

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.СТОЛЫПИНА»  
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)**

**Университетский колледж агробизнеса**

**ОУП.06 «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»  
35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**г. Омск, 2018**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>1.МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА</b>	<b>5</b>
<b>2.ЛОГИЧЕСКИЕ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДИСЦИПЛИНЫ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ И ПРАКТИКАМИ В СОСТАВЕ ППССЗ</b>	<b>5</b>
<b>3.СОЦИАЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>
<b>4.ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕСТОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО УЧЕБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ</b>	<b>6</b>
Контрольный тест для определения подвижности позвоночного столба (см)	7
<b>5.ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>	<b>8</b>
<b>6.КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>9</b>
<b>7.ЗАЧЕТНЫЕ НОРМАТИВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОГО И СПОРТИВНОГО УЧЕБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ</b>	<b>10</b>
<b>8.КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ РАЗДЕЛУ (ЗАЧЕТУ)</b>	<b>12</b>

## ВВЕДЕНИЕ

1. Методические рекомендации являются основным организационно-методическим документом в составе учебно-методического комплекса по дисциплине ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА в составе ППСЗ по подготовке специалистов. Методические рекомендации разработаны для студентов колледжа и предназначены стать для них путеводителем, маршрутной картой и методической основой при изучении данной дисциплины.
2. Автором-составителем настоящих методических рекомендаций является преподаватель физической культуры и спорта Гринвальд В.Ю., обеспечивающей изучение студентами дисциплины «Физическая культура». При этом использован опыт разработки подобных изданий в университете, учтены рекомендации отдела качества ВПО университета.
3. Методические аспекты настоящего издания развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМКД по данной дисциплине. По мере совершенствования методики преподавания и методического обеспечения процессов изучения студентами дисциплины «Физическая культура» колледжа, совокупность изданной для студентов учебно-методической литературы и других методических разработок по ней будет расширяться.
4. Доступ студентов к электронной версии методических рекомендаций по изучению дисциплины ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА обеспечен в компьютерном классе. При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний до их переиздания в установленном порядке.
5. В рамках системы управления качеством образования УКАБ ФГБОУ ВО Омский ГАУ, настоящее издание выполняет функцию руководства по качеству дисциплины ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА, ориентированное на изучение ее обучающимися.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая с первого семестра к изучению не новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании; объем, структуру и особенности предстоящей учебной работы в рамках дисциплины, по которой в конце каждого семестра Вы получите зачет. Изучать данную дисциплину Вы будете на протяжении всего периода обучения.

Ознакомившись с организационными требованиями по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности по дисциплине, уберечь себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя это издание как путеводитель, Вы без дополнительных осложнений подойдете к семестровой аттестации по этой дисциплине в виде зачета. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны это методические указания.

## 1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА

Учебная дисциплина ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА введена и отнесена к циклу ОУП по решению колледжа с учетом избранного им профиля подготовки. Ее содержание и трудоемкость определены выпускающим отделением.

Процесс изучения дисциплины «Физическая культура» в целом направлен на подготовку специалиста к производственным видам деятельности; к решению им профессиональных задач, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), а также руководством колледжа, в рамках которой, преподаётся данная дисциплина.

Цель дисциплины: физическое воспитание студентов является формированием физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности.

Для достижения цели предусматривает решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- сформировать у занимающихся знания по теории, истории и методике физической культуры;
- обучить обучающихся практическим умениям и навыкам занятий различными видами спорта, современными и двигательными и оздоровительными системам;
- обеспечить у обучающихся уровень функционального состояния систем организма, физического развития, подготовленности на основе применения высокоэффективных спортивных и оздоровительных технологий обучения;
- развивая у обучающихся индивидуально-психологические и социально-психологические качества и свойства личности, обеспечивающие им социальную мобильность, профессиональную надежность устойчивость на рынке труда;
- сформировать у обучающихся устойчивое положительное мотивационно - ценностное отношение к здоровому образу жизни;
- развивать у обучающихся готовность к самоопределению, самосовершенствованию и саморазвитию в сфере физической культуры.

## 2. ЛОГИЧЕСКИЕ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДИСЦИПЛИНЫ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ И ПРАКТИКАМИ В СОСТАВЕ ППСЗ

Учебные дисциплины, практики*, на которые опирается содержание данной учебной дисциплины		Код и наименование учебных дисциплин, практик, для которых содержание данной дисциплины выступает основой	Код и наименование учебных дисциплин, практик, с которыми данная дисциплина осваивается параллельно в ходе одного семестра
Код и наименование	Перечень требований, сформированных в ходе изучения предшествующих (в модальности «знать и понимать», «уметь делать», «владеть навыками»)		
Физическая культура	-физическая культура в рамках школьной программы, занятия избранным видом спорта, самостоятельные занятия по ф, к.; -физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов; -социально-биологические основы физической культуры; -основы здорового образа		

	жизни; -оздоровительные системы спорта (теория, методика и практика); -профессионально-прикладная физическая подготовка студента.		
--	---	--	--

### 3. СОЦИАЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ДИСЦИПЛИНЫ

- В условиях созданной колледжем социокультурной среды для изучения дисциплины:
- формируются мировоззрение и ценностные ориентации студентов;
  - интеллектуальные умения, научное мышление;
  - способность использовать полученные ранее знания, умения, навыки, развитие творческих начал.

Воспитательные задачи реализуются в процессе общения преподавателя со студентами, в использовании активных методов обучения, побуждающих обучающихся проявить себя в совместной деятельности, принять оценочное решение. Коллективные виды деятельности способствуют приобретению навыков работы в коллективе, умения управления коллективом. Самостоятельная работа способствует выработке у студентов способности принимать решение и навыков самоконтроля.

### 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕСТОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

#### **Тест на скоростно-силовую подготовленность, бег на 100 м (с)**

Бег 100м выполняется с высокого старта. Студент располагается в 2-3-х метрах от стартовой линии. Ему подаются команды, а он их выполняет. По команде «На старт!» подходит к стартовой линии, ставит около нее одну ногу и принимает положение высокого старта. По команде «Марш!» - начинает бег.

Техника. По команде «На старт!» у стартовой линии ставят сильнейшую ногу, другую отставляют назад на 1,5-2 ступни, обе ноги слегка сгибают. Корпус наклоняют вперед, перенося тяжесть тела на впереди стоящую ногу. Руку, противоположную сильнейшей ноге, выносят вперед или опираются о дорожку у стартовой линии, другую руку отводят назад. По команде «Марш!» быстро начинают бег частыми и энергичными шагами, наклонив туловище вперед с тем, чтобы к концу стартового разбега принять вертикальное положение и перейти к бегу свободным маховым шагом.

Ошибки. Располагается на старте до команды «На старт!». Вперед выставлена одноименная рука и нога. Наступает на стартовую линию или касается ее рукой. Сзади стоящая нога выпрямлена в коленном суставе. Ноги широко расставлены. Находится в движении до команды «Марш!». Сразу выпрямляется после старта.

#### **Поднимание и опускание туловища из положения, лежа, ноги закреплены, руки за головой (кол-во раз)**

Поднимание туловища выполняется в положении лежа на спине (на гимнастическом мате или на коврик). И. п. лежа, ноги зафиксированы носками под нижней рейкой гимнастической стенки или удерживаются партнером, колени согнуты, руки за головой. По команде «Упражнение начинай!» делается отсчет количества выполнения. Участник поднимается до положения сидя на полу (вертикально) и возвращается в исходное положение.

#### **Подтягивание на высокой перекладине (кол-во раз)**

Подтягивание выполняется из виса хватом сверху, каждый раз из неподвижного положения в висе на прямых руках (пауза 1-2 с) без рывков и маховых движений ногами и туловищем; подбородок выше уровня перекладины. Фиксируется количество правильно выполненных подтягиваний.

Женщины выполняют подтягивание в висе лежа на низкой перекладине (кол-во раз) не отрывая ноги от пола. Подбородок выше уровня перекладины. Тело прямое.

### **Бег 500, 1000м (мин)**

Бег на эти дистанции может проводиться как по беговой дорожке на стадионе, так и по среднeperесеченной местности.

### **Прыжок в длину с места (см)**

Выполняется на ровной поверхности. Желательно, чтобы поверхность или обувь не допускали проскальзывания во время отталкивания. Студент встает около прыжковой линии, от которой проводится измерение. На линию наступать нельзя. Между стопами - небольшое расстояние. Перед прыжком слегка сгибает ноги и отводит руки назад. Выполняя мах руками вперед, совершает прыжок вперед-вверх, отталкиваясь двумя ногами. После приземления студент должен остаться на месте или пройти вперед. Длина прыжка измеряется с точностью до 5см. Измерение проводится от прыжковой линии до ближайшего следа, оставленного прыгающим. Причем, преподавателю или помощнику преподавателя следует внимательнее смотреть и запомнить место первого касания ступнями пола. Дело в том, что очень часто ступни смещаются вперед после касания пола. Засчитывается лучший результат из трех попыток. Если перед прыжком студент наступает на линию (делает заступ), результат не засчитывается, а попытка учитывается.

### **Приседание на одной ноге (кол-во раз)**

Выполняется из исходного положения, стоя на одной ноге на скамейке, одна рука опирается ладонью о стенку. Другая нога находится впереди. Сгибая и разгибая опорную ногу, выполняют приседания, стараясь не терять равновесие, другая нога находится параллельно полу. В приседе опорная нога должна полностью сгибаться во всех суставах, пятку от скамейки не отрывать. Если выполняющий упражнение потерял равновесие, но остается на одной ноге, то он продолжает упражнение. Упражнение считается законченным, когда испытуемый встал на две ноги. Упражнение выполняется поочередно: на одной ноге, затем на другой. Засчитывается меньший результат. Например, студент присел на правой ноге 5 раз, а на левой-12 раз. В зачет идет –5 раз.

### **Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (кол-во раз)**

Выполняется из исходного положения упор лежа на полу (мужчины) и в упоре лёжа на скамейке (женщины). Ноги и туловище составляют прямую линию, взгляд направлен вперед. Расстояние между кистями чуть шире плеч. Сгибание рук выполняется до касания грудью пола или скамейки, а разгибание производится до полного выпрямления рук, при этом ноги и туловище должны составлять прямую линию. Темп выполнения произвольный. Упражнение не засчитывается если живот, таз или колени касаются пола. Фиксируется количество правильно выполненных отжиманий

### **Контрольный тест для определения подвижности позвоночного столба (см)**

Испытуемый стоит на гимнастической скамейке. К скамейке прикреплена линейка, размеченная на сантиметры, причем у шкалы на уровне скамейки (на уровне подошв), деления идут вниз от уровня скамейки. Студент наклоняется вниз, стараясь коснуться пальцами как можно ниже, не сгибая колен и без рывков.

### **Прыжки на скакалке**

Прыжки выполняются со скакалкой прыжками на двух ногах на время. Прыжки выполняются с низкими подскоками на скорость. Если испытуемый запнулся время не останавливается и подсчет количества прыжков продолжается.

### **Челночный бег**

Челночный бег выполняется на площадке размером 3м \* 10м, ограниченной линиями. По команде преподавателя: "Марш!" включается секундомер, испытуемый начинает бег на максимальной скорости до противоположной линии площадки и касается ее рукой, толчковой ногой выполняется стопорящий шаг и одновременный поворот корпуса. Так он должен пробежать 3 отрезка по 10м. Задание выполняется на время. Ошибки во время выполнения задания: испытуемый не добегает до линии и не касается ее рукой.

## **5. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **Самостоятельное изучение тем**

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, для студентов, освобожденных от практических занятий по физической культуре. Преподаватель после предоставления медицинской справки выдает студентам все темы для самостоятельного изучения, определяет сроки предоставления отчетных материалов преподавателю. Форма отчетности по самостоятельно изученным темам – реферат.

Преподавателю необходимо объяснить студентам общий алгоритм самостоятельного изучения тем:

#### **Требования к оформлению реферата**

По оформлению реферата предъявляются следующие требования:

1. Текст представляется в компьютерном исполнении (в виде исключения допускается рукописный вариант), без стилистических и грамматических ошибок.
2. Текст должен иметь книжную ориентацию, набираться через 1,5–2 интервала на листах формата А 4 (210 x 297 мм). Для набора текста в текстовом редакторе Microsoft Word, рекомендуется использовать шрифты: Times New Roman Cyr или Arial Cyr, размер шрифта – 14 пт.
3. Поля страницы: левое – 3 см., правое – 1,5 см., нижнее – 2 см., верхнее – 2. Абзац (красная строка) должен равняться четырем знакам (1,25 см).
4. Выравнивание текста на листах должно производиться по ширине строк.
5. Каждая структурная часть реферата (введение, разделы основной части, заключение и т. д.) начинается с новой страницы.
6. Заголовки разделов, введение, заключение, библиографический список набираются прописным полужирным шрифтом.
7. Не допускаются подчеркивание заголовка и переносы в словах заголовков.
8. После заголовка, располагаемого посередине строки, точка не ставится.
9. Расстояние между заголовком и следующим за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 2 интервала.
10. Формулы внутри реферата должны иметь сквозную нумерацию и все пояснения используемых в них символов.
11. Иллюстрации, рисунки, чертежи, графики, фотографии, которые приводятся по тексту работы, должны иметь нумерацию.
12. Ссылки на литературные источники оформляются в квадратных скобках, где вначале указывается порядковый номер по библиографическому списку, а через запятую номер страницы.
13. Все страницы реферата, кроме титульного листа, нумеруются арабскими цифрами. Номер проставляется вверху в центре страницы.
14. Титульный лист реферата включается в общую нумерацию, но номер страницы на нем не проставляется.
15. Объем реферата в среднем - 15-20 страниц (или 25-40 тыс. печатных знаков) формата А4, набранных на компьютере на одной (лицевой) стороне.
16. В списке использованной литературе в реферате должно быть не менее пяти источников.

#### **Критерии оценки качества реферата преподавателем**

Подготовленный и оформленный в соответствии с требованиями реферат оценивается преподавателем по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)
- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- использование литературных источников.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу.

При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

Внимание. Не допускается сдача скачанных из сети Internet рефератов, поскольку, во-первых, это будет рассматриваться как попытка обмана преподавателя, во-вторых, это приводит к формализации получения знаний, в-третьих, в мировой практике ведется борьба с плагиатом при сдаче рефератов вплоть до отчисления студентов от обучения. В подобном случае реферат не принимается к защите и вместо него выдается новая тема.

