равно  $-90^\circ$ .

**2. Прямое восхождение светила ( $\alpha$ )** — угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила.



**Последовательность выполнения практической работы:**

**Задачи практической работы:**

**Задача 1.** Определите экваториальные координаты Альтаира ( $\alpha$  Орла), Сириуса ( $\alpha$  Большого Пса) и Веги ( $\alpha$  Лиры).

**Задача 2.** Используя карту звёздного неба, найдите звезду по её координатам:  $\delta = +35^\circ$ ;  $\alpha = 1^h 6^m$ .

**Задача 3.** Определите, какой является звезда  $\delta$  Стрельца, для наблюдателя, находящего на широте  $55^\circ 15'$ . Определить,

восходящей или невосходящей является звезда двумя способами: с использованием накладного круга подвижной карты звездного неба и с использованием формул условия видимости звезд.

**Практический способ.** Располагаем подвижный круг на звездной карте и при его вращении определяем, является звезда восходящей или невосходящей.

**Теоретический способ.**

Используем формулы условия видимости звезд:

Если  $|\delta| < 90^\circ - \varphi$ , то звезда является восходящей и заходящей.

Если  $|\delta| \geq 90^\circ - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является незаходящей

Если  $|\delta| \leq 90^\circ - \varphi$ , то звезда в Северном полушарии является невосходящей.

**Задача 4.** Установить подвижную карту звёздного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, расположенные в южной части неба от горизонта до полюса мира; на востоке – от горизонта до полюса мира.

**Задача 5.** Найти созвездия, расположенные между точками запада и севера, 10 октября в 21 час. Проверить правильность определения визуальным наблюдением звёздного неба.

**Задача 6.** Найти на звёздной карте созвездия с обозначенными в них туманностями и проверить, можно ли их наблюдать невооруженным глазом на день и час выполнения лабораторной работы.

**Задача 7.** Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака. Весов в полночь 15 сентября? Какое созвездие в это же время будет находиться вблизи горизонта на севере?

**Задача 8.** Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион - для вашей широты будут незаходящими?

**Задача 9.** На карте звёздного неба найти пять любых перечисленных созвездий: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Лебедь, Лира, Геркулес, Северная корона – и определить приближённо небесные координаты (склонение, и прямое восхождение) α-звезд этих созвездий.

**Задача 10.** Определить, какие созвездия будут находиться вблизи горизонта на Севере, Юге, Западе и Востоке 5 мая в полночь.

**Контрольные вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Что такое звёздное небо? *(Звёздное небо - множество небесных светил, видимых с Земли ночью, на небосводе. В ясную ночь человек с хорошим зрением увидит на небосводе не более 2—3 тысяч мерцающих точек. Тысячи лет назад древние астрономы разделили звездное небо на двенадцать секторов и придумали им имена и символы, под которыми они известны и поныне.)*

2. Что такое созвездия? *(Созвездия - участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звёздном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звёздами.)*

3. Сколько на сегодняшний день созвездий? *(Сегодня есть 88 созвездий. Созвездия различны по занимаемой площади на небесной сфере и количеству звезд в них.)*

4. Перечислить основные созвездия или те, которые вы знаете. *(Существуют большие созвездия и маленькие. К первым относятся Большая Медведица, Геркулес, Пегас, Водолей, Волопас, Андромеда. Ко вторым - Южный Крест, Хамелеон, Летучая Рыба, Малый Пёс, Райская Птица. Конечно, мы назвали лишь малую толику, наиболее известные.)*

5. Что такое карта неба? *(Это изображение звёздного неба или его части на плоскости. Карту неба астрономы разделили на 2 части: южную и северную (по аналогии с полушариями Земли.)*

6. Что такое небесный экватор? *(Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и совпадает с плоскостью земного экватора.)*

**По окончанию практической работы студент должен представить отчет.**

Отчёт должен включать ответы на все указанные пункты порядка выполнения работы и ответы на контрольные вопросы.

Список литературы

1. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова],

под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр  
«Академия», 2019 – 256с

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11  
класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

## **Практическая работа № 2 «Законы Кеплера. Определение масс небесных тел»**

**Тема:** Законы Кеплера. Определение масс небесных тел

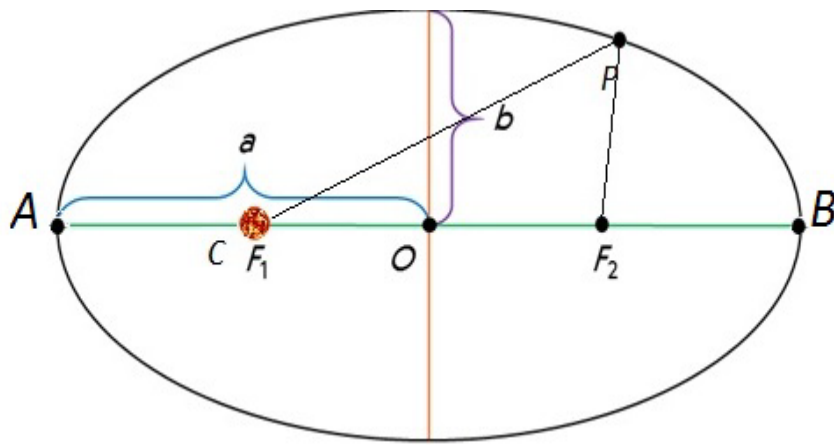
**Цель занятия:** Освоить методику решения задач, используя  
законы движения планет.

### **Теоретические сведения**

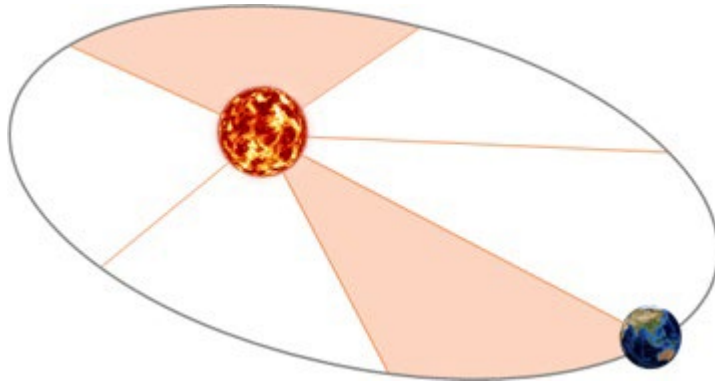
При решении задач неизвестное движение сравнивается с  
уже известным путём применения законов Кеплера и формул  
синодического периода обращения.

**Первый закон Кеплера.** Все планеты движутся по эллипсам,  
в одном из фокусов которого находится Солнце.





**Второй закон Кеплера.** Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади.



**Третий закон Кеплера.** Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

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

Для определения масс небесных тел применяют **обобщённый третий закон Кеплера** с учётом сил всемирного тяготения:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где  $M_1$  и  $M_2$  -массы каких-либо небесных тел, а  $m_1$  и  $m_2$  - соответственно массы их спутников.

Обобщённый третий закон Кеплера применим и к другим системам, например, к движению планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты. Для этого сравнивают движение Луны вокруг Земли с движением спутника вокруг той планеты, массу которой определяют, и при этом массами спутников в сравнении с массой центрального тела пренебрегают. При этом в исходной формуле индекс надо отнести к движению Луны вокруг Земли массой , а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой . Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

$$M_{\text{П}} = \frac{T_{\text{Л}}^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_{\text{Л}}^3} \cdot M_{\odot},$$

где  $T_{\text{Л}}$  и  $a_{\text{Л}}$ - период и большая полуось орбиты спутника планеты ,  $M_{\oplus}$  -масса Земли.

Формулы, определяющие соотношение между сидерическим (звёздным)  $T$  и синодическим периодами  $S$  планеты и периодом обращения Земли , выраженными в годах или сутках,

а) для внешней планеты формула имеет вид:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\odot}} - \frac{1}{T}$$

б) для внутренней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

### Выполнение работы

**Задание 1.** За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

**Задание 2.** Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

**Задание 3.** Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

**Задание 4.** Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км. для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

**Задание 5.** Марс дальше от Солнца, чем Земля, в 1.5 раза. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.

**Задание 6.** Синодический период планеты 500 суток. Определите большую полуось её орбиты и звёздный (сидерический) период обращения.

**Задание 7.** Определить период обращения астероида Белоруссия если большая полуось его орбиты  $a=2,4$  а.е.

**Задание 8.** Звёздный период обращения Юпитера вокруг Солнца  $T=12$  лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца?

### Примеры решения задач 1-4

**Задание 1.** За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

**Задание 1.** Для решения задачи используем третий закон Кеплера:  $\frac{T_1^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a_1^3}{a_{\oplus}^3}$

Дано:

$$a_1 = 1,5 \text{ а.е.} \quad T_1 = \sqrt{\frac{T_{\oplus}^2 \cdot a_1^3}{a_{\oplus}^3}} = \frac{T_{\oplus} \cdot a_1}{a_{\oplus}} \sqrt{\frac{a_1}{a_{\oplus}}}$$

$$a_{\oplus} = 1 \text{ а.е.}$$

$$T_{\oplus} = 1 \text{ г.} \quad T_1 = \frac{1 \cdot 1,5}{1} \sqrt{\frac{1,5}{1}} = 1,5 \sqrt{1,5} \approx 1,92.$$

Найти:

$T_1$  -?

Ответ: Марс совершает полный оборот вокруг Солнца примерно за 1,9 года.

**Задание 2.** Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

**Задание 2.**

Для решения задачи используем формулу  $M_{\text{П}} = \frac{T_{\text{Л}}^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_{\text{Л}}^3} \cdot M_{\otimes}$

Дано:

$$M_{\otimes} = 1$$

$$T = 27,32 \text{ сут.}$$

$$a = 3,84 \cdot 10^5 \text{ км}$$

$$T_1 = 1,77 \text{ сут.}$$

$$a_1 = 4,22 \cdot 10^5 \text{ км}$$

Найти:

$$M_{\text{П}} - ?$$

$$M_{\text{П}} = \frac{(27,32)^2 \cdot (4,22 \cdot 10^5)^3}{(1,77)^2 \cdot (3,84 \cdot 10^5)^3} \cdot M_{\otimes} \approx 317 M_{\otimes}$$

Ответ: Масса Юпитера составляет примерно 317 масс Земли.

**Задание 3.** Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

**Задание 3.** Большую полуось орбиты можно определить из третьего закона Кеплера:

$$\text{Дано: } \frac{T^2}{T_{\otimes}^2} = \frac{a^3}{a_{\otimes}^3} \text{ откуда: } a^3 = a_{\otimes}^3 \cdot \frac{T^2}{T_{\otimes}^2}$$

$S = 2$  года Звёздный период  $T$  найдём из соотношения

$$T_{\otimes} = 1 \text{ г. } \frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\otimes}} - \frac{1}{T}, \quad T = \frac{T_{\otimes} \cdot S}{S - T_{\otimes}}, \quad T = 2 \text{ года}$$

Найти:  $a - ?$

$$a = \sqrt[3]{\frac{(1 \text{ а.е.})^3 \cdot (2 \text{ года})^2}{(1 \text{ год})^2}} \approx 1,59 \text{ а.е.}$$

$$a_{\otimes} = 1 \text{ а.е.}$$

Ответ:  $a \approx 1,59 \text{ а.е.}$

**Задание 4.** Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км. для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

**Задание 4.**

Дано:

$$a = 438 \text{ тыс. км}$$

$$T = 8,7 \text{ сут.}$$

$$a_{\text{Л}} = 384 \text{ тыс. км}$$

$$T_{\text{Л}} = 27,3 \text{ сут.}$$

$$M_{\text{З}} = 1$$

Найти:  $M_{\text{У}} - ?$

Решение

$$\frac{T^2(M_{\text{У}} + m_{\text{Т}})}{T_{\text{Л}}^2(M_{\text{З}} + m_{\text{Л}})} = \frac{a^3}{a_{\text{Л}}^3}$$

Пренебрегая массами Титания и Луны  $m_{\text{Т}}$  и  $m_{\text{Л}}$  получим, что

$$M_{\text{У}} = \left(\frac{a}{a_{\text{Л}}}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_{\text{Л}}}{T}\right)^2 \cdot M_{\text{З}} \quad M_{\text{У}} = \left(\frac{438}{384}\right)^3 \cdot \left(\frac{27,3}{8,7}\right)^2 \cdot 1 = 14,6$$

**Ответ:** 14.6 массы Земли.

Список литературы

2. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 256с

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

### Практическая работа № 3.

**Тема:** Движение небесных тел под действием сил тяготения. Определение массы небесных тел. Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов в Солнечной системе. История развития отечественной космонавтики.

**Цель:** раскрыть научные основы практического применения законов небесной механики к планированию и реализации полетов искусственных спутников и космических аппаратов. Охарактеризовать орбиты и космические скорости искусственных спутников Земли, ознакомиться с историей освоения космоса и достижениями СССР и России в космических исследованиях, ознакомиться с историей исследования Луны космическими аппаратами и в ходе пилотируемых полетов; охарактеризовать современный этап освоения межпланетного пространства космическими аппаратами.

#### **ТЕОРИЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ.**

### **ДВИЖЕНИЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ**

#### **1. Закон всемирного тяготения**

Согласно закону всемирного тяготения, изученному в курсе физики,

**все тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:**

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где  $m_1$  и  $m_2$  — массы тел;  $r$  — расстояние между ними;  $G$  — гравитационная постоянная.

Открытию закона всемирного тяготения во многом способствовали законы движения планет, сформулированные Кеплером, и другие достижения астрономии XVII в. Так, знание расстояния до Луны позволило **Исааку Ньютону** (1643—1727) доказать тождественность силы, удерживающей Луну при её движении вокруг Земли, и силы, вызывающей падение тел на Землю.

Ведь если сила тяжести меняется обратно пропорционально квадрату расстояния, как это следует из закона всемирного тяготения, то Луна, находящаяся от Земли на расстоянии примерно 60 её радиусов, должна испытывать ускорение в 3600 раз меньшее, чем ускорение силы тяжести на поверхности Земли, равное  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Следовательно, ускорение Луны должно составлять  $0,0027 \text{ м/с}^2$ .

В то же время Луна, как любое тело, равномерно движущееся по окружности, имеет ускорение

$$a = \omega^2 r,$$

где  $\omega$  — угловая скорость Луны;  $r$  — радиус её орбиты. Если считать, что радиус Земли равен 6400 км, то радиус лунной орбиты будет составлять  $r = 60 \cdot 6400 \text{ км} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$ . Звёздный период обращения Луны  $T = 27,32$  суток, в секундах составляет  $2,36 \cdot 10^6 \text{ с}$ . Тогда ускорение орбитального движения Луны

$$a = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot r = \left( \frac{2 \cdot 3,14}{2,36 \cdot 10^6 \text{ с}} \right)^2 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ м} = 0,0027 \text{ м/с}^2.$$

Равенство этих двух величин ускорения доказывает, что сила, удерживающая Луну на орбите, есть сила земного притяжения, ослабленная в 3600 раз по сравнению с действующей на поверхности Земли.

Можно убедиться и в том, что при движении планет, в соответствии с третьим законом Кеплера, их ускорение и действующая на них сила притяжения Солнца обратно пропорциональны квадрату расстояния, как это следует из закона всемирного тяготения. Действительно, согласно третьему закону Кеплера отношение кубов больших полуосей орбит  $d$  и квадратов периодов обращения  $T$  есть величина постоянная:

$$\frac{d_1^3}{T_1^2} = \frac{d_2^3}{T_2^2} = \frac{d_3^3}{T_3^2} = \dots = \text{const.}$$

Ускорение планеты равно

$$a = \frac{v^2}{d} = \left( \frac{2\pi d}{T} \right)^2 \frac{1}{d} = 4\pi^2 \frac{d}{T^2}.$$

Из третьего закона Кеплера следует

$$\frac{d}{T^2} = \frac{\text{const}}{d^2},$$

поэтому ускорение планеты равно

$$a = 4\pi^2 \cdot \text{const} \frac{1}{d^2}.$$

Итак, сила взаимодействия планет и Солнца удовлетворяет закону всемирного тяготения.

## 2. Возмущения в движении тел Солнечной системы

Законы Кеплера строго выполняются, если рассматривается движение двух изолированных тел (Солнце и планета) под действием их взаимного притяжения. Однако в Солнечной системе планет много, все они взаимодействуют не только с Солнцем, но и между собой. Поэтому движение планет и других тел не в точности подчиняется законам Кеплера. Отклонения тел от движения по эллипсам называются **возмущениями**.

Возмущения эти невелики, так как масса Солнца гораздо больше массы не только отдельной планеты, но и всех планет в целом. Наибольшие возмущения в движении тел Солнечной системы вызывает Юпитер, масса которого в 300 раз превышает массу Земли. Особенно заметны отклонения астероидов и комет при их прохождении вблизи Юпитера.

В настоящее время возмущения учитываются при вычислении положения планет, их спутников и других тел Солнечной системы, а также траекторий космических аппаратов, запускаемых для их исследования. Но ещё в XIX в. расчёт возмущений позволил сделать одно из самых известных в науке открытий «на кончике пера» — открытие планеты Нептун.

Проводя очередной обзор неба в поиске неизвестных объектов, **Вильям Гершель** в 1781 г. открыл планету, названную впоследствии Ураном. Спустя примерно полвека стало очевидно, что наблюдаемое движение Урана не согласуется с расчётным даже при учёте возмущений со стороны всех известных планет. На основе предположения о наличии ещё одной «заурановой» планеты были сделаны вычисления её орбиты и положения на небе. Независимо друг от друга эту задачу решили **Джон Адамс** в Англии и **Урбен Леверье** во Франции. На основе расчётов Леверье немецкий астроном **Йоганн Галле** 23 сентября 1846 г. обнаружил в созвездии Водолея неизвестную ранее планету — Нептун. Это открытие стало триумфом гелиоцентрической системы, важнейшим подтверждением справедливости закона всемирного тяготения. В дальнейшем в движении Урана и Нептуна были замечены возмущения, которые стали основанием для предположения о существовании в Солнечной системе ещё одной планеты. В 1930 г. после просмотра большого количества фотографий звёздного неба был обнаружен Плутон, который, как оказалось, является одним из множества объектов, расположенных за орбитой Нептуна.

## 3. Масса и плотность Земли

Закон всемирного тяготения позволил определить массу нашей планеты. Исходя из закона всемирного тяготения, ускорение свободного падения можно выразить так:

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

Подставим в формулу известные значения этих величин:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ ,  $R = 6370 \text{ км}$  — и получим, что масса Земли  $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ .

Зная массу и объём земного шара, можно вычислить его среднюю плотность:  $5,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . С глубиной за счёт увеличения давления и содержания тяжёлых элементов плотность возрастает.

## 4. Определение массы небесных тел

Более точная формула третьего закона Кеплера, которая была получена Ньютоном, даёт возможность определить одну из важнейших характеристик любого небесного тела — массу. Выведем эту формулу, считая (в первом приближении) орбиты планет круговыми.



Пусть два тела, имеющие массы  $m_1$  и  $m_2$ , взаимно притягиваются и обращаются вокруг общего центра масс, находятся от центра масс на расстоянии  $r_1$  и  $r_2$  и обращаются вокруг него с периодом  $T$ . Расстояние между их центрами  $R = r_1 + r_2$ . На основании закона всемирного тяготения ускорение каждого из этих тел равно:

$$a_1 = G \frac{m_2}{R^2}, \quad a_2 = G \frac{m_1}{R^2}.$$

Угловая скорость обращения вокруг центра масс составляет  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ . Тогда центростремительное ускорение выразится для каждого тела так:

$$a_1 = \frac{4\pi^2}{T^2} r_1, \quad a_2 = \frac{4\pi^2}{T^2} r_2.$$

Приравняв полученные для ускорений выражения, выразив из них  $r_1$  и  $r_2$  и сложив их почленно, получаем:

$$G = \frac{(m_1 + m_2)}{R^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} (r_1 + r_2), \quad \text{откуда}$$

$$\frac{T^2(m_1 + m_2)}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G}.$$

Поскольку в правой части этого выражения находятся только постоянные величины, оно справедливо для любой системы двух тел, взаимодействующих по закону тяготения и обращающихся вокруг общего центра масс, — Солнце и планета, планета и спутник. Определим массу Солнца, для этого запишем выражение:

$$\frac{T_1^2(M + m_1)}{a_1^3} = \frac{T_2^2(m_1 + m_2)}{a_2^3},$$

где  $M$  — масса Солнца;  $m_1$  — масса Земли;  $m_2$  — масса Луны;  $T_1$  и  $a_1$  — период обращения Земли вокруг Солнца (год) и большая полуось её орбиты;  $T_2$  и  $a_2$  — период обращения Луны вокруг Земли и большая полуось лунной орбиты.

Пренебрегая массой Земли, которая ничтожно мала по сравнению с массой Солнца, и массой Луны, которая в 81 раз меньше массы Земли, получим:

$$\frac{M}{m_1} = \frac{a_1^3 T_2^2}{a_2^3 T_1^2}.$$

Подставив в формулу соответствующие значения и приняв массу Земли за единицу, мы получим, что Солнце примерно в 333 тыс. раз по массе больше нашей планеты.

Массы планет, не имеющих спутников, определяют по тем возмущениям, которые они оказывают на движение астероидов, комет или космических аппаратов, пролетающих в их окрестностях.

## 5. Приливы

Под действием взаимного притяжения частиц тело стремится принять форму шара. Если эти тела вращаются, то они деформируются, сжимаются у полюсов.

Кроме того, изменение их формы происходит и под действием взаимного притяжения, которое вызывают явления, называемые *приливами*. Давно известные на Земле, они получили объяснение только на основе закона всемирного тяготения.



Рис. 1. Схема лунных приливов

Рассмотрим ускорения, создаваемые притяжением Луны в различных точках земного шара (рис. 1). Поскольку точки  $A$ ,  $B$  и  $O$  находятся на различных расстояниях от Луны, ускорения, создаваемые её притяжением, будут различны.

**Разность ускорений, вызываемых притяжением другого тела в данной точке и в центре планеты, называется приливным ускорением.**

Приливные ускорения в точках  $A$  и  $B$  направлены от центра Земли. В результате Земля, и в первую очередь её водная оболочка, вытягивается в обе стороны по линии, соединяющей центры Земли и Луны. В точках  $A$  и  $B$  наблюдается прилив, а вдоль круга, плоскость которого перпендикулярна этой линии, на Земле

происходит отлив. Тяготение Солнца также вызывает приливы, но из-за большей его удалённости они меньше, чем вызванные Луной. Приливы наблюдаются не только в гидросфере, но и в атмосфере и в литосфере Земли и других планет.

Вследствие суточного вращения Земля стремится увлечь за собой приливные горбы, в то же время вследствие тяготения Луны, которая обращается вокруг Земли за месяц, полоса приливов должна перемещаться по земной поверхности значительно медленнее. В результате между огромными массами воды, участвующей в приливных явлениях, и дном океана возникает приливное трение. Оно тормозит вращение Земли и вызывает увеличение продолжительности суток, которые в прошлом были значительно короче (5—6 ч). Тот же эффект ускоряет орбитальное движение Луны и приводит к её медленному удалению от Земли. При этом приливы со стороны Земли на Луне затормозили её вращение, и она теперь обращена к Земле одной стороной. Такое же медленное вращение характерно для многих спутников Юпитера и других планет. Сильные приливы, вызываемые на Меркурии и Венере Солнцем, по-видимому, являются причиной их крайне медленного вращения вокруг оси.

## 6. Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов к планетам

Возможность создания искусственного спутника Земли теоретически обосновал ещё

Ньютон. Он показал, что существует такая горизонтально

направленная скорость, при которой тело, падая на Землю, тем не менее на неё не упадёт, а будет двигаться вокруг Земли, оставаясь от неё на одном и том же расстоянии. При такой скорости тело будет приближаться к Земле вследствие её притяжения как раз на столько, на сколько из-за кривизны поверхности нашей планеты оно будет от неё удаляться (рис. 2. Эта скорость, которую называют первой космической (или круговой), известна вам из курса физики:

$$v_1 = \sqrt{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 7,9 \text{ км/с}.$$



Рис. 2. Орбита искусственного спутника Земли

Практически осуществить запуск искусственного спутника Земли оказалось возможно лишь через два с половиной столетия после открытия Ньютона — 4 октября 1957 г. За время, прошедшее с этого дня, который нередко называют началом космической эры человечества, искусственные спутники самого различного устройства и назначения заняли важное место в нашей повседневной жизни. Они обеспечивают непрерывный мониторинг погоды и других природных явлений, трансляции телевидения и т. п. Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС и другие системы глобального позиционирования позволяют в любой момент с высокой степенью точности определить координаты любой точки на Земле. Пожалуй, нет в наши дни ни одной глобальной проблемы, в решении которой не принимали участие искусственные спутники Земли (ИСЗ).

Космические аппараты (КА), которые направляются к Луне и планетам, испытывают притяжение со стороны Солнца и согласно законам Кеплера так же, как и сами планеты, движутся по эллипсам. Скорость движения Земли по орбите составляет около 30 км/с. Если геометрическая сумма скорости космического аппарата, которую ему сообщили при запуске, и скорости Земли будет больше этой величины, то КА будет двигаться по орбите, лежащей за пределами земной орбиты. Если меньше — то внутри орбиты Земли. В первом случае, если аппарат летит к Марсу (рис. 3.) или другой внешней планете, энергетические затраты будут наименьшими, если КА достигнет орбиты этой планеты при своём максимальном удалении от Солнца — в афелии. Кроме того, необходимо так рассчитать время старта КА, чтобы к этому моменту в ту же точку своей орбиты пришла планета. Иначе говоря, начальная скорость и день

запуска КА должны быть выбраны таким образом, чтобы КА и планета, двигаясь каждый по своей орбите, одновременно подошли к точке встречи. Во втором случае — для внутренней планеты — встреча с КА должна произойти в перигелии его орбиты (рис. 4.). Такие траектории полётов называются *полуэллиптическими*. Большие оси этих эллипсов проходят через Солнце, которое находится в одном из фокусов, как и полагается по первому закону Кеплера.

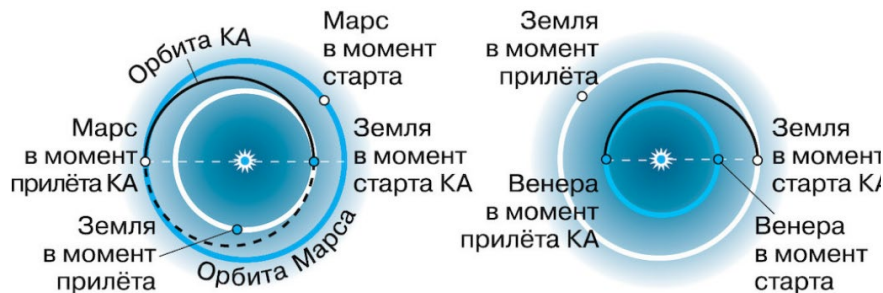


Рис. 3. Траектория полёта КА к Марсу

Рис. 4. Траектория полёта КА к Венере

Конструкция и оборудование современных КА обеспечивают возможность совершения ими весьма сложных манёвров — выход на орбиту спутника планеты, посадка на планету, передвижение по её поверхности и т. п.

### Выполнение работы

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?
2. Как было установлено местоположение планеты Нептун?
3. Какая из планет вызывает наибольшие возмущения в движении других тел Солнечной системы и почему?
4. Какие тела Солнечной системы испытывают наибольшие возмущения и почему?
5. По каким траекториям движутся космические аппараты к Луне; к планетам?
- 6\*. Объясните причину и периодичность приливов и отливов.

7\*. Будут ли одинаковы периоды обращения искусственных спутников Земли и Луны, если эти спутники находятся на одинаковых расстояниях от них?

### Задание 1

*Вопрос:* Приливы и отливы на Земле вызваны

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

- 1) действием сил тяготения со стороны Луны
- 2) дующими ветрами
- 3) действием сил тяготения со стороны Солнца
- 4) вращением Земли вокруг своей оси

### Задание 2

*Вопрос:* Каким способом можно измерить массу небесного тела?

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

- 1) по второму закону Кеплера
- 2) по третьему обобщённому закону Кеплера
- 3) путём измерения силы тяжести на поверхности данного небесного тела
- 4) путём взвешивания на рычажных весах соответствующего размера

### Задание 3

*Вопрос:* Сопоставьте определение с понятием.

*Изображение:*



*Укажите соответствие для всех 3 вариантов ответа:*

- 1) Приливное трение
- 2) Приливное ускорение
- \_\_\_ Замедляет скорость вращения Земли.
- \_\_\_ Процесс взаимодействия между массами воды, участвующими в приливных явлениях, и дном океана, вызванный суточным вращением Земли и вследствие тяготения Луны.



\_\_\_ Разность ускорений, вызываемых притяжением другого тела в данной точке и в центре планеты.

#### **Задание 4**

*Вопрос:* Объясните величины, входящие в формулу закона всемирного тяготения:

*Изображение:*

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}$$

*Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:*

- 1) F
- 2) m
- 3) r
- 4) G

\_\_\_ масса тела

\_\_\_ расстояние между телами

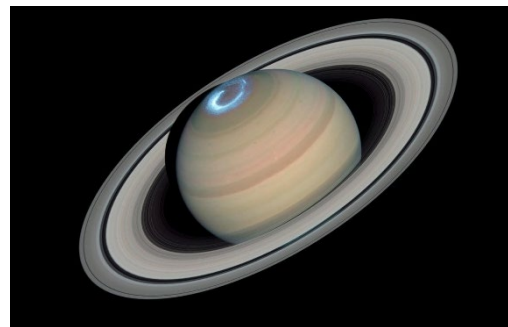
\_\_\_ гравитационная постоянная

\_\_\_ сила взаимодействия

#### **Задание 5**

*Вопрос:* Определите массу Сатурна (в массах Земли) путем сравнения системы Сатурн-Титан с системой Земля-Луна, если известно, что спутник Сатурна Титан отстоит от него на расстоянии  $r = 1220$  тыс. км и обращается с периодом  $T = 16$  суток. Для получения данных о Луне воспользуйтесь справочником. Ответ округлите до целого числа.

*Изображение:*



*Запишите число:* \_\_\_\_\_

#### **Задание 6**

*Вопрос:* Закончите предложение:

Возмущённым движением небесных тел называют \_\_\_\_\_

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

- 1) реальное движение небесных тел
- 2) отклонение в движении небесных тел от законов Кеплера
- 3) такое движение тел, при котором они, помимо своего движения, ещё и возмущаются тем, что им приходится именно так двигаться.
- 4) движение тел, строго подчиняющееся законам Кеплера.

#### **Задание 7**

*Вопрос:* В чём состоит уточнение и обобщение Ньютоном первого закона Кеплера?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

- 1) Под силой тяготения всякое тело движется только по эллипсу.
- 2) Под силой тяготения всякое тело движется по эллипсу, в одном из фокусов которых находится Солнце.
- 3) Под силой тяготения всякое тело движется по коническому сечению.
- 4) Под силой тяготения всякое тело движется по окружности

#### **Задание 8**

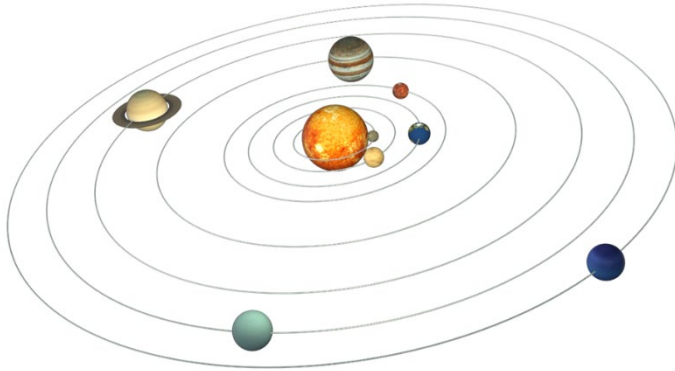
*Вопрос:* Определите массу Солнца (в тысячах массах Земли).

*Запишите число:* \_\_\_\_\_

#### **Задание 9**

*Вопрос:* В каком теле Солнечной системы содержится более 99 % её массы?

*Изображение:*



*Составьте слово из букв:*

ЛСЦОНЕ - \_\_\_\_\_

**Задание 10**

*Вопрос:* Планета, "открытая на кончике пера".

*Запишите*

*ответ:* \_\_\_\_\_

**Ответы:**

- 1) (3 б.) Верные ответы: 1;
- 2) (4 б.) Верные ответы: 2; 3;
- 3) (5 б.) Верные ответы: 1; 1; 2;
- 4) (4 б.) Верные ответы: 2; 3; 4; 1;
- 5) (5 б.): Верный ответ: 93.;
- 6) (4 б.) Верные ответы: 1; 2;
- 7) (3 б.) Верные ответы: 3;
- 8) (4 б.): Верный ответ: 333.;
- 9) (3 б.) Верные ответы: "СОЛНЦЕ".
- 10) (4 б.) Верный ответ: "Нептун".

Список литературы

3. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 256с

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

**Практическая работа № 4**

**Тема занятия:** «Определение линейных размеров солнечного пятна».

**План работы обучающегося:**

1. Повторить материал предыдущего занятия.

2. Выполнить практическую работу **Определение линейных размеров солнечного пятна.**

(практическую работу записываем в тетрадь кратко и закончив отправляем на проверку):

**Пр. р. № 4. Определение линейных размеров солнечного пятна.**

**Цель работы:** (списываем)

**Оборудование:** (списываем)

**Ход работы:**

**ВСЕ ПО ПУНКТАМ ЗАПИСЫВАЕМ В ТЕТРАДЬ И ЗАКАНЧИВАЕМ РАССЧЁТЫ!!!! РЕЗУЛЬТАТЫ ОКРУГЛЯЕМ И ЗАПИСЫВАЕМ В ТАБЛИЦУ В СТАНДАРТНОМ ВИДЕ(как я написала: например:  $11588,3(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}) \approx 12000(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}) \approx 12 \cdot 10^3(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}})$ , записать только  $12 \cdot 10^3$ )**

1.  **$D=12\text{см}=120\text{мм}=120\text{у.е.}$**  (Пояснение: Это диаметр Солнца фото на листе А4)

2.  **$D_{л} 1\ 390\ 600\ \text{км}$        $D\ 120\ \text{у.е.}$**

**$m_{л} = 1\ 390\ 600\ \text{км}/120\ \text{у.е.} = 11588,3(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}) \approx 12000(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}) \approx 12 \cdot 10^3(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}})$**

(Это обыкновенная дробь, спишите аккуратно)

3. Пятно, номер : \_\_\_\_\_.

(Выбираете сами № и выписываете его с фото)

4.  **$d=$**  \_\_\_\_\_.

(Например:  $1\text{мм}=1\text{у.е.}$  или  $3\text{мм}=3\text{у.е.}$ )

5.  **$d_{л} = d \cdot m_{л} =$**  \_\_\_\_\_ **(м)**

(То что получили в 4 п. надо умножить на то что имеем в п.2 на  $12 \cdot 10^3(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}})$ )

6.  **$d_{л} =$**  \_\_\_\_\_ **(м).**

(То, что получилось в п. 5 перевести из км. в метры, т.е. умножить на  $1000=10^3$ )

7.

**$S_n = \frac{\pi d_{л}^2}{4} =$**  \_\_\_\_\_ **(м<sup>2</sup>)  $\approx$**

( $\pi=3.14$ ,  $d_{л}$ =то что получилось в п.6)

8.  **$R_3 \approx 6376\text{км} \approx 6400\text{км} \approx 6,4 \cdot 10^3\text{км} \approx 6,4 \cdot 10^6\text{м}$**

9.  **$S_3 = 4\pi R_3^2 =$**  \_\_\_\_\_ **(м<sup>2</sup>)**  
 **$\approx$**  \_\_\_\_\_ **(м<sup>2</sup>)**

Диаметр Солнца	Линейный диаметр Солнца	Линейный масштаб изображения	Диаметр пятна	Диаметр	Площадь пятна	Площадь поверхности Земли
$D$ , у.е.	$D_{л}$ , км	$m_{л}$ , км/у.е.	$d$ , у.е.	$d_{л}$ , м	$S$ , м <sup>2</sup>	$S_3$ , м <sup>2</sup>
20	1 390 600	$2 \cdot 10^3$				

Определить во сколько раз отличаются по площади пятно и вся площадь поверхности Земли по формуле:

**$\frac{S_{п}}{S_3} =$**  \_\_\_\_\_ **(раз)**

**Вывод:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Практическая работа

### Определение линейных размеров солнечного пятна

**Цель работы:** рассмотреть фотографию солнечного диска с пятнами и получить представление об их возможной форме, количестве и расположении; рассчитать линейный размер любого пятна и сравнить его площадь с площадью поверхности планеты Земля.

**Оборудование:** линейка, фотография Солнца с пятнами.

#### Теория.

Пятна на Солнце впервые наблюдал в телескоп Галилей в 1610 году, хотя ещё в Никоновской летописи в 1365 и 1371 годах говорится "бысть знамение в Солнце, места черны по Солнцу аки гвозди".

**Пятна** - более холодные области фотосферы (с температурой  $3500^{\circ}\text{K}$ ).

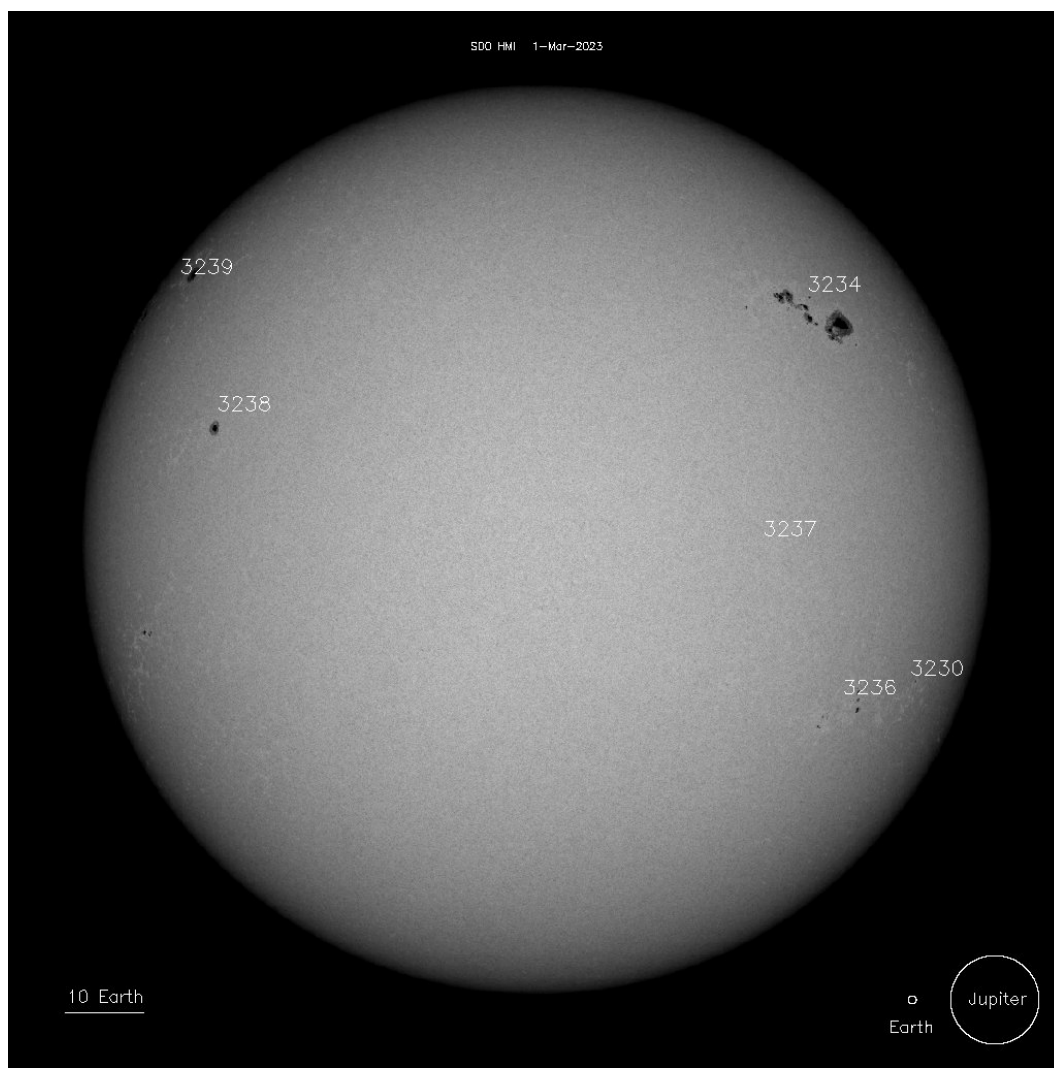
Образование пятен связано с магнитным полем Солнца.

Небольшие пятна имеют в поперечнике несколько тысяч километров.

Размеры крупных

пятен достигают 100 000 км; такие пятна существуют около месяца. Пятна - места выхода в атмосферу сильных магнитных полей, которые уменьшают поток энергии, исходящей из ядра. Следствием этого и является падение температуры в местах их выхода.

Солнечные пятна часто образуют группы, которые могут занимать значительную площадь на солнечном диске.



**Факелы** -- горячее атмосферы примерно на  $2000^{\circ}\text{K}$ , имеют ячеистую структуру с величиной ячейки  $\sim 30000\text{км}$ . Факелы образуются в результате конвекции из глубоких слоев Солнца и могут существовать недели и месяцы.

Часто образуются целые факельные поля. Внутри факельных полей не обязательно образуются пятна. Сначала внутри факельного поля появляется черная точка, которая быстро растёт и через сутки возникает пятно с резкой границей. Через 3-4 дня вокруг пятна появляется полутень. На 10-ый день размеры пятна максимальны, затем оно уменьшается и исчезает (сначала исчезают самые мелкие пятна).

Солнечные вспышки похожи на огромные взрывы, длящиеся всего лишь несколько минут (высвобождается энергия порядка 100 000 миллиардов кВт/час) Столько тепла поступает от Солнца на Землю в год! Причины вспышек пока еще плохо изучены. Многие учёные считают, что они вызываются резким изменением магнитного поля в хромосфере.

### Ход работы:

10. Измерьте с помощью линейки диаметр Солнца  $D$  и запишите полученный результат в условных единицах масштаба (например, значение диаметра Солнца вы получили 20 см = 200 мм = 200 у.е. (условных единиц масштаба)):

$$D = 12 \text{ см} = 120 \text{ мм} = 120 \text{ у.е.}$$

11. Зная, что линейный (реальный) диаметр Солнца приблизительно равен  $D_{\text{л}} = 1\,390\,600 \text{ км}$ , можно рассчитать линейный масштаб изображения, то есть сколько реальных километров содержится в 1 условной единице масштаба (запишите полученный масштаб, используя стандартную запись числа):

$$D_{\text{л}} 1\,390\,600 \text{ км}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{\text{км}}{\text{у.е.}} = \frac{1\,390\,600}{120} = 11588,3 \left(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}\right) \approx 12000 \left(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}\right) \approx$$

$$12 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{км}}{\text{у.е.}}\right)$$

$$D \quad 120 \text{ у.е.}$$

12. Выделите на фотографии пятно, размер которого вы будете измерять, и запишите его номер в таблицу: \_\_\_\_\_.

13. Приблизительно измерьте с помощью линейки диаметр пятна  $d$  и запишите это значение в условных единицах масштаба (мм = у.е.):  $d =$  \_\_\_\_\_.

14. Вычислите линейный диаметр пятна по формуле, где диаметр пятна  $d$  нашли в п.4, а  $m_{\text{л}}$  в п. 2 :

$$d_{\text{л}} = d \cdot m_{\text{л}} = \text{_____} (\text{м})$$

15. Переведите в систему СИ данное значение диаметра пятна  $d_{\text{л}}$  (помните, что  $1 \text{ км} = 1000 \text{ м} = 10^3 \text{ м}$ ):

$$d_{\text{л}} = \text{_____} (\text{м}).$$

16. Вычислите примерную площадь пятна  $S_{\text{п}}$  (в СИ), считая его круглым, используем формулу площади круга  $S_{\text{п}} = \frac{\pi d_{\text{л}}^2}{4}$ , где  $\pi = 3.14$  (используйте стандартную запись числа):

$$S_{\text{п}} = \frac{\pi d_{\text{л}}^2}{4} = \text{_____} \approx$$

17. Запишем средний радиус  $R_{\text{З}}$  нашей планеты Земля (в СИ):

$$R_{\text{З}} \approx 6376 \text{ км} \approx 6400 \text{ м} \approx 6,4 \cdot 10^3 \text{ м}$$

18. Рассчитайте площадь поверхности планеты Земля (принимая её форму за шар):

$$S_{\text{З}} = 4\pi R_{\text{З}}^2 = \text{_____}$$

19. Занесите все полученные данные и результаты в сводную таблицу:

Диаметр Солнца	линейный диаметр Солнца	Линейный масштаб изображения	Диаметр пятна	линейный диаметр пятна	Площадь пятна	Площадь поверхности Земли
$D$ , у.е.	$d_{\text{л}}$ , км	$m$ , км/у.е.	$d$ , у.е.	$d_{\text{л}}$ , м	$S$ , м <sup>2</sup>	$S_{\text{З}}$ , м <sup>2</sup>

$$\frac{S_{\Pi}}{S_3} = \underline{\hspace{2cm}} = \text{(раз)}$$

## Список литературы

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

**Тема занятия:**

2. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Эффект Доплера. Диаграмма «спектр — светимость» («цвет — светимость»).

1. В тетради записать дату занятия и тему занятия.

### 1. Звезды: основные физико-химические характеристики и их взаимосвязь. Годичный параллакс и расстояния до звезд.

2. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Эффект Доплера. Диаграмма «спектр — светимость» («цвет — светимость»).

**<https://ppt-online.org/72149>**

(Лекцию изучить обязательно! Видео и презентации по желанию, но там интересные сведения.)

3. В тетради записать:

А) Звезда — это...

Б) Планета — это...

В) Годичным параллаксом звезды  $p$  называется....

Г) Начертить рис. 5.13

Д) Формула расстояния до звезды в астрономических

единицах:

$$D = \frac{206\,265''}{p}$$

Е) Парсек — это...

Ё) Световой год — это

Ж) 1 пк (парсек) = 3,26 светового года = 206 265 а. е. =  $3 \cdot 10^{13}$  км.

З) Светимостью называется...

И) Абсолютная звёздная величина  $M$  — это...

К) Начертить в тетрадь и изучить диаграмму «спектр — светимость».

## МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ

### РАССТОЯНИЯ ДО ЗВЁЗД. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЗВЁЗД

Наше Солнце справедливо называют типичной звездой, но среди огромного многообразия мира звёзд есть немало таких, которые значительно отличаются от него по физическим характеристикам. Поэтому более полное представление о звёздах даёт такое определение:

**звезда — это пространственно обособленный, гравитационно связанный, непрозрачный для излучения космический объект, в котором в значительных масштабах происходили, происходят или будут происходить термоядерные реакции превращения водорода в гелий.**

Солнце существует уже несколько миллиардов лет и мало изменилось за это время, поскольку в его недрах всё ещё происходят термоядерные реакции, в результате которых из четырёх протонов (ядер водорода) образуется альфа-частица (ядро

гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов). Более массивные звёзды расходуют запасы водорода значительно быстрее (за десятки миллионов лет). После того как водород израсходован, начинаются реакции между ядрами гелия с образованием устойчивого изотопа углерода-12 и другие реакции, продуктами которых являются кислород и тяжёлые элементы (натрий, сера, магний и т. д.). Таким образом, в недрах звёзд образуются ядра многих химических элементов, вплоть до железа. У наиболее массивных звёзд прекращение всех возможных термоядерных реакций сопровождается мощным взрывом, который наблюдается как вспышка сверхновой звезды. Все элементы, которые входят в состав нашей планеты и всего живого на ней, образовались в результате термоядерных реакций, происходивших в звёздах, поэтому звёзды не только самые распространённые во Вселенной объекты, но и самые важные для понимания происходящих в ней явлений и процессов. Именно термоядерные реакции являются характерной отличительной особенностью звёзд от планет. Поэтому современное определение планеты формулируется так:

**планета — небесное тело, обращающееся вокруг звезды или остатка звезды, достаточно массивное, чтобы приобрести сферическую форму под действием собственной гравитации, и своим воздействием удалившее малые тела с орбиты, близкой к собственной, но при этом в её недрах не происходят и никогда не происходили реакции термоядерного синтеза.**

#### 1. Годичный параллакс и расстояния до звёзд

Мысли о том, что звёзды — это далёкие солнца, высказывались ещё в глубокой древности. Однако долгое время оставалось неясным, как далеко они находятся от Земли. Ещё Аристотель понимал, что если Земля движется, то, наблюдая положение какой-либо звезды из двух диаметрально противоположных точек земной орбиты, можно заметить, что направление на звезду изменится (рис. 5.12). Это кажущееся (параллактическое) смещение звезды будет служить мерой расстояния до неё: чем оно больше, тем ближе к нам расположена звезда. Но не только самому Аристотелю, но даже значительно позднее Копернику не удалось обнаружить это смещение. Только в конце первой половины XIX в., когда телескопы были оборудованы



приспособлениями для точных угловых измерений, удалось измерить такое смещение у ближайших звёзд.

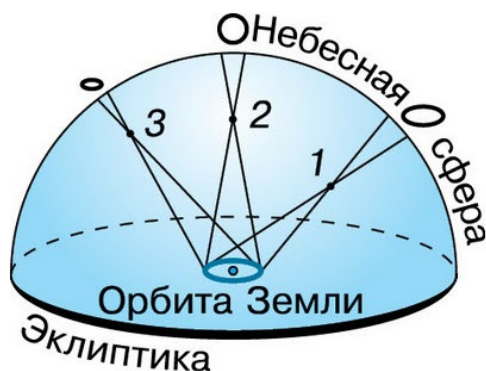


Рис. 5.12. Параллактическое смещение звёзд

Годичным параллаксом звезды  $p$  называется угол, под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты (равную 1 а. е.), перпендикулярную направлению на звезду (рис. 5.13).

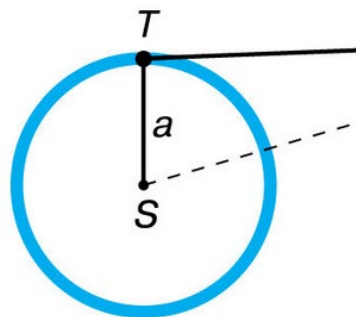


Рис. 5.13. Годичный параллакс звёзд

$$D = \frac{a}{\sin p}$$

Расстояние до звезды, где  $a$  — большая полуось земной орбиты. Заменив синус малого угла величиной самого угла, выраженной в радианной мере, и приняв  $a = 1$  а. е., получим следующую формулу для вычисления расстояния до звезды в

$$D = \frac{206\,265''}{p}$$

астрономических единицах:

В 1837 г. впервые были осуществлены надёжные измерения годичного параллакса. Русский астроном **Василий Яковлевич Струве** (1793—1864) провёл эти измерения для ярчайшей звезды Северного полушария Веги ( $\alpha$  Лиры). Почти одновременно в других странах определили параллаксы ещё двух звёзд, одной из которых была  $\alpha$  Центавра. Эта звезда, которая с территории России не видна, оказалась ближайшей к нам. Даже у неё годичный параллакс составил всего  $0,75''$ . Под таким углом невооружённому глазу видна проволочка толщиной 1 мм с расстояния 280 м. Поэтому неудивительно, что столь малые угловые смещения так долго не могли заметить. Расстояние до ближайшей звезды, параллакс которой  $p = 0,75''$ , составляет  $D = 270\,000$  а. е. Единицами для

измерения столь значительных расстояний являются парсек и световой год.

**Парсек** — это такое расстояние, на котором параллакс звёзд равен  $1''$ . Отсюда и название этой единицы: пар — от слова «параллакс», сек — от слова «секунда». Расстояние в парсеках равно обратной величине годичного параллакса. Например, поскольку параллакс  $\alpha$  Центавра равен  $0,75''$ , расстояние до неё равно 1,3 парсека.

**Световой год** — это такое расстояние, которое свет, распространяясь со скоростью 300 тыс. км/с, проходит за год. От ближайшей звезды свет идёт до Земли свыше четырёх лет, тогда как от Солнца около восьми минут, а от Луны немногим более одной секунды.

1 пк (парсек) = 3,26 светового года = 206 265 а. е. =  $3 \cdot 10^{13}$  км.

К настоящему времени с помощью специального спутника «Гиппаркос» измерены годичные параллаксы более 118 тыс. звёзд с точностью  $0,001''$ .

Таким образом, теперь измерением годичного параллакса можно надёжно определить расстояния до звёзд, удалённых от нас на 1000 пк, или 3000 св. лет. Расстояния до более далёких звёзд определяются другими методами.

## 2. Видимая и абсолютная звёздные величины. Светимость звёзд

После того как астрономы получили возможность определять расстояния до звёзд, выяснилось, что звёзды, находящиеся на одинаковом расстоянии, могут отличаться по видимой яркости (т. е. по блеску). Стало очевидно, что звёзды имеют различную *светимость*. Солнце кажется самым ярким объектом на небе только потому, что оно находится гораздо ближе всех остальных звёзд.

**Светимостью называется полная энергия, излучаемая звездой в единицу времени.**

Она выражается в абсолютных единицах (ваттах) или в единицах светимости Солнца.



В астрономии принято сравнивать звёзды по светимости, рассчитывая их блеск (звёздную величину) для одного и того же стандартного расстояния — 10 пк.

**Видимая звёздная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась от нас на расстоянии  $D_0 = 10$  пк, получила название абсолютной звёздной величины  $M$ .**

Рассмотрим, как можно определить абсолютную звёздную величину  $M$ , зная расстояние до звезды  $D$  (или параллакс —  $p$ ) и её видимую звёздную величину  $m$ . Напомним, что блеск двух источников, звёздные величины которых отличаются на единицу, отличается в 2,512 раза. Для звёзд, звёздные величины которых равны  $m_1$  и  $m_2$  соответственно, отношение их блесков  $I_1$  и  $I_2$  выражается соотношением:

$$I_1 : I_2 = 2,512^{m_2 - m_1}.$$

Для видимой и абсолютной звёздных величин одной и той же звезды отношение блесков будет выглядеть так:

$$I : I_0 = 2,512^{M - m},$$

где  $I_0$  — блеск этой звезды, если бы она находилась на расстоянии  $D_0 = 10$  пк.

В то же время известно, что блеск звезды меняется обратно пропорционально квадрату расстояния до неё. Поэтому

$$I : I_0 = D_0^2 : D^2. \text{ Следовательно, } 2,512^{M - m} = D_0^2 : D^2.$$

Логарифмируя это выражение, находим

$$0,4(M - m) = \lg 10^2 - \lg D^2,$$

$$\text{Или } M = m + 5 - 5 \lg D, \quad \text{или } M = m + 5 + \lg p.$$

Абсолютная звёздная величина Солнца  $M_\odot = 5^m$ . Иначе говоря, с расстояния 10 пк наше Солнце выглядело бы как звезда пятой звёздной величины.

Зная абсолютную звёздную величину звезды  $M$ , легко вычислить её светимость  $L$ . Считая светимость Солнца  $L_\odot = 1$ , получаем:

$$L = 2,512^{5 - M}, \text{ или } \lg L = 0,4(5 - M).$$

По светимости (мощности излучения) звёзды значительно отличаются друг от друга: некоторые излучают энергию в сотни тысяч раз больше, чем Солнце, другие — в десятки тысяч раз меньше. Абсолютные звёздные величины звёзд наиболее высокой светимости (гигантов и сверхгигантов) достигают  $M = -9^m$ , а звёзды-

карлики, обладающие наименьшей светимостью, имеют абсолютную звёздную величину  $M = +17^m$ .

### 3. Спектры, цвет и температура звёзд

Всю информацию о звёздах можно получить только на основе исследования приходящего от них излучения. Наблюдая звёзды, можно заметить, что они имеют различный цвет. Хорошо известно, что цвет любого нагретого тела, в частности звезды, зависит от его температуры. Более полное представление об этой зависимости даёт изучение звёздных спектров. Для большинства звёзд это спектры поглощения, в которых на фоне непрерывного спектра наблюдаются тёмные линии.

Температуру наружных слоёв звезды, от которых приходит излучение, определяют по распределению энергии в непрерывном спектре (рис. 5.14), а также по интенсивности разных спектральных линий. Длина волны, на которую приходится максимум излучения, зависит от температуры излучающего тела. По мере увеличения температуры положение максимума смещается от красного к фиолетовому концу спектра. Количественно эта зависимость

выражается законом Вина:  $\lambda_{\max} = \frac{0,29}{T}$ , где  $\lambda_{\max}$  — длина волны (в см), на которую приходится максимум излучения, а  $T$  — абсолютная температура.

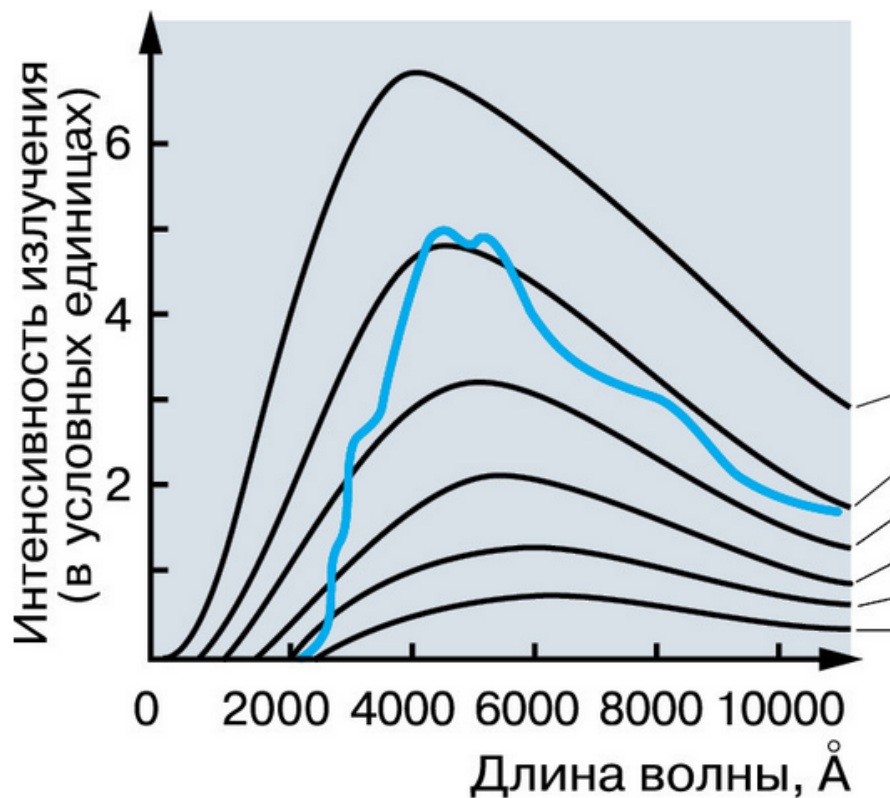


Рис. 5.14. Распределение энергии в непрерывном спектре Солнца и чёрного тела при различных температурах

Как оказалось, эта температура для различных типов звёзд заключена в пределах от 2500 до 50 000 К. Изменение температуры меняет состояние атомов и молекул в атмосферах звёзд, что отражается в их спектрах. По ряду характерных особенностей спектров звёзды разделены на спектральные классы, которые обозначены латинскими буквами и расположены в порядке, соответствующем убыванию температуры: О, В, А, F, G, К, М.

У наиболее холодных (красных) звёзд класса М в спектрах наблюдаются линии поглощения некоторых двухатомных молекул (например, оксидов титана, циркония и углерода). Примерами звёзд, температура которых около 3000 К, являются Антарес и Бетельгейзе.

В спектрах жёлтых звёзд класса G с температурой около 6000 К, к которым относится и Солнце, преобладают линии металлов: железа, натрия, кальция и т. д. По температуре, спектру и цвету сходна с Солнцем звезда Капелла.

Для спектров белых звёзд класса А, которые имеют температуру около 10 000 К (Вега, Денеб и Сириус), наиболее характерны линии водорода и множество слабых линий ионизованных металлов. В спектрах наиболее горячих звёзд появляются линии нейтрального и ионизованного гелия.