#### **Критерии оценки тем, выносимых на самостоятельное изучение:**

- «зачтено» выставляется студенту, если он ясно, четко, логично и грамотно излагает тему: дает определение основным понятиям с позиции разных авторов, приводит практические примеры по изучаемой теме, четко излагает выводы, соблюдает заданную форму изложения – доклад и презентация;
- «не зачтено» выставляется студенту, если он не соблюдает требуемую форму изложения, не выделяет основные понятия и не представляет практические примеры.

### **6. КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Входной контроль проводится с целью выявления реальной готовности студентов к освоению данной дисциплины за счет знаний, умений и компетенций, сформированных на предшествующих дисциплинах. Входной контроль проводится в виде выполнения контрольных нормативов.

*Критерии оценки входного контроля:*

*Оценивается выполнение контрольных нормативов по 5-ти бальной шкале.*

Форма промежуточной аттестации студентов – зачет. Участие студента в процедуре получения зачета осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины.

*Основные условия получения студентом зачета:*

**Плановая процедура итогового контроля:** Определяющий, дифференцированный и объективный учет процесса и результатов учебной деятельности студентов.

Зачет на основании контрольных нормативов. К зачету допускаются студенты, выполнившие все виды работы, предусмотренные рабочей программой, учитывается регулярность посещения обязательных учебных занятий

**Основные критерии оценки знаний, умений и навыков по учебной дисциплине при итоговом контроле:**

- для обучающихся, освобожденных от практических занятий по физической культуре – своевременная сдача и защита реферата на заданную тему;

- для обучающихся, относящихся к специальным медицинским группам – полное прохождение предусмотренного программой объема работы с учетом заболевания, ведение дневника самоконтроля в течение учебных семестров;
- для обучающихся основной медицинской группы – полное прохождение предусмотренного программой объема работ и своевременная сдача контрольных нормативов;
- для обучающихся спортивных отделений – полное прохождение предусмотренного программой объема работ, регулярное участие в спортивных соревнованиях по избранному виду спорта, своевременная сдача контрольных нормативов;
- для получения зачета набираются баллы по системе оценки физической подготовленности.

### 8 ЗАЧЕТНЫЕ НОРМАТИВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОГО И СПОРТИВНОГО УЧЕБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

№ п/ п	Нормативы	Баллы				
		5	4	3	2	1
<b>ЖЕНЩИНЫ</b>						
1	Бег 100 м (сек)	15,9	16,0	17,0	17,9	18,7
2	Бег 500 м (мин. сек)	2,30	2,50	3,00	3,10	3,20
3	Прыжки в длину с места (см)	190	180	170	160	150
4	Поднимание и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой (кол-во раз за 30 сек)	25	20	18	16	10
5	Челночный бег 3*10 м (с)	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6
6	Подтягивание в висе лежа (перекладина на высоте 90 см)	20	16	10	6	4
7	Приседание на одной ноге, опора о стену (раз на каждой)	12	10	8	6	4
8	Сгибание и разгибание рук, в упоре лежа на гимнастической скамейке (кол-во раз)	20	16	10	6	4
9	Прыжки через скакалку (за 1 мин)	160	150	140	130	120
10	Наклон вперед из положения стоя (см)	16	11	8	6	5
<b>МУЖЧИНЫ</b>						
1	Бег 100 м (сек)	13,2	13,6	14,0	14,3	14,6
2	Бег 1000 м (мин. сек)	3,20	3,30	3,50	4,05	4,15
3	Челночный бег 3x10 м (с)	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4
4	Наклон вперед из положения стоя (см)	16	11	8	6	5
5	Прыжки в длину с места (см)	250	240	230	220	215
6	В висе поднимание ног до касания перекладины (кол-во раз)	10	7	5	3	2
7	Подтягивание на перекладине (кол-во раз)	14	11	9	7	5

9	Поднимание и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой (кол-во раз за 30 сек)	30	25	20	18	15
10	Прыжки через скакалку (за 1 мин)	130	120	110	100	90

**Обязательные тесты определения физической подготовленности.**

- Тест на скоростно-силовую подготовленность; Бег -100 м (сек).
- Тест на силовую подготовленность: Поднимание (сед.) и опускание туловища из положения лежа. ноги закреплены, руки за головой (кол-во раз). Подтягивание на перекладине (кол-во раз).
- Тест на общую выносливость: Бег 500м (мин.,с.) - женщины. Бег 1000м (мин.,с.) - мужчины.

**Основные критерии оценки знаний, умений и навыков по учебной дисциплине при итоговом контроле:**

- для студентов, освобожденных от практических занятий по физической культуре – своевременная сдача и защита реферата на заданную тему;
- для студентов, относящихся к специальным медицинским группам – полное прохождение предусмотренного программой объема работы с учетом заболевания, ведение дневника самоконтроля в течение учебных семестров;
- для студентов основной медицинской группы – полное прохождение предусмотренного программой объема работ и своевременная сдача контрольных нормативов;
- для студентов спортивных отделений – полное прохождение предусмотренного программой объема работ, регулярное участие в спортивных соревнованиях по избранному виду спорта, своевременная сдача контрольных нормативов;
- для получения зачета набираются баллы по системе оценки физической подготовленности.

## 8 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ РАЗДЕЛУ (ЗАЧЕТУ)

1. Тема: «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ»
  1. Дайте определение понятия «физическая культура»
  2. Назовите основные задачи физической культуры
  3. Дайте определение понятия «физическое воспитание»
  4. Дайте определение понятия «физическое развитие»
  5. Дайте определение понятия «физические упражнения»
  6. Дайте определение понятия «техника физических упражнений»
  7. Дайте определение понятия «физическое совершенство»
  8. Дайте определение понятия «физическая подготовка»
  
2. Тема: «СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»
  1. Дайте определение понятия «организм человека»
  2. Дайте определение понятий «гипокинезия», «гиподинамия»
  3. Дайте краткую характеристику в деятельности систем кровообращения, дыхания, энергообеспечения при мышечной работе
  4. Какое социальное значение имеют занятия физической культурой и спортом?
  5. В чем проявляется экономизация сердечной деятельности, системы дыхания и энергообеспечения при занятиях физической культурой?
  6. Дайте определение понятия «работоспособность»
  7. Назовите группы факторов, определяющих работоспособность человека
  8. Дайте определения понятий «утомление», «усталость»
  9. Дайте определения понятий «релаксация», «рекреация»
  10. Назовите основные признаки состояния организма при переутомлении
  11. Назовите время сохранения высокой работоспособности учебной деятельности
  12. Назовите продолжительность времени вработывания в учебную деятельность
  
3. Тема: «ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»
  1. Дайте определение понятия «здоровье»
  2. Приведите конкретные научные данные о соотношении различных факторов, влияющих на здоровье человека (состояние медицины; влияние экологических, генетических факторов; условия и образ жизни) в процентном соотношении
  3. Дайте определение понятия «здоровый образ жизни»
  4. Дайте определение понятия «физическое здоровье»
  5. Дайте определение понятия «психическое здоровье»
  6. Дайте определение понятия «социальное здоровье»
  7. Назовите основные компоненты здорового образа жизни
  8. Какой недельный объем двигательной активности необходим для людей разного возраста в оздоровительных целях?
  9. Назовите отрицательные последствия вредных привычек (курение, алкоголизм, наркомания и др.) для организма человека?
  10. Каковы основные причины возникновения пристрастия к вредным привычкам?
  11. Почему занятия физической культурой являются активным средством профилактики вредных привычек?
  12. Каковы роль и значение физической культуры в формировании здорового образа жизни?
  
4. Тема: «ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ»
  1. Дайте определение понятия «физические качества»
  2. Дайте определение понятия «метод физического воспитания»?
  3. Назовите формы занятий физическими упражнениями
  4. Что вы понимаете под физическим качеством «выносливость»? Дайте краткую характеристику типам, методам выносливости; средствам и методам развития различных видов выносливости

5. Что вы понимаете под «скоростными способностями»? Дайте краткую характеристику структуры, средств и методов развития скоростных способностей
6. Что вы понимаете под «силовыми способностями»? Дайте краткую характеристику видов, средств и методов развития силовых способностей
7. Назовите последовательность действий составления индивидуального плана, развития физических качеств на основе программно-целевого подхода

5.Тема: «МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И САМОКОНТРОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ»

1. Назовите основные задачи самостоятельных занятий физическими упражнениями студентов специальной и основной медицинских групп.
2. Назовите формы самостоятельных занятий физической культурой.
3. Назовите ряд физических упражнений и последовательность их выполнения в утренней гимнастике.
4. Занятия, какими видами спорта предпочтительнее для женщин?
5. Какими анатомо-физиологическими особенностями женского организма обуславливаются одержание и методика занятий физической культурой?
6. Раскройте структуру, содержание и методику самостоятельных занятий по физической культуре.
7. Какую частоту сердечных сокращений (ЧСС) нужно задавать, чтобы целенаправленно воздействовать на совершенствование различных механизмов энергообеспечения?
8. Как определить величину оптимальной физической нагрузки в условиях самостоятельных занятий физической культурой?
9. Какая взаимосвязь существует между допустимой интенсивностью нагрузки и уровнем физической (функциональной) подготовленности?
10. Какие средства восстановления работоспособности используются при самостоятельных занятиях физической культурой?
11. Какие показатели состояния организма лиц, занимающихся физической культурой, являются объектом врачебного контроля?
12. Какие показатели состояния организма лиц, занимающихся физической культурой, являются объектом педагогического контроля?
13. Какие методы врачебного контроля применяются для оценки физического состояния (физического развития, функциональных возможностей, физической подготовленности) человека?
14. Какие тесты применяются для самоконтроля уровня развития физических качеств?
15. Какие показатели характеризуют деятельность сердечно - сосудистой системы?
16. Как проводятся и оцениваются результаты функциональных проб работоспособности сердца (проба Руффье, Гарвардский степ-тест, проба с 20 приседаниями за 30 секунд)?
17. По каким внешним признакам, показателям пульса и дыхания можно контролировать и регулировать интенсивность физической нагрузки?
18. Как классифицируются уровни интенсивности нагрузки по показателям ЧСС?
19. Назовите основные пункты (содержание) дневника самоконтроля за эффективностью занятий физическими упражнениями.

6. Тема: «ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ППФП»

1. Что такое профессионально-прикладная физическая подготовка?
2. Какие задачи решаются средствами профессионально-прикладной физической подготовки?
3. С учетом, каких основных требований профессиональной деятельности организуется и проводится профессионально-прикладная физическая подготовка?
4. Назовите основные группы средств профессионально-прикладной физической подготовки
5. Сформулируйте цель профессионально-прикладной физической подготовки
6. Назовите основные формы занятий профессионально-прикладной физической подготовки в вузе.
7. К какому этапу обучения в вузе должны быть сформированы первоначальные профессионально-прикладные навыки и соответствующие физические качества?

8. По каким показателям оценивается эффективность решения задач профессионально-прикладной физической подготовки?
9. Дайте краткую характеристику основных форм производственной физической культуры.
10. Составьте комплекс упражнений физкультурной паузы для повышения умственной работоспособности.
11. Чем определяются особенности профессионально-прикладной физической подготовки студентов различных специальностей?
12. Дайте краткую характеристику основных форм производственной гимнастики: физкультурная пауза, физкультминутка, вводная гимнастика.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
П.А.СТОЛЫПИНА»  
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)  
Университетский колледж агробизнеса

Астрономия

Методические рекомендации  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ:

- 21.02.05 «Земельно-имущественные отношения»  
35.02.06 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции  
35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

ОМСК, 2020

Данные методические рекомендации по астрономии составлены в соответствии с действующей программой. Пособие для обучающихся по учебной дисциплине «Астрономия» направлено на закрепление, углубление и расширение знаний в области космонавтики, космологии, теории звезд и физики. Цель пособия - активизировать самостоятельную работу студентов, способствовать выработке у них прочных теоретических знаний, умений и навыков, которые будут использованы ими в будущей профессиональной деятельности. В пособии кратко рассмотрена теория по каждой теме, разобраны примеры задач и предложены задачи для самостоятельного решения. Пособие является составной частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по подготовке квалифицированных специалистов.

Учебное пособие по дисциплине «Астрономия» составлено для специальностей:

21.02.05 «Земельно-имущественные отношения»

35.02.06 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования и рассчитано для самостоятельной работы студентов 1 курса.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Античная космология
2. Зарождение представлений о Космосе и Вселенной
  - 2.1. Астрономическая хронология
  - 2.2. Астрофизика
  - 2.3. Внегалактическая астрономия
  - 2.4. Современная космология
  - 2.5. Эволюция звезд
  - 2.6. Краткие сведения о строении Вселенной.
3. Значение астрономии
4. Система мира Коперника
5. Законы Кеплера
6. Луна
7. Кометы
8. Планеты
  - 8.1. Планеты- гиганты
  - 8.2. Планеты земной группы

Заключение

## Введение

Астрономия – наука о движении, строении и развитии небесных тел и их систем, вплоть до Вселенной в целом. В ходе астрономических исследований перед людьми не раз возникали удивительные загадки. А поиски ответа не только расширяли и углубляли наши знания о Вселенной, но и помогали успешно решать чисто земные задачи. Человек, по своей сути, имеет необычайное любопытство, ведущее его к изучению окружающего мира, поэтому астрономия постепенно зарождалась во всех уголках мира, где жили люди. И, с возникновением вопросов о происхождении всего материального, зарождался и процесс его изучения. Еще до нашей эры интерес к изучению небесной сферы не покидал древних жителей – уже тогда они имели возможность составлять различные звездные карты, по которым легко было определить приближающиеся природные явления. Так, совпадение начала года с восходом самой яркой звезды небесной сферы – Сириуса, предвещало разлив Нила – что играло особую роль в хронологии Древнего Египта.

С помощью небесных светил наши предки находили путь в океане, составляли календари, измеряли время, определяли наиболее благоприятные сроки сельскохозяйственных работ. Астрономические наблюдения помогли людям измерить Землю, составить географические карты. Роль астрономии в жизни человечества была весьма существенна.

Но особое значение астрономия приобрела в наше время, в эпоху так называемой научно-технической революции. Многим достижениям науки и техники мы обязаны именно ей.

Сверхвысокие температуры в десятки и сотни миллионов градусов, чудовищные давления в сотни миллионов атмосфер, колоссальные энергии, огромные плотности, космический вакуум – вот далеко не полный перечень тех явлений и условий, которые как воздух нужны современному физическому. Поэтому взгляд ученых все чаще устремляется в глубины Вселенной.

Вселенная все в большей и большей степени превращается в лабораторию современного естествознания, в которой наука черпает новые сведения о физических явлениях. Астрофизические исследования приобретают ведущую роль, уступая традиционным наблюдениям.

Открытие о том, что Солнце и звезды светят потому, что в их недрах происходят ядерные реакции, натолкнуло ученых на мысль о возможности практического использования атомной и термоядерной энергии. И теперь могучая атомная энергия,

укрощенная человеком, рождается в многочисленных атомных реакторах, вырабатывает электрический ток, приводит в движение фабрики и заводы, мощные ледоколы. При исследовании Солнца было обнаружено новое, неизвестное до этого четвертое состояние вещества – плазма: газовая смесь из атомов, потерявших часть электронов – ионов, свободных электронов и некоторого числа нейтральных атомов. В дальнейшем оказалось, что плазма довольно широко распространена во Вселенной: мы находим ее в атмосферах планет Солнечной системы, в кометных хвостах, в межзвездном пространстве. А сегодня плазма служит человеку. Созданы плазменные горелки для сварки различных изделий, плазменные двигатели для космических аппаратов, плазменные магнитогидродинамические генераторы для прямого преобразования тепловой энергии в электрическую.

Очевидно, что астрономия и ее методы имеют большое значение в жизни современного общества. Вопросы, связанные с измерением времени и обеспечением человечества знанием точного времени, решаются теперь специальными лабораториями – службами времени, организованными, как правило, при астрономических учреждениях.

Астрономические методы ориентировки наряду с другими по-прежнему широко применяются в мореплавании и в авиации, а в последние годы – и в космонавтике. Вычисление и составление календаря, который широко применяется в народном хозяйстве, также основаны на астрономических знаниях.

## 1. Античная космология

*Принципы античной космологии (или космология и научная истина):*

I-принцип: представление о небесном своде.

II-принцип: об одухотворенности небесных тел. Платон верил, что звезды, движущиеся без видимых причин, обладают душой. Аристотель, разделяя это мнение Платона, вдобавок предполагал, что первопричиной движения звезд и планет является некий Неподвижный движитель. Коперник мыслил более конкретно: «В середине всего находится Солнце. Действительно, в таком великолепнейшем храме кто мог бы поместить этот светильник в другом месте, как не в этом, откуда он может одновременно все освещать. Ведь не напрасно некоторые называют Солнце светильником мира, другие – умом, а третьи – правителем. Гермес Трисмегист называл его видимым богом, а Софоклова Электра – всевидящим. Именно так Солнце, как бы восседая на царском троне, правит обходящей вокруг него семьей светил» (Н.Коперник. О вращениях небесных сфер. Серия «Классики науки».- М.: Наука, 1964, с.35).

В молодые годы Кеплер также считал планеты «одухотворенными сущностями», но впоследствии пришел к убеждению, что причина движения планет имеет чисто физический характер, - она связана с вращением Солнца вокруг оси.

III-принцип: принцип небесного совершенства. Платон и Аристотель, как и все философы того времени, верили, что небеса идеальны во всех отношениях. По этой доктрине: «Небесные тела и поддерживающие их опоры должны состоять из вечной, не разрушаемой субстанции – эфира». Форма небесных тел – сфера, т.к. сфера – это единственное геометрическое тело, все точки на поверхности которого удалены от ее центра на равные расстояния. На основе этого принципа астрономами был сформулирован догмат равномерного движения по окружности: «Движение небесных тел происходит по окружности с  $v=const$  либо представляет собой комбинацию двух или более движений такого рода».

Например: некая планета движется равномерно по окружности с  $v=const$  по малому кругу – эпициклу, центр которого (точка P), в свою очередь, равномерно движется по окружности большего радиуса – деферента – вокруг покоящейся Земли. Такое представление «системы мира» господствовало на протяжении ~2000 лет. Величайшей заслугой Кеплера было введение иного, более совершенного способа описания движения планет (рис. 1).

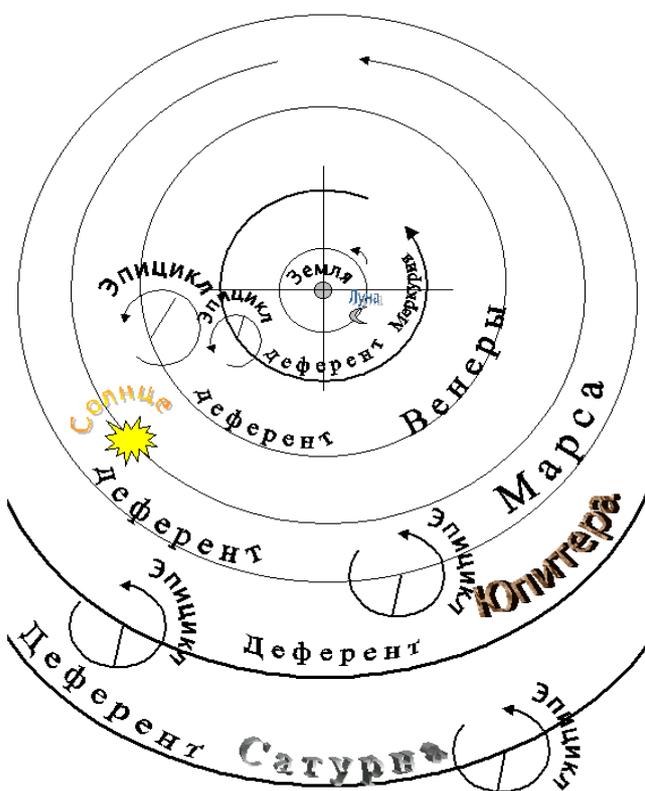


Рис.1

IV-принцип: музыка сфер. Тимей был последователем Пифагора, жившим во 2-ой половине VI в. до н.э.. Диалог «Тимей» представляет собой изложение космологических воззрений пифагорейцев (религиозно-философская школа, основанная Пифагором), записанная в форме диалогов Платона. Пифагорейцы считали, что музыкальная гармония и движения планет обусловлены одними и теми же математическими законами: «небесный хор» – означает, что каждая сфера «поет ... словно ангел». Пифагор открыл замечательную связь между числами и законами музыкальной гармонии.

Например: высота тона колеблющейся струны простым образом зависит от ее длины (рис. 2). Уменьшение длины колеблющейся части скрипичной струны вдвое – повышает тон рождаемого звука на октаву, и т.д. Пифагорейцы детально разработали теорию музыкальной гаммы и гармонии. Они были твердо убеждены, что в основе небесных явлений лежат математические закономерности. Этому подтверждение: существование восьми небесных сфер – 5 планет, Луна, солнце и сфера неподвижных звезд и такого же числа тонов диатонической гаммы. «На каждом из кругов стоит Сирена, которая, перемещаясь вместе с ним, поет одну ноту, и 8 нот сливаются в гармонию» (Платон, соч.»Государство«).

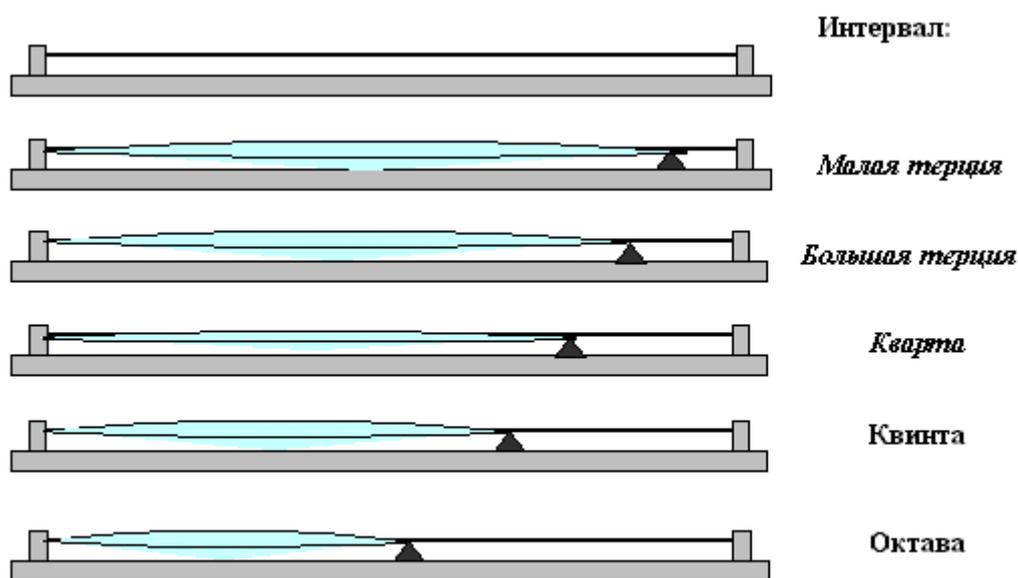


Рис. 2

Внезапное появление и последующее угасание ярких новых звезд в 1572 г. (Сверхновая Тихо Браге) и в 1604 г. (Сверхновая Кеплера), возникновение и исчезновение на поверхности Солнца темных пятен неправильной формы явно указывали на то, что

небесные тела не столь уж неизменны и совершенны (наблюдения за Солнцем велись с помощью телескопа Галилеем). Новая астрофизика, путь которой проложили Кеплер и Галилей, постепенно взяла верх над платоновской доктриной античной космологии.

Как во времена древних греков, так и в современной космологии не все принципы античной космологии были изъяты из употребления. Одни из них: пустота или наполненность (Void versus Plenum) Если одни античные философы (Левкипп, Демокрит) полагали, что вещество состоит из крошечных, невидимых атомов, движущихся в пустоте, а цвет, вкус, структура, вес, температура – это различие атомного состава, то другие – Аристотель – видели 5 субстанции: земля, вода, воздух и огонь, а небо – эфир. Эфир – неизменяем и не имеет структуры, а остальные 4 субстанции превращаются друг в друга. Научная революция XVII-XVIII в.в. только возродила спор между этими двумя античными «атомистами»: (а) – пространство заполнено сплошной бесструктурной субстанцией; (б) – мир, как вакуум, заполненный невидимыми частицами, далеко находящимися друг от друга.

По теории (а) – Аристотель, позже Декарт (1596-1650) свои представления строили на очевидных истинах:

**Природа не терпит пустоты и взаимодействие на расстоянии невозможно.**

Теория Декарта была качественной, но довольно запутанной.

По теории (б) – теории Ньютона давала полное и точное описание мира, основанное на нескольких простых математических законах, которые очень хорошо согласовались с результатами наблюдений. Но Ньютон признавал, что с его концепцией действие на расстоянии не согласуется.

В XIX в. эту пустоту «заполняют» новые физические сущности: гравитационное поле, электрическое и магнитное поля, электромагнитное излучение. Новый «эфир» - это среда, где распространяются электромагнитные волны. Физика XX в. отказалась от эфира и пространство «заполняется» качественно новыми видами полей и объектами другого (нового) типа.

Другой принцип космологии – неизменность: античная космология утверждала, что хотя субстанций – земля, воздух, вода и огонь – превращаются друг в друга, но они всегда сохраняющиеся величины. Эфир же – неизменен всегда. В современной физике

считается, что свойства электрона универсальны и неизменны, так же, как и сохраняется энергия и электрический заряд.

Еще один принцип космологии – центризм: дилемма, которая существовала и в античной космологии, «жива» и в современной науке. Смысл дилеммы: Находимся ли мы в центре Вселенной? В отличие от геоцентрической системы мира, построенной Платоном и Аристотелем, Левкипп и Демокрит полагали, что звезды – это далекие солнца, свет которых приходит к нам из бесконечного пространства. В 1417 г., после долгого забвения, была опубликована стихотворная поэма римского философа и поэта - Лукреция (99 – 55 г.г. до н.э.) - «О природе вещей». Лукреций представлял Вселенную как пустоту, равномерно заполненную абсолютно твердыми, неделимыми и неуничтожимыми частицами материи, разлетающимися во все стороны: «Вселенная не имеет центра и содержит бесконечное множество обитаемых миров». К тому же «Вселенная не подвластна богам». Последователю Лукреция – Джордано Бруно (1548-1600) такой конфликт с церковью дал трагическую жизнь и смерть: после семилетнего заточения в тюрьме инквизиция его заживо сожгла на костре.

Коперник представлял Вселенную в виде эфира с Солнцем в центре, а Кеплер считал, что звезды заключены «в тончайшей сфере» вокруг Солнца. Рене Декарт (1596-1650) полагал, что Вселенная безгранична, но не бесконечна. А по мнению Ньютона – «звезды – это далекие светила, первоначально равномерно заполнявшие бесконечное пространство.

Вопросы.

1. Античная космология.
2. Теория Декарта

## 2. Зарождение представлений о Космосе и Вселенной

### *2.1. Астрономическая хронология.*

Естествознание в современном понимании – совокупность наук о природе, взятых в их взаимосвязи, как целое. Наука (лат. scientia, от scire, «знать») – термин, используемый в самом широком смысле для обозначения обобщаемого и систематизируемого знания (А.Н. Бабушкин, Современные концепции естествознания). Это определение очень точно подходит к астрономии, как науке о Вселенной, являющейся результатом научных исследований, накопленного многими поколениями человечества. Например, самые древние из известных –

иероглифические письменные записи результатов научных исследований обнаружены на глиняных табличках древней Месопотамии. Это – данные астрономических наблюдений, списки веществ, признаки болезней, математические таблицы. Представления о пространстве и времени формировались по мере освоения человеком жизненно необходимых территорий. Прямой зафиксированный опыт человечества распространяется примерно на 5000 лет – именно этому времени соответствуют первые памятники письменности шумерской цивилизации. С тех времен время оценивалось разными путями и методами. Например:

- □ Астрономическая хронология (хронология – наука, разделяющая процесс на отдельные периоды, в порядке их возникновения) основана на астрономических явлениях и законах. Даты астрономических явлений могут быть определены весьма точно математическими вычислениями. Дата исторического случая могла быть установлена или проверена с высокой точностью, если событие сопровождалось астрономическим явлением. Во многих случаях астрономическая хронология используется для проверки и уточнения дат. Так, солнечное затмение было причиной прекращения сражения между мидийцами и персами. Такое затмение должно было произойти 28 мая 585 г. до н.э. Шотландская история демонстрирует другой случай: когда король Норвегии Хекон IV (Старый) приплыл с норвежским флотом, чтобы наказать короля Шотландии, он высадился на Оркнейских островах. В это время на Солнце появилось тонкое яркое кольцо. Британский физик Д. Бревстер показал, что яркое кольцевое затмение Солнца было видно в той местности 5 августа 1263 г.
- □ Оценка интервалов времени, отвечающие геологическим событиям (горообразование и природные катастрофы).
- □ Современное определение времени использует явление радиоактивности, открытое в 1896 г. А. Беккерелем (1852-1908). Радиоактивный элемент превращается в другой, распадаясь и испуская альфа- и бета-частицы (ядра гелия и электроны) и гамма-кванты (электромагнитное излучение). Процесс радиоактивного распада нельзя ускорить или замедлить. Он протекает с постоянной скоростью, характерной для данного элемента. Например, при радиоактивном распаде один из  $1,6 \cdot 10^{11}$  атомов изотопа рубидия превращается за год в атом стронция, т.е. для полного исчезновения такого изотопа рубидия необходимо по крайней мере  $10^{11}$  лет. Для урана эта «постоянная» составляет  $10^{10}$ , для калия –  $10^9$ . В земной коре эти элементы обнаружены. Отсюда вывод: Земля не могла существовать вечно. А самая древняя порода, обнаруженная на Земле (в Антарктиде), имеет возраст  $3\,900 \pm 300$  млн. лет.