Различия звёздных спектров объясняются отнюдь не разнообразием их химического состава, а различием температуры и других физических условий в атмосферах звёзд. Изучение спектров показывает, что преобладают в составе звёздных атмосфер (и звёзд в целом) водород и гелий. На долю всех остальных химических элементов приходится не более нескольких процентов.

Измерение положения спектральных линий позволяет не только получить информацию о химическом составе звёзд, но и определить скорость их движения. Если источник излучения (звезда или любой другой объект) приближается к наблюдателю или удаляется от него со скоростью  $v$ , то наблюдатель будет регистрировать изменение длины волны принимаемого излучения. В случае уменьшения расстояния между наблюдателем и звездой длина волны уменьшается и соответствующая линия смещается к сине-фиолетовому концу спектра. При удалении звезды длина волны излучения увеличивается, а линия смещается в красную его часть. Это явление получило название *эффекта Доплера*, согласно которому зависимость разности длин волн от скорости источника по лучу зрения  $v$  и скорости света  $c$  выражается следующей формулой:

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c},$$

где  $\lambda_0$  — длина волны спектральной линии для неподвижного источника, а  $\lambda$  — длина волны в спектре движущегося источника.

Эффект Доплера наблюдается в оптической и других областях спектра и широко используется в астрономии.

#### 4. Диаграмма «спектр — светимость»

Полученные данные о светимости и спектрах звёзд уже в начале XX в. были сопоставлены двумя астрономами — **Эйнаром Герцшпрунгом** (Голландия) и **Генри Расселлом** (США) — и представлены в виде диаграммы, которая получила название «диаграмма Герцшпрунга—Расселла». Если по горизонтальной оси отложены спектральные классы (температура) звёзд, а по вертикальной — их светимости (абсолютные звёздные величины), то каждой звезде будет соответствовать определённая точка на этой диаграмме (рис. 5.15). В результате обнаруживается определённая закономерность в расположении звёзд на диаграмме — они не заполняют всё её поле, а образуют несколько групп, названных *последовательностями*. Наиболее многочисленной (примерно 90% всех звёзд) оказалась *главная последовательность*, к числу звёзд которой принадлежит наше Солнце (его положение отмечено на диаграмме кружочком). Звёзды этой последовательности отличаются друг от друга по светимости и температуре, и взаимосвязь этих характеристик соблюдается весьма строго: *самую высокую светимость имеют наиболее горячие звёзды, а по мере уменьшения температуры светимость падает*. Красные звёзды малой светимости получили название *красных карликов*. Вместе с тем на диаграмме существуют и другие последовательности, где подобная закономерность не соблюдается. Особенно заметно это среди более холодных (красных) звёзд: помимо звёзд, принадлежащих главной последовательности и потому имеющих малую светимость, на диаграмме представлены звёзды высокой светимости, которая практически не меняется при изменении их температуры. Такие звёзды принадлежат двум последовательностям (*гиганты* и *сверхгиганты*), получившим эти названия вследствие своей светимости, которая значительно превосходит светимость Солнца. Особое место на диаграмме занимают горячие звёзды малой светимости — *белые карлики*.

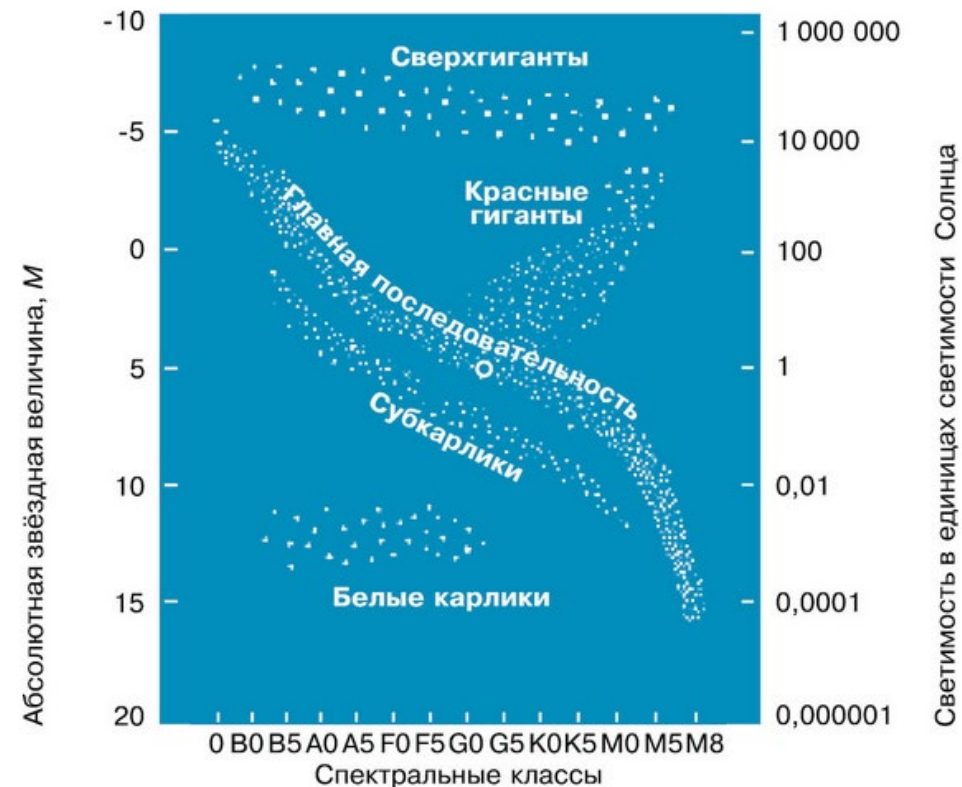


Рис. 5.15. Диаграмма «спектр — светимость»

Лишь к концу XX в., когда объём знаний о физических процессах, происходящих в звёздах, существенно увеличился и стали понятными пути их эволюции, удалось найти теоретическое обоснование тем эмпирическим закономерностям, которые отражает диаграмма «спектр — светимость».

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5,6

**Тема:** Определение расстояний до звёзд методом годичного параллакса. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Эффект Доплера. Диаграмма «спектр — светимость» («цвет — светимость»).

**Цели занятия:** Научится определять расстояния до звёзд с помощью годичного параллакса. Научится определять с помощью диаграммы «спектр — светимость» («цвет — светимость»)

температуру и светимость различных классов звёзд. Развить логического мышления, развитие умения решать задачи.

Формировать научное мировоззрение и диалектическое мышление.

### Теоретический материал

#### Астрономические единицы.

Поскольку расстояние между астрономическими объектами (планетами, звёздами, галактиками), огромны, пользоваться обычными единицами длины – метры и километры – неудобно. Поэтому в астрономии приняты особые единицы измерения расстояний: астрономическая единица, парсек и световой год.

**Астрономическая единица** (а.е.) равна среднему расстоянию от Земли до Солнца (**149 600 000 км**)

**Парсек** - расстояние, из которого **а.е.** (средний радиус орбиты Земли) видна под углом 1" (секунда дуги): **1 пк = 206 265 а.е. = 30 857 244 000 000 км =  $3,08 \times 10^{13}$  км.**

**Световой год** – это расстояние, которое преодолит световой поток за время, равное календарному году:

**1 св.год =  $3 \times 10^5$  км/с  $\times$  365,25 дней  $\times$  24 часов  $\times$  3600 сек. = 9 467 280 000 000 км =  $9,46 \times 10^{12}$  км.**

**1 пс = 3,26 св.лет.**

#### Годичный параллакс

Как измерить расстояние, если до предмета не дотянуться ни линейкой, ни лучом локатора? На помощь приходит метод триангуляции, широко применяемый в обычной земной геодезии.

Выбираем отрезок известной длины – «базу» (на рисунке – точки А и С), измеряем из его концов углы, под которыми видна недоступная по тем или иным причинам точка В, а затем простые тригонометрические формулы дают искомое расстояние.

Когда мы переходим с одного конца базы на другой, видимое направление на точку меняется, она сдвигается на фоне далёких объектов. Это называется параллактическим смещением, или параллаксом.

Величина параллакса тем меньше, чем дальше объект, и тем больше, чем длиннее база.

Для измерения расстояний до звёзд приходится брать максимально доступную астрономам базу, равную диаметру земной орбиты. Соответствующее параллактическое смещение звёзд на

небе (строго говоря, его половину) стали называть *годовым параллаксом*.

**Годичным параллаксом звезды  $p$**  называется угол, под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты (равную 1 а. е.), перпендикулярную направлению на звезду.

Определить расстояние до звезды можно, зная годовой параллакс  $p$  – угол, под которым со звезды был бы виден радиус земной орбиты. Для этого звезду фотографируют с помощью телескопа через каждые 6 месяцев, то есть из двух противоположных точек земной орбиты. На фотографиях близкая звезда несколько меняет своё положение относительно других, более удалённых. Если это смещение таково, что его можно измерить, то вычислив соответствующий угол, можно рассчитать расстояние до звезды по формуле

$$D = \frac{a}{\sin p},$$

где  $a$  – средний радиус земной орбиты,  $D$  – расстояние до звезды,

$p$  – её годичный параллакс.

Если углы малые, то синус малого угла можно заменить величиной самого угла в радианной мере:

**$\sin p \approx p''/206265$ .** Тогда получаем:  **$D = a \cdot 206265/p''$** , или

$$D = \frac{206\,265''}{p} \quad \text{в астрономических единицах.}$$

Если расстояние нужно выразить в парсеках (1 пк = 206265 а.е.), то

$$D \approx \frac{1}{p}$$





## Выполнение работы

### В тетради записать:

А) Звезда — это...

Б) Планета — это...

В) Годичным параллаксом звезды  $p$  называется....

Г) Начертить рис. 5.13

Д) Формула расстояния до звезды в астрономических

единицах:

$$D = \frac{206\,265''}{p}$$

Е) Парсек — это...

Ё) Световой год — это

Ж) 1 пк (парсек) = 3,26 светового года = 206 265 а. е. =  $3 \cdot 10^{13}$  км.

З) Светимостью называется...

И) Абсолютная звёздная величина  $M$  — это...

К) Начертить в тетрадь и изучить диаграмму «спектр — светимость».

1. Примеры решения задач по теме записать в тетрадь.

#### Задача №1:

Годичный параллакс самой близкой к нам звезды Проксима из созвездия Кентавра -  $0,762''$ . Каково до неё расстояние (в пк, св.годах, км).

<b>Дано:</b> $p = 0,762''$	<b>Решение:</b> $D_{\text{пк}} = 1 / p = 1 / 0,762 \text{ пк} = 1,31 \text{ пк},$
$D_{\text{пк}} - ?$	$D_{\text{свг}} = 3,26 \text{ св.лет} \times 1,31 = 4,27$
св.лет ,	
$D_{\text{св-г}} - ?$	$D_{\text{г}} = 4,27 \times 9,46 \times 10^{12} \text{ км} = 40,39$
$\times 10^{12} \text{ км},$	
$D - ?$	или $D = 1,31 \times 3,08 \times 10^{13} \text{ км} = 40,39$
$\times 10^{12} \text{ км}.$	

#### Задача №2:

Найти расстояние до звезды Альдебаран ( $\alpha$  созвездия Телец) , имеющей годичный параллакс  $0,05''$ . Выразите это расстояние в парсеках, световых годах и километрах.

**Дано:**  $p = 0,05''$      **Решение:**      $D_{\text{пк}} = 1 / p = 1 / 0,05 \text{ пк} = 20 \text{ пк},$

---

$$D_{\text{пк}} - ?$$

св.лет ,

$$D_{\text{св-г}} - ?$$
$$616,792 \times 10^{12} \text{ км}.$$

$D - ?$

Список литературы

5. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. — М.: Издательский центр «Академия», 2019 — 256с

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

## **Практическая работа №7**

**Тема: Виды звёзд. Массы и размеры звезд. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.**

**Цель:** изучить виды звёзд, их массы и размеры. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.

применять физические законы для изучения тел звездного неба. Развить навыки реализации теоретических знаний в практической деятельности.

Воспитывать чувства ответственности за качество и результат работы.

### **План работы обучающегося на занятии**

**Записать в тетради дату, тему занятия, последовательно**

**1. ПРОРАБОТАТЬ ПРЕДЛОЖЕННЫЙ МАТЕРИАЛ, ВЫПОЛНИТЬ КРАТКИЙ КОНСПЕКТ.**

**2. ОТВЕТИТЬ НА ВОПРОСЫ**

**3.**

**выполнить тест по теме практической работы №7 по теме: Виды звёзд. Массы и размеры звезд. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.**

### **Выполнение работы**

**1. ПРОРАБОТАТЬ ПРЕДЛОЖЕННЫЙ МАТЕРИАЛ. ВЫПОЛНИТЬ КРАТКИЙ КОНСПЕКТ.**

**1. Спектр. Спектрограф. Спектрограмма**

**Спектр** - полученная в результате преломления пучка света через трёхгранную стеклянную призму на экране цветная полоска, состоящая из семи основных цветов, переходящих один в другой.

**Спектрограф** — спектральный оптический прибор, используемый для получения и регистрации спектров небесных тел.

**Спектрограмма** — фотографический снимок спектра небесного тела или график зависимости интенсивного излучения в зависимости от длины волны или частоты.

Организуется парная и бригадная работа учащихся с новой учебной информацией с помощью методического приема «Океан информации».

**1. Спектр испускания. Сплошной спектр. Полосатый спектр. Линейчатый спектр**

**Спектр излучения (испускания)** — это электромагнитное излучение всякого нагретого тела, наблюдаемое с помощью спектральных приборов. Любое светящееся тело создаёт спектр испускания.

Спектры бывают сплошные (непрерывные), линейчатые и полосатые.

**Сплошной спектр** имеет вид непрерывной полосы, цвета которой постепенно переходят один в другой. Непрерывный (сплошной) спектр испускают все твёрдые тела, расплавленные металлы, светящиеся газы и пары, находящиеся под очень большим давлением. Такой спектр можно получить от дугового фонаря и горящей свечи.

**Линейчатый спектр** образуется при нахождении газа в атомарном состоянии и когда его давление мало отличается от нормального. Он состоит из отдельных резких цветных линий, разделённых тёмными промежутками.

Каждый химический элемент в состоянии раскалённого газа, состоящего из атомов, испускает присущий только ему одному линейчатый спектр с характерными цветными линиями, всегда расположенными на определённом месте.

**Полосатый спектр** (молекулярный) — состоит из отдельных линий, сливающихся в полосы, разделённые тёмными промежутками. Такой спектр испускают молекулы газов и паров.

**2. Спектр поглощения. Спектральный анализ.**

Сплошной спектр, пересечённый тёмными линиями или полосами в результате прохождения белого света через раскалённые газы или пары, называется **спектром поглощения**.

**Спектр поглощения** — спектр, получающийся при прохождении и поглощении электромагнитного излучения в веществе.

Расположение тёмных линий поглощения в точности соответствует расположению цветных линий испускания.

**Спектральный анализ** — метод исследования химического состава и физических характеристик небесных объектов, основанный на изучении их спектров.

**Спектральными линиями** называют узкие участки спектра, на которых интенсивность излучения усилена либо ослаблена.

**Непрерывный спектр** образует фотосфера, **спектр поглощения** — атмосфера.

#### Применение спектрального анализа

Наиболее ценные и разнообразные сведения о телах позволяет получить спектральный анализ их излучения. Этим методом можно установить качественный и количественный химический состав светила, его температуру, наличие магнитного поля, скорость движения по лучу зрения и другое.

Спектральный анализ, основан на явлении дисперсии света. Если узкий пучок белого света пустить на боковую грань трехгранной призмы, то, преломляясь в стекле по-разному, составляющие его лучи дадут на экране радужную полосу, называемую спектром. В спектре все цвета расположены всегда в определенном порядке.

Для получения спектров применяют приборы, называемые спектроскопом и спектрографом. В спектроскоп спектр рассматривают, а спектрографом его фотографируют. Фотография спектра называется спектрограммой.

**Существуют следующие виды спектров земных источников и небесных тел.**

Сплошной, или непрерывный, спектр в виде радужной полосы дают непрозрачные раскаленные тела (уголь, нить электроламп) и достаточно протяженные плотные массы газа.

Линейчатый спектр поглощения дают газы и пары, когда за ними находится яркий источник, дающий непрерывный спектр. Спектр поглощения представляет собой непрерывный спектр, перерезанный темными линиями, которые находятся в тех самых местах, где должны быть расположены яркие линии, присущие данному газу.

Изучение спектров позволяет производить анализ химического состава газов, излучающих или поглощающих свет.

Количество атомов или молекул, излучающих или поглощающих энергию, определяется по интенсивности линий. Чем заметнее линия данного элемента в спектре излучения или поглощения, тем больше таких атомов (молекул) на пути луча света.

Солнце и звезды окружены газовыми атмосферами. Непрерывный спектр их видимой поверхности перерезан темными линиями поглощения, возникающими при прохождении излучения через атмосферу звезд. Поэтому спектры Солнца и звезд - это спектры поглощения.

#### **4. Фраунгоферовы линии**

#### **5:Закон смещения Вина**

По спектру можно определить и температуру светящегося объекта. Когда тело раскалено докрасна, в его сплошном спектре ярче всего красная часть. При дальнейшем нагревании область наибольшей яркости в спектре смещается в желтую, потом в зеленую часть и т. д. Это явление описывается законом смещения Вина, который показывает зависимость положения максимума в спектре излучения от температуры тела. Зная эту зависимость, можно установить температуру Солнца и звезд.

$$\lambda_{\text{макс}} \cdot T = b,$$

где  $\lambda$  — длина волны, которой соответствует максимум в распространении энергии;  $T$  — абсолютная температура;  $b$  — постоянная Вина.

<https://www.youtube.com/watch?v=2YkXdTHk14U>

<https://www.youtube.com/watch?v=SYG-hTIs954>

Закон смещения Вина записывается в виде формулы:

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = b$$

где буквами обозначены:  $\lambda$  — длина волны, которой соответствует максимум в распространении энергии;  $T$  — абсолютная температура;  $b$  — постоянная Вина.

Закон Вина можно применять не только для оптического диапазона электромагнитного излучения, но и для любого другого диапазона волн.

Температуру планет и температуру звезд определяют также при помощи специально созданных приемников инфракрасного излучения.

## 6. Закон Стефана-Больцмана

## 7. Эффект Доплера.

[https://vk.com/video277987633\\_456240101?list=7822232b3905e2cd86](https://vk.com/video277987633_456240101?list=7822232b3905e2cd86)

6

<https://www.youtube.com/watch?v=A8OWOnz8Ulo>

Сущность эффекта: Эффект Доплера легко наблюдать на практике, когда мимо наблюдателя проезжает машина с включённой сиреной. Предположим, сирена выдаёт какой-то определённый тон, и он не меняется. Когда машина не движется относительно наблюдателя, тогда он слышит именно тот тон, который издаёт сирена. Но если машина будет приближаться к наблюдателю, то частота звуковых волн увеличится, и наблюдатель услышит более высокий тон, чем на самом деле издаёт сирена. В тот момент, когда машина будет проезжать мимо наблюдателя, он услышит тот самый тон, который на самом деле издаёт сирена. А когда машина проедет дальше и будет уже отдаляться, а не приближаться, то наблюдатель услышит более низкий тон, вследствие меньшей частоты звуковых волн.

Источник, двигаясь к приемнику, как бы сжимает пружину – волну

Скорости движения небесных светил относительно Земли по лучу зрения (лучевые скорости) определяются при помощи спектрального анализа на основании эффекта Доплера: если источник света и наблюдатель сближаются, то длины волн, определяющие положения спектральных линий, укорачиваются, а при их взаимном удалении длины  $\lambda = \lambda_0(1 + \frac{v}{c})$  волн увеличиваются. Эта зависимость выражается формулой

где  $v$ -лучевая скорость относительного движения с учетом ее знака (минус при сближении),  $\lambda_0$  - длина волны при неподвижном источнике,  $\lambda$ , - длина волны при движении источника и  $c$  - скорость света.

При отдалении источника все темные полосы на спектре его излучения смещаются к красной стороне. Т.е. все длины волн увеличиваются. Точно также при приближении источника они

смещаются к фиолетовой стороне. Таким образом эффект Доплера стал отличным дополнением к спектральному анализу.

Мощность излучения абсолютно чёрного тела определяется законом Стефана—Больцмана, который записывается следующим образом:

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

где буквами обозначены:  $\varepsilon$  — мощность излучения единицы поверхности нагретого тела;  $\sigma$  — постоянная Стефана—Больцмана;  $T$ — абсолютная температура.

При движении источника излучения относительно наблюдателя возникает эффект Доплера. Сущность эффекта состоит в следующем: если источник излучения движется по лучу зрения наблюдателя со скоростью  $v$  (лучевая скорость), то вместо длины волны  $\lambda(0)$  (её излучает источник) наблюдатель фиксирует длину волны  $\lambda$ .

Лучевой скоростью называют проекцию пространственной скорости небесного объекта на луч зрения (на направление от объекта к наблюдателю).

Лучевая скорость связана со сдвигом спектральных линий формулой

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c}$$

где  $\lambda_0$  — длина волны, которую излучает источник;  $\Delta\lambda$  — разность между  $\lambda$  и  $\lambda_0$ ;  $v_r$  — лучевая скорость;  $c$  — скорость света.

## 2. ВОПРОСЫ САМОКОНТРОЛЯ (Ответить в тетради и прислать фотоотчёт)

1. Чем отличие оптически двойных и физически двойных звёзд?



2. Во сколько раз отличаются размеры и плотности звёзд-сверхгигантов и карликов?
3. Каковы размеры самых маленьких звёзд?
4. Перечислите известные вам типы переменных звёзд.
5. Перечислите возможные конечные стадии эволюции звёзд.
6. В чём причина изменения блеска цефеид?
7. Почему цефеиды называют «маяками Вселенной»?
8. Что такое пульсары?

3.  
ест по теме практической работы №7 по теме: Виды звёзд. Массы и размеры звезд. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.

1. В чем заключается суть диаграммы Герцшпрунга-Ресела (спектр-светимость)
  - а) по горизонтальной оси- спектральный класс (или температура) звезд, а по вертикальной – их светимость
  - б) по горизонтальной оси- светимость звезд, а по вертикальной – их спектральный класс (или температура)
  - в) нет верного ответа
2. Сколько существует классов светимости?
  - а) 5      б) 7      в) 10      г) 12
3. Основной метод исследования эволюции звезд.
  - а) построение модели внешнего строения звезд
  - б) построение модели полного строения звезд
  - в) построение модели внутреннего строения звезд
4. Какие величины нужно знать для построения модели внутреннего строения звезд?
  - а) химический состав
  - б) давление (плотность)
  - в) температура
  - г) объем

- д) масса
5. Назовите внешние причины, стимулирующие звездообразование.
  - а) столкновение молекулярных облаков
  - б) звездный ветер от молодых горячих звезд
  - в) ударные звезды, порожденные вспышками сверхновых звезд
6. При каком условии происходит распад на отдельные фрагменты-сгустки?
  - а) достаточно великой массы
  - б) достаточно великого давления
  - в) достаточно великой плотности
7. При каком процессе происходит разогрев протозвезды?
  - а) гравитационное расширение
  - б) гравитационное сжатие
8. От чего зависит длительное сжатие протозвезды?
  - а) объема
  - б) плотности
  - в) массы
9. Какой момент называется рождение звезды?
  - а) момент начала тепловых реакций
  - б) момент начала ядерных реакций
  - в) момент начала термоядерных реакций
10. Какую звезду называют белым карликом?
  - а) компактная звезда с массой, равной примерно массе Земли, радиусом примерно в 100 раз меньше Земли
  - б) компактная звезда с массой, равной примерно массе Солнца, радиусом примерно в 100 раз меньше Солнца
  - в) компактная звезда с массой, равной примерно массе Луны, радиусом примерно в 100 раз меньше Луны

Ответы на тест

1-а

2-в  
3-б  
4-а,б,в,д  
5- а,б,в  
6-а  
7-б  
8-в  
9-в  
10-б

#### Список литературы

6. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 256с

2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019

#### Пр. р. № 8.

**Тема занятия: Проблема существования жизни вне Земли. Условия, необходимые для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе.**

**Цель:** выявить, насколько близки научные исследования и поиски к обнаружению внеземной жизни, теоретически изучить возможность жизни на планетах солнечной системы и экзопланетах.

#### **План работы обучающегося:**

1. В тетради записать дату занятия и тему занятия.

2. Изучить материал темы занятия:

**Пр. р. № 8. Проблема существования жизни вне Земли. Условия, необходимые для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе.**

(Лекцию изучить обязательно! Видео и презентации по желанию, но там интересные сведения.)

3. Ответить на вопросы для самоконтроля письменно (кратко) и отправляем на контроль).

#### **МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ**

**Проблема существования жизни вне Земли. Условия, необходимые для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе.**

Источник: <https://100urokov.ru/predmety/est-li-zhizn-vo-vselennoj>

Изучение жизни во Вселенной — одна из сложнейших задач, с которой когда-либо встречалось человечество. Ведь речь идет о явлении, с которым людям, по существу, еще не приходилось непосредственно сталкиваться. Человек еще не побывал на других небесных телах, не видел ни одного внеземного живого организма. Все данные о жизни вне Земли, все без исключения, носят чисто гипотетический характер. На каждом этапе развития мирового сообщества ученые не только высказывали мысли о существовании внеземных форм жизни, но и пытались найти доказательства существования внеземных цивилизаций и установить с ними связь. В 1899 году знаменитый сербский изобретатель Н. Тесла опубликовал рассказ о необычных сигналах, полученных им во время опытов, позднее об этом же сообщил Г. Маркони. Основными атомами, входящими в состав тех молекулярных комплексов, из которых образовалось живое вещество, являются водород, кислород, азот и углерод. Роль последнего особенно важна. Углерод — четырёхвалентный элемент. Поэтому только углеродные соединения приводят к образованию длинных молекулярных цепей с богатыми и изменчивыми боковыми ответвлениями. Именно к такому типу принадлежат различные белковые молекулы.

Пред нами тайны обнажатся,  
Возблещут дальние миры...  
А.Блок

Изучение жизни во Вселенной — одна из сложнейших задач, с которой когда-либо встречалось человечество. Ведь речь идет о явлении, с которым людям, по существу, еще не приходилось непосредственно сталкиваться. Человек еще не побывал на других небесных телах, не видел ни одного внеземного живого организма. Все данные о жизни вне Земли, все без исключения, носят чисто гипотетический характер.

Поэтому только глубокое исследование биологических закономерностей, с одной стороны, и космических явлений, — с другой, тщательнейшее сопоставление и анализ разнообразных данных, накопленных различными естественными науками, способны привести к успеху в решении данного вопроса и в дальнейшем применении полученных результатов исследований для поисков во вселенной неземных форм жизни.



3) Проанализировать данные, предоставленные учёными NASA, статьи из средств массовой информации, такие как научно-популярные журналы в печатном и электронном виде, а также научные симуляторы строения Галактики такие, как Celestia.

Поиск внеземной жизни - это всегда передний край науки, ибо вопросы происхождения жизни и места человека во Вселенной принадлежат к числу важнейших, фундаментальных научных проблем, в решении которых участвует каждое новое поколение людей в том числе они оказались интересны и для меня.

### **Из истории вопроса.**

Глядя на миллиарды звезд, жители Земли уже давно задают вопрос: «Есть ли жизнь на других планетах?», но получить на него ни положительного, ни отрицательного ответа не могут, хотя и предпринимают самые разнообразные попытки выяснить истину. И пусть надежды остается все меньше и меньше, но по понятной причине человек все-таки хочет найти в космосе братьев по разуму.

У многих древних народов на небе жили духи и боги, иногда в невероятных количествах, от воли которых якобы зависела земная жизнь человека. Анаксагор, великий ученый Древней Греции, считал, что зародыши жизни есть везде, а Метродор Хиосский писал, что глупо считать планету Земля единственно обитаемой.

Лукреций Кар в I веке до нашей эры в поэме «О природе вещей» писал:

Во Вселенной еще и другие имеются земли

Да и людей племена, а также различные звери

На эту тему рассуждал 4 столетия назад итальянский философ Джордано Бруно. Благодаря Галилею, который изобрел телескоп, в XVII веке на Луне были обнаружены долины и горы, появилось предположение о ее жителях — «селенитах». Так рухнуло представление о божественном предназначении надлунного мира.

Идея вечности жизни была выражена в трудах шведского ученого Аррениуса. В начале нашего века он разработал теорию

панспермии, которая лишь повторяла по сути идеи древних мыслителей, но распространяла их на более широкие космические просторы. Согласно этой теории рассеянные в мировом пространстве зародыши жизни, например, споры микроорганизмов, переносятся с одного небесного тела на другое с метеоритами или под действием давления света.

На каждом этапе развития мирового сообщества ученые не только высказывали мысли о существовании внеземных форм жизни, но и пытались найти доказательства существования внеземных цивилизаций и установить с ними связь. В 1899 году знаменитый сербский изобретатель Н. Тесла опубликовал рассказ о необычных сигналах, полученных им во время опытов, позднее об этом же сообщил Г. Маркони.

Позже выяснилось, что эти сигналы от «зеленых человечков» оказались не более, чем пульсарами или иными периодическими радиосигналами от естественных небесных объектов.



В первую четверть XX столетия также предпринимались разрозненные попытки найти сигналы внеземных цивилизаций. Но весомых результатов получить не удалось, и идею временно забыли. После Второй мировой войны, которую пережила история земной цивилизации, научное и техническое развитие шагнуло далеко вперед, возникла новая наука — радиоастрономия, которая стала базой для следующего витка интереса к **внеземным цивилизациям**.

В 1959 году физики Д. Коккони и Ф. Моррисон обнародовали предположение, что с внеземным разумом можно установить контакты с помощью радиоволн. Однако поиск сигналов

из космоса ни к чему не привел. Следующим значимым шагом считается проект «Озма» Ф. Дрейка, искавшего сигналы с помощью 25-метрового радиотелескопа, расположенного в Западной Вирджинии.