Точно таким же способом оценивают время существования Солнечной системы. Например, измеряется содержание радиоактивных элементов в метеоритах. Оказалось, что все метеориты имеют примерно одинаковый возраст – 4–5 миллиардов лет. Следовательно, используя такое физическое явление, как радиоактивный распад, можно оценить промежутки времени космического масштаба.

Как оценивается возраст Вселенной? Единственная возможность – изучать излучение звезд, звездных скоплений, галактик. По спектрам излучения оценивают скорости их движения и химический состав. Об этом мы поговорим позже, обсуждая модели возникновения Вселенной (см. следующие лекции).

Одна из последних оценок возраста Вселенной –  $16 \pm 2$  миллиарда лет. Метод нуклеокосмохронологии (определение относительного содержания радиоактивных долгоживущих элементов или соотношения двух элементов и сравнения с содержанием в других звездах, в частности – в Солнце) показал, что возраст одной из самых старых звезд CS22892–052 составляет от 13 до 21 миллиардов лет (Nature. 1997. V. 385. № 6613. P/ 205-206).

Итак, современной науке известны не только даты, но во многом и сами механизмы эволюции Вселенной от Большого взрыва до наших дней. Современное естествознание рисует картину мира необыкновенно сложной и простой одновременно. Сложной потому, что она способна поставить в тупик человека, привыкшего к согласующимся со здравым смыслом классическим научным представлениям: если когда-то мысль о шарообразности Земли выглядела совершенно «безумной», то идеи начала времени, корпускулярно-волнового дуализма квантовых объектов, внутренней структуры вакуума, способной рождать виртуальные частицы, а также другие новации придают нынешней картине мира тоже немножко «безумный» вид. Но в то же время эта картина величественно проста, стройна и элегантна, которые видны из следующих принципов построения современного научного знания – системности и самоорганизации. Например, наблюдаемая Вселенная предстает как наиболее крупная из всех известных нам систем, которая в свою очередь состоит из огромного множества элементов (подсистем) разного уровня сложности и упорядоченности (В.Н. Лавриненко и др. Концепция современного естествознания).

Приведем схему хронологии наиболее важных событий истории развития Мира:

20 млрд лет назад	Большой взрыв
3 минуты спустя	Образование вещественной основы Вселенной

	(фотоны, нейтрино и антинейтрино с примесью ядер водорода, гелия и электронов)
Через несколько сотен тысяч лет	Появление атомов (легких элементов)
19–17 млрд лет назад	Образование разномасштабных структур (галактик)
15 млрд лет назад	Появление звезд первого поколения
5 млрд лет назад	Рождение Солнца
4,6 млрд лет назад	Образование Земли и других планет
3,8 млрд лет назад	Зарождение жизни
450 млн лет назад	Появление растений
150 млн лет назад	Появление млекопитающих
2 млн лет назад	Начало антропогенеза

## 2.2. Астрофизика.

Открытия в физике методов спектроскопии в XIX веке положило начало изучению внутренней структуры небесных тел на основе исследования излучаемого ими света. Астрофизика же раскрыла эти структуры не только в пространстве, но и во времени. Шаг за шагом средствами астрономии начали определять размеры нашего Млечного пути, затем расстояния до близких и отдаленных туманностей, причем исследовались результаты наблюдений через гигантские телескопы.

Что же представляет собой наша Вселенная? Мы можем наглядно представить относительные масштабы Солнечной системы: если Солнце представить размером с миллиардный шар (диаметром 7 см), то ближайшая к модели Солнца планета – модель Меркурия находится от него на расстоянии 280 см, модель Земли – 760 см, модель планеты-гиганта Юпитера – на расстоянии 40 м, а самая далекая Планета Плутон в этом масштабе – 300 м. Размеры же Земли были бы чуть больше 0,5 мм, а диаметр Луны – около 0,1 мм и орбита Луны – около 4 см. В астрономии употребляют единицу «световой год» для оценки межзвездных расстояний.

Световой год – это такое расстояние, которое свет, двигаясь со скоростью 300 000 км/с проходит за год, около 10 000 млрд км.. Также часто используется единица – «парсек» (пс), 1 пс равен 3,26 светового года.

Например, даже близкая к нам звезда – Проксима Центавра удалена от нас на расстоянии гораздо большее, чем размеры Солнечной системы, т.е. 1,3 пс. При сравнении с миллиардным шаром – это соответствует 2 000 км.

Окружающие Солнце звезды и само Солнце составляют лишь ничтожно малую часть гигантского коллектива звезд и туманностей, который мы называем Галактикой.

Галактика – это скопление звезд, которую мы видим в ясные ночи как полосу Млечного Пути. Хотя форму Галактики представляют в виде двояковыпуклой линзы, на самом деле Галактика имеет довольно сложную структуру, и существует некий закон распределения. Разные типы звезд по разному концентрируются к центру Галактики (Рис.3). Наше же Солнце находится на периферии Галактики вблизи от ее экваториальной плоскости. Расстояние от Солнца до ядра Галактики – около 30 000 световых лет.



Рис.3.

Звезды и туманности в пределах Галактики движутся довольно сложным образом: они участвуют во вращении Галактики вокруг оси со скоростью примерно 250 км/с. за время своего существования Солнце совершило примерно 25 оборотов вокруг оси вращения.

### *2.3. Внегалактическая астрономия.*

Это раздел астрономии, изучающий небесные тела и их системы, находящиеся за пределами нашей звёздной системы — Галактики. Формированию этого раздела астрономии предшествовал длительный период выяснения того, какие типы небесных светил входят в состав нашей звёздной системы и какие находятся вне её. В конце 1-й четверти 20 в. было окончательно установлено, что наша звёздная система имеет

конечные размеры и в то же время не исчерпывает собой всей звёздной Вселенной. Она получила название Галактика (с прописной буквы). Было доказано существование также и других звёздных систем, которые по своей замкнутости и независимому положению в пространстве получили названия галактик (со строчной буквы). Совокупность всех галактик, называемая *метагалактикой*, представляет собой самую обширную систему из известных науке. Наиболее далёкие из ярчайших галактик, расстояния до которых удалось установить, находятся от нас на расстояниях, составляющих более миллиарда *парсек*. Точное значение этого наибольшего расстояния указать невозможно, так как, во-первых, почти ежегодно становятся известными всё более и более удалённые объекты, а во-вторых, потому, что результат вычисления расстояний на основании величин, получаемых непосредственно из наблюдений, зависит от предполагаемых свойств пространства метагалактики, недостаточно хорошо изученных. Тем не менее можно утверждать, что самые далёкие из известных галактик не находятся у границ метагалактики.

Результаты исследований, полученные В. а., являются основным наблюдательным материалом для *космологии*. Изучая проявления природы в наиболее крупных масштабах, В. а. сталкивается с новыми, ранее неизвестными явлениями и, может быть, даже с новыми законами природы. Результаты В. а. существенно помогают изучению нашей Галактики. Это обусловлено тем, что другие галактики мы наблюдаем извне и в целом, а нашу Галактику мы вынуждены изучать, находясь внутри неё, что в ряде отношений труднее. Солнечная система находится внутри пылевого экваториального слоя Галактики, который сильно сокращает для нас зону видимости, особенно в направлениях вблизи плоскости галактического экватора. Другие же галактики видны целиком и в разных ракурсах в зависимости от их случайного поворота относительно нашего луча зрения. Но из-за дальности расстояния до галактик в них почти не наблюдаются по отдельности звёзды разных типов, из которых они состоят. Наоборот, данные о типах звёзд и об их движениях в нашей Галактике способствуют лучшему пониманию других звёздных систем.

Распределение галактик в пространстве неоднородно. Большинство их сосредоточено в тесных или в разбросанных скоплениях галактик, содержащих от десятков до десятков тысяч членов. Скорости движения галактик в скоплениях, измеренные по спектрограммам на основе эффекта Доплера, беспорядочны по направлениям и достигают  $2000 \text{ км/сек}$ . В некоторых случаях эти скорости столь велики, что могут оказаться достаточными для того, чтобы галактики покидали скопление. Ещё не решён вопрос, в какой мере распределение скоплений галактик в метагалактике можно считать

однородным. С одной стороны, большинство галактик сосредоточено в скоплениях, а последние разбросаны беспорядочно, с другой стороны, резко выраженной асимметрии в распределении скоплений или резкого сгущения их не наблюдается. Вопрос о том, является ли реальная Вселенная однородной или неоднородной, важен для космологии.

Мегагалактическое пространство между галактиками не пусто. В нём много мелких звёздных систем, отдельных звёзд, разреженного газа и космической пыли, а также космических лучей, кроме того, в нём отлична от нуля интенсивность полей — гравитационного, магнитного и т.д. Их изучение также входит в задачу В. а.

Английский астроном В. Гершель на рубеже 18 и 19 вв. впервые составил обширные каталоги светлых туманных пятен, видимых на небе. Исследования показали, что некоторые из них при наблюдении в сильный телескоп оказываются состоящими из звёзд. Однако, наряду с этим, было признано существование туманностей, состоящих из сплошной диффузной среды. Окончательно это было доказано во 2-й половине 19 в. при помощи спектрального анализа. Спектр некоторых туманностей оказался состоящим из ярких линий, принадлежащих разреженным газам; у других он оказался подобным спектру звёздных скоплений — непрерывным, с линиями поглощения, причём таких туманностей оказалось подавляющее большинство. Позднее выяснилось, что небольшая доля туманностей с таким спектром является не звёздными системами, а облаками космической пыли, светящейся отражённым светом ярких звёзд. В 20-х гг. 20 в. Э. Хаббл (США) удалось доказать, что и газовые и пылевые туманности встречаются уже среди сравнительно близких к нам объектов. Несколько раньше Х. Шепли (США) удалось определить расстояния до шаровых звёздных скоплений, из которых более далёкие с трудом «разлагаются» на звёзды даже в сильнейшие телескопы.

Природа остальных туманных пятен (а их огромное большинство; в каталогах содержится около 30 тыс. объектов до 15-й видимой звёздной величины) выяснилась к середине 20-х гг. 20 в. Ещё в середине 19 в. английский учёный У. Росс обнаружил спиральную структуру у наиболее крупных из них, но всё многообразие и тонкость структуры туманностей выявились лишь после введения в астрономическую практику фотографии и повышения мощности телескопов. Шведский астроном К. Лундмарк, наблюдая в спиральных туманностях едва заметные вспышки *новых звёзд*, имеющих в действительности колоссальную светимость, пришёл к заключению, что спиральные туманности находятся за пределами нашей Галактики. В дальнейшем выяснилось, что звёзды, вспышки которых наблюдались в галактиках, были чаще всего не новыми звёздами, а в сотни раз более яркими *сверхновыми звёздами*, вследствие чего оценки расстояний до спиральных туманностей, проведённые Лундмарком, пришлось

увеличить. В нашей Галактике со времени изобретения телескопа ни одна сверхновая звезда не наблюдалась. Поэтому изучение этих интересных небесных тел в основном опирается на результаты В. а.

Позднее Э. Хаббл более точно определил расстояния и размеры спиральных галактик М31 (Большая туманность в созвездии Андромеды), М33 (в созвездии Треугольника) и NGC 6822 (в созвездии Стрельца). Он доказал большое сходство этих звёздных систем с нашей Галактикой, установив, что все они содержат звёзды одинаковых типов, одинаковые звёздные скопления и диффузные газовые туманности, новые звёзды. Эти открытия, как и многие последующие в области В. а., были выполнены с помощью крупнейших в мире телескопов, установленных в США.

В 1924—25 на фотографиях ближайших спиральных галактик были обнаружены переменные звёзды, в том числе *цефеиды*, светимость которых связана известным образом с периодом изменения их блеска. Таким образом, определив светимость по наблюдаемому изменению блеска и сравнив её с видимой звёздной величиной этих небесных тел, можно оценить расстояния до цефеид, а следовательно, и до галактик, содержащих их. (Размеры галактик малы сравнительно с расстояниями до них.) Метод цефеид для определения расстояний до удалённых звёздных систем наиболее точен, но применим лишь к ближайшим из них. Для более далёких, вплоть до самых удалённых из числа наблюдаемых в настоящее время, наилучшим является метод определения расстояния до галактик по величине смещения линий в спектре галактик, так называемого *красного смещения*. В 1924 К. Лундмарк и К. Вирц, (Германия) обнаружили, что чем больше расстояние до галактики, тем сильнее линии её спектра смещены к красному концу. Позже величина красного смещения, вызванного удалением от нас (эффект Доплера), была уточнена. При определении расстояний этим методом принимают, что на каждый миллион *парсек* расстояния красное смещение возрастает примерно на 100 км/сек (закон Хаббла). На это систематическое смещение, обусловленное расширением метagalaktiki, накладываются смещения спектральных линий (в сторону красного или синего конца спектра), обусловленные индивидуальными скоростями галактик, которые, однако, обычно не превосходят 1000 км/сек. Из-за этого метод определения расстояний по красному смещению спектральных линий ненадёжен в применении к близким галактикам.

Задачами В. а. являются фотографическое изучение формы и вида галактик, их классификация (основы последней заложил Хаббл), измерение звёздной величины и цвета галактик в целом и отдельных их участков, а также исследование закономерностей строения и состава скоплений галактик. В ближайших галактиках изучают число и

распределение различных объектов разной светимости. При помощи спектрального анализа изучаются скорости движения и законы вращения галактик, что даёт материал для определения их масс. Изучается и сравнивается химический состав звёзд, входящих в галактики. При фотографировании галактик применяются электронные усилители яркости, сокращающие время экспонирования и позволяющие фотографировать очень слабые объекты.

Новые возможности получила В. а., применяя методы *радиоастрономии*. С их помощью были открыты принципиально новые объекты и явления в Метагалактике. К числу таких объектов относятся так называемые радиогалактики, для которых характерно необычайно мощное излучение в радиодиапазоне, происходящее, по-видимому, от элементарных частиц колоссальных энергий, движущихся в магнитных полях некоторых галактик, а также *квazarы*, природа которых изучена ещё недостаточно. Однако уже сейчас из очень больших красных смещений в спектрах большинства наблюдаемых квазаров заключают, что многие из них находятся на расстояниях в несколько миллиардов *парсек*. Светимостью и спектром с квазарами сходны так называемые квазизвёздные галактики, звездоподобные объекты, не имеющие сильного, а может быть и умеренного, радиоизлучения. Их число в десятки раз больше, чем число квазаров. В то же время есть много общего между бурными процессами в квазарах и в ядрах некоторых галактик.

Уже несколько десятилетий астрономы настойчиво изучают другие звездные системы, сходные с нашей. Этот раздел астрономии играет едва ли ведущую роль в астрономии. понемногу начали вырисовываться грандиозные контуры Метагалактики, в состав которой наша звездная система входит как малая частица.

Метагалактика – это совокупность звездных систем – галактик, движущихся в огромных пространствах наблюдаемой нами Вселенной. Ближайшие к нашей звездной системе галактики – знаменитые Магеллановы Облака. Расстояние до них – около 200 000 световых лет. Еще одна близкая к нам галактика – это туманность в созвездии Андромеды. В большие телескопы наблюдаются огромное количество галактик.

Изучение спектров галактик позволило сделать одно фундаментальное открытие все галактики удаляются от нас, причем скорость этого «разлета» растет по мере удаления галактик. Причины расширения системы являются предметом современной космологии.

#### *2.4. Современная Космология.*

Современная космология начала складываться в 20-е годы нашего века на основе общей теории относительности А. Эйнштейна. Из этой теории следует так называемая кривизна

пространства и связь кривизны с плотностью массы (энергии). Это – релятивистская космология. Еще в 1922 году русский математик и геофизик А.А. Фридман нашел решение уравнений общей теории относительности для замкнутой расширяющейся Вселенной и установил, что искривленное пространство не может быть стационарным: оно должно или расширяться, или сжиматься. Еще в XIX веке австрийский физик и астроном Кристиан Доплер обнаружил, что если источник света приближается, спектральные линии смещаются в сторону более коротких волн, если удаляются – в сторону более длинных (красных) волн. Это явление получило название эффект Доплера. На выводы А.А. Фридмана ученые обратили внимание только после открытия в 1929 году американским астрономом Эдвином Хабблом (1889-1953) «красное смещение» для далеких источников света. Красное смещение оказалось пропорциональным расстоянию до источника, что подтвердило гипотезу А. Фридмана о расширении видимой части Вселенной. Существует два различных типа моделей Фридмана:

- □ Если средняя плотность материи во Вселенной меньше некоторой критической величины, то тогда Вселенная должна быть пространственно бесконечной, т.е. современное расширение Вселенной будет продолжаться всегда.
- □ Если плотность материи во Вселенной больше той же критической величины, то гравитационное поле, порожденное материей, искривляет Вселенную, замыкая ее на себя; Вселенная в этом случае конечна, хотя и не ограничена. Вроде поверхности сферы. Это означает, что если мы отправимся в путешествие по прямой линии, мы не сможем добраться до какого-то пункта Вселенной, а просто вернемся туда, откуда начали свой путь. Гравитационные поля достаточно сильны для того, чтобы в конце концов остановить расширение Вселенной, так что рано или поздно она начнет снова сжиматься к состоянию бесконечно большой плотности.

В 1965 г. американские ученые астрономы А. Пензиас и Р. Вилсон сделали с помощью радиотелескопа (устройства, предназначенного для приема радиоизлучения космических объектов) открытие большой важности:

*Они установили, что во Вселенной имеется так называемое фоновое радиоизлучение, так называемое **реликтовое излучение**, которое образовалось на раннем этапе существования Вселенной, когда ей было всего 3 млн лет.*

Эти два экспериментально установленных положения – расширение Вселенной и реликтовое излучение – являются убедительными доводами в пользу так называемой теории «Большого взрыва», ставшей теперь общепризнанной.

В XVIII в., XIX в. и в первой половине XX в. в астрономии господствовал взгляд на Вселенную как на нечто статическое, не изменяющееся. Изучались движения планет и комет, химический состав звездных атмосфер и т.д. Но истинная картина меняющейся, богатой «скачками» и взрывами Вселенной стала ясной астрономам только во второй половине XX века.

Основываясь не теории расширяющейся Вселенной, оказалось возможным проследить развитие Вселенной в «обратную сторону», т.е. попробовать вернуться возможно дальше назад. Осуществить такую реконструкцию было далеко не просто, но все же она оказалась успешной.

По современным представлениям: В начале был Взрыв. Но только не такой взрыв, который мы знаем на Земле и который начинается из определенного места, затем распространяется дальше, захватывая все больше и больше пространства. Этот Взрыв произошел одновременно везде, заполнив с самого начала все пространство, причем каждая частица материи устремилась прочь от любой другой частицы. Всего лишь за одну сотую секунды после Взрыва Вселенная имела температуру порядка  $10^{11}$  К (100 000 миллионов градусов по шкале Кельвина). При такой высокой температуре (выше температуры центра самой горячей звезды) молекулы, атомы и даже ядра атомов не могут существовать. Вещество Вселенной пребывало в виде элементарных частиц, среди которых преобладали электроны, позитроны, нейтрино, фотоны, в малом количестве протоны и нейтроны. Плотность вещества Вселенной спустя 0,01 с после взрыва, несмотря на очень высокую температуру, была огромной – в 4 000 миллионов раз больше, чем у воды.

В конце первых трех минут после Взрыва температура вещества Вселенной, непрерывно снижаясь, достигла 1 млрд градусов по шкале Кельвина ( $10^9$  К). также снизилась плотность вещества – была близка к плотности воды. При этой, хотя и очень высокой, температуре начали образовываться ядра атомов, в частности ядра тяжелого водорода (дейтерия) и ядра гелия. Однако вещество Вселенной в конце первых трех минут состояло в основном из фотонов, нейтрино и антинейтрино. Только по истечении нескольких сотен тысяч лет начали образовываться атомы, главным образом водорода и

гелия. Силы гравитации превращали газ в сгустки, ставшие материалом для возникновения галактик и звезд.

Отсюда следует, что за последние примерно 50 лет в астрономии и астрофизике достигнуты значительные результаты в изучении звезд, галактик и Вселенной в целом, их непрерывной эволюции.

### *2.5. Эволюция звезд.*

Звезды образуются из газопылевой межзвездной среды, главным образом из водорода и гелия, в результате действия сил гравитации. Проследить эволюцию звезд помог факт, что по Вселенной существуют звезды всех «возрастов». Более того, образование новых звезд происходит и сейчас.

Под действием гравитационных сил звезда сжимается и становится все более горячей. Когда достигает приблизительно 10 млн К, внутри звезды начинается термоядерная реакция. Для звезды начинается новая стадия эволюции. Сопротивление силам гравитации будет оказывать растущее давление внутри звезды, возникшее вследствие протекания термоядерной реакции. В некоторый момент будет достигнуто равновесие. В этом состоянии звезда может существовать долгое время, излучая в пространство огромную энергию. Например, Солнце в этом состоянии будет существовать 13 млрд лет, из которых истекли 5 млрд.

Рано или поздно наступает такой момент, когда водород, необходимый для термоядерной реакции, будет израсходован. Температура и давление внутри звезды начнут снижаться, гравитационные силы начнут преобладать. Наступает новый этап эволюции звезды. Ее ядро, состоящее теперь из гелия (продукт реакции), начинает сжиматься, образуя плоскую горячую область. Но термоядерная реакция будет еще продолжаться на периферии, где еще сохранился водород. В это время, как следует из расчетов, размер звезды и ее светимость будет увеличиваться. Звезда превратится в так называемый красный гигант.

Температура гелиевого ядра достигнет 100–150 млн К, начнется новая ядерная реакция превращения гелия в углерод.

Дальнейшая эволюция звезды зависит от ее массы. Если масса звезды меньше 1,2 массы Солнца, то после того, как завершится термоядерная реакция в периферийных слоях звезды (весь водород «выгорит») и закончится ядерная реакция в ядре звезды (весь гелий превратится в углерод), внешние слои отделятся и рассеются в пространстве, а оставшиеся внутренние слои звезды, очень горячие и плотные, будут представлять собой так называемый белый карлик. Постепенно остывая, они все меньше и меньше излучают,

переходя в невидимые черные карлики. Это мертвые, холодные звезды очень большой плотности, в миллионы раз плотнее воды. Их размеры меньше размеров земного шара, хотя массы сравнимы с солнечной. Процесс остывания белых карликов длится много сотен миллионов лет. Так кончает свое существование большинство звезд.

Если масса звезды превышает 1,2 массы Солнца, то ее дальнейшая эволюция имеет другой характер. После прекращения термоядерной реакции в ядре звезды огромные гравитационные силы приводят к так называемому гравитационному коллапсу – катастрофически быстрому сжатию, в результате которого центральная область звезды становится сверхплотной нейтронной звездой (ее плотность может достигать  $10^{15}$  г/см<sup>3</sup>, т.е. превышать плотность атомных ядер), а периферические сферы сбрасываются, – это явление может наблюдаться как огромная вспышка, именуемая вспышкой сверхновой звезды.

Если центральная область звезды будет сжата до величины гравитационного радиуса (для Солнца, например, эта величина равна лишь 3 км, а для Земли – 0,9 см), то образуется так называемая черная дыра – сфера, в которой поле тяготения столь велико, что никакое излучение или частицы не могут выйти из этой сферы.

В 1967 г. были открыты пульсары – космические тела, являющиеся источниками радиоизлучения. Это излучение носит импульсный характер, причем импульсы повторяются через очень короткий промежуток времени: от долей секунды до нескольких секунд. Пульсары относят к разряду нейтронных звезд.

В 1963 г. были открыты новые астрономические объекты, находящиеся вне нашей Галактики и получившие название квазаров. Квазары удаляются от нашей Галактики с огромными скоростями – 100-200 тысяч км/сек. По сумме всех характеристик квазаров предполагается, что они представляют собой особо удаленных от нас галактик, в которых происходят поражающие своей мощностью процессы, происхождение которых еще недостаточно ясно.

## *2.6. Краткие сведения о строении Вселенной.*

Миллиарды лет энергия ядерных реакции, протекающих на Солнце, передается световым потоком на Землю. Костер, сгорающий уголь – все это ядерная энергия солнечного вещества, запасенная в разное время растениями и животными в форме энергии и энергии атомов и ядер.

Итак, как уже говорилось выше, возраст горных пород был точно измерен ядерными методами. Сейчас известно 1500 атомных ядер, но около 1200 из них получены в лабораториях, т.к. эти ядра возникали когда-то во время синтеза элементов Вселенной,

но распались за время образования Земли. 4,6 млрд лет назад завершился великий синтез элементов Солнечной системы.

Основа астрономии – наблюдения. Развитие науки состоит не только в развитии идей и теоретических объяснений, но также в улучшении практических методов. Современные представления получены в результате многовековых наблюдений астрономов разных поколений. Практическая работа астронома двойная: наблюдение и вычисление. Из отсчитываемых на инструментах чисел, которые являются непосредственным результатом наблюдения, должны быть при помощи вычисления выведены искомые значения астрономических величин. Таким образом, в XV и XVI в. создание математического аппарата, конструирование технических приборов и инструментов для наблюдения было весьма важной частью научного прогресса.

Бесконечное пространство заполнено бесчисленным количеством звезд – небесных тел, подобных нашему Солнцу. Звезды рассеяны в пространстве неравномерно и они образуют системы – галактики. Галактики имеют эллипсоидальную, сплюснутую, чечевицеобразную и другие формы. Их размеры таковы, что свет, распространяясь со скоростью 300 000 км/с, проходит от края до края за десятки или сотни тысяч лет. Расстояния между отдельными галактиками в 100-1000 раз превосходят размеры самих галактик. Число звезд в каждой галактике огромно – от 100 млн. до 100 млрд. звезд. С Земли галактики видны как слабые туманные пятна, поэтому они назывались «внегалактическими туманностями». Только в мощные телескопы можно разглядеть отдельные звезды «туманностей». Внутри галактик звезды распределены также неравномерно, образуя различные системы и подсистемы, подразделения.

Пространство между галактиками и звездами заполнено материей в виде газа, пыли, элементарных частиц, магнитного и гравитационного полей, но плотность такого рода веществ в межгалактическом пространстве очень мала. Все, что мы видим с Земли – Солнце и все звезды – образуют систему, которую мы называем «нашей Галактикой». Основное количество ее звезд мы видим (невооруженным глазом) в виде светлой белесой полосы, которая опоясывает все небо и которое называется Млечным Путем. Солнце – одна из многих млрд. звезд Галактики. Это не одинокая звезда: оно окружено планетами – темными телами. Планеты (не все) имеют спутников. Солнечной системе принадлежат астероиды, кометы, болиды и метеорные тела. Существует гипотеза, что многие звезды в нашей Галактике и других галактиках имеют планетные системы, подобные Солнечной.

Во Вселенной все находится в постоянном движении: движутся планеты и их спутники, кометы и метеориты; движутся Солнце и звезды в галактиках, движутся галактики друг относительно друга.

Нет пространства без материи и нет материи без движения.

Главное отличие астрономии от других наук – строение Вселенной выявлены в результате огромной работы, которые велись в течение тысячелетий и собирались многими поколениями астрономов-исследователей.

Вопросы.

1. Астрофизика.
2. Современная космология.
3. Звезды.
4. Строение Вселенной

3. Значение астрономии.

Астрономия и ее методы имеют большое значение в жизни современного общества.1.