В 1971 году NASA проявило желание финансировать проект SETI, известный как «Циклоп». Он предусматривал использование 1,5 тысячи радиотелескопов для поиска сигналов из Вселенной. Но вместо необходимых на него 10 млрд долларов выделили средства только на отправку в сторону шарового звездного скопления M13 зашифрованного сообщения.

В 1974 году в США была запущена автоматическая межпланетная станция «Пионер-10». Несколько лет спустя она покинула пределы солнечной системы, выполнив различные научные задания. Есть ничтожно малая вероятность того, что когда-нибудь, через многие миллиарды лет, неведомые нам высоко цивилизованные инопланетные существа обнаружат «Пионер-10» и встретят его как посланца чужого, неведомого нам, мира. На этот случай внутри станции заложена стальная пластинка с выгравированными на ней рисунком и символами, которые дают минимальную информацию о нашей земной цивилизации. Это изображение составлено таким образом, чтобы разумные существа, нашедшие его, смогли определить положение солнечной системы в нашей Галактике, догадаться бы о нашем виде и, возможно, намерениях

С 1995 года астрономы США, потеряв надежду на получение средств от правительства, обратились к частным инвесторам. В Калифорнии создали некоммерческий Институт SETI, ученые которого запустили проект «Феникс». Он предусматривает изучение звезд солнечного класса, расположенных ближе всего к Земле. С тех пор просканированы больше тысячи планет, но весомых достижений по-прежнему нет. Как не дал результатов и проект SETI@home астрономов из Беркли, которые с 1999 года привлекли к работе миллионы пользователей компьютеров.

**1.Вероятность существования внеземных цивилизаций и необходимые условия для их возникновения.**

Для выработки стратегии поиска внеземных цивилизаций (ВЦ) и в ноябре 1961 года на астрономической конференции в Грин-Бэнк (США) американский ученый Фрэнк Дрейк (Frank Drake) предложил свою знаменитую формулу Дрейка:

$$n = N * P_1 * P_2 * P_3 * P_4 * (t/T),$$

где n – число цивилизаций, ищущих контакта [??? - ВВА], в нашей Галактике;  
N – количество звезд в Галактике;  
P<sub>1</sub> – вероятность того, что звезда имеет планетную систему;  
P<sub>2</sub> – вероятность того, что на планете есть жизнь;  
P<sub>3</sub> – вероятность того, что на планете есть разум;  
P<sub>4</sub> – вероятность того, что на планете есть технология;  
t – длительность технологической эры;  
T – возраст Галактики.

Но, стоит оговориться, что формула оценивает число ВЦ только биологического типа и исключает другие формы жизни (кристаллическую и т.п.), к тому же она оценивает только тип планеты, соответствующий нашей. В 1979 году в формуле Дрейка появился дополнительный коэффициент P<sub>5</sub>, учитывающий вероятность выхода ВЦ на уровень энергопотребления. В 2005 году был добавлен коэффициент P<sub>6</sub> (доля коммуникативных цивилизаций). Итак, попробуем разобраться насколько может быть справедлива эта формула, и сколько же ВЦ могут существовать на достигаемом расстоянии, например, в Нашей Галактике

Мы можем себе представить вокруг каждой звезды, имеющей планетную систему, зону, температурные условия в которой не исключают возможность развития жизни. Вряд ли она возможна на планетах вроде Меркурия, температура освещённой Солнцем части которого выше температуры плавления свинца, или вроде Нептуна, температура поверхности которого - 200°С. Нельзя, однако, недооценивать огромную приспособляемость живых организмов к неблагоприятным условиям внешней среды. Следует еще заметить, что для жизнедеятельности живых организмов значительно “опаснее” очень высокие температуры, чем низкие, так как простейшие виды вирусов и бактерий могут, как известно, находится в состоянии анабиоза при температуре, близкой к абсолютному нулю. Для эволюции живых организмов от простейших форм (вирусы,

бактерии) к разумным существам необходимы огромные интервалы времени так как “движущей силой” такого отбора являются мутации и естественный отбор - процессы, носящие случайный характер. Именно через большое количество случайных процессов реализуется закономерное развитие от низших форм жизни к высшим. На примере нашей планеты Земли мы знаем, что этот интервал времени, по-видимому, превосходит миллиард лет. Поэтому только на планетах, обращающихся вокруг достаточно старых звёзд, мы можем ожидать присутствия высокоорганизованных живых существ. При современном состоянии астрономии мы можем только говорить об аргументах в пользу гипотезы о множественности планетных систем и возможности возникновения на них жизни. Для того, чтобы говорить о жизни, надо по крайней мере считать, что достаточно старые звёзды имеют планетные системы. Для развития жизни на планете необходимо, чтобы выполнялся ряд условий общего характера. И совершенно очевидно, что далеко не на каждой планете может возникнуть жизнь. Кроме того, необходимо, чтобы излучение звезды на протяжении многих сот миллионов и даже миллиардов лет оставалось приблизительно постоянным. Например, обширный класс переменных звёзд, светимости которых сильно меняются со временем (часто периодически), должен быть исключён из рассмотрения. Однако излучение большинства звёзд отличается удивительным постоянством. Например, согласно геологическим данным, светимость нашего Солнца за последние несколько миллиардов лет оставалась постоянной с точностью до нескольких десятков процентов. Чтобы на планете могла появиться жизнь, её масса не должна быть слишком маленькой. С другой стороны, слишком большая масса тоже является неблагоприятным фактором, на таких планетах невелика вероятность образования твёрдой поверхности, они обычно представляют из себя газовые шары с быстро растущей к центру плотностью (например Юпитер и Сатурн). Так или иначе, массы планет, пригодных для развития жизни, должны быть ограничены как сверху, так и снизу. По-видимому, нижняя граница возможностей массы такой планеты близка к нескольким сотым массы Земли, а верхняя в десятки раз превосходит земную. Очень большое значение имеет химический

состав поверхности и атмосферы. Как видно, пределы параметров планет, пригодных для жизни, достаточно широки.

Основными атомами, входящими в состав тех молекулярных комплексов, из которых образовалось живое вещество, являются водород, кислород, азот и углерод. Роль последнего особенно важна. Углерод - четырёхвалентный элемент. Поэтому только углеродные соединения приводят к образованию длинных молекулярных цепей с богатыми и изменчивыми боковыми ответвлениями. Именно к такому типу принадлежат различные белковые молекулы.

Другим важнейшим условием для зарождения жизни на планете является наличие на её поверхности достаточно большого количества жидкой среды. В такой среде находятся в растворённом состоянии органические соединения и могут создаваться благоприятные условия для синтеза на их основе сложных молекулярных комплексов. Кроме того, жидкая среда необходима только что возникшим живым организмам для защиты от губительного воздействия ультрафиолетового излучения, которое на начальном этапе эволюции планеты может свободно проникать до её поверхности. Можно ожидать, что такой жидкой оболочкой может быть только вода. Однако, в принципе, не исключена возможность, что на других небесных телах, при иных физических условиях может быть и иная химия жизни.

Так, например, в роли химического растворителя может выступать не только вода, но и некоторые другие вещества, обладающие определенными свойствами. К ним, в частности, относятся способность растворять большое количество различных веществ и хорошая текучесть. Кроме того, растворитель должен медленно нагреваться и медленно остывать. Это необходимо, чтобы предохранить живой организм от резких температурных колебаний. Хорошо также, если растворитель обладает низкой теплопроводностью. Это создает дополнительную защиту от возможных изменений температуры.

Важной характеристикой является и так называемая скрытая теплота переходов, т. е. то количество калорий, которое нужно затратить, чтобы один грамм данного вещества перевести из твердой фазы в жидкую и из жидкой в газообразную. При высокой

теплоте переходов растворитель защищен от легкого замерзания или закипания, а это расширяет температурные пределы существования активной жизни.

Подходящими «жизненными растворителями» для низких температур могут быть, например, фтористый водород или аммиак. Фтористый водород замерзает при температуре  $-83^{\circ}\text{C}$ , а кипит при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ . Что же касается аммиака, то при атмосферном давлении он существует при температуре от  $-78^{\circ}\text{C}$  до  $-33^{\circ}\text{C}$ .

При температуре от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $-100^{\circ}\text{C}$  растворителем может быть сернистый ангидрид, выделяющийся при вулканических явлениях, а при температуре ниже  $100^{\circ}\text{C}$  окись фтора, по многим свойствам напоминающая воду. Что же касается еще более низких температур, ниже  $-200^{\circ}\text{C}$ , то подобные условия вряд ли пригодны для жизни. При такой температуре химические связи с атомами углерода становятся настолько прочными, что органические молекулы теряют способность эффективно участвовать в реакциях.

С другой стороны, можно представить себе живые молекулы, в которых роль углерода выполняет какой-либо другой химический элемент, например, кремний или германий. Кремниевая или германиевая жизнь могла бы существовать лишь при достаточно высоких температурах от  $200^{\circ}$  до  $400^{\circ}$  Цельсия. Свойства растворителей с высокими температурами пока изучены недостаточно. Но, в принципе, такие горячие «жизненные растворители» можно себе представить, например, сернистые соединения фосфора и некоторые другие.

Но, разумеется, все это только предположения, хотя при том бесконечном разнообразии, которое существует во Вселенной, вряд ли химия живого везде является точной копией земной.

Но все эти рассуждения касаются только простейших форм жизни. Когда мы переходим к возможности тех или иных проявлений разумной жизни во Вселенной, мы сталкиваемся с очень большими трудностями. Жизнь на какой-нибудь планете должна проделать огромную эволюцию, прежде чем стать разумной. Движущая сила этой эволюции - способность организмов к мутациям и естественный отбор. В процессе такой эволюции организмы всё более и более усложняются, а их части - специализируются. Усложнение идёт как в качественном, так и в



количественном направлении. Можем ли мы, однако, такой процесс считать универсальным для эволюции жизни во всех уголках Вселенной? Скорее всего – нет! Ведь в принципе при совершенно других условиях средством обмена информацией между особями могли бы стать не продольные колебания атмосферы (или гидросферы), в которой живут эти особи, а нечто совершенно другое. Почему бы не представить себе способ обмена информацией, основанный не на акустических эффектах, а, скажем, на оптических или магнитных? И вообще – так ли уж обязательно, чтобы жизнь на какой-нибудь планете в процессе её эволюции стала разумной?

Но даже если предположить, что во Вселенной существуют высокоорганизованные разумные формы жизни, то какими могут быть каналы связи между ними?

## **2. Возможные средства связи с инопланетянами**

Ученые пришли к выводу, что наиболее естественный и практически осуществимый канал связи между какими-нибудь цивилизациями, разделёнными межзвёздными расстояниями, может быть установлен с помощью электромагнитных волн. Очевидное преимущество такого типа связи – распространение сигнала с максимально возможной в природе скоростью, равной скорости распространения электромагнитных волн, и концентрация энергии в пределах сравнительно небольших телесных углов без сколько-нибудь значительного рассеяния. Главными недостатками такого метода являются маленькая мощность принимаемого сигнала и сильные помехи, возникающие из-за огромных расстояний и космических излучений. Сама природа подсказывает нам, что передачи должны идти на длине волны 21 сантиметр (длина волны излучения свободного водорода), при этом потери энергии сигнала будут минимальны, а вероятность приёма сигнала внеземной цивилизацией гораздо больше, чем на случайно взятой длине волны. Вероятней всего, что и ожидать сигналов из космоса мы должны на той же волне. Но, допустим, что мы обнаружили какой-то странный сигнал. Как распознать искусственную природу данного сигнала? Скорее всего он должен быть модулирован, то есть его мощность со временем должна регулярно меняться. На первых порах он должен, по видимому, быть достаточно простым. После того как сигнал будет

принят (если, конечно, это случится), между цивилизациями будет установлена двухсторонняя радиосвязь, и тогда можно начинать обмен более сложной информацией. Конечно, не следует при этом забывать, что ответы могут при этом быть получены не ранее, чем через несколько десятков или даже сотен лет. Однако исключительная важность и ценность таких переговоров безусловно должна компенсировать их медленность. Радионаблюдения за несколькими ближайшими звёздами уже несколько раз проводились в рамках крупного проекта “ОЗМА” в 1960 году и при помощи телескопа Национальной радиоастрономической лаборатории США в 1971 году.

Несмотря на очевидные преимущества космической радиосвязи, мы не должны упускать из виду и другие типы связи, так как заранее нельзя сказать с какими сигналами мы можем иметь дело. Во первых это оптическая связь, главный недостаток которой – очень слабый уровень сигнала, ведь несмотря на то, что угол расхождения светового пучка удалось довести до 10<sup>-8</sup> рад., ширина его на расстоянии нескольких световых лет будет огромной. Также связь может осуществляться в помощью автоматических зондов. По вполне понятным причинам этот вид связи землянам пока недоступен, и не станет доступным даже с началом использования управляемых термоядерных реакций. При запуске такого зонда мы бы столкнулись с огромным количеством проблем, если даже считать время его полёта к цели приемлемым. К тому же на расстоянии менее 100 световых лет от солнечной системы уже имеется более 50000 звёзд. На какую из них посылать зонд? Таким образом, установление прямого контакта с внеземной цивилизацией с нашей стороны пока невозможно. Но может быть нам стоит только подождать? И они сами дадут о себе знать, ведь зафиксировано же множество контактов людей с НЛО на Земле. Различных случаев “наблюдения” инопланетян и их активности уже замечено так много, что ни в коем случае нельзя однозначно опровергать все эти данные. Можно только сказать что многие из них, как оказывалось со временем, являлись выдумкой или следствием ошибки. Но это уже тема других исследований. Если где-то в космосе будет обнаружена какая-то форма жизни или цивилизация, то мы совершенно, даже приблизительно, не можем себе представить, как будут выглядеть её представители и как они



отреагируют на контакт с нами. А вдруг эта реакция будет, с нашей точки зрения, отрицательной. Тогда хорошо если уровень развития внеземных существ ниже, чем наш. Но он может оказаться и неизмеримо выше. Такой контакт, при нормальном к нам отношении со стороны другой цивилизации, представляет наибольший интерес. Но об уровне развития инопланетян можно только догадываться, а об их строении нельзя сказать вообще ничего. Многие учёные придерживаются мнения, что цивилизация не может развиваться дальше определённого предела, а потом она либо погибает, либо больше не развивается. Например, немецкий астроном фон Хорнер назвал шесть причин, по его мнению способных ограничить длительность существования технически развитой цивилизации:

- 1) полное уничтожение всякой жизни на планете;
- 2) уничтожение только высокоорганизованных существ;
- 3) физическое или духовное вырождение и вымирание;
- 4) потеря интереса к науке и технике;
- 5) недостаток энергии для развития очень высокоразвитой цивилизации;

б) время жизни неограниченно велико;

### 3. Методы обнаружения внеземной жизни

Существует множество методов обнаружения внеземной жизни. Условно их можно разделить на три группы:

1. Дистанционные методы наблюдения определяют общую обстановку на планете с точки зрения наличия признаков жизни. Дистанционные методы связаны с использованием техники и приборов, расположенных как на Земле, так и на космических кораблях и искусственных спутниках планеты.

2. Аналитические методы призваны произвести непосредственный физико-химический анализ свойств грунта и атмосферы на планете при посадке автоматических биологических лабораторий (АБЛ). Применение аналитических методов должно дать ответ на вопрос о принципиальной возможности существования жизни.

3. Функциональные методы предназначены для непосредственного обнаружения и изучения основных признаков живого в исследуемом образце. С их помощью предполагается ответить на вопрос о наличии роста и размножения, метаболизма,

В последние годы, в связи с успехами астрономии, биологии, физики и техники возникла самостоятельная научная дисциплина — астробиология (экзобиология).

### 4. Астробиология

**Астробиоло́гия (экзобиоло́гия)** — наука, предметом которой является изучение происхождения, эволюции и распространения жизни во Вселенной. Астробиология опирается на научные достижения в области физики, химии, астрономии, биологии, экологии, планетологии, географии и геологии для исследования возможности существования жизни на других планетах. В решении некоторых задач астробиология тесно соприкасается с космической биологией и космической медициной, возникшими в связи с активным проникновением человека в космическое пространство. Астробиология осуществляет поиск пригодной для жизни среды обитания как в Солнечной системе, так и за её пределами, поиск доказательств пред биотической химии, лабораторные и практические исследования происхождения и раннего развития жизни на Земле, а также исследования потенциальных возможностей жизни в части приспособления к сложным условиям на Земле и в космосе.

Термин *астробиология* образован от древнегреческих слов *астрон* (др.-греч. ἄστρον) — «звезда», *биос* (др.-греч. βίος) — «жизнь» и *логия* (др.-греч. -λογία) — «учение». Есть различные синонимы термина «астробиология», однако все они включают две основные науки: астрономию и биологию. Термин-синоним «экзобиология» произошёл от греческого *экзо* (др.-греч. ἔξω) — «вне, снаружи», *биос* (др.-греч. βίος) — «жизнь» и *логия* (др.-греч. -λογία) — «учение». Другой термин, использовавшийся в прошлом — *ксенобиология*, то есть «биология иноземцев». Это слово было придумано в 1954 году писателем-фантастом Робертом Хайнлайном в его романе «Звёздный Зверь».

Интерес НАСА к астробиологии начался с разработки Космической программы. В 1959 году НАСА профинансировало свой первый проект по экзобиологии, а в 1960 году создало Программу изучения экзобиологии. В 1971 году НАСА профинансировало проект (SETI) по поиску радиосигналов

внеземных цивилизаций. Программа «Викинг», начатая в 1976 году, включала три биологических эксперимента, разработанных для поиска возможных признаков существования жизни на Марсе

В 21-ом веке астробиология становится центром растущего числа исследовательских миссий НАСА и Европейского космического агентства в Солнечной системе. Первый европейский семинар по астробиологии состоялся в мае 2001 года в Италии, результатом которого стала Программа Аврора. В настоящее время НАСА курирует Институт астробиологии НАСА (*англ.*). Все большее число университетов во всем мире вводят программы обучения по теме астробиологии. В Соединенных Штатах это Аризонский университет, университет Пенсильвании, университет штата Монтана и Вашингтонский университет; в Великобритании университет Кардиффа (создан Центр астробиологии), в Австралии Университет Нового Южного Уэльса. В России Постановлением Президиума Российской академии наук от 23.11.2010 организован Научный совет РАН по астробиологии.

5.Определение «жизнь» и зарождения и развития жизни во Вселенной.

Для изучения жизни нужно прежде всего определить понятие “живое вещество”. Этот вопрос является далеко не простым. Многие ученые, например, определяют живое вещество как сложные белковые тела, обладающие упорядоченным обменом веществ. Такой точки зрения придерживался, в частности, академик А.И.Опарин, много занимавшийся проблемой происхождения жизни на Земле. Конечно, обмен веществ есть существеннейший атрибут жизни, однако вопрос о том, можно ли сводить сущность жизни прежде всего к обмену веществ, является спорным. Ведь и в мире неживого, например у некоторых растворов, наблюдается обмен веществ в его простейших формах. Вопрос об определении понятия “жизнь” стоит очень остро, когда мы обсуждаем возможности жизни на других планетных системах.

В настоящее время жизнь определяется не через внутреннее строение и вещества, которые её присущи, а через её функции: “управляющая система”, включающая в себя механизм передачи наследственной информации, обеспечивающей сохранность последующим поколениям. Тем самым благодаря неизбежным

помехам при передаче такой информации наш молекулярный комплекс (организм) способен к мутациям, а следовательно к эволюции.

Жизнь возникла на определенном этапе эволюции Вселенной. Она не могла возникнуть ни раньше и ни позже. Не возникнуть вообще она также не могла. Эволюция Вселенной определялась, в частности, химической эволюцией, то есть преобразованием химических элементов. Причем это преобразование было не случайным, а весьма определенным, прогрессивным.

Прогрессивность эта состоит в том, что в результате эволюции образовывались все более сложные элементы: вначале были только элементарные частицы (протоны, нейтроны, электроны и др.), затем начали образовываться ядра химических элементов (прежде всего легких; так, протон – это уже готовое ядро водорода); затем ядра объединялись со свободными электронами и образовывали нейтральные атомы. И только после этого в определенных условиях атомы объединились в молекулы. Мы уже говорили, что вначале на определенном этапе после Большого Взрыва образовались только легкие химические элементы. Только потом по истечении весьма продолжительного периода межзвездная среда стала «засоряться» тяжелыми химическими элементами. Они образовались как шлаки при термоядерном выгорании легких химических элементов внутри звезд. При взрывах Сверхновых эти шлаки (тяжелые химические элементы) звезды стали сбрасывать с себя как ненужную шубу. Звезды второго поколения, которые образовались (и продолжают рождаться) из межзвездной среды, уже засоренной тяжелыми элементами, имеют другой химический состав, более разнообразный. Планеты этих звезд образовались практически в едином процессе образования своих звезд, и их химический состав также определяется составом межзвездной среды, из которой они образовались.

Химическая эволюция шла не только по пути усложнения систем (от элементарных частиц к молекулам), что само по себе прогрессивно, так как более сложные образования предоставляют большие возможности при дальнейшем построении Мира.

Прогрессивность химической эволюции состояла и в том, что на каждом новом этапе образовывались системы, внутри которых составляющие их частицы удерживались вместе все меньшими силами. Так, элементарные частицы (протоны и нейтроны) удерживаются внутри ядра самыми сильными из всех известных нам сил – ядерными силами. Поэтому при расщеплении ядра и происходит выделение огромного количества внутренней энергии (термоядерной). Вызвать термоядерную реакцию очень непросто, необходима огромная энергия, чтобы ядро расщепить. Другими словами, ядра – очень устойчивые системы (если не считать ядра некоторых тяжелых элементов – но это особый вопрос). Из-за высокой устойчивости, стабильности ядер они являются неизменными, консервативными, трудно поддающимися изменениям. Поэтому они – плохой строительный материал для дальнейшего творения Мира. Совсем другое дело атомы, образованные из этих ядер. Они цементируются как единые системы, имеющие свои определенные свойства, свое лицо, значительно меньшими, нежели ядерные, силами. Разорвать атом на электрон и ядро значительно легче, чем разорвать (расщепить) ядро. Поэтому атомы более мобильны. Они без большого труда могут превращаться в положительно заряженные ионы и отрицательно заряженные электроны. Возможен также процесс соединения нейтрального атома и свободного электрона. Его называют прилипанием. При этом образуется отрицательно заряженный ион. Таким образом, при переходе от ядер к атомам происходит, с одной стороны, усложнение системы (атомы более сложны, чем ядра, входящие в их состав), а с другой – новые системы удерживаются как единое целое значительно меньшими силами. Дальнейший этап эволюции – это преобразование атомов в молекулы. Здесь налицо как усложнение системы (строительных кирпичей), так и уменьшение сил, необходимых для удержания частиц, составляющих молекулы (то есть атомов), вместе.

Таким образом, химическая эволюция во Вселенной происходила с соблюдением, если можно так сказать, трех принципов: 1) сложность структур постепенно увеличивалась, 2) энергия, которая обеспечивала целостность этих структур (систем), постепенно уменьшалась и 3) число комбинаций из этих структур или, другими

словами, число типов также постепенно увеличивалось.

Продолжая цепь элементарные частицы – ядра – атомы – молекулы, мы должны включить в нее очередное звено – огромные молекулы (макромолекулы) живого вещества. На это звено распространяются те же главные принципы, что и на всю предшествующую химическую эволюцию: система (структура) усложнилась, причем значительно; энергия связи, удерживающая обычные молекулы, или, как их называют, молекулы-мономеры, в единой структуре – макромолекуле, уменьшилась, поскольку новые связи являются не валентными, а возможности образованных макромолекул стали неизмеримо больше. Эти возможности стали большими потому, что макромолекулы могут очень легко перестраиваться, так как они цементируются не очень большими силами. В то же время этих сил достаточно, чтобы макромолекулы не разваливались самопроизвольно. Именно этой мобильностью макромолекул определяются все важнейшие процессы жизнедеятельности и размножения клеток.

Любопытно, что к химической эволюции применяется та же терминология, что и к эволюции живого вещества. Ее рассматривают как процесс, «который осуществляется в результате естественного отбора наиболее устойчивых к дальнейшему объединению частиц в изменяющихся внешних условиях». Поэтому химическая эволюция является процессом прогрессивным. Весь процесс эволюции, образования все более сложных структур со все большими возможностями происходит не всегда монотонно. Анализ показывает, что постепенное усложнение вещества во Вселенной происходит в медленно меняющихся процессах, тогда как «фиксация» вновь образовавшегося вещества, которое должно служить строительным материалом будущего развития, эволюции, происходит только при особых условиях, которые напоминают закалывание, то есть только тогда, когда внешние условия изменяются быстро, резко. Специалисты этот этап эволюции так и называют – «закалкой» состава. Это можно представить себе в виде непрерывной поточной технологической линии, на которой происходит непрерывное преобразование вещества от самой простой структуры до самой сложной. Но в определенных местах

этой линии поставлены устройства закаливания, резко меняющие внешние условия. То вещество, которое оказалось в данном месте, будет зафиксировано, то есть далее не будет превращаться в более сложную структуру, а останется самим собой.

Так мы подошли к очень важному выводу, результату, может быть самому главному не только в проблеме поиска и эволюции внеземных цивилизаций, а и в проблеме понимания всего мироздания. Он состоит в том, что биологическая эволюция – это только определенное, но необходимое, обязательное звено общей прогрессивной эволюции во Вселенной. Это значит, что прогрессивная эволюция на Земле — это только песчинка в общей прогрессивной эволюции во Вселенной, которая началась не с появлением жизни, а значительно раньше, с момента Большого Взрыва. Даже когда биологическая эволюция прекратится, прогрессивная эволюция в масштабах всей Вселенной будет продолжаться, подчиняясь единому, несомненно существующему закону. Поэтому можно не сомневаться в том, что элементарные частицы, из которых состоят ядра, а также молекулы несут на себе печать всего предшествующего развития Вселенной, информацию о том, как они образовались и «закалились». Более того, даже мы с вами несем в себе воспоминания, историю не только эволюции биологической, но и всей прогрессивной эволюции вещества в расширяющейся Вселенной от момента Большого Взрыва! В это трудно верить, но это так.

Может ли при этом идти речь об уникальности жизни на Земле, об особых маловероятных обстоятельствах ее возникновения? Конечно, нет. Об этом говорят не только закономерности прогрессивной эволюции во Вселенной, описанные выше, но и обнаружение в космосе (в межзвездных облаках, метеоритах) сложных органических молекул. Эти органические молекулы несут в себе информацию об эволюции межзвездных облаков или оболочек холодных звезд, где они образовались в результате прогрессивной химической эволюции.

Роль этих сложных органических молекул можно понять исходя из схемы возникновения, образования жизни. На первом этапе эволюции жизни должны присутствовать начальные, исходные, или,

как говорят специалисты, стартовые, соединения. Это  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$  и др. Затем из них образуются биологические простые молекулы (мономеры). Это аминокислоты, азотистые основания и др. Затем из мономеров образуются сложные биологические молекулы – полимеры. Это нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) и белки. Нуклеиновые кислоты состоят из нуклеотидов, а они, в свою очередь, состоят из фосфата, азотистых оснований и сахара. Белки состоят из 28 веществ, а именно: двадцати аминокислот, пяти оснований, двух углеводов и одного фосфата.

Какие звенья из этой схемы обнаружены в космосе? Впервые биологические молекулы космического происхождения были обнаружены в Мерчисонском метеорите, который упал в 1969 году в Австралии. Это были белковые аминокислоты (всего шесть). Одновременно в том же метеорите содержались и другие 12 аминокислот, которые не встречаются в белках. Это доказывает, что все аминокислоты, обнаруженные в метеорите, имеют космическое происхождение. Собственно, возможность их космического происхождения доказывается даже лабораторными экспериментами. Когда на смесь, состоящую из аммиака, метана и паров воды, воздействовали ультрафиолетовым излучением, потоком энергичных электронов или же сильно увеличивали ее температуру, то в ней образовывались аминокислоты и углеводороды и одно из азотистых оснований нуклеиновых кислот – аденин.

В атмосферах холодных звезд, комет и межзвездных облаках нейтрального водорода были обнаружены простейшие двухатомные радикалы и в еще больших количествах (в атмосферах холодных звезд) многоатомные молекулы ( $\text{HCN}$ ,  $\text{C}_3\text{N}$ ,  $\text{HC}_3\text{N}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  и др.). Было доказано экспериментально, что такие соединения могут образовываться в результате химических реакций в протопланетной околосолнечной туманности. В составе кометы Когоутека (1973 год) были обнаружены молекулы синильной кислоты и метилциана. В облаках межзвездного газа также были обнаружены сложные органические молекулы, содержащие до 11 атомов. Они обнаружены и за пределами нашей Галактики.

Особый интерес представляют метеориты, которые называют углистыми хондритами. Хотя их по массе и немного (всего около 5 %), но они важны своим происхождением: их состав ближе всего к тому первичному веществу, из которого образовались планеты земной группы. Другими словами, они – в определенной мере ключ к пониманию образования жизни на Земле и происхождения органических ископаемых.

Исследования показали, что в углистых хондритах имеются следующие органические соединения: алифатические и ароматические углеводороды, гетероциклические азотистые основания (пурины, пиримидины, порфирины и др.), сахара и большое разнообразие аминокислот. Более 90 % органики составляет похожий на сажу ароматический полимер. При выделении органических веществ из метеоритов очень важно доказать, что они не привнесены с Земли. Так, у описанного выше метеорита Мерчисон в 1971 году были выделены 18 аминокислот, больше половины которых практически никогда не встречались в земных условиях. Это доказывало их «небесное» происхождение. Можно, конечно, предположить, что метеориты были засорены органическими соединениями в космосе. Исследования процессов в околосолнечной протопланетной туманности при ее остывании показали, что там образуется большое количество многоатомных углеводородов и других органических соединений таких же, как и в метеоритах. Таким образом, было доказано, что органические вещества в углистых хондритах имеют не биологическое происхождение, а возникли в результате химического синтеза в до планетной околосолнечной туманности.

Был изучен молекулярный состав межзвездной среды. Это делается на основании спектрального анализа излучения. Удалось исследовать по межзвездным линиям поглощения соединения  $\text{CN}$ ,  $\text{CN}^+$ . Заатмосферные измерения позволили проводить анализ линий поглощения и в инфракрасном, и в ультрафиолетовом участках спектра.

И.С. Шкловский теоретически показал, что свободные радикалы должны излучать в радиодиапазоне. В частности, длина волны

радиоизлучения ОН равна 18 сантиметрам. В 1963 году эти выводы были подтверждены: на фоне непрерывного спектра ярчайшего космического радиоисточника Кассиопея А были обнаружены в поглощении радиолинии ОН, находящегося в межзвездной среде. Впоследствии были обнаружены не только линии поглощения ОН, но и такие же линии излучения ОН. Это излучение оказалось очень интенсивным и имело некоторые другие весьма экзотические свойства (переменность интенсивности излучения во времени, поляризация). Некоторое время считалось, что оно представляет собой радиосигналы внеземной цивилизации. Но впоследствии все эти свойства удалось объяснить естественными причинами.

Интенсивность излучения ОН очень велика потому, что эти молекулы находятся в сильно неравновесном, перевозбужденном состоянии. В таких условиях они способны излучать когерентно, то есть в фазе. При этом происходит усиление радиоизлучения. Такой эффект на радиоволнах был изучен в лабораторных условиях. Установки, позволяющие получать такое когерентное излучение в лабораторных условиях, называются мазерами (в отличие от лазеров, которые дают излучение в оптическом диапазоне). Значит, межзвездные молекулы ОН являются естественными мазерами. Они функционируют в условиях, связанных с самой ранней стадией эволюции звезд и планет. Их изучение может дать информацию о процессах на этапе рождения звезд и планет. Исследование излучения в радиодиапазоне на строго определенных длинах волн (другими словами, изучение радиолиний) позволило открыть многие органические молекулы в межзвездной среде. Среди них формальдегид ( $\text{H}_2\text{CO}$ ), углеводороды, спирты, кислоты (синильная, изо-циановая, карбоновая), амиды кислот, амины, нитриты, простой и сложный эфиры. Были обнаружены молекулы, состоящие из 11 атомов, имеющие массу в 123 атомных единиц массы. Это  $\text{HC}_9\text{N}$  (цианоктатетраин). Молекулярные облака нельзя исследовать с помощью видимого света, так как содержащаяся в них пыль поглощает свет и поэтому они воспринимаются как «черные» облака. Только радиоизлучение молекул приносит нам информацию о них. Водород в этих облаках находится в молекулярном состоянии, поэтому мы не регистрируем от них радиолиний с длиной волны 21 сантиметр (от атомарного водорода). Излучение

радиолиний молекул межзвездного газа дает информацию не только о наличии молекул, но и о многом другом – кинетической температуре, плотности молекул, характере турбулентных движений. Можно даже определить напряженность магнитного поля в молекулярных черных облаках. Черные (молекулярные) облака являются самыми массивными в нашей Галактике. Плотность молекул увеличивается по направлению к его центру. Сложные молекулы локализуются в центре облака. Отсюда исходит радиоизлучение, возбуждаемое молекулами OH и H<sub>2</sub>O и имеющее мазерный характер.

Масса органических молекул в облаках может составлять в нашей Галактике порядка десяти масс Солнца. Масса органических соединений планет, вероятно, еще больше.

Таким образом, в последнее время была установлена широкая распространенность органических соединений в нашей Галактике, которые являются необходимым условием возникновения жизни. Ведь из смеси NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и CH<sub>4</sub> при соответствующих условиях (наличии источников энергии) могут образовываться аминокислоты. Это происходит в молекулярных черных облаках. Так, в Стрельце В2 был открыт метанимин и метиламин. Соединение последнего с муравьиной кислотой дает аминокислоту – глицин.

**Известны этапы эволюции жизни:**

- 1) начальные молекулярные соединения (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CO и др.),
- 2) биологические мономеры (аминокислоты, азотистые основания и др.),
- 3) биополимеры,
- 4) до клеточная организация,
- 5) клетка.

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) и белки (то есть полимеры более простых веществ) являются биологическими молекулами. Нуклеиновые кислоты построены из нуклеотидов. Последние состоят из углевода, азотистых оснований и фосфата. Белки же

состоят из 20 видов аминокислот. Все разнообразие известной нам жизни состоит из 28 веществ: 20 аминокислот, 5 оснований, 2 углеводов, 1 фосфата.

Рассмотренные выше данные говорят о том, что биологические молекулы могут образовываться в космосе (и образуются!).

Матричный синтез белков происходит по такой схеме. План построения клеточных белков хранится в молекуле ДНК, которая является своего рода закодированной инструкцией. В белки входят 20 обязательных аминокислот. Можно сказать, что язык ДНК состоит из четырех «букв-оснований» и из 20 «букв» (то есть аминокислот). Значит, каждая буква (аминокислота) кодируется триплетом оснований. На последовательности оснований некоторого участка ДНК происходит синтез молекул одноцепочечной рибонуклеиновой кислоты (РНК). Этот процесс называется транскрипцией. На образованной РНК синтезируется белок. Далее РНК переносится на рибосомы, то есть на клеточные органеллы в цитоплазме клетки (именно здесь происходит образование белков). На этом этапе и происходит образование белковой молекулы. Известно, что все живое на Земле связано с определенным химическим языком – генетическим кодом. Именно он определяет индивидуальное развитие и свойства каждого организма. Генетическая информация записана в нуклеиновых кислотах. Свойства данного организма зависят главным образом от белков. Связь нуклеиновых кислот с белками и осуществлена с помощью генетического кода.

До недавнего времени считалось, что генетический код для всех без исключения живых систем на Земле один и тот же, то есть что он является универсальным. Но не так давно были открыты системы, у которых генетический код отличается от универсального. Это митохондрии. Они присутствуют во всех клетках, имеющих ядро, и обеспечивают энергией живую клетку. В митохондриях существует собственная ДНК. В коде, который используют митохондрии, тройка нуклеотидов кодирует не ту аминокислоту, что в универсальном коде, а другую.

Это открытие наводит на далеко идущие мысли, имеющие

непосредственное отношение к проблеме внеземных цивилизаций. В.И. Иванов на симпозиуме в Таллине в 1981 году высказал идею, что нынешний генетический код не возник сразу, а ему предшествовал более простой код (на более ранней стадии происхождения жизни). Этот первичный код не исчез окончательно, а сохранился в некоторых современных белково-нуклеиновых комплексах. Но он не играет роль генетического кода, а используется для точного узнавания нуклеиновых кислот и белков.

Это наталкивает на мысль, что и на других планетах в основе белково-нуклеиновой жизни лежит такое же стереохимическое соответствие нуклеиновой кислоты и белка, то есть первичный код белково-нуклеинового узнавания. Из этого первичного кода образовался настоящий генетический код. Он не должен быть точно таким же, как на Земле, или, другими словами, не обязательно генетический код будет единым на всю Вселенную. Но он будет различаться в разных местах Вселенной только незначительно.

На семинаре в Таллине в 1981 году В.С. Троицкий высказал очень любопытную гипотезу о возникновении и развитии жизни во Вселенной. Суть ее базируется на описанной выше прогрессивной эволюции (как химической, так и биологической). Согласно этой гипотезе жизнь возникла как закономерный этап эволюции Вселенной как целого, причем это произошло однократно и только на тех планетах, которые к этому были готовы. На вновь образующихся планетах впоследствии жизнь не возникала таким же путем. Другими словами, В.С. Троицкий предлагает считать, что жизнь во Вселенной возникла в результате одноразового взрывного процесса. Если это на самом деле было так, то получается следующая хронология всей истории Вселенной. Первые пять миллиардов лет после Большого Взрыва ушли на эволюцию от элементарных частиц до макромолекул. По истечении следующих 5 миллиардов лет на подходящих планетах появились организмы, и только после этого начался процесс эволюции социальных структур. Если эта гипотеза правильна, то цивилизации на других планетах во Вселенной находятся примерно на том же уровне развития, что и наша. Конечно, темпы их развития могут быть разными. Это зависит и от физико – химических условий в местах

их обитания, и от других факторов, определяющих законы развития цивилизаций. В этом случае не исключено, что мы находимся в числе одних из первых, а может, и являемся самыми первыми. Математический биолог Н. Рашевский считает, что принципиально может существовать сто миллионов биологических видов. На Земле за всю ее историю существовало четыре миллиона видов. Не реализованных на Земле остается еще 96 миллионов видов. Но невозможна ситуация, при которой на другой планете будут развиваться только такие биологические виды, которых не было и нет на Земле. Это несмотря на то, что резерв не использованных на Земле видов большой – 96 миллионов. Выбор видов происходит случайным образом. Если рассчитать по всем правилам математики вероятность того, что хотя бы один из видов на Земле будет такой же, как и на какой-либо планете, то окажется, что эта вероятность практически равна единице. То есть мы должны встретить на другой планете такой же вид, какой существует на Земле. Сколько всего видов может повториться? Было показано, что должно совпасть на двух планетах 160 000 видов. Значит, если мы на другой планете встретим жизнь, то 160 тысяч видов живых существ для нас окажутся знакомыми, такими же, как и на Земле. Специалисты этот результат формулируют так: «Между двумя биологиями нет различий, которые можно бы назвать существенными». Таким образом, не надо преувеличивать роль разнообразия биологических видов во Вселенной и думать, что мы встретим в других мирах одних только чудовищ.

Выяснив, что одним из основных условий необходимых для возникновения внеземной формы жизни является вода, рассмотрим, как часто они встречаются во Вселенной?

## **6. Вода, как условие возникновения жизни.**

Вода - на первый взгляд кажется простейшее химическое соединение двух атомов водорода и одного атома кислорода - является, без всякого преувеличения, основой жизни на Земле. Интересно оценить, насколько велика распространенность этого вещества во Вселенной. Оказывается, достаточно велика

Энцелад считается самым чистым из спутников в Солнечной системе. Ученые отмечают, что поверхность Энцелада покрыта ровным слоем водяного льда, не имеющего никаких примесей. Это придает спутнику чистый белый цвет. На поверхности Энцелада обнаружено несколько желобков и небольших кратеров. Неожданное открытие указывает на то, что под покровом льда находятся резервуары с жидкой водой, которая выходит на поверхность при помощи гейзера. Температура воды в резервуаре сравнительно теплая - около нуля по Цельсию, притом, что на поверхности Энцелада температура минус 188-193 градуса. При выходе на поверхность вода естественным образом замерзает. Именно момент выхода воды на поверхность – столб из пара и кусочков льда – и удалось заснять космическому аппарату. Однако ученые пока затрудняются сказать, что может подогревать воду. Это должны показать дальнейшие исследования. Тем не менее открытие придало исследователям немало оптимизма. «Мы нашли окружающую среду, в которой могли зародиться живые организмы, в неожиданном месте нашей Солнечной системы. Но до тех пор, пока мы там не окажемся, об этом нельзя говорить с уверенностью», - сказала Керолайн Порко, представитель института по изучению космоса в Болдере (штат Колорадо). В свою очередь специалист NASA Торренс Джонсон отметил, что «если удастся найти больше таких мест (с признаками наличия воды) и там будут необходимые источники энергии, то, вполне возможно, на так называемых ледяных спутниках других звезд или планет окажутся самые подходящие условия для жизни». «Это может перевернуть взгляд ученых на подобные вещи», - добавил Джонсон.

Вода на Марсе представлена ледяными шапками. Емкость северной полярной шапки составляет приблизительно 1.2 млн. км<sup>3</sup> льда при средней толщине 1.03 км. В такой холодной атмосфере, как марсианская, где днем температура редко доходит до 300К, а ночью опускается ниже 170К, удержать сколько-нибудь заметное количество водяного пара невозможно. Если все содержащиеся в столбе воздуха пары воды осадить, получится микроскопическая пленка толщиной всего несколько десятков микрон. Еще один-два микрона осажденной воды содержится в облаках. Несмотря на всю свою экзотику, Марс – это самая близкая к Земле по основным

климатическим параметрам планета Солнечной системы. Именно здесь, на этом природном полигоне, в условиях, максимально приближенных к боевым, отрабатывалась климатическая система, подобная той, что дала кров всему живому на Земле.

16 декабря 2009 г. была обнаружена первая планета-океан, GJ 1214 b. Эта планета стала первой, которая на 75 % по массе состоит из воды.

Благодаря открытию воды на ближайших планетах, мы можем смело предположить о наличии воды на планетах вне Солнечной системы, а значит о существовании там жизни, пусть даже в самых ее начальных проявлениях.

## **7. Возможные зоны жизни во Вселенной.**

Планеты должны быть не меньше Марса, чтобы удержать у своей поверхности воздух и пары воды, но и не такими огромными, как Юпитер и Сатурн, протяжённая атмосфера которых не пропускает солнечные лучи к поверхности. Одним словом, планеты типа Земли, Венеры, возможно Урана при благоприятных обстоятельствах могут стать колыбелью жизни. А обстоятельства эти довольно очевидны: стабильное излучение звезды; определённое расстояние от планеты до светила, обеспечивающее комфортную для жизни температуру; круговая форма орбиты планеты, возможная лишь в окрестностях уединённой звезды (т. е. одиночной или компонента очень широкой двойной системы). Это главное. Часто ли в космосе встречается совокупность подобных условий?

Одиночных звёзд довольно много — около половины звёзд Галактики. Из них около 10% сходны с Солнцем по температуре и светимости. Правда, далеко не все они также спокойны, как наша звезда, но приблизительно каждая десятая похожа на Солнце и в этом отношении. Наблюдения последних лет показали, что планетные системы, вероятно, формируются у значительной части звёзд умеренной массы. Таким образом, Солнце с его планетной системой должны напоминать около 1% звёзд Галактики, что не так уж мало — миллиарды звёзд.



Благоприятный для возникновения диапазон температур — 0—100 °С.

Температура на поверхности планеты в основном зависит от светимости родительской звезды и расстояния до неё. В конце 50-х гг. американский астрофизик, китаец по рождению, Су-Шу Хуанг исследовал эту проблему детально: он рассчитал. На каком расстоянии от звёзд разного типа могут находиться обитаемые планеты, если средняя температура на их поверхности лежит в пределах 0—100 °С. Ясно, что вокруг любой звезды существует определённая область — зона жизни, за границы которой орбиты этих планет не должны выходить. У звёзд-карликов она близка к звезде и неширока. При случайном формировании планет вероятность, что какая-нибудь из них попадёт в эту область, мала. У звёзд высокой светимости зона жизни находится далеко от звезды и очень обширна. Это хорошо, но продолжительность их жизни так мала, что трудно ожидать появления на их планетах разумных веществ (земной биосфере для этого понадобилось более 2 млрд. лет).

## 8. Поиски жизни в солнечной системе.

Спутники и космические зонды неоднократно запускались к внутренним планетам: российская «Венера», американские «Маринер» к Меркурию и «Викинг» к Марсу. Запущенные в 1972-1973 гг. американские зонды «Пионер-10» и «Пионер-11» достигли внешних планет - Юпитера и Сатурна. В 1977 г. к Юпитеру, Сатурну, Урану и Нептуну были также запущены «Вояджер-1» и «Вояджер-2». Некоторые из этих зондов до сих пор продолжают летать у самых границ Солнечной системы и будут посылать информацию на Землю.

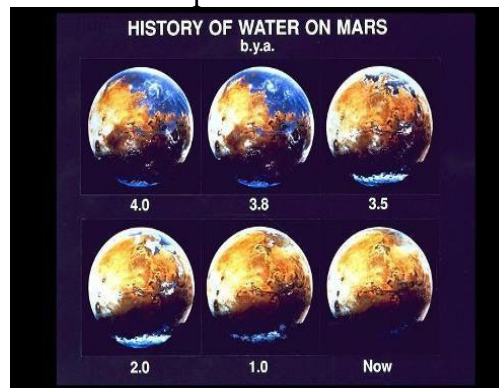
По предположениям многих ученых, в Солнечной системе некоторые космические тела пригодны для жизни помимо Земли.

### А. Марс.

Согласно некоторым предположениям жизнь могла возникнуть и на Марсе. Некоторые ученые даже предполагали, что изначально она и возникла именно там и только затем была

перенесена на Землю. Открытия, сделанные в последнее время учеными, только подогревают интерес общественности к красной планете, стимулируя астрономов и физиков тратить на изучение истории настоящего и прошлого Марса все больше времени и материальных средств.

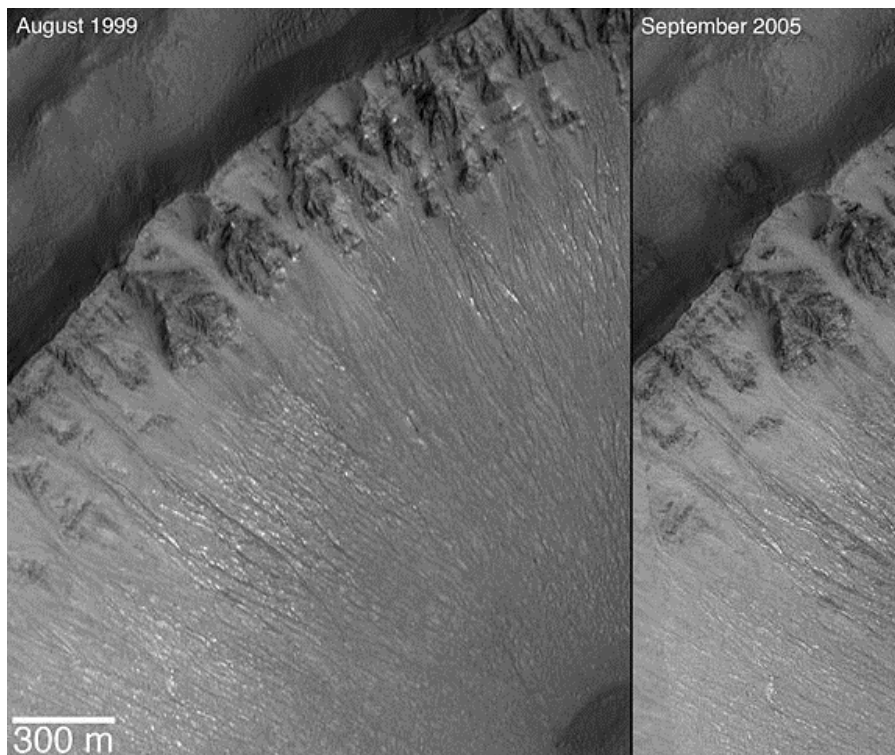
Ответ на вопрос «есть ли жизнь на Марсе» еще не получен, а вот то, что там есть вода, – неоспоримый факт, который установили приборы (в том числе и российский нейтронный детектор HEND) на борту американских марсоходов. Причем если в хороший телескоп можно даже увидеть ледяные полярные шапки, что позволяло сделать вывод о содержании воды на Марсе в полярных областях, то недавно было объявлено об обнаружении чистого льда на дне марсианских кратеров, расположенных в средних широтах, между марсианским экватором и полюсом.



*(История воды на Марсе).*

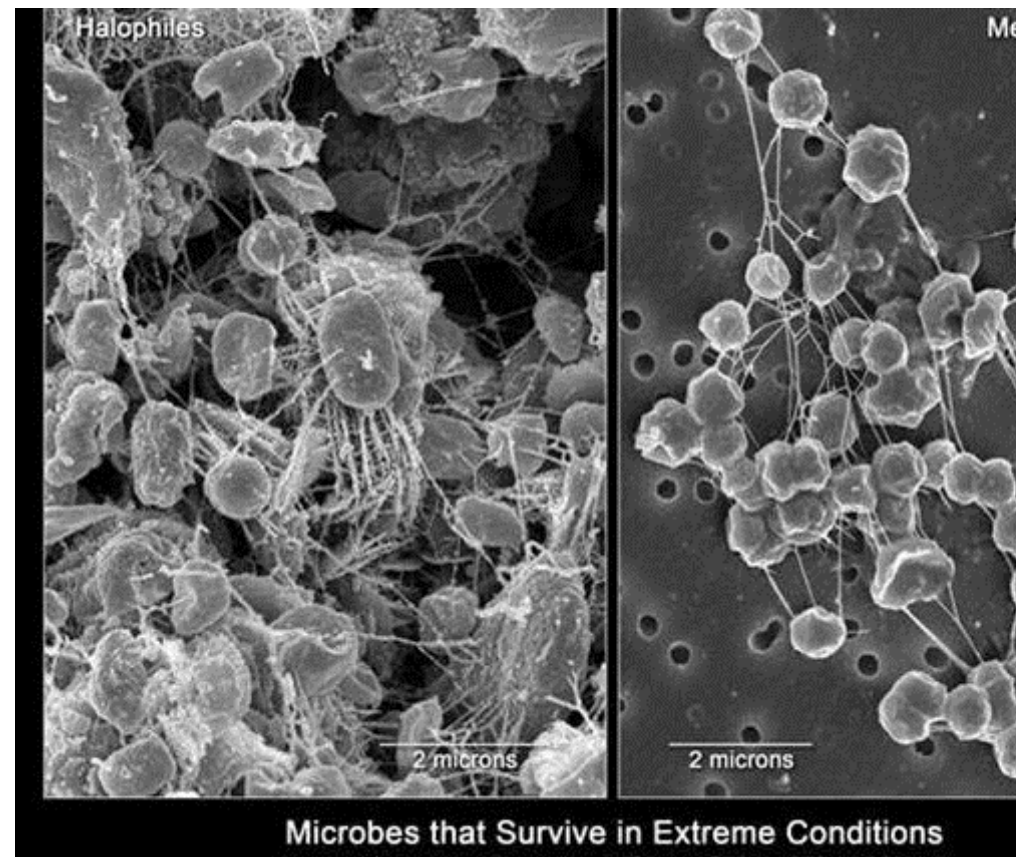
Ученым также удалось найти на Марсе участки поверхности, по показателям сухости и температуры окружающей среды сопоставимые с некоторыми регионами Земли. Самое главное, что условия на этих участках в свое время были достаточно благоприятны для развития живых организмов.

**Интересно что,** камень ALH 84001 был обнаружен в Антарктиде в 1984 году. Ученые заключили, что он был выбит с поверхности Марса около 17 миллионов лет назад. На поверхности метеорита были обнаружены структуры, по внешнему виду напоминавшие окаменевшие бактериальные наросты. В составе камня химики нашли сложные органические молекулы. Эти факты могли служить косвенными подтверждениями теории о существовании на Марсе жизни в прошлом или настоящем.

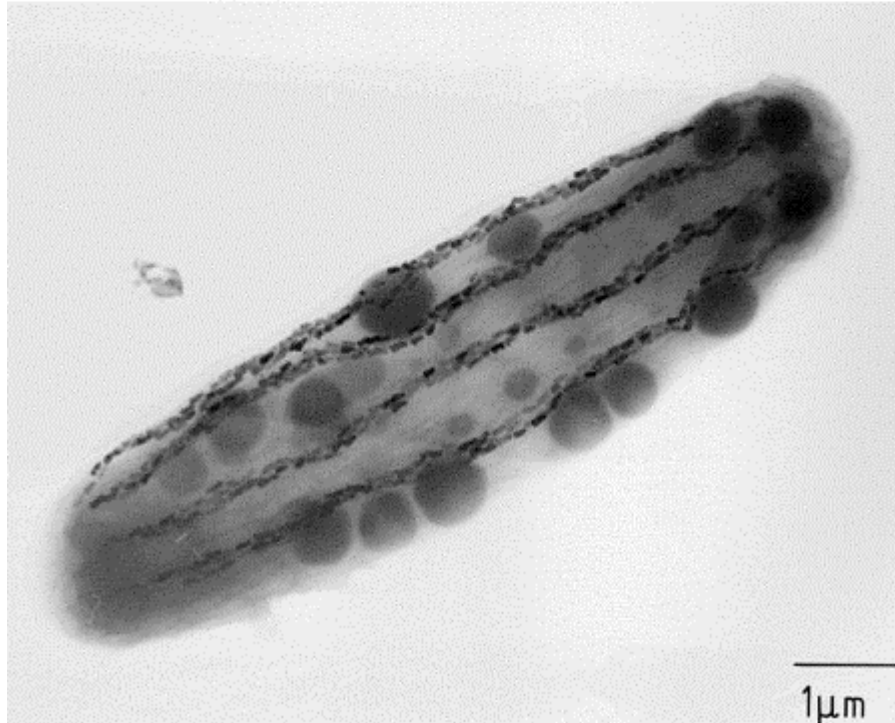
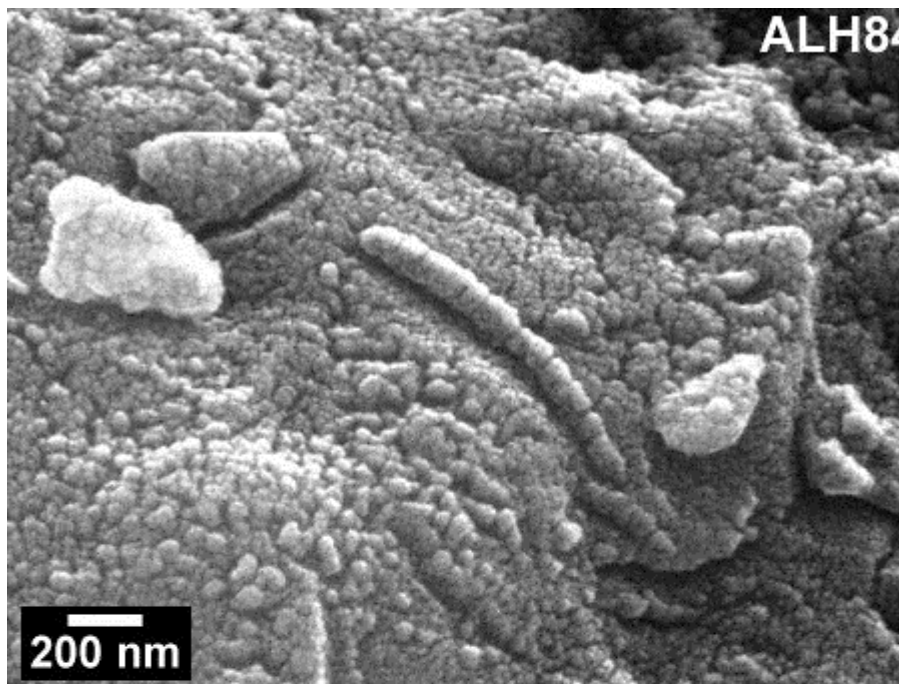


Фотографии, сделанные исследовательской станцией Mars Global Surveyor 30 августа 1999 года (слева) и 10 сентября 2005 года. Последняя фотография имеет размыв, оставляемый водой.

Микробы, живущие в Гренландии и вырабатывающие метан, могут пролить свет, живут ли подобные организмы на Марсе или нет? На Марсе могут жить микробы. К такому выводу пришли ученые из университетов Монтана и Калифорния.



Исследование обнаруженных микробов, прячущихся в порах кристаллизованного льда дает основание считать, что найденный в марсианской атмосфере метан может производиться похожими микроорганизмами, которые могут обитать во льду внутри планеты.



Верхний рисунок - ископаемые, найденные в массе метеорита ALH84001, предположительно это окаменелость бактерии, что косвенно подтверждается относительным расположением объектов и чистотой обнаруженного магнетита [Изображение НАСА]. Нижний рисунок – магнитотактическая бактерия *M. bavaricum*, обнаруженная в Баварии [Германия]. Отчетливо видны цепочки кристаллов магнетита внутри бактерии и гранулы серы - темные шары [Изображение группы изучения биомagnetизма Мюнхенского Университета]. (Ученые представили результаты исследования, которое доказывают наличие в метеорите окаменелостей микроорганизмов, более того, они заявили, что другие марсианские метеориты также содержат четко различимые и идентифицируемые окаменелости микробов, что еще больше подтверждает существование внеземной жизни.

«Мы более чем когда-либо уверены, что Марс, вероятно, когда-то был и, возможно, до сих пор является пристанищем жизни», - заявил глава группы исследователей Дэвид Маккей на организованной НАСА конференции по астробиологии.

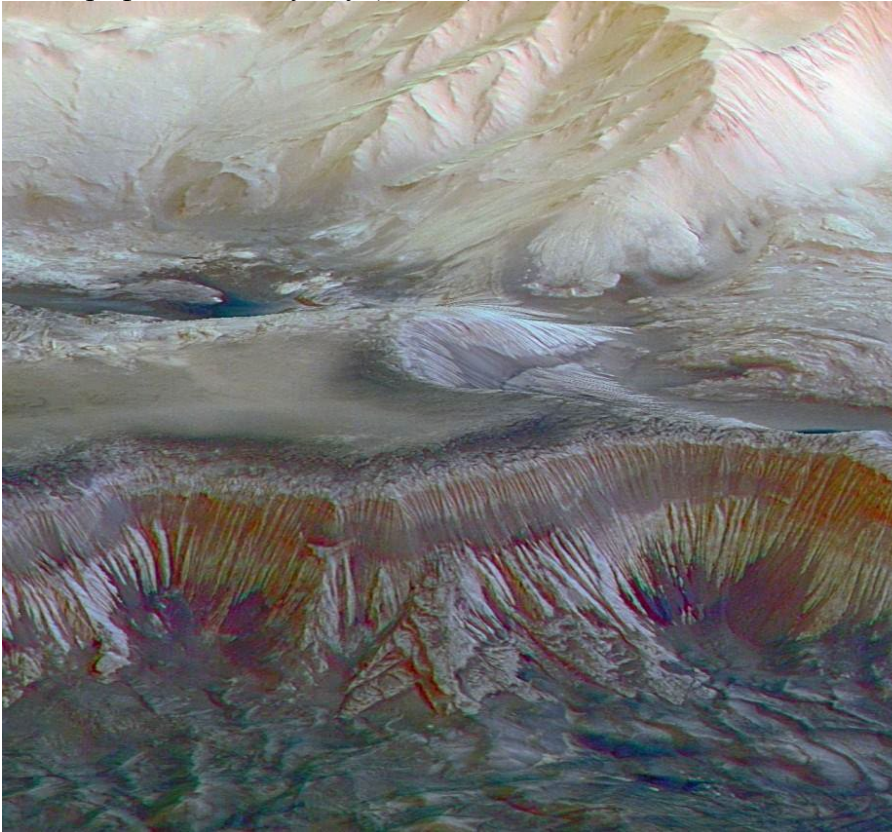
Однако, до сих пор не доказано марсианское происхождение любых возможных микроископаемых, найденных в метеоритах, так как не исключено их формирование при загрязнении уже после падения метеорита на Землю. Кроме того, все марсианские метеориты состоят из твердой магматической породы, так как более хрупкая осадочная порода, которая с большей вероятностью может содержать следы жизни, распадается до достижения Земли. Во множестве докладов, посвященных жизни на Марсе, предполагается, что сухой и холодный в настоящем, Марс некогда был теплым и влажным, вполне пригодным для жизни. Например, планетолог НАСА Кэрл Стокер [Carol Stoker] заявил, что Phoenix Mars Lander, совершивший в 2008 году посадку в полярном районе северного полушария, обнаружил на современном Марсе тяжелые, но пригодные для жизни условия. Стокер был одним из исследователей по нескольким инструментам аппарата. Ведущий исследователь НАСА принимавший участие в 6-ти летней миссии марсоходов Spirit и Opportunity по программе Mars



Exploration Rover Стивен Сквайрс [Steven Squyres] сообщил, что он убежден в том, что однажды на Марсе были условия пригодные для жизни. Ученый заявил, что Марс когда-то имел жидкую воду на поверхности или близко к ней, на это указывают обнаруженные марсоходами многочисленные минералы, которые могли сформироваться только в присутствии воды.