1. Служба времени – специальные лаборатории, в которых решаются вопросы, связанные с измерением времени и обеспечением человечества знанием точного времени. Как правило организуются в астрономических учреждениях.
2. Ориентировка – астрономические методы ориентировки широко применяются, как и прежде, в мореплавании, в авиации и в космонавтике.
3. Составление календаря – вычисления и составления календарей, которые широко применяются в народном хозяйстве, основаны на астрономических знаниях.
4. Географические и топографические карты – составление карт, предопределение наступлений морских приливов и отливов, определение силы тяжести в различных точках земной поверхности с целью обнаружения залежей полезных ископаемых, относятся к астрономическим методам.
5. Изучение материи – исследования процессов, происходящих с различными небесными телами, позволяет астрономам изучать материю в таких состояниях, которые пока невозможно получить в земных условиях притяжения. Новейшая наука, возникшая на стыке физики и астрономии – астрофизика, – теперь способствует развитию физики, химии, математики; а они являются основой всей современной техники. Например: вопрос о внутриатомной энергии возник и начал разрабатываться астрофизиками при изучении внутреннего строения Солнца и звезд; создание искусственных спутников

Земли (космических кораблей и станций, спутников) – «идея, пришедшая из космоса», возникла благодаря астрономическим знаниям.

6. Создание нового материала – который позволил бы работать самые уникальные приборы современности: ЭВМ и компьютеры с интегральными схемами. Выращивание эмуно-устойчивых сортов картофеля и пшеницы, способствующих получению качественного урожая, стойких к болезням. Получение уникальные сварочные швы при сварке металла, получение всевозможных сортов сплавов металлов и т.д., и т.п. Все это возможно только при построении постоянных рабочих космических станции.

7. Формирование правильного мировоззрения – именно астрономия определяет положение Земли, а вместе с ней и человека в окружающем нас мире, во Вселенной. Также можно говорить о воспитательной роли астрономии с философской точки зрения. Сами наблюдения небесных тел не дают оснований непосредственно обнаружить их истинных причин, объяснить суть «загадочного» явления. При отсутствии научных знаний это приводит к неверному истолкованию явления, суевериям и мистике, к обожествлению самих явлений и отдельных небесных тел. Например, Солнце, Луна и планет обожествлялись, им поклонялись, отсюда и использование некоторыми людьми – жрецами Египта и других (история человечества знает немало таких фактов) – знаний для личного обогащения и власти. Много суеверий было связано с солнечными и лунными затмениями, с появлением комет, с явлением метеоров и болидов, падением метеоритов и т.д.; кометы считались вестниками различных бедствий на Земле – пожаров, эпидемий болезней, воин, нашествий саранчи и крыс.

Астрономия, изучая небесные явления, исследует природу, строение и развитие небесных тел и доказывает материальность Вселенной, эти же знания позволяют проникнуть в глубь молекулы и атома, живой клетки.

История астрономии показывает, что она всегда остается ареной схваток различных мировоззрений, догм и научных споров, из которых в конечном случае рождается Истина, которая движет человеческим разумом, поднимает интеллектуальный уровень и развивает интеллектуальные возможности.

### Множественность миров.

Движущей силой исследований астрономов и особенного интереса к астрономии широкого круга людей было желание узнать что-либо о других мирах: живут ли другие люди или подобные нам существа. Если сначала высказывались гипотезы о возможности жизни на Луне и других планетах. На счет обитаемости Луны споры шли до конца XIX в. Поскольку телескопы были несовершенны, изучение звезд и планет астрономами

были достаточно примитивными. Но стремление объяснить движение небесных тел и их строение «порождают» такие науки, как философия, геометрия, математика, оптика, молекулярная физика, механика и т.п.

Почему у Луны нет заметной атмосферы? Если она отделилась от Земли, то почему «она не унесла с собой и часть атмосферы? Могла ли она иметь ее, а потом потерять? Объяснения пришли лишь к концу XIX в., только после возникновения кинетической теории газов. В 1870 г. Джонстон Стоней показал, что у Земли скорость «убегания» составляет 11 км/сек, у Луны 2,4 км/сек, а при 0°C: средняя скорость молекул водорода (H) равна  $v_{\text{ср.}} = 1,6$  км/сек, водяных паров  $v_{\text{ср.}} = 0,53$  км/сек, кислорода  $v_{\text{ср.}} = 0,4$  км/сек. Отсутствие водорода в земной атмосфере доказывает, что когда  $v_{\text{ср.}}$  превышает 1/7 часть скорости «убегания» планеты или спутника, то это достаточно, чтобы газ улетучился. А наличие водяного пара в земной атмосфере доказывает, что когда  $v_{\text{ср.}}$  составляет только 1/21 часть скорости «убегания» планеты, то этого достаточно ( $v_{\text{ср.}}$  мала), чтобы Земля его удерживала около себя. Дальнейшие исследования Луны касались лишь изучения ее пейзажа.

Второй исследуемый объект – являлся Марс. В результате к 1830 г. появляются карты двух полушарий Марса; в 1877 г. были открыты «каналы» Марса, затем установлены направления вращения Марса и т.п. Другие планеты к XIX в. были мало изучены.

К концу XIX в., с появлением радиометрии, астрономы начали получать сведения о температуре поверхности планет и Луны. Например, солнечная сторона Луны нагревается свыше 100°C, тогда как неосвещенная сторона на 300°C ниже этого показателя. Полуденная температура поверхности Марса составляет около 0°C, а ночью опускается ниже -100°C. Таким же образом для Меркурия была найдена температура в 400°C. Для освещенной части Венеры температура 60°C, а для неосвещенной -20°C. Следовательно, период вращения Венеры не может быть так долог, как период обращения вокруг Солнца (225 дней) У Юпитера температура неожиданно оказалась не выше -130°C, у Сатурна -150°C, а у Урана еще ниже, примерно -200°C.

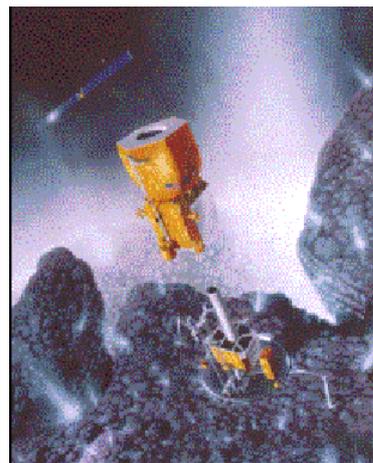
Спектральный анализ явился наиболее могущественным методом исследования из тех, которые физика того времени предоставила астрономии. Вскоре после его открытия в 1860 г. этот метод стал применяться к звездам и планетам: в атмосферах Марса и Венеры был обнаружен кислород и водяной пар в очень малых количествах – 16 % и 3% соответственно у Марса, и небольшое количество углекислого газа. Четыре внешние планеты при спектральном исследовании дали не менее неожиданные результаты: отсутствие кислорода и насыщенность устойчивых соединений метана (CH<sub>4</sub>) и аммиака (NH<sub>3</sub>), причем чем ниже температура поверхности планеты, тем больше содержание этих

соединений. Планеты Юпитер и Сатурн окутаны обширной атмосферой, состоящей из азота, водорода, гелия и метана, в которой плавают облака из кристалликов аммиака.

Итак, вопрос о множественности миров в нашей системе получил иной вид: жители Земли – единственные представители разумных существ системы, и поиски перешли на другие границы.

#### Поиск внеземных цивилизаций.

Со второй половины XX века в связи с бурным развитием космонавтики, теоретическим и практическим освоением новых объектов космической природы, получением богатого фактологического материала и созданием новых технологий, перед естествознанием возникает принципиально новая проблема – поиск форм жизни и разума. Становление данной проблемы связано с началом космической эры, с романтическим периодом космонавтики.



В 1957 году в СССР был запущен первый спутник Земли, а в 1961 году Юрий Гагарин впервые облетел вокруг планеты. В послевоенные годы возникла радиоастрономия, которая накопила достаточно богатый опыт обнаружения и анализа источников космического радиоизлучения; кибернетика и общая теория связи – передачи и приема информации между космическими цивилизациями. Все это вселяло надежду в исследователей, но уже тогда было ясно, что проблема слишком сложна и решить ее быстро вряд ли удастся. Постепенно данное направление исследований, ранее имеющее мифологическую и эзотерическую основу, приобретает научный статус. Появляются группы ученых, которые начали разработку различных подходов к решению этой проблемы: ими создаются новые гипотезы и концепции. Именно «интуитивное ощущение необходимости контакта с другими цивилизационными структурами космического характера, толкает человека к поиску внеземных форм разума» (Гиндилис Л.В. Внеземные цивилизации: Век XX//Общественные науки и современность. 2001. №1).

Учеными была разработана комплексная международная программа научных исследований, направленная на поиск внеземных цивилизаций – SETI (от английского Search of Extra Terrestrial Intelligence) – означает «поиск внеземного разума».

Первые поиски начались в Национальной радиоастрономической обсерватории США – исследовались космические сигналы. Затем широкое развитие и распространение компьютерной техники и технологий привела к созданию беспрецедентного по

количеству участников проекта – SETI, позволяющего с помощью Интернета подключать миллионы компьютеров к обработке данных, получаемых с радиотелескопов и участвовать им в поиске внеземных цивилизаций.

Может ли человек путешествовать в иные космические миры? Главное действующее лицо антропосферы, ее системообразующий элемент – Человек. Именно его особенностями и определяется характер самой этой структуры, ее пространственно-временные параметры. Пространственные пределы человека (и антропосферы) обусловлены возможностью его существования в очень узком диапазоне физико-химических параметров (наличия гравитационного и магнитного полей, температуры, давления, плотности и влажности воздуха, определенного состава атмосферы и т.п.), характерных для биосферы нашей планеты. Человек может существовать только в биосфере, параметры которой удовлетворяют очень жестким условиям.



Освоение космического пространства показало: длительное воздействие космоса крайне неблагоприятно сказывается на человеческом организме, вызывая нарушения его функций. Человек является сугубо земным существом, этим и определяется невозможность его масштабной экспансии в космос. Максимальное, что он может осуществить – это освоить околоземное космическое пространство. Но это еще не космос, а лишь грань между реальным безграничным космосом и одной из песчинок мироздания, которой является Земля.

Жесткое космическое излучение, губительное для всего живого, отсутствие силы земной гравитации, геомагнитного поля и других факторов, свидетельствует о том, что человеческая цивилизация (антропосфера) не является той системой, которая сможет расширить пространственный ареал своего обитания с планетарного уровня до космического.

Таким образом, с одной стороны, широкая экспансия человеческой цивилизации в космос невозможна в силу ее земной природы, обуславливающей необходимость существования в очень узком диапазоне физико-химических параметров, характерных именно для Земли и нехарактерных для других объектов и зон ближнего космоса.

С другой стороны, современное естествознание утверждает: космические путешествия к иным мирам – к другим космологическим вселенным – неосуществимы по вполне объективным причинам.

Понимание закономерностей земного развития, осознания универсальности планетарной истории позволяет спроецировать полученные знания и разработанные концепции на мир космоса.

#### 4. Система мира Коперника.

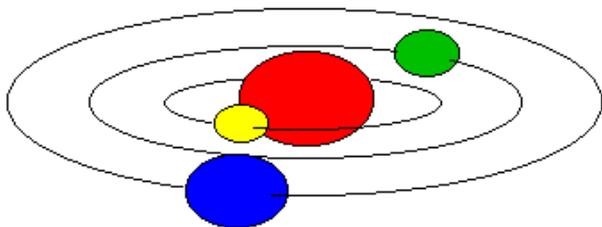
Основы новой астрономии, правильного научного мировоззрения заложены польским ученым Николаем Коперником (1473-1543). На пьедестале памятника в Варшаве написано: «Он остановил Солнце и сдвинул Землю». Новая система мира – Гелиоцентрическая (от греч. «гелиос» - Солнце), была изложена в его книге «Об обращениях небесных тел». В этой книге он математически разработал идею о движениях Земли, гелиоцентрическую теорию о строении солнечной системы. В ее основе лежали утверждения:

- В центре мира находится Солнце;
- Шарообразная Земля и все ей подобные планеты движутся вокруг одного из своих диаметров;
- Орбиты планет вокруг Солнца – кругообразные;
- Скорости движения планет постоянны, т.е. – равномерны, но чем ближе орбита к Солнцу, тем линейная скорость движения по орбите больше, и наоборот;
- Луна является спутником Земли и движется вместе с ней вокруг Солнца;
- Орбиты движения всех планет примерно находятся в одной плоскости, потому что только при этом условии видимые с Земли пути планет на небе могут располагаться вблизи эклиптики.

Меркурий и Венера в своих видимых движениях не отходят далеко от Солнца, поэтому их орбиты находятся ближе к нему, чем Земля. Марс расположен очень близко к Земле, т.к. его видимое движение по орбите самое быстрое среди внешних звезд. Затем следует более «медленный» Юпитер и совсем «медленный» Сатурн. Коперник впервые в астрономии дал правильный план строения Солнечной системы, определил относительные расстояния планет до Солнца, вычислил периоды их обращений вокруг него.

Коперник впервые в астрономии дал правильный план строения Солнечной системы, определил относительные расстояния планет до Солнца и вычислил периоды их обращений вокруг него. Хотя 3-е и 4-е утверждения были неверны, тем не менее объяснения видимых движений планет Коперником оказались просты и естественны и в

своей основе не противоречат научному объяснению этих явлений современной астрономией. Суточные и годовые видимые движения светил и планет Коперник считал кажущимися, вызванными действительными движениями Земли вокруг Солнца. А сложные видимые прямые и попятные движения планет объяснялись Коперником как результат сочетания двух действительных движений – движения Земли и движений планет по их орбитам вокруг Солнца.



При своем движении по орбитам планеты могут занимать различные положения относительно Солнца и Земли. Если наблюдатель находится на Земле, то картина движения других планет для движущейся системы отсчета будет иная, чем для неподвижного центра, если бы наблюдатель находился на Солнце.

*Характерные взаимные расположения планет относительно Солнца и Земли называются **конфигурациями планет**.*

Рассмотрим рисунок-1: пусть в некоторый момент Земля находится в нижнем положении относительно Солнца. Нижняя планета (планета V) находится в 4-х указанных на чертеже положениях  $V_1, V_2, V_3, V_4$ , то она видна с Земли:

- в нижнем соединении с Солнцем –  $V_1$ ;
- в верхнем соединении с Солнцем –  $V_3$ ;
- в наибольшей западной элонгации –  $V_2$ ;
- в наибольшей восточной элонгации –  $V_4$ .

Если верхняя планета M находится в точках  $M_1, M_2, M_3, M_4$  своей орбиты, то она видна с Земли:

- в противостоянии –  $M_1$ ,
- в соединении –  $M_3$ ;
- в западной квадратуре –  $M_2$ ;
- в восточной квадратуре –  $M_4$ .

Так объясняются конфигурации планет.

Меркурий и Венера всегда находятся вблизи Солнца – в том же созвездии или соседнем. Наибольшее угловое удаление планеты от Солнца к востоку называется наибольшей восточной элонгацией; а к западу - наибольшей западной элонгацией (точки  $V_2$  и  $V_4$ )

Нижнее Соединение планеты с Солнцем - планета проходит между Землей и Солнцем ( $V_3$ ); в этот момент планета перестает быть видимой, т.е. она приближается к западу и исчезает к моменту нижнего соединения  $V_3$ .

Верхнее Соединение планеты с Солнцем - планета проходит за Солнцем ( $V_1$ ); в этот момент планета приближается к востоку и исчезает к моменту верхнего соединения  $V_1$ . (рис.1).

Считая, что периоды обращения планет возрастают по мере их удаления от Солнца, Коперник просто и естественно объяснил петлеобразное движение планет с помощью схем на рис.2. Мы наблюдаем обращающиеся вокруг Солнца планеты с Земли, которая тоже движется вокруг Солнца. Когда верхняя планета находится около соединения ( $M_3$ ), то ее скорость направлена в сторону, противоположную скорости Земли  $v_3$  ( $T_3$ ). С Земли мы видим прямое движение планеты М – справа на лево (см. рис.2), к тому же  $v$  будет казаться увеличенной.

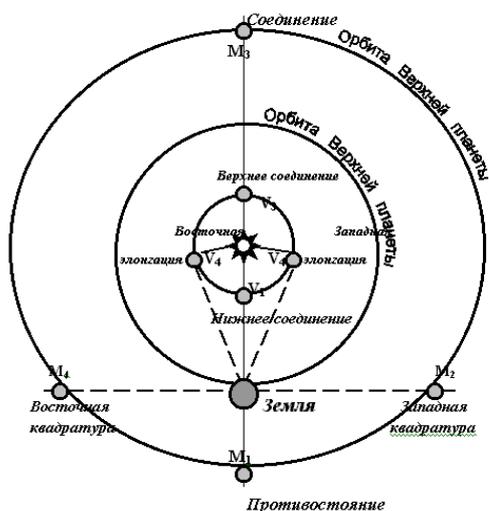


Рис. 1.

Когда верхняя планета находится около противостояния –  $M_1$ , то ее скорость и скорость Земли направлены в одну сторону; но  $v_{\text{Земли}} > v_{\text{М}}$  скорости верхней планеты, поэтому с Земли планета будет казаться движущейся в обратную сторону – попятным движением, слева направо.

Подобные рассуждения объясняют, почему нижние планеты (Меркурий и Венера) около нижнего соединения ( $V_1$ ) движутся среди звезд попятным движением, а около верхнего соединения ( $V_3$ ) – прямым движением.

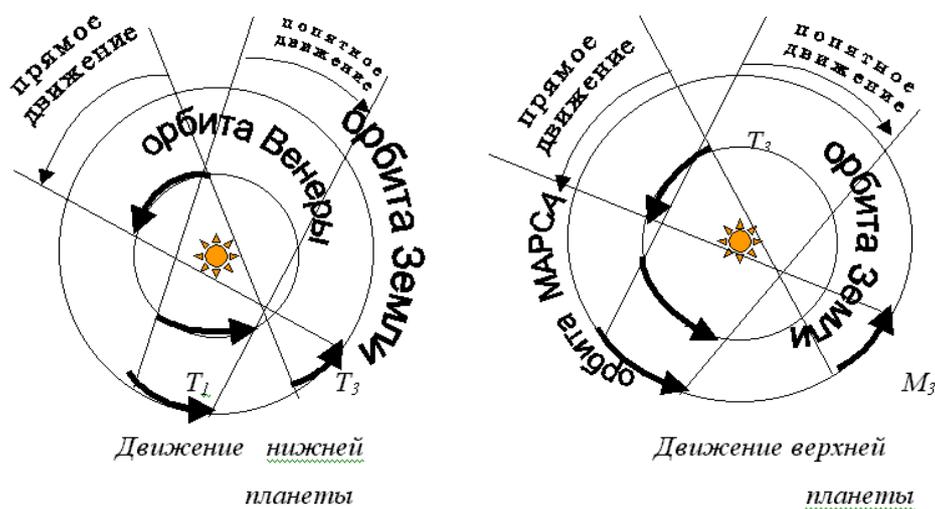


Рис. 2.

## СИНОДИЧЕСКИЕ И СИДЕРИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ОБРАЩЕНИЯ ПЛАНЕТ

Синодическим периодом обращения – S планеты называется промежуток времени между двумя последовательными одноименными конфигурациями.

Сидерическим или звездным периодом обращения – T планеты называется промежуток времени, в течение которого планета совершает один полный оборот вокруг Солнца по своей орбите.

Сидерический период обращения Земли называется звездным годом –  $T_+$ .

Между этими тремя периодами можно установить простую математическую связь из следующих соображений: угловое перемещение по орбите за сутки у любой планеты

равно  $\frac{360^\circ}{T}$ ; угловое перемещение по орбите за сутки у Земли равно  $\frac{360^\circ}{T_+}$ ; разность суточных угловых перемещений планеты и Земли есть видимое смещение планеты за

сутки –  $S$ .

Отсюда для нижних планет получим формулу:

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

для верхних планет получим:

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

эти равенства называются уравнениями синодического движения.

Непосредственно из наблюдений можно определить только синодические периоды обращений планет  $S$  и сидерический период обращения Земли, т.е. звездный год  $T_+$ . Сидерические периоды обращения планет  $T$  вычисляются по соответствующему уравнению синодического движения.

**Продолжительность звездного года равна 365,26... средних солнечных суток.**

Вопросы.

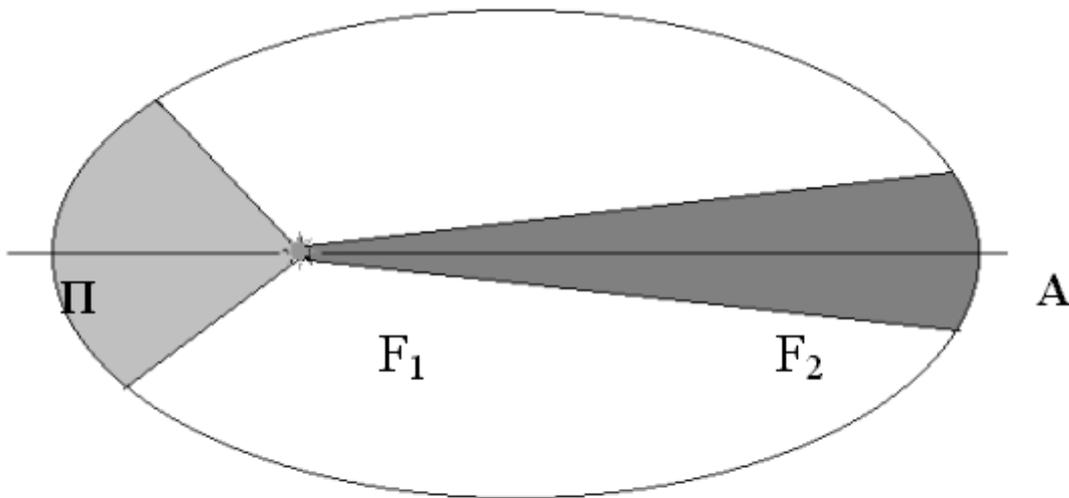
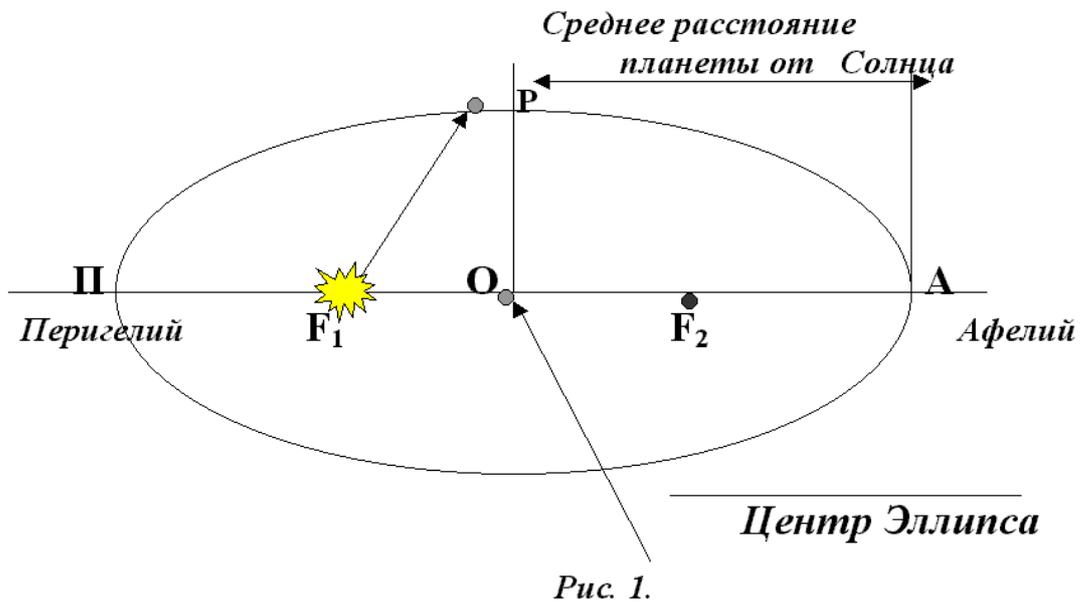
1. Мировоззрение Коперника.
2. Синодический период.
3. Сидерический период.

## 5. Законы Кеплера

Кеплер (1572-1630) был сторонником учения Коперника. Он усовершенствовал систему мира Кеплера по наблюдениям Марса, которые на протяжении 20 лет производил датский ученый астроном Тихо Браге (1546-1601). После многолетних трудов и вычислений, отказавшись от общего заблуждения, внесенных Коперником, Кеплер открыл 3 закона планетных движений:

1. Орбита каждой планеты есть эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.
2. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.
3. Квадраты сидерических периодов обращения двух планет относятся как кубы их средних расстояний от Солнца (как кубы больших полуосей их орбит):

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



Эллипс, как известно, обладает тем свойством, что сумма расстояний от какой-либо его точки до двух неподвижных точек  $F_1$  и  $F_2$ , лежащих на его оси  $AP$  и называемых фокусами, есть величина постоянная и равная большой оси  $AP$  (Рис.1). Расстояние  $OP$  (или  $OA$ ), где  $O$  – центр эллипса, называется большой полуосью, а отношение:

$$\frac{OF_1}{OP} = e$$

называется эксцентриситетом эллипса. Эксцентриситет характеризует отклонение эллипса от круга, для круга  $e = 0$ .

Орбиты планет мало отличаются от кругов, т.е. их эксцентриситеты не велики. Наименьший эксцентриситет имеет орбита Венеры:  $e = 0,007$ , наибольший – орбита Плутона:  $e = 0,247$ ; эксцентриситет Земной орбиты:  $e = 0,017$ .

Согласно закону Кеплера, Солнце находится в одном из фокусов эллиптической орбиты планеты. В одном из фокусов находится Солнце ( $F_1$ ). Тогда наиболее близкая к Солнцу точка орбиты П называется перигелием, а наиболее удаленная от Солнца точка А – афелием. Большая ось орбиты АП называется линией апсид, а линия  $F_1P$ , соединяющая Солнце и планету Р, называется радиусом-вектором планеты. Следовательно, ближе всего к Солнцу планета находится тогда, когда она проходит перигелий своей орбиты, и дальше – когда она проходит афелий.

Расстояние планеты от Солнца в перигелии:

$$q = a \cdot (1 - e)$$

в афелии:

$$Q = a \cdot (1 + e)$$

Скорость движения планеты в перигелии:

$$g_q = g_c \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

в афелии:

$$g_Q = g_c \sqrt{\frac{1-e}{1+e}},$$

где:  $v_c$  – средняя скорость планеты при круговой орбите. Она равна:

$$v_c = 29,78 \text{ км/сек} \approx 29,8 \text{ км/сек.}$$

Законы Кеплера, опубликованные в 1609-1619 гг. знаменуют собой начало новой астрономии: первый закон заменяет круговое движение планет (по Копернику) эллиптическим (по Кеплеру); второй закон устраняет равномерность орбитальных движений планет и устанавливает различие скоростей движения в каждой точке планетной орбиты; третий закон определяет масштабность солнечной системы, отсутствовавшую в геоцентрических построениях деферентов и эпициклов.

Законы Кеплера показывают, что совокупность планет представляют собой механическую систему, управляемую единой силой, источник которой находится в Солнце, лежащем в фокусе каждой из планетных орбит.

Вопросы.

1. Законы Кеплера.
2. Периоды обращения планет.

6. Луна

### Общие сведения:

*среднее расстояние от Земли до Луны 384 402 км; максимальное 406 701 км, минимальное 356 414 км.  
масса Луны –  $81,3 \cdot M_{\text{Луны}} = M_{\text{Земли}}$ ; радиус – 1737 км;  
температура – колеблется от  $+130^\circ\text{C}$  в полдень до  $-170^\circ\text{C}$  в полночь; солнечные сутки на Луне = 29,5 суток земных.*

Видимые движения Луны и планет относительно звезд были известны еще древним наблюдателям неба. Эти движения обусловлены: обращением Луны вокруг Земли, движением Земли и планет вокруг Солнца.

**Движение Луны вокруг Земли происходит в направлении, противоположном суточному вращению неба, в пределах близкого к эклиптике пояса небесной сферы, и завершается в период лунного месяца.**

Луна непрерывно изменяет свой внешний вид, который называется ф а з о й. Фазы Луны обусловлены тем, что она является темным шарообразным телом, половина поверхности которого всегда освещена Солнцем. При различных взаимных положениях Солнца, Луны и Земли освещенная половина лунной поверхности представляется земному наблюдателю в разных фазах, т.е. облик Луны циклично изменяется каждый месяц. Половина Луны всегда сияет отраженным солнечным светом, но наблюдатель с Земли не всегда могут видеть ее целиком. На диаграмме лунных фаз можно видеть положение Луны во внутреннем кольце; по краю внешнего кольца изображены соответствующие фазы Луны при наблюдении с Земли (Рис. 1).

Солнце отстоит от Земли значительно дальше, чем Луна (в 390 раз).

Когда Солнце и Луна находятся в одном направлении, мы вообще не видим Луну. С течением времени мы наблюдаем рост лунного диска до тех пор, пока Луна не окажется на противоположной стороне орбиты. Теперь ее лик полностью освещен. После полнолуния диск начинает постепенно уменьшаться, вплоть до полного исчезновения. Он пропадает из виду на 2-3 дня, а затем снова возникает в образе прибывающего месяца.