**Пейзажи Марса весьма разнообразны:**

Фотография Mars Odyssey (NASA). Район Chasma Boreale:

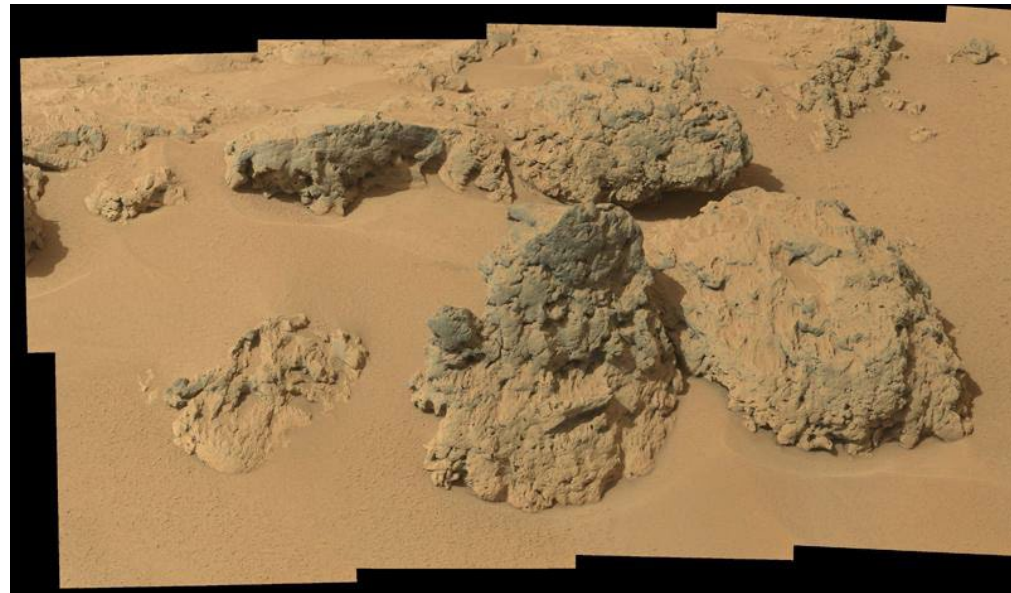


*Коричневатое серое небо на закате. Изображение в реальных цветах получено модулем Pathfinder на Марсе на 24-й марсианский день пребывания на поверхности (22 июня 1996). Небо около Солнца светло-голубого цвета (NASA/JPL)*

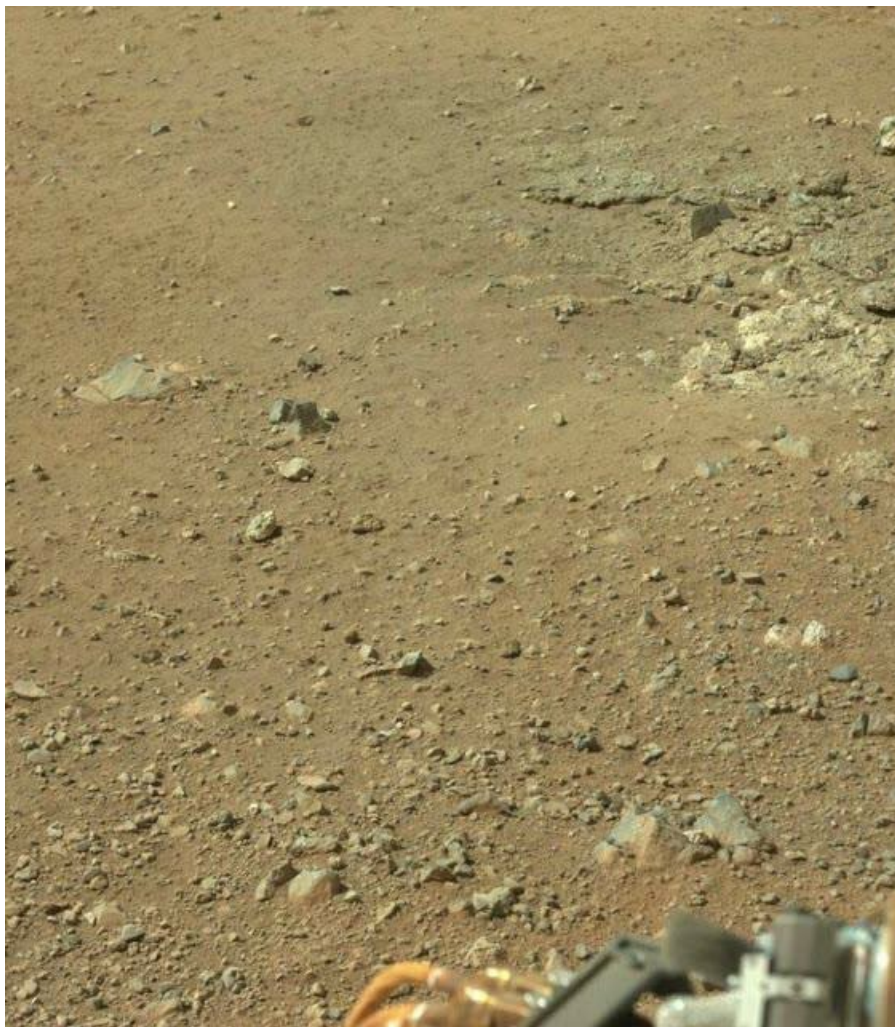
Фотография Mars Express (NASA). Район Hebes Chasma:



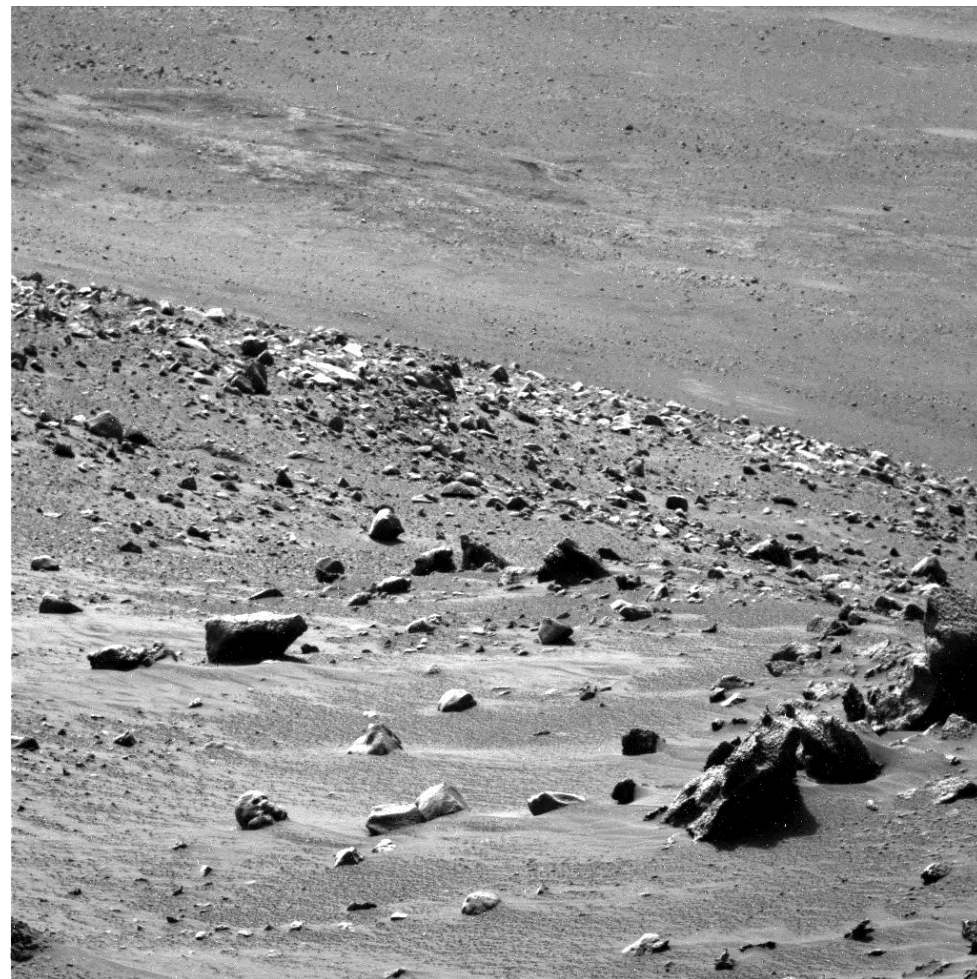
Фотографии Марсохода **Curiosity** с Марса:







*Снимок, переданный самоходным роботом "Спирит" с поверхности (кратер Гусева)*  
*Марса:*



Увеличив один из фрагментов фотографии, ученые обнаружили непонятный предмет, который можно идентифицировать как угодно?



### **В.Энцелад — шестой по размерам спутник Сатурна.**

Оказалось спутник Сатурна –Энцелад лучшее место для поиска внеземной жизни.

Он был открыт в 1789 году в ходе наблюдений Уильяма Гершеля.

#### **Поверхность**

На поверхности Энцелада холоднее, чем на других планетах-спутниках Сатурна: температура в среднем составляет  $-200^{\circ}\text{C}$ . Столь низкая температура обусловлена крайне высоким показателем альбедо, составляющим 90 %. При такой низкой температуре ни одна из известных форм жизни не выживет на его поверхности.

На поверхности Энцелада довольно много трещин. С их помощью учёные смогли установить, что под ледяной коркой

имеется океан. Температура в трещинах может достигать до  $-85^{\circ}\text{C}$ , что значительно выше, чем у поверхности.

#### **Под поверхность**

По данным с «Кассини», в недрах Энцелада находится углеводородный «суп», жидкая вода и источник тепла, то есть все ключевые ингредиенты для возникновения примитивных форм жизни.

#### **Океан**

На южном полюсе под ледяной коркой Энцелада на глубине 15—20 км находится океан из жидкой воды. На это указывают все данные с «Кассини», собранные вместе. Температура верхних слоёв океана составляет около  $-45^{\circ}\text{C}$ , однако с ростом глубины температура растёт и может достигать примерно до  $0...+1^{\circ}\text{C}$ , что сравнимо с температурой воды в некоторых местах на Земле. Более того, в июне 2011 года учёные с помощью «Кассини» установили, что вода в океане солёная и по составу очень близка к земной. Все эти открытия значительно увеличивают вероятность того, что на Энцеладе есть жизнь.

В конце 2005 года зонд Cassini, который работает на орбите Сатурна, проводил съёмку Энцелада, одного из спутников этой планеты. На снимках, сделанных в тот момент, когда Энцелад подсвечивался сзади Солнцем, ученые обнаружили нечто похожее на фонтаны. На поверхности Энцелада в его южной приполярной области, как оказалось, есть источники, выбрасывающие в окружающее пространство "фонтаны" мелких частиц. Таких фонтанов там несколько и они разных размеров. Для получения более надёжной информации команда ученых провела обработку снимков, чтобы усилить слабый сигнал и сделать более наглядными контуры факелов выбрасываемой материи. На основе данных о рассеянии света выбрасываемыми частицами ученые определили, что частицы представляют собой главным образом маленькие кристаллики водяного льда и что высота этих фонтанов составляет не менее 100 км. Пока точно неизвестно, что вызывает такой выброс льда с поверхности Энцелада. Но есть две гипотезы. Первая состоит в том, что частички водяного льда - это замерзшие пары воды, образовавшиеся при нагревании поверхностного льда Солнцем. Вторая предполагает, что на некоторой глубине под поверхностью Энцелада температура породы достаточно высока для превращения



льда в воду и эта вода под давлением выбрасывается на поверхность как в гейзере. Чтобы прояснить ситуацию, зонду Cassini нужно продолжить исследования Энцелада.



Даты сближения зонда Cassini с Энцеладом и результаты:

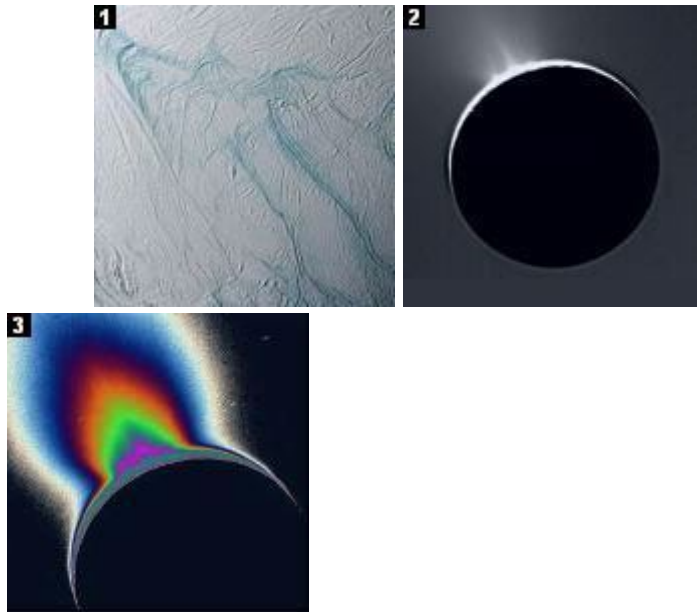
17 февраля 2005 года Кассини пролетел на расстоянии около 17 тысяч километров от поверхности спутника Сатурна - Энцелада. Полученные данные указывают, что у этого спутника есть довольно динамичная атмосфера. Атмосфера у Энцелада была

обнаружена с помощью магнетометра Cassini. С помощью масс-спектрометра и ультрафиолетового спектрографа удалось установить, что атмосфера Энцелада на 65% состоит из водяного пара, 20% приходится на молекулярный водород, а остальные 15% - это углекислый газ, молекулярный азот и моноксид углерода (CO). Причем, характер распределения плотности водяного пара по высоте указывает на то, что он, скорее всего, выделяется из какого-то геотермального источника. Гравитационное притяжение Энцелада очень мало и его атмосфера должна была бы давно рассеяться в космосе. Это означает, что на поверхности Энцелада идет постоянное выделение водяного пара. Температура поверхности вблизи экватора Энцелада составляет  $-193^{\circ}\text{C}$ . Она примерно совпадает с теоретической, рассчитанной на основе данных об интенсивности излучения Солнца в этой части солнечной системы. По идее на полюсах Энцелада должно быть холоднее, чем на экваторе, так как солнечные лучи здесь падают на поверхность почти по касательной. Однако средняя температура южной приполярной области составляет  $-188^{\circ}$ , а на некоторых небольших участках вблизи большого разлома она еще выше -  $-163^{\circ}$ . Ученые считают, что именно в этих местах под действием внутреннего тепла происходит испарение поверхностного льда с образованием облаков водяного пара. Подобные данные озадачивают ученых: ведь если нагрев недр происходит из-за приливной раскачки, то почему разогреву подвергается только область вокруг южного полюса, где расположены загадочные полосы.

14 июля 2005 станция "Кассини" прошла на рекордно близком расстоянии от поверхности спутника Сатурна (пролет на расстоянии 175 км от поверхности). Сделанные снимки повергли астрономов в изумление: оказалось, что ледовая поверхность Энцелада сплошь покрыта гигантскими валунами диаметром в 10-20 метров (а камера ISS способна различать предметы размером всего в четыре метра). Нигде больше в Солнечной системе ничего подобного не наблюдалось. Поверхность Энцелада испещрена трещинами, возникшими, вероятно, вследствие мощного воздействия гравитации Сатурна и других его спутников, однако, как ни парадоксально, вышеуказанные валуны имеют тенденцию располагаться где угодно, но только не в трещинах. Следовательно, трещины возникли уже после того, как эти "айсберги" окончательно

сформировались. Учёные теряются в догадках относительно природы такого ландшафта. Есть, однако, и некоторые догадки. Геологи различают на поверхности Энцелада следы не менее 5 этапов его геологической эволюции. Бескратерные районы датируются возрастом менее 100 млн. лет. Это всего 2% продолжительности истории Энцелада. Теоретики в качестве возможного источника активности сейчас называют приливное рассеяние энергии, вызываемое Дионой и самим Сатурном, но для этого спутник должен был находиться на более вытянутой орбите.

**Наиболее впечатляющие изображения Энцелада полученные аппаратами Кассини (NASA/ESA)**



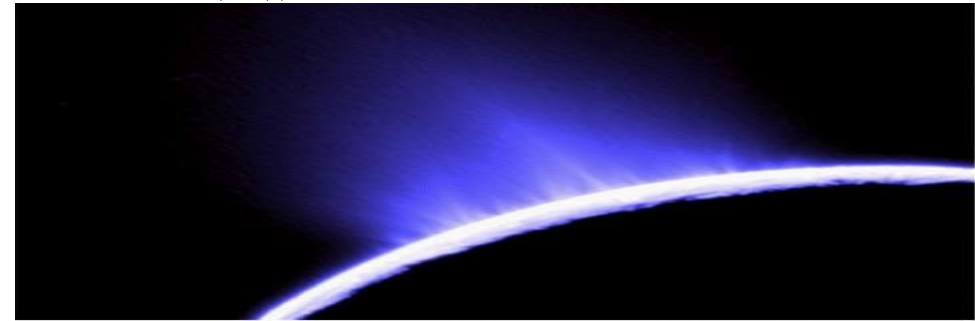
Присутствие океана соленой воды в миллиардах километров от Земли может **указывать на наличие инопланетной микробной жизни**. Но вода не единственный фактор, который делает Энцелад многообещающей средой обитания. Вода соприкасается с каменным ядром спутника, так что элементы, необходимые для жизни, такие как фосфор, сера и калий будет вымывать в океан. Энцелад привлекает внимание ученых ещё и тем, что струи пара, выходящие из южного полюса, содержат **органические молекулы**. Это, наряду

с основными элементами, источником тепла и жидкой воды делает Энцелад первым кандидатом в поисках инопланетных органики.

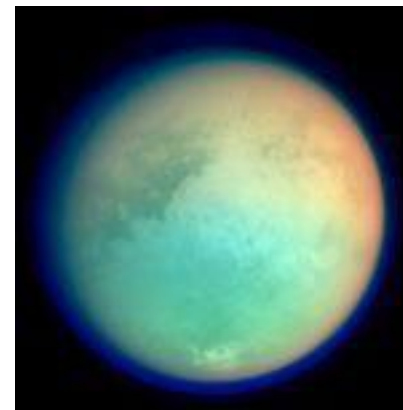
*В южном полушарии Энцелада можно заметить "тигровые полосы" – разломы через которые выходит вода. Температура "тигровых полос" теплее, чем в остальной части (-93 градуса по Цельсию), и там были найдены органические соединения.*

"Технически возможно отправить зонд, который мог бы пробурить дыру и проверить воду, чтобы дать ответ, одни мы во Вселенной, или там живет еще что-то", - утверждает математик *Николай Бриллиантов* из Лестерского университета.

Рассвет на Энцеладе:



**Г.Титан-спутник Сатурна**



Титан в мультиспектральном виде



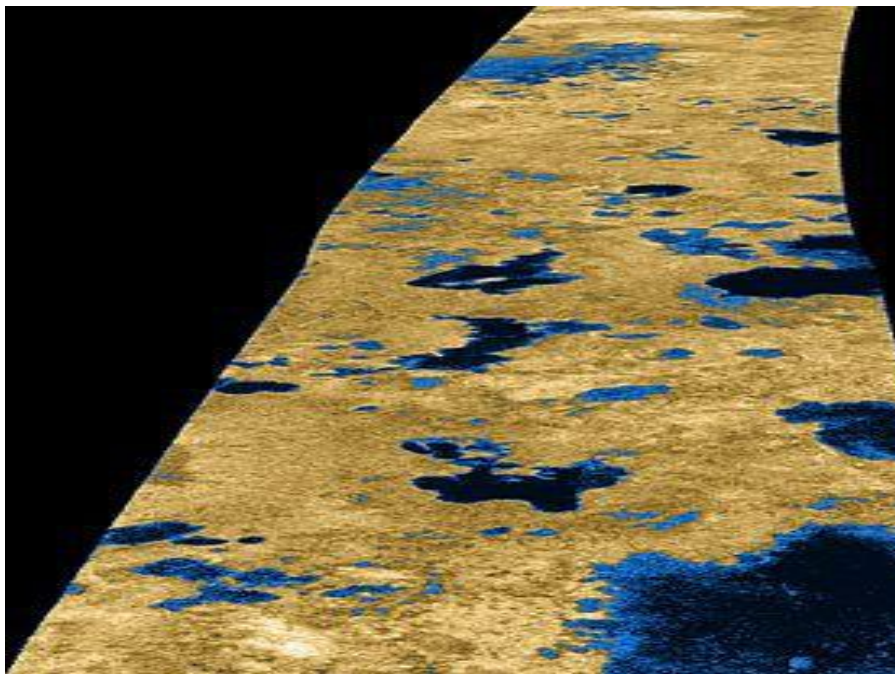
Титан - единственная луна в Солнечной системе, обладающая толстым слоем атмосферы (состоит в значительной степени из азота) и сложной органической химией.

Спектральный анализ показал, что в жидком виде на поверхности Титана находятся этан, пропан, метан и другие углеводороды. Исследования показали, что углеводородные озёра Титана содержат около 1% ацетилена, который в сочетании с водородом может обеспечивать пищей микроорганизмы. Низкая температура и высокая вязкость титановых озёр исключают любое волнение на их поверхности, поэтому учёные долго сомневались в наличии жидкостей на Титане. Некоторые ученые предполагают, что углеводородные озёра Титана – это новая форма жизни. Гипотеза о существовании жизни на спутнике Сатурна основывается на поразительной схожести Земли и Титана. На обеих планетах существуют азотистая атмосфера, ярко выраженные времена года (год на Титане равен 30 земным годам) и круговорот жидкостей, то есть, испарение и выпадение осадков. Летом 2010 года было сообщено, что специалисты американского Национального аэрокосмического агентства (НАСА) получили данные, на основании которых высказали гипотезу о возможном существовании жизни на спутнике планеты Сатурна Титане. Такие выводы они сделали на основе анализа данных, полученных с американского искусственного спутника «Кассини», учёных поразили два факта:

Первое открытие – потоки молекулярного водорода, которые опускаются из атмосферы Титана к его поверхности, но не накапливаются, а куда-то «исчезают». Второе исследование уточнило химический состав углеводородов, которыми так богат этот спутник, и оно показало неожиданную и важную деталь – отсутствие на его поверхности ацетилена. Именно эта небольшая особенность и вызвала переполох в научном мире. Дело в том, что еще 5 лет назад крупный астробиолог Кристофер Маккей (Christopher McKay) сформулировал ряд свойств, которыми должна, в теории, обладать «метановая жизнь», если она на Титане имеется. В его интерпретации именно ацетилен должен служить для нее основным питательным веществом, а молекулярный водород может быть еще

более полезным питательным веществом для этих странных организмов.

Он заявил: «Мы высказали предположение о потреблении водорода уже потому, что это – наиболее подходящий газ из доступных на Титане, как кислород, который мы потребляем на Земле. Если эти данные действительно являются признаками наличия жизни, то это особенно интересно, ведь мы найдем совершенно новую форму жизни, отличную от нашей, которая базируется на жидкой воде». К сожалению, пока что «метановая жизнь» существует лишь чисто гипотетически. До сих пор никаких ее прямых признаков не обнаружено, если не считать некоторых земных микробов, способных потреблять метан или, наоборот, выделять его в качестве побочных продуктов своей жизнедеятельности. Однако это, все-таки, наши земные микробы, и биохимия их определяется, прежде всего, водной средой. На Титане, температура которого колеблется в районе -180 градусов Цельсия, подобное просто невозможно. Здешняя «метановая жизнь» должна быть основана на совершенно иных химических превращениях, а метан (на Земле – наше главное богатство, природный газ), который присутствует на спутнике в жидком виде, должен служить той средой, в которой жизнь появляется и развивается, играя роль воды для земных организмов.



Углеводородные озёра на Титане: радиолокационное изображение с Кассини, 2006 год

В этом смысле обо открытые факта действительно не противоречат гипотезе о наличии на Титане «метановой жизни», но отнюдь не доказывают ее существование. Расчёты, проведенные группой Даррелла Стробеля (Darrell Strobel), а его команда проанализировала данные Cassini, исследуя концентрацию водорода в разных частях атмосферы Титана и на его поверхности. Ранее считалось, что молекулярный водород может образовываться как промежуточный продукт разложения метана, происходящего в верхних слоях атмосферы спутника под действием УФ-лучей. И по остальным слоям атмосферы он должен быть распределен почти равномерно. Но Стробель с коллегами обнаружили градиент концентрации водорода, который свидетельствует о значительном течении молекулярного водорода из верхних слоев атмосферы к поверхности – порядка 1027 молекул в секунду. «Представьте, - поясняет это сам ученый, - будто вы через пожарный шланг выливаете жидкий водород на землю, но он тут же исчезает... Это особенно удивляет, поскольку молекулярный водород в таких условиях очень инертен, к тому же он слишком легок и подвижен».

На тамошнем холоде для того, чтобы водород снова прореагировал с ацетиленом с образованием метана, потребовалось бы наличие каких-то мощных катализаторов. Маловероятно и то, что водород в таких количествах накапливается где-то в глубоких расселинах.

Вторая работа проведена командой Роджера Кларка (Roger Clark), которая исследовала, распределение ацетилена в атмосфере Титана. Ожидалось, что все обстоит достаточно ясным образом – в верхних слоях атмосферы воздействие солнечных лучей приводит к разложению метана с образованием ацетилена (и того же водорода). Ацетилен опускается вниз, накапливаясь в обширных «водоемах». Но на деле на поверхности Титана никакого ацетилена в принципе не обнаруживается.

Кроме того, не обнаруживается и признаков воды – зато значительные количества бензола и другого органического вещества, определить которое пока не удалось. Это рисует довольно интересную картину местного пейзажа: твердая основа водного льда, целиком покрытая слоем жидких органических соединений, толщина которого составляет от нескольких миллиметров до куда большей глубины в некоторых местах. Даже в те периоды, когда атмосфера спутника разражается дождем из жидкого метана и этана, которые наполняют обширные низины, они не смывают эту пленку другой органики, и лед остается скрытым.

Ну а что до невозможности обнаружить ацетилен у поверхности Титана, то причина тому может быть и самая что ни на есть банальная. К примеру, что еще в атмосфере его молекулы под действием солнечных лучей или космической радиации претерпевают сложные превращения, формируя более сложные органические соединения.

Д.Планета Венера



Так будет выглядеть Венера с биосферой (по версии Дейна Балларда)

**Венера** — вторая от Солнца планета Солнечной системы с периодом обращения в 224,7 земных суток. Планета получила своё название в честь Венеры, богини любви из римского пантеона.

Жизнь на Венере

О возможности существования жизни на Венере говорили десятилетиями, но с 1950 года это стало казаться невозможным. Венера находится гораздо ближе к Солнцу, чем Земля, температура её поверхности сильно повышена до  $+500^{\circ}\text{C}$  (700 K), а также тот факт, что атмосферное давление в 90 раз выше земного и наличие крайне сильного парникового эффекта, делают жизнь весьма маловероятным явлением. Только в верхних слоях атмосферы, далеко от поверхности планеты, условия удалённо приемлемы для поддержания жизни.

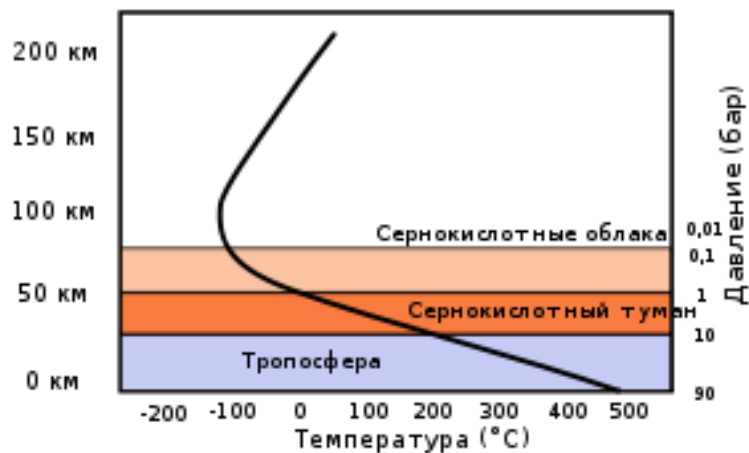
Исторические сведения

В 1870 году британский астроном Ричард Проктор указал на возможность существования жизни на Венере, в трёх районах, близких к экватору, как он предполагал, было чрезмерно жарко, но есть предположения, что формы жизни могут существовать вблизи полюсов планеты. Шведский химик Сванте Аррениус (нобелевский лауреат по химии 1903 года) в 1918 году описал Венеру как планету с пышной растительностью и влажным климатом, где жизнь похожа на ту, что была на Земле в каменноугольный период. Таким образом, в научной фантастике родился термин для описания гипотетических форм жизни на Венере, родиной которых была Венера.

Однако с конца 1950-х годов всё чаще демонстрируются чёткие доказательства наличия экстремального климата на Венере с сильным парниковым эффектом, который обеспечивает здесь температуру около  $+500^{\circ}\text{C}$  на поверхности. В атмосфере, содержащей серную кислоту и облачный покров, атмосферное давление у поверхности составляет 90 атмосфер, почти в 100 раз больше, чем на Земле. Это давление примерно равно давлению на глубине более 1000 метров в океанах Земли. В таких условиях шансы на существование жизни на Венере были полностью исключены.

Существование жизни на ранней стадии развития планеты

**Таблица температур и атмосферного давления на разных высотах в атмосфере Венеры**



Высота (км)	Температура (°C)	Атмосферное давление (х земного)
0	462	92,10
5	424	66,65
10	385	47,39
15	348	33,04
20	306	22,52
25	264	14,93
30	222	9,851
35	180	5,917
40	143	3,501

5	4	110	1,979
0	5	75	1,066
5	5	27	0,5314
0	6	-10	0,2357
5	6	-30	0,0976
0	7	-43	0,0369
0	8	-76	0,0047
0	9	-104	0,0003
00	1	-112	0,0000
		2660	

В 1997 году астробиолог Дэвид Гринспун опубликовал книгу под названием «Venus Revealed» (Раскрытие Венеры), в которой предположил, что Венера в ранней солнечной системе имела более благоприятный климат, чем позже Земля и Марс. Хотя он не заключил, что земная жизнь зародилась на Венере, но оставил открытой возможность того, что в то время и сейчас на Венере есть углеродные формы жизни. В любом случае не исключено, что спускаемые космические аппараты с Земли замыкают круг, возвращаясь, по иронии судьбы, на Венеру — к истокам возможного зарождения жизни в Солнечной системе.

На раннем этапе становления Солнечной системы на Венере, Земле и Марсе могли существовать первичные «бульоны» из элементов органической жизни. Его теория не исключена как возможная, так как органическое вещество планеты может путешествовать из одной планеты на другую (например на метеоритах). Таким образом, вполне возможно, что если жизнь появилась одновременно на Земле и Венере, может быть «загрязнена» элементами из других миров.



Вероятнее всего наиболее подходящей планетой для жизни была Венера. За 4,5 млрд лет существования Солнца, его тепло постепенно росло. Когда Солнце и планеты были молоды, интенсивность солнечного света составляла примерно 70 % от текущего значения, увеличиваясь почти линейно на 1 % каждые 110 миллионов лет. То есть, на Земле и на Марсе, вероятно, были слишком низкие температуры, слишком холодный климат для жизни, как мы знаем. Однако на Венере могли быть умеренные температуры. Если жизнь на Венере была сформирована после земной, то она должна быть «загрязнена», потому что недостаёт звеньев исследования, а жизнь на Земле появилась примерно 3,8 млрд лет назад. Когда Солнце начало излучать больше тепла, воздействие парникового эффекта на Венере стало сильнее, в результате этого жизни приходилось адаптироваться. Эта теория была минимальной, основанной на научных фактах. Ответ окончательно прояснится будущими миссиями на Венеру.

Последние исследования

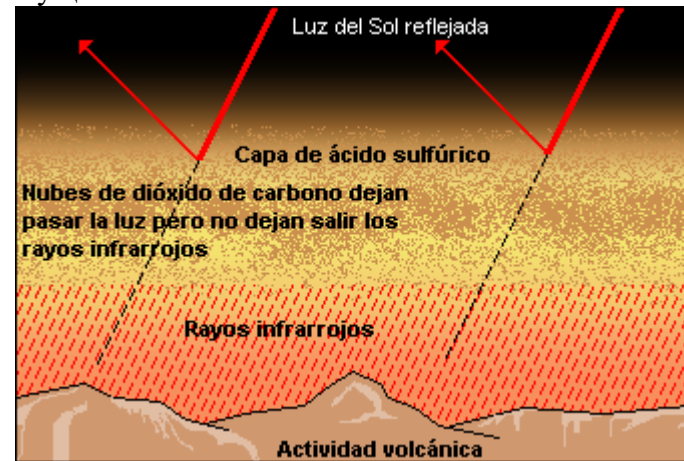
Исследования атмосферы Венеры показали, что в ней поддерживается природный баланс химических оснований. В анализе данных миссии «Венера», «Пионер-Венус» и «Магеллан» были обнаружены сероводород и диоксид серы, а также, в верхних слоях атмосферы, карбонильный сульфид ( $\text{OCS}$ ). Первые два из них — газы, которые реагируют друг с другом, это означает, что что-то должно являться их источником пополнения. Кроме того, сероуглерод находится в значительных количествах, что затрудняло бы производство неорганических веществ. На Земле это соединение будет считаться «верным признаком жизни». Также есть один факт, который часто упускается из виду, что одна из первых станций «Венера» обнаружила большое количество хлора под облачным покровом.

Было предположено, что микробы, если таковые имеются, могли бы использовать ультрафиолетовое излучение Солнца, как источник энергии, которые могут быть объяснением наблюдаемых тёмных линий на фотографиях планеты сделанных в УФ-диапазоне. Крупные частицы и несферические облака были также обнаружены у кромок облачного покрова. Их состав остаётся невыясненным.

Несмотря на единодушие в отношении враждебности нынешних условий на Венере для возникновения или поддержания

жизни, в последние годы были предложены две гипотезы, касающиеся вариантов существования жизни на Венере.

Существование жизни на высоких слоях облаков



Парниковый эффект на Венере.

Некоторые учёные предполагают присутствие некоторых форм жизни в облаках Венеры подобно бактериям, которые были обнаружены в облаках на Земле. Микробы в плотной, облачной атмосфере могут быть защищены от солнечного излучения соединениями серы в воздухе.

В результате анализа данных, полученных зондами «Венера», «Пионер—Венера» и «Магеллан», в верхних слоях атмосферы обнаружены сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ), а также сульфид карбонила ( $\text{O}=\text{C}=\text{S}$ ). Первые два газа вступают в реакцию друг с другом, а это означает, что должен существовать постоянный источник этих газов. Кроме того, карбонильный сульфид примечателен тем, что его трудно воспроизвести только неорганическим путём. Он производится за счёт эффективных катализаторов, требующих больших объёмов веществ разного химического состава. На Земле таковыми катализаторами являются микроорганизмы. Кроме того, часто упускается из виду тот факт, что спускаемый аппарат «Венера-12» обнаружил присутствие хлора на высотах 45—60 км, а аэростатные зонды «Вега-1 и -2» подтвердили это. Было высказано предположение, что микроорганизмы на этом уровне могут поглощать ультрафиолетовый свет Солнца, используя его в качестве источника энергии. Это могло бы являться объяснением тёмных пятен,

видимых на ультрафиолетовых изображениях планеты. Большое, несферическое облако частиц было также обнаружено в слоях облаков. Их состав пока неизвестен. Было также отмечено, что атмосфера содержит мало СО, несмотря на интенсивность света, падающего солнечного излучения и парниковой силы. До сих пор неизвестно, почему СО превращается в СО<sub>2</sub>.

В 2002 году на Европейской конференции по астробиологии в Граце двое учёных, Дирк Шульце-Макуш и Луи Ирвин, предположили наличие в облаках Венеры химических веществ, которые могут быть результатом деятельности живых организмов.

Одним из объяснений этому является существование в облаках микробной формы жизни (экстремофилы архейской структуры) с метаболизмом, полностью отличающимся от всего, что мы знаем на Земле, на основе СО и SO<sub>2</sub>. Как это могло произойти? Гипотеза, которая допустила бы развитие этой жизни, объясняет, что в далёком прошлом температура на Венере была гораздо более низкой. Из моделей эволюции звёзд можно рассчитать, что в первые моменты жизни на Земле Солнце испускало 70 % сегодняшней энергии и температура равновесия на Земле была -41°C. Со временем Солнце становилось более горячим. Таким образом представляется возможным, учитывая наши сегодняшние знания, наличие длительного периода больших океанов, где могла возникнуть жизнь. Когда солнечная активность начала увеличиваться, постепенно всё больше тепла стало проникать в атмосферу Венеры, не защищённую магнитным полем. Воздействие выбросов было бы очень сильным, но, возможно, всё происходило достаточно медленно, чтобы позволить древним формам жизни приспособиться.

Ещё одной проблемой считалось то, что на Венере нет ничего похожего на озоновый слой, чтобы остановить опасный поток УФ лучей от Солнца. Чтобы защититься от него, живые организмы должны быть адаптированы. Однако в 2011 году озоновый слой на Венере был обнаружен: он расположен на высоте около 100 километров.

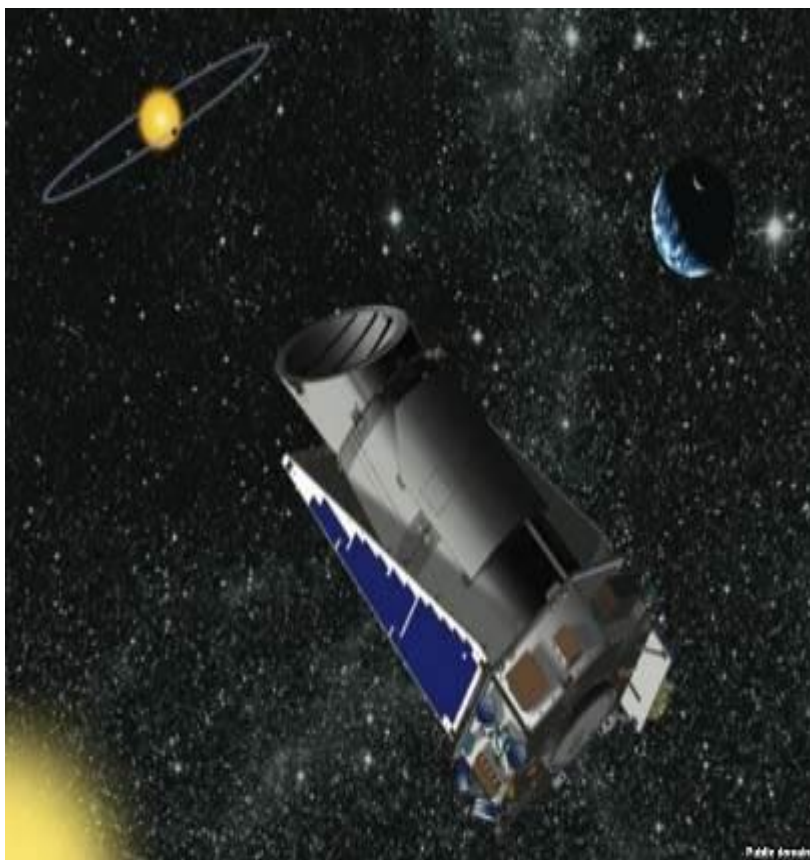
Ясно, что эта теория остаётся доказанной не целиком. Будущие миссии на Венеру смогут подтвердить или опровергнуть эту теорию.

Существование жизни на поверхности

В январе 2012 года о возможном наличии живых существ на поверхности Венеры заявил главный научный сотрудник Института космических исследований РАН Л. В. Ксанфомалити. Во время изучения данных, переданных советскими аппаратами в 1970-е и 1980-е годы, его внимание привлекли девять фотографий, полученные аппаратами Венера-13 и Венера-14. На них присутствуют некие объекты, которые появляются и исчезают на серии последовательных снимков. Среди них: «диск», «чёрный лоскут» и «скорпион». К примеру, объект «скорпион» появляется на фотографии спустя 90 минут после включения камеры и через 26 минут исчезает, оставив после себя канавку в грунте. Ксанфомалити считает, что во время посадки, модуль создал сильный шум и «обитатели» покинули место посадки, а спустя некоторое время, когда все утихло, они вернулись. Этим он объясняет 90-минутную задержку в появлении. В следующей публикации Ксанфомалити приводит результаты обработки фотоснимков, полученных аппаратом Венера-9, и на них также находит подозрительные объекты, гипотетически отождествляемые им с живыми организмами иной, чем на Земле, формы жизни.

Гипотеза Ксанфомалити вызвала дискуссию среди специалистов. Представители НАСА заявили, что «диск» на фото — это отвалившаяся при посадке крышка от объектива, а другие объекты — это всего лишь шумы, усиленные при копировании и увеличении снимка. Ещё один исследователь, Дон Митчел, объясняет отмеченные Ксанфомалити аномалии как артефакты системы телеметрии и эффекты от изменения освещения с течением времени. С другой стороны, публикации Ксанфомалити получили положительные отзывы от создателей телеметрической системы аппаратов «Венера» А. С. Селиванова и Ю. М. Гекина и от специалиста по молекулярной биологии А. С. Спирина.

**Е.Луна.**



Большинство ученых считают Луну абсолютно “мертвой” (отсутствие атмосферы, различные излучения, не встречающие препятствия на пути к поверхности, большие перепады температуры и т. д.). Однако некоторые формы могут жить в тени кратеров, особенно если, как показывают последние наблюдения и исследования, там все еще протекает вулканическая деятельность с выделением тепла, газов и водяных паров. Вполне возможно, что, если жизни на Луне нет, то она может быть уже заражена земной жизнью после прилунения на ней космических аппаратов и кораблей и, возможно, метеоритами, если они могут явиться переносчиками жизни.

## 9. Поиски планет вне Солнечной системы.

### А. Понятие экзопланета.

**Экзопланета** (др.греч  $\epsilon\chi\omega$ ,  $\epsilon\chi\omega$  — вне, снаружи), или **внесолнечная планета** — планета, обращающаяся вокруг звезды за пределами Солнечной системы. Планеты чрезвычайно малы и тусклы по сравнению со звёздами, а сами звёзды находятся далеко от Солнца (ближайшая — на расстоянии 4,22 световых года). Поэтому долгое время задача обнаружения планет возле других звёзд была неразрешимой, первые экзопланеты были обнаружены в конце 1980-х годов. Сейчас такие планеты стали открывать благодаря усовершенствованным научным методам, зачастую на пределе их возможностей.

На 9 ноября 2014 года достоверно подтверждено существование 1849 экзопланет в 1160 планетных системах, из которых в 471 имеется более одной планеты. Следует отметить, что количество надёжных кандидатов в экзопланеты значительно больше. Так, по проекту «Кеплер» на май 2013 года числилось 2740 кандидатов, однако для получения статуса подтверждённых требуется повторная регистрация таких планет с помощью наземных телескопов.

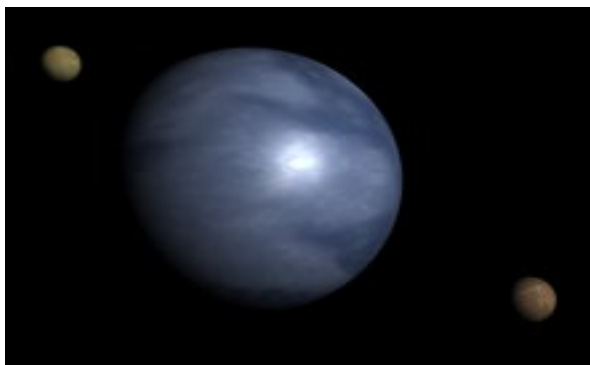
Общее количество экзопланет в галактике Млечный Путь в настоящее время составляет от 100 миллиардов, из которых ~ от 5 до 20 миллиардов, возможно, являются «землеподобными». Также, согласно текущим оценкам, около 34 процентов солнцеподобных звёзд имеют в обитаемой зоне планеты, сравнимые с Землёй.

Подавляющее большинство открытых экзопланет обнаружено с использованием различных непрямых методик детектирования, а не визуального наблюдения. Большинство известных экзопланет — газовые гиганты и более похожи на Юпитер, чем на Землю. Очевидно, это объясняется ограниченностью методов обнаружения (легче обнаружить короткопериодические массивные планеты).

### История открытий:



Экзопланета (газовый гигант) в представлении художника



Гипотетически существующий тип экзопланет — планета-океан с двумя спутниками в представлении художника

Исторически первым заявлением о возможности существования планетной системы у другой звезды было сообщение капитана Джейкоба (Capt. W. S. Jacob), астронома Мадрасской обсерватории (East India Company's Madras Observatory), сделанное в 1855 году. В нём сообщалось о «высокой вероятности» существования «планетарного тела» в двойной системе 70 Змееносца. Позже, в 1890-х годах, астроном Томас Дж. Дж. Си из Чикагского университета и Военно-Морская обсерватория США подтвердили наличие в системе 70 Змееносца несветящего тела (невидимого спутника) с периодом обращения в 36 лет, однако расчёты Ф. Р. Мультона опровергают подтверждения, выполненные Си, доказывая неустойчивость подобной системы. Поэтому на

данный момент (2014 год) существование планетной системы у звезды 70 Змееносца не признаётся наукой.

Первые попытки найти планеты вне Солнечной системы были связаны с наблюдениями за положением близких звёзд. Ещё в 1916 году Эдуард Барнард обнаружил красную звездочку, которая «быстро» смещалась по небу относительно других звёзд. Астрономы назвали её Летящей звездой Барнарда. Это одна из ближайших к нам звёзд, с массой в семь раз меньше солнечной. Исходя из этого, влияние на неё потенциальных планет должно было быть заметным. В начале 1960-х годов Питер Ван де Камп объявил, что открыл у неё спутник массой с Юпитер. Однако Дж. Гейтвуд в 1973 году определил, что звезда Барнарда движется без колебаний и, следовательно, массивных планет не имеет.

В конце 1980-х годов многие группы астрономов начали систематическое измерение скоростей ближайших к Солнцу звёзд, ведя специальный поиск экзопланет с помощью высокоточных спектрометров.

Впервые внесолнечная планета была найдена канадцами Б. Кэмпбеллом, Г. Уолкером и С. Янгом в 1988 году у оранжевого субгиганта *Гамма Цфея А*, но подтверждена лишь в 2002 году. В 1989 году сверхмассивная планета (или коричневый карлик) была найдена Д. Латамом около звезды HD 114762 А. Однако её планетный статус был подтверждён только в 1999 году.

Экзопланеты у нейтронной звезды PSR 1257+12 были обнаружены в 1991 году, их открыл астроном Александр Вольшчан. Эти планеты были признаны вторичными, возникшими уже после взрыва сверхновой.

В 1995 году астрономы Мишель Майор (Michel Mayor) и Дидье Кело (англ.)русск. (Didier Queloz) с помощью сверхточного спектрометра обнаружили покачивание звезды 51 Пегаса с периодом 4,23 сут. Планета, вызывающая покачивания, напоминает Юпитер, но находится в непосредственной близости от светила. В среде астрономов планеты этого типа называют «горячими юпитерами».

В дальнейшем путём измерения лучевой скорости звёзд и поиска их периодического доплеровского изменения (метод Доплера) было обнаружено несколько сотен экзопланет.



В августе 2004 года в системе звезды  $\mu$  Жертвенника была обнаружена первая планета—горячий нептун. Она обращается вокруг светила за 9,55 суток, на расстоянии 0,09 а. е., температура на поверхности  $\sim 900$  К ( $+626$  °С), масса  $\sim 14$  масс Земли.

Первая сверхземля, обращающаяся вокруг нормальной звезды (а не пульсара), была обнаружена в 2005 году около звезды Глизе 876. Её масса — 7,5 масс Земли.

В 2004 году было получено первое изображение (в инфракрасных лучах) кандидата в экзопланеты у коричневого карлика 2M1207.

13 ноября 2008 года впервые удалось получить изображение сразу целой планетной системы — снимок трёх планет, обращающихся вокруг звезды HR 8799 в созвездии Пегаса. Это первая планетная система, открытая у горячей белой звезды раннего спектрального класса (A5). Все открытые ранее планетные системы (за исключением планет у пульсаров) были обнаружены вокруг звёзд более поздних классов (F-M).

13 ноября 2008 года также впервые удалось обнаружить планету Фомальгаут b вокруг звезды Фомальгаут путём прямых наблюдений.

В 2011 году Дэвид Беннетт из Университета Нотр-Дам (Индиана, США) объявил на основе наблюдений 2006—2007 годов на 1,8-метровом телескопе Университетской обсерватории Маунт-Джон в Новой Зеландии об открытии с помощью метода микролинзирования 10 одиночных юпитероподобных экзопланет. Правда, две из них могут быть высокоорбитальными спутниками ближайших к ним звёзд.

В сентябре 2011 года было объявлено об открытии двух экзопланет KIC 10905746 b и KIC 6185331 b любителями астрономии в рамках проекта Planet Hunters, предназначенного для анализа данных собранных телескопом «Кеплер». При этом упоминалось о 10 кандидатах в планеты, но на тот момент только два из них с достаточной степенью уверенности определялись учёными как экзопланеты. Планеты были найдены добровольными участниками проекта среди данных, которые профессиональные астрономы по тем или иным причинам отсеяли и если бы не помощь добровольцев, то эти планеты вероятно остались бы неоткрытыми.

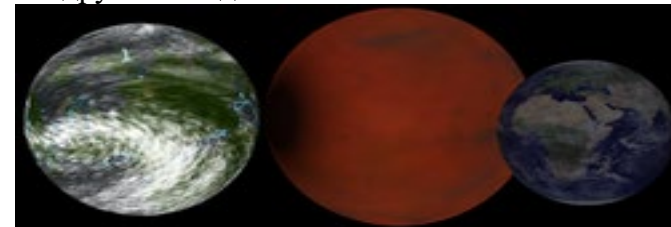
5 декабря 2011 года телескопом Кеплер была обнаружена первая сверхземля в обитаемой зоне — Kepler-22 b.

20 декабря 2011 года телескопом Кеплер у звезды Кеплер-20 были обнаружены первые экзопланеты размером с Землю и меньше — Kepler-20 e (радиусом 0,87 земного и массой от 0,39 до 1,67 масс Земли) и Kepler-20 f (0,045 массы Юпитера и 1,03 радиуса Земли).

22 февраля 2012 года учёные из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики на расстоянии 40 световых лет от Земли открыли первую экзопланету из воды — GJ 1214 b. Период обращения планеты вокруг звезды — красного карлика — 38 часов, расстояние составляет около 2 миллионов километров. Температура на поверхности планеты составляет примерно 230 °С. Экзопланет множество и учёные делят их на отдельные классы. Рассмотрим те из них на которых возможно существование хотя бы примитивных форм внеземной жизни.

#### **Б.Планеты класса Сверхземля.**

**Сверхземля** — класс планет, масса которых превышает массу Земли, но значительно меньше массы газовых гигантов. Обычно под сверхземлёй понимают каменную планету земного типа (с массой 1-10 масс Земли), состоящую из каменных пород и по строению сходной с Землёй. Планет этого типа в Солнечной системе нет. Планеты этого типа были обнаружены сравнительно недавно в других звёздных системах.



Изображение двух гипотетических суперземель при сравнении последних с Землёй

Первая планета этого типа была обнаружена возле пульсара PSR B1257+12 в 1991 г., это одновременно и первые открытые экзопланеты в истории. Две планеты, обращающиеся вокруг нейтронной звезды, имели массу в 4 массы Земли, что явно было слишком мало для того, чтобы быть газовыми гигантами.

Каждый год открываются новые планеты класса сверхземля и если Сверхземля окажется в обитаемой зоне, то есть на её поверхности найдётся жидкая вода, она будет довольно похожа на Землю по многим другим параметрам. И более того, возможно, что для поддержания жизни такие Сверхземли куда более приспособлены, чем даже наша собственная планета.

Так считает Димитар Сасселов (Dimitar Sasselov), астроном из Гарварда, один из группы учёных, впервые составившей модель таких планет, описавшей их расчётную структуру, да собственно и предложившую сам термин super-Earth. Профессор Сасселов – глава междисциплинарного гарвардского проекта Origins of Life Initiative, над которым работают как астрофизики и космологи, так и химики, биологи, представители других областей науки. Цель – разобраться с рождением и эволюцией планет и закономерностями появления жизни на них, лежащие в пригодной для жизни зоне, точнее — на самых её границах

Параметры Сверхземель не на много отличаются от наших.

По диаметру они находятся примерно в диапазоне от 1 до 2 диаметров нашего родного дома. Сила тяжести на поверхности больше, однако не намного – до трёх раз. С трудом, но это выдержит даже человек, не говоря уж об организмах, родившихся и эволюционировавших в таком мире.

Большая гравитация означает, что Сверхземле легче удержать плотную атмосферу и такой разреженной, как на Марсе, «воздушной» оболочки у Суперземли не будет.

Зато у Сверхземли должна быть мощная тектоника плит, сильнее, чем даже земная. А тектоника плит, к примеру, оказывает колоссальное влияние на температуру планеты, а значит, и на климат. Хотя сопровождающий движение материков вулканизм, к примеру, приводит иногда к катастрофическим последствиям, без тектоники вовсе жизнь не могла бы развиваться, поскольку необходимый для неё углерод был бы похоронен в недрах планеты. А без этого элемента (точнее, без его соединения – углекислого газа) не будет фотосинтеза – энергетической основы для всей пищевой цепи биосферы.

Что касается условий необходимых для возникновения и обитания живых организмов, то тут многое зависит не только от близости к звезде и от её спектрального типа, но и от доставшегося

планете набора веществ. В этом плане астрономам ещё только предстоит изучение уже открытых миров Сверхземель (иллюстрация с сайта wikipedia.org).

В общем, выходит, что по ряду параметров Сверхземли могут оказаться для жизни даже милее нашего мира. Тут, впрочем, существует масса неисследованных ещё тонкостей. Так, в одной научной работе обращено внимание на железное ядро Сверхземель, вернее, на тот факт, что не все такие миры могли бы обзавестись оным. А ядро генерирует защитное магнитное поле, без которого жизни на поверхности планеты практически не возможна. Версия о благоприятных Сверхземлях – красива и логична. И она может объяснить парадокс Ферми — почему, если число пригодных для жизни миров и вправду очень велико, мы пока не дождались контакта?

Если другие цивилизации в Галактике развивались преимущественно на Сверхземлях, а не на планетах с такой же массой, как у нашей, то эти цивилизации, что логично, искали бы братьев по разуму на мирах, похожих на свой.

Скромную по весу Землю, на которой, как мы знаем, жизни едва ли не приходил конец (то от глобального оледенения, то от удара астероида и последующих безобразий, инопланетяне просто не рассматривают как надёжного кандидата на обитаемость.

Или всё может быть проще: «Сверхземли начали формироваться в Галактике сравнительно недавно, и потому немногим техническим цивилизациям удалось выйти в космос», — говорит Сасселов. То есть попросту другие разумные обитатели Млечного Пути, если они есть, могут быть столь же молоды, как и мы сами. И точно так же они ещё, быть может, только решают загадку – где в Галактике самые благоприятные условия для жизни и почему им посчастливилось родиться именно на их плане

. Основные надежды учёные связывают с планетами, обращающимися вокруг своего затухающего солнца, получившего название Gliese 581. Одна из них Gliese 581 c открыта в 2010 году. Но на ней возможен парниковый эффект, вследствие которого данная планета может оказаться несколько перегретой, но зато её соседка по системе — более холодная планета Gliese 581 d — в силу того же эффекта может попадать в обитаемую зону. Позже была открыта планета OGLE-2005-BLG-390Lb также принадлежит к этой

звёздной системе, относящаяся к классу сверхземель. Она всего в 5,5 раз больше нашей Земли по массе (их диаметры, более близки). Она обращается вокруг, за 13 дней.

OGLE-2005-BLG-390Lb меньше и холоднее нашего Солнца, поэтому температура на планете примерно соответствует земной. При этом она находится в 14 раз ближе к своему светилу, чем Земля к Солнцу.

"Мы подсчитали, что средняя температура на этой "сверхземле" - между 0 и 40 градусами по Цельсию, поэтому вода может быть жидкой, - говорит один из авторов открытия Стефан Удри из Женевской обсерватории. - Более того, ее радиус составляет примерно полтора радиуса Земли, и на основе моделирования мы предполагаем, что планета - либо каменная, как Земля, либо она покрыта океанами".

"Вода в жидком виде - это основа жизни в известных нам формах", - добавляет Хавьер Делфоссе из университета Гренобля. По мнению этого эксперта, обнаруженная планета может стать целью космических экспедиций по поиску внеземной жизни.

Профессор Майкл Боде из Ливерпульского университета Джона Мура, глава проекта RoboNet, отметил: «Это самая подобная Земле планета вне Солнечной системы, если говорить о массе и расстоянии до родительской звезды».



*(Планета OGLE-2005-BLG-390Lb, которая обращается вокруг красного карлика.)*

Планета HD 85512b стала ещё одним открытым миром, пригодным для жизни.

**В. «HD 85512 b»** — экзопланета, обращающаяся вокруг оранжевого карлика в созвездии Паруса.



Планета HD 85512 b в представлении художника  
Характеристики

HD 85512 b находится в 36 световых годах от Солнца. Планета в 3,6 раз массивнее Земли и является самой маленькой из открытых методом радиально-лучевых скоростей, а также второй открытой планетой, находящейся в зоне обитания. Открытие сделано в августе 2011 года с помощью спектрографа HARPS, установленного на 3,6-метровом телескопе обсерватории Ла-Силья в Чили. Равновесная температура поверхности планеты составляет около 25 °C при альбедо 0,3. В случае, если планета имеет атмосферу, подобную земной, с парниковым эффектом, то приповерхностная температура составит 78 °C. Сила тяжести планеты в 1,4 раза выше земной, велика вероятность наличия жидкой воды (в зависимости от свойств атмосферы планеты).

Материнская звезда **HD 85512 b** светит слабее Солнца в 8 раз, при этом расстояние от планеты до её звезды составляет примерно 0.26 а.е.

Планета считалась потенциально обитаемой.

**Г. Межзвездные обитаемые планеты.**



Межзвёздные обитаемые миры в представлении художника

Казалось бы, не вписывается в рамки исследований идея о жизни на планетах-скитальцах, потерянных своими звездами; но даже эта идея сегодня обсуждается учёными.. Речь идет о том, что одинокие планеты могут «бродить» в межзвездном пространстве. К примеру, не раз обсуждалась идея, состоящая в том, что значительная доля скрытой (невидимой) массы Галактики могла бы быть заключена в межзвездных планетах-гигантах типа Юпитера. В 1999 году американский астроном Дэйв Стивенсон предположил, что помимо «юпитеров» в пространстве между звездами могут встречаться и планеты земного типа. Стивенсон считает, что на заре существования Солнечной системы в ней могла быть дюжина землеподобных планет, движущихся по вытянутым орбитам, пересекающим орбиту Юпитера. У таких планет было два варианта эволюции: либо столкнуться с Юпитером, либо после тесного сближения с ним навсегда покинуть Солнечную систему. Согласно законам небесной механики, второй вариант осуществлялся чаще. Какова же судьба потерянных планет? Стивенсон считает, что планеты-скитальцы вполне могут быть обитаемыми. К моменту вылета из своей системы такая планета могла приобрести плотную атмосферу из молекулярного водорода, способную сохранять ее внутреннее тепло, выделяющееся при распаде радиоактивных элементов, и поддерживать на поверхности температуру и давление, допускающие существование жидкой воды, а где есть вода, там возможна и жизнь. Конечно, речь может идти только о наиболее примитивных формах жизни.

Группа американских ученых из университета Чикаго полагает, что планеты, выброшенные из планетной системы в межзвездное пространство своими более массивными собратьями,

могут ещё долгое время оставаться пригодными для жизни. Авторы исследования, Дориан Эббот и Эрик Швитцер решили выяснить, может ли на такой планете, лишенной внешних источников тепла и света, все-таки сохраниться жизнь. Главным критерием возможности жизни на планете считается наличие на ее поверхности воды в жидком состоянии. С другой стороны, хорошо известна гипотеза, гласящая, что жидкая вода может сохраняться в океанах планет под толстым слоем льда и одеялом метановой атмосферы над ним. Эббот и Швитцер решили выяснить, может ли подобный океан существовать на планете-изгое, и какой должна быть планета, способная сохранить его без притока энергии извне. Для расчетов они взяли гипотетическое небесное тело, сходное с Землей по величине и по составу. Единственным источником тепла для него может быть распад тяжелых элементов в ее мантии. Поток тепла на поверхности такой планеты, согласно расчетам, должен составить 0,087 ватта на квадратный метр. Сроки полураспада тория и урана могут обеспечить существование такого океана в течение срока от 1 до 5 миллиардов лет. Масса планеты-изгоя при этом должна составлять более 3,5 массы Земли. Однако если доля воды в массе планеты будет очень высока, и она будет обладать мощной атмосферой, ее масса может равняться лишь около 0,3 земной массы. Согласно подсчетам ученых, такая планета-Степной волк, названная авторами в честь героя одноименного романа Германа Гессе, может быть замечена с Земли с помощью существующих технологий, если она появится на расстоянии менее 1000 астрономических единиц или 0,01 световых лет от Земли. "Если живые организмы могут возникнуть и существовать на такой планете, то жизнь действительно вездесуща во Вселенной", - пишут авторы статьи.

#### **Д.Инструмент изучения экзопланет**

Наземные обсерватории Ведущие наблюдение транзитным методом

- SuperWASP — самый успешный наземный обзор. Более 70 экзопланет найденных транзитным методом на 2012. Состоит из 2-х обсерваторий: SuperWASP-North в обсерватории Роке де лос Мучачос на острове Пальма (Канарские острова) и

SuperWASP-South, находящейся в Южноафриканской астрономической обсерватории). Каждая состоит из 8 широкоугольных автоматических телескопов с апертурой 111 мм.

- Проект HATNet — сеть 6 автоматических телескопов с широким полем зрения, 4 из которых расположено на обсерватории им. Фреда Лоуренса в Аризоне, а 2 — на территории Смитсоновской астрофизической обсерватории на Гавайях. Открыто 33 экзопланеты (на начало 2012)

Ведущие наблюдение методом лучевых скоростей (доплеровским)

- HARPS — высокоточный спектрограф, установленный в 2002 году на 3,6-метровом телескопе в обсерватории Ла-Силья в Чили. Наблюдение ведётся методом лучевых скоростей. Часть ESO

- Обсерватория Кека — обсерватория из 2-х крупнейших в мире зеркальных телескопов. Диаметр первичных зеркал (всего их три, в каждом из телескопов) которых составляет 10 метров.

#### **Астрономические спутники**

COROT (ЕКА) — специализированный 30-сантиметровый орбитальный космический телескоп, снимающий кривые блеска многих звёзд в момент прохождения перед ними планет. Запущен 27 декабря 2006 года. Предполагалось с его помощью обнаружить десятки планет земного типа. К марту 2010 года COROT открыл семь экзопланет и один коричневый карлик.

«Кеплер» (НАСА) — космический телескоп системы Шмидта с диаметром зеркала 0,95 м, способный одновременно отслеживать 100 тыс. звёзд. Запущен 7 марта 2009 года. Планировалось обнаружить около 50 планет, размерами идентичными Земле, и порядка 600 планет, в 2,2 раза превосходящих Землю по размеру. «Кеплер» обращается вокруг Солнца по орбите радиусом в одну астрономическую единицу. Расчётный срок эксплуатации был определен в 3,5 года. Позднее было объявлено о продлении миссии до 2016 года, однако в мае 2013 года телескоп вышел из строя. К этому времени «Кеплер» достоверно открыл 132 экзопланеты. Телескоп отмечает едва заметные спады в блеске звёзд, вызываемые проходящими перед ними планетами.

Но как выглядят эти планеты? До сих пор изобразить их пытались только художники, однако теперь группа под руководством профессора Абея Мендеса из Лаборатории изучения обитаемости планет в университете Пуэрто-Рико (территория Пуэрто-Рико находится под управлением США) создала программу, которая генерирует фотореалистичные изображения далёких планет.

#### **Е.Программа «Научный визуализатор экзопланет»**

Программа «Научный визуализатор экзопланет» берёт данные о планете - её массу, расстояние от звезды и др. - и комбинирует их с правдоподобными предположениями об океанах, суше и атмосфере. Компьютер позволяет реконструировать как планеты земного типа и «субземли» ещё меньшего размера), состоящие в основном из горных пород и жидкости, так и газовые гиганты, подобные Юпитеру.

Хотя программа воссоздаёт вид любой планеты, в первую очередь она предназначена для отрисовки миров, которые могут быть обитаемы. На основе этой программы были смоделированы **Аурелия** и **Голубая**

**Луна** (анг.) *Aurelia and Blue Moon*) — гипотетические примеры планеты и луны, на которых могла бы возникнуть внеземная жизнь. Проект явился результатом плодотворного сотрудничества телекомпании *Blue Wave Productions Ltd.* и группы американских и британских ученых, работавших по заказу National Geographic Channel. Чтобы представить наиболее вероятные условия для возникновения внеземной жизни, и возможные пути её развития, ученые использовали комбинацию из теории аккреции и знаний из области ксенобиологии и климатологии.

Первые результаты работы были представлены в телевизионной передаче *Alien Worlds*, состоящей из двух частей, и впервые вышедшей в эфир на британском канале Channel 4 в 2005 году.

Первая часть передачи посвящена Аурелии, воображаемой землеподобной экзопланете, вращающейся по орбите вокруг красного карлика, который находится в нашей локальной зоне галактики Млечный Путь. Гипотетическая Аурелия очень сильно похожа на обнаруженные экзопланеты Gliese 581 g и Gliese 581 d.



Вторая часть передачи посвящается луне, названной *Голубая Луна*, и находящейся на орбите вокруг газового гиганта в системе двойной звезды. В свою очередь, Голубая Луна может оказаться похожей на две другие экзопланеты — HD 28185 b и 55 Cancri f.

Аурелия



Гипотетическое изображение Аурелии.

Учёные создали модель экзопланеты и описали её существование, начиная от стадии протопланетарного диска, и заканчивая её окончательной гибелью. По мнению учёных планета в процесс формирования всё же смогла удержать атмосферу, хотя, и с очень необычными, по земным меркам, результатами. Она повёрнута к своему солнцу всегда одной стороной, поэтому половина Аурелии всегда пребывает в вечном мраке и никогда не выходит из ледникового периода, а на другой половине, в той зоне планеты, что обращена прямо к солнцу, буйствует гигантский непрекращающийся ураган с постоянными обильными ливнями. В промежутке между этими двумя зонами и находится место, относительно пригодное для жизни.

Упомянутый ураган создаёт в местном океане огромные волны. В обитаемой зоне планеты в прибрежной зоне имеется

хорошо развитая сеть речных дельт и заболоченных участков, в связи с выпадением дождей, приносимых ураганом. В них обитают бактерии и одноклеточные водоросли.

На конечном этапе моделирования Аурелии были предприняты попытки создать формы жизни, основываясь на земных эволюционных моделях и принципах функционирования и развития экосистем. Предположения ученых включали в себя теорию о том, что долгое время жизни красного карлика дает возможность для развития и эволюционирования

жизни в более широких пределах, нежели на Земле.

Жизненные формы Аурелии разнообразны и имеют множество самых разных особенностей и приспособлений к местным условиям обитания

Голубая Луна



Гипотетическое изображение Голубой Луны.

Голубая Луна (англ. *Blue Moon*) — вымышленный спутник планеты, практически полностью покрытый водой и имеющий очень плотную атмосферу, теоретически позволяющую летать существам размером с земного кита. Голубая Луна, по мнению её создателей, спутник планеты типа Юпитера, достаточно холодной, чтобы иметь в атмосфере дождевые облака. И планета, и спутник расположены в системе двойной звезды.

Голубая Луна по размеру должна быть сравнима с Землей, но, согласно модели, имеет атмосферное давление втрое выше, чем земное.

Характерной особенностью этой моделируемой луны может явиться отсутствие полярных ледяных шапок: плотная атмосфера и

покрывающий поверхность океан должны уменьшать колебания температуры. Из космоса можно было бы наблюдать зеленоватую дымку на поверхности, создаваемую огромным числом плавающих в воде и летающих в воздухе полотнищ мхов и водорослей.

Более плотная, нежели чем на Земле, атмосфера могла бы позволять держаться в воздухе более массивным существам. Например, можно было бы представить себе «небесного кита» (англ. *Skywhales*), огромного китоподобного организма, предки которого покинули океан, чтобы освоить воздушные просторы. Избыток кислорода в атмосфере, теоретически, приводит к повышению силы мышц, и эти существа, с размахом крыльев, достигающим 10 метров, всю свою жизнь проводят в воздухе, питаясь уже упомянутыми выше мхами и водорослями. Стоит отметить, что в данном случае переход от плавающих организмов к летающим произошел бы очень резко, в один эволюционный скачок.

Высокое содержание кислорода в атмосфере (до 30 %) должно было бы привести к частым спонтанным самовозгораниям во время гроз. Уровень углекислого газа в этом случае также должен быть повышен, примерно в 30 раз по сравнению с земным, что, в свою очередь, может привести к повышению температуры воздуха и насыщению его водяными парами (парниковый эффект). Как и земная Луна, Голубая Луна должна так же находиться в орбитальном резонансе, и всегда повернута одной стороной к своей планете.

Период обращения Голубой Луны вокруг газового гиганта, по допущению модели, составляет 10 суток, из которых лунный день длится 5 суток, и столько же — лунная ночь. Долгие дни и ночи должны теоретически привести к возникновению сильных межполушарных воздушных потоков, которые, в дополнение к плотной атмосфере и повышенному содержанию кислорода, способны были бы помочь воздушным формам жизни поддерживать свой непрерывный полёт.

«Небесные киты», согласно модели, могут служить пищей для вымышленных существ, насекомовидных «капюшонных охотников» (англ. *caped stalkers*), местных хищников, живущих колониями. У «капюшонных охотников», теоретически, должно иметься четкое разделение ролей между разными

специализированными особями, как в земных муравейниках или ульях. Разведчики, обнаружившие небесных китов, могли бы помечать их особым запахом, и возвращаться назад в гнездо. Рабочие особи, собирающиеся в большой рой, после нахождения кита, помеченного разведчиками, должны вынудить его снизиться, после — убить и доставить пищу в колонию. И, наконец, во главе колонии должна стоять королева, откладывающая яйца, из которых появляются новые «сталкеры». Образ жизни данного вида более всего похож на существование гнезд земных шершней.

В свою очередь, «охотники» сами должны являться жертвой для «пагоды» (англ. *Pagoda*), вымышленного растения, чьи ветви-щупальца покрыты призрачными ловчими сетями. Когда «капюшонный охотник» попадает в эти сети, пагода, используя ветви-щупальца, поднимает спелёнутую жертву вверх, к ротовому отверстию, чтобы растворить в кислоте примитивного желудка.

«Гигантские воспаритли» (англ. *giant kites*), как и «небесные киты», могли бы парить над пологом леса. Внешне они, по замыслу учёных, напоминают парашют, и могут, теоретически, достигать 5 метров в диаметре. Своеобразные «страховочные фалы» позволяли бы им контролировать высоту полета, а щупальца, похожие на щупальца земных медуз — выхватывать личинок жуков-вертолётов (англ. *Helibug*) из воды. Последние вымышленные создания примечательны тем, что, согласно задумке участников проекта «Голубая Луна», имеют трилатеральную симметрию тела: три ноги, три глаза, три крыла, три челюсти, и три языка.

До 70 % суши Голубой Луны должно быть покрыто двумя основными типами растительности — «Пагодостениями» (англ. *pagoda plants*), и «деревья-воздушные шары» (англ. *balloon tree*). «Пагодостениями» могут соединяться между собой, и это позволило бы их зарослям достигать высоты более 200 метров. Их полые листья могли бы собирать дождевую воду (что является одним из вероятных механизмов приспособляемости. С точки зрения физиологии растений представляется невозможным доставить воду на такую высоту с поверхности земли лишь силой осмоса).

### Заключение.

Если мы о чём-то не знаем,

это не значит, что оно не существует.

Хотя ни одна из рассмотренных теорий не может привести абсолютно неоспоримых доказательств существования внеземных форм жизни, человечеству известны несколько научных фактов, косвенно это подтверждающих:

- Еще в 1976 году в образцах породы, взятой с поверхности Марса, были найдены вещества, похожие на отходы жизнедеятельности живых организмов. Повторные пробы не подтвердили результат.

- В 1977 году в Университете Огайо (Ohio State University) радиотелескоп зафиксировал неопознанный сигнал из созвездия Стрельца, длящийся 37 секунд. Источник сигнала, прошедшего через 220 миллионов световых лет, неизвестен.

- В 1984 году в Антарктиде был найден метеорит, прилетевший с Марса, на котором были обнаружены следы нанобактерий. Внеземное происхождение этих бактерий до сих пор под сомнением.

- В 2001 году учеными было дополнено уравнение Дрейка, с помощью которого определяется количество планет, пригодных для жизни. Оказалось, что жизнь теоретически может существовать на сотнях тысяч планет.

- В 2002 году российские исследователи доказали, что микробы *Deinococcus radiourans* способны выжить при уровне радиации, более чем в 2000 раз превышающем смертельный для человека. Более того, через 50 поколений эти микробы адаптируются к пятидесятикратному увеличению излучения. Также было доказано, что при достаточном количестве времени микробы *E.coli*, которые не относятся к сверхвыносливым, тоже способны адаптироваться к высокому уровню излучения. Это косвенно подтверждает теорию о том, что на Марсе могли существовать живые организмы.

- В 2002 году в атмосфере Венеры были обнаружены карбонилы – органические соединения, с большой вероятностью свидетельствующие о присутствии микробов или других живых организмов.

- В 2003 году на поверхности Европы, спутника Юпитера, обнаружены соединения серы, которые могут быть

следами жизнедеятельности бактерий, родственных тем бактериям, что обитают во льдах Антарктиды.

- В 2003 году телескоп в Пуэрто-Рико уловил мощный сигнал из области, расположенной между созвездиями Рыб и Овна, где нет звезд с планетами, подходящими для жизни.

Поиск новых доказательств, существования внеземных цивилизаций по-прежнему представляет огромный интерес для современной науки. В научной среде не стихают споры о реальности внеземных цивилизаций, но лишь дальнейшие наблюдения и эксперименты позволят выяснить, существуют ли где-нибудь обитаемые миры или мы одиноки, по крайней мере, в пределах нашей Галактики.

#### **Можно сделать несколько выводов:**

1. Поиск чужеродных форм вне Земли имеет большое значение для разработки фундаментальных проблем, связанных с выяснением происхождения и сущности жизни.

3. В настоящее время мы знаем только углеродистую форму жизни, и от нее мы должны исходить в суждениях о других возможных формах биологической организации.

4. Люди должны быть готовы к встрече с возможно неоднозначной, непредсказуемой, доселе невиданной другой жизнью, а значит и разумом.

5. Поиски жизни вне Земли являются лишь частью стоящего перед наукой более общего вопроса о возникновении жизни во Вселенной.

Таким образом, явных подтверждений тому, что существует жизнь во Вселенной (кроме жизни на Земле) нет, хотя и опровержений иному тоже не найдено.

Внеземная жизнь, безусловно, существует. Среди такого бесконечного множества космических тел где-то обязательно должна присутствовать жизнь, хотя бы на ранних стадиях развития. Кроме того, с точки зрения теории Панспермии, так как жизнь на Землю была занесена из космоса, то логично предположить, что помимо Земли она была занесена и на другие планеты. Новейшие достижения, открытия и поиски предоставляют все больше доказательств наличия внеземной жизни.



Поиск жизни во Вселенной будет будоражить умы еще многих поколений людей, а кто знает, может быть и жителей других планет.

#### Список литературы

1. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 256с
2. Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. «Астрономия. 11 класс». Учебник с электронным приложением — М.: Дрофа, 2019
3. Левитан Е.П. «Астрономия», 11 класс, 1994 г.
4. Голдсмит Д. «Поиски жизни во Вселенной»
5. Ефремов Ю.Н. “В глубины вселенной”, 1984 г.
6. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
7. <http://www.astronomy.ru/>
8. <http://stp.cosmos.ru/>
9. <http://kosmo-mir.ru/>
10. <http://compulenta.computerra.ru/>

#### Примерные темы рефератов по астрономии.

1. Связь астрономии и физики.
2. Цели и задачи астрофизики. Космические явления и космические процессы.
3. Астрофизические методы исследования небесных тел.
4. Методы исследования небесных тел.
5. Электромагнитное излучение небесных тел. Методы его изучения.
6. Понятие об астрофотометрии. Шкала звёздных величин. Формула Погсона.
7. Приёмники излучения: глаз, фотопластинка, фотоэлектрические приборы, ПЗС-матрицы.
8. Поляризация света участков неба.
9. Спектральный анализ. Спектральная классификация звёзд.
10. Электронные планетарии.

11. Определение размеров небесных тел и расстояний до них в Солнечной системе.
12. Подвижная карта звёздного неба.
13. Легенды и мифы на небе.
14. Звездные карты и координаты.
15. Суточное движение светил на различных широтах. Определение географической широты по астрономическим наблюдениям.
16. Эклиптика. Видимое движение Солнца.
17. Движение Луны. Солнечные и лунные затмения.
18. Время и календарь.
19. Состав и масштабы Солнечной системы.
20. Конфигурации и условия видимости планет.
21. Законы Кеплера.
22. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе.
23. Движение небесных тел под действием сил тяготения.
24. Космические скорости и форма орбит.
22. Планета Земля.
23. Луна – естественный спутник Земли.
24. Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Марс.
25. Планеты – гиганты.
26. Малые тела Солнечной системы (астероиды, болиды, метеориты, кометы, метеоры и метеорные потоки).
27. Солнце – ближайшая звезда.
28. Определение расстояний до звезд.
29. Видимая и абсолютная звездная величина. Светимость звезд. Цвет, спектры и температура звезд.
30. Двойные звезды. Массы звезд.
31. Размеры звезд. Плотность их вещества.
32. Цефеиды. Новые и сверхновые звезды.
33. Важнейшие закономерности в мире звезд. Эволюция звезд.
34. Наша галактика.
35. Диффузная материя.
36. Другие звездные системы – галактики.

### 3.2 Критерии оценивания, предназначенных для осуществления текущего контроля

Предметом оценки служат результаты обучения, предусмотренные ФГОС по дисциплине «Информатика», направленные на реализацию программы общего образования. Технология оценки – пятибалльная.

#### **Спецификация оценочных средств:**

- Тестирования
- Карточки – задания
- Контрольные работы
- Самостоятельная работа обучающихся – рефераты, сообщения, доклады, презентации

#### **Оценка устных ответов обучающихся (Карточки - задания)**

##### **Для устных ответов определяются следующие критерии оценок:**

##### **- оценка «5» выставляется, если ученик:**

- полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником;
- изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую и специализированную терминологию и символику;
- правильно выполнил графическое изображение алгоритма и иные чертежи и графики, сопутствующие ответу;
- показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания;
- продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков;
- отвечал самостоятельно без наводящих вопросов учителя.

##### **- оценка «4» выставляется, если ответ имеет один из недостатков:**

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа;
- нет определенной логической последовательности, неточно используется математическая и специализированная терминология и символика;
- допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию учителя;

- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию или вопросу учителя.

##### **- оценка «3» выставляется, если:**

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, чертежах, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов учителя;
- ученик не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме;
- при знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.

##### **- оценка «2» выставляется, если:**

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание учеником большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в чертежах, блок-схем и иных выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов учителя.

##### **- оценка «1» выставляется, если:**

- ученик обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого учебного материала или не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

Оценка («5», «4», «3») может ставиться не только за единовременный ответ (когда на проверку подготовки обучающегося отводится определенное время), но и за рассредоточенный во времени, т. е. за сумму ответов, данных обучающимся на протяжении урока (выводится поурочный балл), при условии, если в процессе урока не только заслушивались ответы обучающегося, но и осуществлялась проверка его умения применять знания на практике.

#### **Критерии оценивания контрольных работ и практических работ**

##### **Оценка «5» ставится, если:**

- работа выполнена полностью;

в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок;

в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала).

**Оценка «4»** ставится, если:

работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);

допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках (если эти виды работы не являлись специальным объектом проверки).

**Оценка «3»** ставится, если:

допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

**Оценка «2»** ставится, если:

допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет

обязательными умениями по данной теме в полной мере

#### **Общая оценка тестовых заданий**

Оценка «5» (отлично) – 90% правильных ответов

Оценка «4» (хорошо) – 80% правильных ответов

Оценка «3» (удовлетворительно) – 70% правильных ответов

Оценка «2» (неудовлетворительно) - 69% правильных ответов

#### **Оценка устного выступления (сообщения)**

I Оценка содержательной стороны выступления: - 5 баллов.

1. Понравилось ли выступление.
2. Соответствует ли оно заявленной теме.
3. Интересно выступление и не слишком ли оно длинное.
4. Установлен ли контакт с аудиторией.
5. Продуман ли план.
6. Весь ли материал относится к теме.
7. Примеры, статистика.
8. Используются ли наглядные средства.
9. Формулировка задач или призыв к действию.
10. Вдохновило ли выступление слушателей.

II Оценка культуры речи выступающего. - 3 балла.

1. Соответствует ли речь нормам современного русского языка.
2. Какие ошибки были допущены.
3. Можно ли речь охарактеризовать как ясную, точную, краткую, богатую.

III Оценка ораторской манеры выступления.- 2 балла.

1. Манера держаться
2. Жесты, мимика.
3. Контакт с аудиторией.
4. Звучание голоса, тон голоса.
5. Темп речи.

Пожелания выступающему.

Максимум за выступление - 10 баллов.

«5» (отлично)- до 9 баллов

«4» (хорошо)- до 7 баллов

«3» (удовлетворительно)- до 5 баллов

«2» (неудовлетворительно)- менее 5 баллов

#### **Критерии оценки докладов**

№ п/п	Оцениваемые параметры	Оценка в баллах
1	Качество доклада: - производит выдающееся впечатление, сопровождается иллюстративным материалом; - четко выстроен; - рассказывается, но не объясняется суть работы; - зачитывается	3 2 1 0
2	Использование демонстрационного материала: - автор представил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался; - использовался в докладе, хорошо оформлен, но есть неточности; - представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком или был оформлен плохо, неграмотно.	2 1 0
3	Качество ответов на вопросы: - отвечает на вопросы; - не может ответить на большинство вопросов; - не может четко ответить на вопросы.	3 2 1

4	Владение научным и специальным аппаратом:	3
	- показано владение специальным аппаратом;	2
	- использованы общенаучные и специальные термины;	1
	- показано владение базовым аппаратом.	
5	Четкость выводов:	3
	- полностью характеризуют работу;	2
	- нечетки;	1
	- имеются, но не доказаны.	
	Итого максимальное количество баллов:	14

Оценка «5» - от 11 до 14 баллов

Оценка «4» - от 8 до 10 баллов

Оценка «3» - от 4 до 7 баллов

При количестве баллов менее 4 – рекомендовать обучающимся дополнительно поработать над данным докладом

### Критерии и показатели, используемые при оценивании учебного реферата

Критерии	Показатели
1. Новизна реферированного текста Макс. - 20 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность проблемы и темы;</li> <li>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;</li> <li>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.</li> </ul>
2. Степень раскрытия сущности проблемы Макс. - 30 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие плана теме реферата;</li> <li>- соответствие содержания теме и плану реферата;</li> <li>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;</li> <li>- обоснованность способов и методов работы с материалом;</li> <li>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.</li> </ul>
3. Обоснованность выбора источников Макс. - 20 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;</li> <li>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).</li> </ul>

4. Соблюдение требований к оформлению Макс. - 15 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное оформление ссылок на используемую литературу;</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;</li> <li>- соблюдение требований к объему реферата;</li> <li>- культура оформления: выделение абзацев.</li> </ul>
5. Грамотность Макс. - 15 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;</li> <li>- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;</li> <li>- литературный стиль.</li> </ul>

### Оценивание реферата

Реферат оценивается по 100 балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

- 86 – 100 баллов – оценка «5»;
- 70 – 75 баллов – оценка «4»;
- 51 – 69 баллов – оценка «3»;
- менее 51 балла – оценка «2».

### Критерии и показатели, используемые при оценивании презентации

Критерии	5	4	3
Решение проблем	Сформирована проблема, проанализированы ее причины. Проанализированы результаты с позицией на будущее.	Отсутствует система описания основной деятельности.	Отсутствуют сведения о исследуемой теме.
Реализация задач основной	Поставлены задачи. Четко и	Отсутствует система в	Разрозненные сведения

деятельности	поэтапно раскрыты задачи по изучению исследуемой темы.	описании темы исследования.	о деятельности и.
Иллюстрированный материал	Иллюстрации соответствуют содержанию, дополняют информацию о теме исследования	Повторяет информацию о теме.	Иллюстраций мало.
Выводы	Логичны, интересны, обоснованы, соответствуют целям и задачам.	В основном соответствуют целям и задачам.	Отсутствуют или не связаны с целью и задачами сам результат работы.
Оригинальность и логичность построения работы	Работа целостна и логична, оригинальна.	Логика изложения нарушена.	В работе отсутствуют собственные мысли.
Общее впечатление об оформлении презентации	Оформление логично, эстетично, не противоречит содержанию презентации.	Стиль отвлекает от содержания, презентации.	Нет единого стиля.

### Форма итогового контроля

Итоговая аттестация по дисциплине ОУД.08 «Астрономия» согласно учебному плану является дифференцированный зачёт.

**Форма дифференцированного зачёта:** устный опрос.

**Структура билета, выносимого на зачёт:** билет содержит 1 вопрос.

### Критерии и нормы оценки за устный ответ:

**Оценка «отлично»** ставится, если студент показал полный объем, высокий уровень и качество знаний по данным вопросам, владеет культурой общения и навыками научного изложения материала, устанавливает связь между теоретическими знаниями и способами практической деятельности: ясно, точно и логично отвечает на заданные вопросы.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент логично и научно изложил материал, но недостаточно полно определяет практическую значимость теоретических знаний: не высказывает своей точки зрения по данному вопросу, не смог дать достаточно полного ответа на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент при раскрытии вопроса допустил содержательные ошибки, не соотнёс теоретические знания и собственную практическую деятельность, испытывает затруднения при ответе на большинство вопросов.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент показал слабые теоретические и практические знания, допустил грубые ошибки при раскрытии вопроса, не смог ответить на заданные вопросы.

### Перечень вопросов для дифференцированного зачёта по дисциплине «Астрономия»

1. Звёздные карты и координаты.
2. Суточное движение светил на различных широтах.
4. Определение географической широты по астрономическим наблюдениям.
3. Эклиптика. Видимое движение Солнца.
5. Движение Луны. Солнечные и лунные затмения.
6. Время и календарь.
7. Состав и масштабы Солнечной системы.
8. Конфигурации и условия видимости планет.

9. Законы Кеплера.
10. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе.
11. Движение небесных тел под действием сил тяготения. Космические скорости и форма орбит. Возмущения в движении планет. Приливы. Определение масс небесных тел.
12. Исследование электромагнитного излучения небесных тел. Определение физических свойств и скорости движения небесных тел по их спектрам.
13. Общие характеристики планет. Физическая обусловленность их природы.
14. Планета Земля.
15. Луна – естественный спутник Земли.
16. Планеты земной группы: Меркурий, Венера. Марс.
17. Планеты – гиганты.
18. Малые тела Солнечной системы (астероиды, болиды, метеориты, кометы, метеоры и метеорные потоки).
19. Солнце – ближайшая звезда.
20. Определение расстояний до звёзд.
21. Видимая и абсолютная звёздная величина. Светимость звёзд. Цвет, спектры и температура звёзд.
22. Двойные звезды. Массы звёзд.
23. Размеры звёзд. Плотность их вещества.
24. Цефеиды. Новые и сверхновые звезды.
25. Важнейшие закономерности в мире звёзд. Эволюция звёзд.
26. Наша Галактика.

### **Литература для обучающихся:**

#### **Основная:**

1. Астрономия: учебник для проф. образоват. организаций / [Е.В. Алексеева, П.М. Скворцов, Т.С. Фещенко, Л.А. Шестакова], под редакцией Т.С. Фещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 256с

#### **Дополнительные источники:**

1. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебник / Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. – 5-е изд., пересмотр. – М.: Дрофа, 2018. – 238, [2] с.: ил., 8 л. цв. вкл.

#### **Интернет-ресурсы:**

2. [www.fcior.edu.ru](http://www.fcior.edu.ru) – Информационные, тренировочные и контрольные материалы.
3. [www.school-collection.edu.ru](http://www.school-collection.edu.ru) – Единая коллекции цифровых образовательных ресурсов.