Изменения лунного лика происходят из-за того, что Луна является сферическим небесным телом, вращающимся по орбите и отражающим солнечный свет. Это «холодный» мир, небесное зеркало, не испускающее собственного излучения. Половина поверхности Луны всегда отражает солнечный свет.

Положение  $L_1$  Луны называется фазой н о в о л у н и я. В момент новолуния она заходит за горизонт приблизительно одновременно с Солнцем. Каждый вечер Луна будет «уходить» от Солнца к востоку, а ее серп будет все более утолщенным. Через неделю после новолуния Луна при заходе Солнца будет видна близ меридиана в виде освещенного полукруга (выпуклостью вправо) – это положение  $L_2$  называется п е р в о й ч е т в е р т ь ю.

Еще через неделю Луна будет видна в стороне, прямо противоположной Солнцу. Эта фаза соответствует положению  $L_3$  и называется п о л н о л у н и е м. Теперь видна вся освещенная Солнцем половина лунной поверхности.

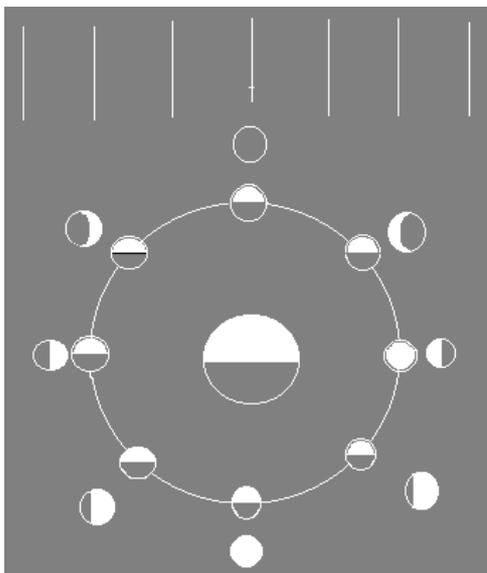


Рис.1 (а). На рисунке хорошо видны теневые стороны Луны и ее виды в различные фазы

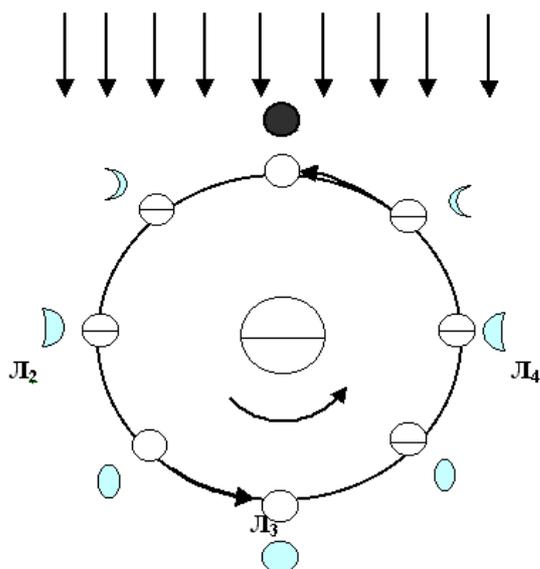


Рис. 1 (б). Лунные фазы при наблюдениях с Земли в течение синодического месяца.

В это время Луна восходит близ времени захода Солнца, заходит с его восходом и бывает, видна на небе всю ночь.

По прошествии следующей недели Луна переместится по орбите в положение  $L_4$ , соответствующая фаза называется последней четвертью. Теперь Луна восходит около полуночи, а заходит днем и вновь видна в фазе освещенного полукруга, но уже обращенного выпуклостью влево. Истек месяц, и Луна опять возвращается к новолунию, после чего ее фазы повторяются в том же порядке.

После новолуния или перед ним Луна видна в виде узкого серпа – можно видеть весь ее диск, светящимся тусклым, серым, пепельным светом.

Масса Луны достаточно велика для того, чтобы изменять форму Земли и вызывать приливы в озерах и океанах.

Период обращения Луны вокруг Земли примерно соответствует календарному месяцу. Если бы в календаре использовалось дробное число месяцев, то в году должно быть 12,37 месяца, т.к. период составляет 29 суток 12 часов 44 минут 2,8 секунд. Этот период называется синодическим месяцем и равен интервалу времени, когда Луна проходит всю последовательность фаз – новолуние, первую четверть, полнолуние, третью четверть, новолуние. Т.е. завершает один полный оборот вокруг Земли относительно Солнца.

Но так как за это время Земля продвигается по своей орбите вперед примерно на  $30^\circ$ , то истинный, т.е. сидерический месяц, измеряемый по отношению к звездам, короче синодического месяца (немного меньше, чем на двое суток). В среднем продолжительность сидерического месяца 27 суток 7 часов 43 минуты 11,5 секунд.

Чтобы понять причину различия в продолжительности этих двух месяцев рассмотрим рис. 2, где в качестве исходного момента взяли новолуние (а), когда Солнце, Луна и Земля находятся на одной прямой; видно, что Луна возвращается к тому же самому положению по отношению к звездам раньше, чем она опять достигнет фазы новолуния, потому что за это время Земля совершит часть своего обращения вокруг Солнца.

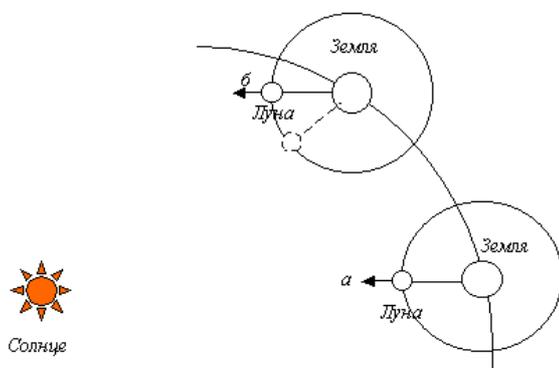


Рис. 2. Сидерический месяц короче синодического месяца. Луна еще не в новолунии (положение б), хотя она завершила оборот вокруг Земли по отношению к звездам.

Самым любопытным в движении Луны является факт:

Луна поворачивается вокруг своей оси с той же средней скоростью, с какой она обращается вокруг Земли.

В связи с этим мы всегда видим одно и то же полушарие поверхности Луны и никогда не видим другого полушария. Например: возьмите мяч и держите его на вытянутой руке, медленно поворачивайтесь вокруг него. Когда вы один раз обернулись вокруг мяча, то же самое происходит и с мячом, но вы все время видите одну и ту же сторону мяча.

Траектория Луны вокруг Земли – не окружность, а эллипс. А это вызывает интересный эффект:

❖ □ при движении по эллипсу скорость движения Луны неравномерна;

Все эти эффекты позволяют видеть частичное «запретное» для нас полушарие, которые называются л и б р а ц и я м и . Если просуммировать все либрации, то они дают нам возможность в разное время видеть до 59% поверхности Луны, тогда как 41% вообще невозможно увидеть.

При наблюдениях восходящей или заходящей Луны неожиданный эффект создает атмосфера Земли:

\* □ лучи света отклоняются до такой степени, что целиком Луну (или Солнце) можно видеть еще до того, как она действительно взошла, и после того, как она в действительности зашла за горизонт. Причина в рефракции света: при переходе из пустоты в атмосферу рефракция света составляет как раз около полу градуса, т.е. примерно равна видимому диаметру Луны. Таким образом, когда верхний край Луны должен был быть еще не видимым (если бы не было атмосферы), то благодаря рефракции света Луна как бы поднимается и становится видимой.

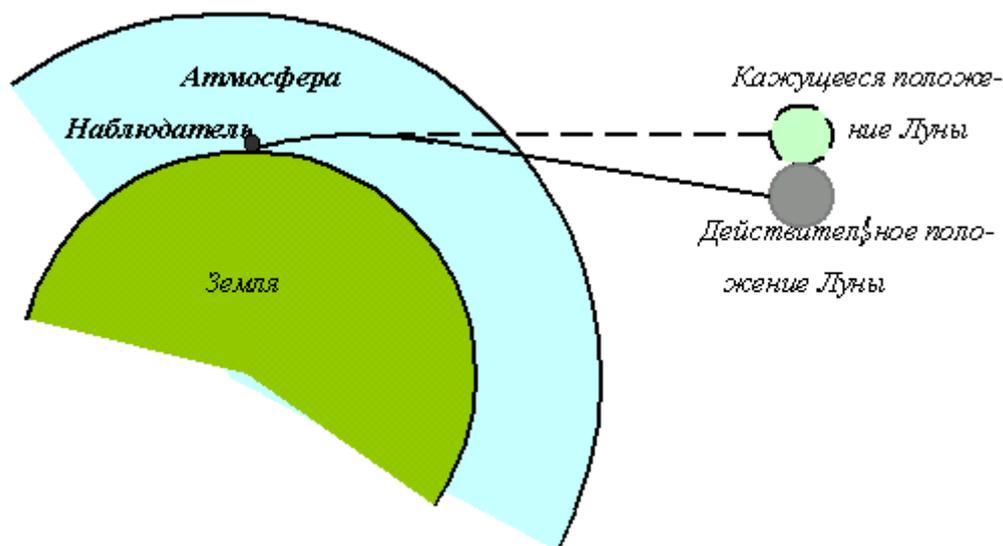


Рис. 3. Рефракция в земной атмосфере видимым образом поднимает Луну (или Солнце) над горизонтом, хотя фактически она зашла.



Изучение Луны начал Г. Галилей, впервые направив на нее построенный им телескоп. В 1610 г. в опубликованной статье впервые описал лунную поверхность, как «неровную, шероховатую, испещренную углублениями и возвышенностями, не сферическую», в противовес тому, что было известно до него, т.е. «как полагал великий легион философов» (Галилео Галилей, «Звездный Вестник» 1610 г.). Около 60% лунного диска занимают светлые области – «материки», а 40% занимают темные «моря». Наиболее эффектными деталями лунной поверхности являются кратеры – это результат выпадения на поверхность Луны метеорных тел.

По аналогии с Землей, на Луне выделяют:

- ❖ □ маары – мелкие круговые впадины  $d=5$  км, обрамленные более высокими краями;
- ❖ □ кальдеры – кратеры с плоским дном, расположенные на вершине горы;
- ❖ □ куполообразные горы – с небольшими кратерами на вершине.
- ❖ □ Протяженные системы лучей, гигантские трещины и борозды.

«Моря» это области, заполненные темным веществом, напоминающую вулканическую лаву. Краевые поднятия на периферии морей называются кордильерами. Различная яркость отдельных участков объясняется тем, что «материки» отражают 9% солнечных лучей, а «моря» – 4%.

Маршрут Луны в земном небе определяется гравитацией.

Луна является объектом, вызывающим приливы на Земле. Эта способность есть прямое следствие гравитационного притяжения Земли Луной. Причина приливов ясно изложена в Ньютоном в законах всемирного тяготения. По этим законам: сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния от объекта, откуда следует, что разные точки Земли притягиваются к Луне с разными силами, это приводит к возмущениям, которые стремятся растянуть земной шар в направлении по прямой с Луной. Отсюда и приливообразующие силы.

Но самая интересная особенность этой приливообразующие силы – обратная сторона Земли (не обращенная к Луне) подвергается почти точно такому же возмущению! Это объясняется следующим образом: когда обращенная к Луне сторона Земли притягивается к ней, то круглое сечение Земли сплющивается. Отсюда как следствие вышло и впоследствии было доказано, что Земля – есть упругий шар, более упругий, чем сталь.

Начиная с 1959 г. на Луну были отправлены различные зонды, автоматические межпланетные станции и автоматические лаборатории. С 1969 г. до декабря 1972 г. на поверхность Луны были высажены всего 12 человек – астронавты США, общее

количество часов на Луне – 300; были установлены комплекты научной аппаратуры – сейсмометры, магнитометры, лазерные отражатели, собрано около 400 кг лунной породы.

Из этих исследований мы узнали следующее:

- ❖ □ Образцы лунных пород состоят из тех же элементов, что и земные породы, но в них гораздо меньше платины, серебра и золота.
- ❖ □ В результате длительной бомбардировки метеоритами на поверхности образовался рыхлый обломочный покров толщиной около 6 метров, который называется реголитом.
- ❖ □ Лунную поверхность постоянно сотрясают лунотрясения в 2 бала по шкале Рихтера, порой до 3000 раз в год.
- ❖ □ Строение Луны: кора – 60 км; верхняя мантия – 250 км; средняя мантия – на глубине 300-800 км, нижняя мантия и небольшое железное ядро образуют астеносферу радиусом несколько сотен км; это зона пониженной прочности, возможно в частично расплавленном состоянии. – порядка 1800 К.
- ❖ □ Атмосферы на Луне нет, но есть сильно разреженная газовая оболочка из водорода, гелия, неона и аргона.
- ❖ □ Возраст пород – от 3,13 до 4,4 млрд лет.
- ❖ □ Луна медленно удаляется от Земли – примерно на 4 см/год.

Вопросы.

1. Луна.
2. Фазы Луны.
3. Лунные затмения.

7. Кометы



Кометы – тела Солнечной системы, имеющие вид туманных объектов, обычно со светлым сгустком-ядром в центре и хвостом. Они принадлежат к числу наиболее красивых небесных тел. Светлые туманные оболочки, окружающие небольшое ядро, длинный хвост, тянущийся иногда на полнеба, быстрое движение среди звезд – все это делает комету непохожей на остальные небесные светила. Кометы могут наблюдаться тогда, когда небольшое ледяное тело, называемое ядром кометы, приближается к Солнцу на расстояние, меньшее 4–5 а.е., прогревается его лучами и из него начинают выделяться газы и пыль, которые видны в результате их освещения Солнцем.

Газы и пыль, выделяющиеся из ядра, создают вокруг него туманные оболочки – атмосферу кометы, составляющие вместе с ядром голову кометы. Атмосфера кометы непрерывно рассеивается в межпланетное пространство: под действием светового давления и взаимодействия с солнечным ветром газы и пыль уносятся в направлении от Солнца, образуя хвосты комет.



У большинства комет в середине головы наблюдается яркое звездообразное «ядро», представляющее собой свечение центральной, наиболее плотной зоны газов вокруг истинного ядра кометы. Голова кометы и ее хвост не имеют резких очертаний. Их видимые размеры зависят от интенсивности выделения газов и пыли из ядра, определяемой размерами ядра и его близостью к Солнцу, а с другой стороны, от обстоятельств наблюдений; в первую очередь от яркости фона неба. Время от времени та или иная комета сближается с какой-либо массивной планетой, и это приводит к резкому изменению ее орбиты.

Поперечник головы кометы составляет десятки и сотни тысяч километров, но, например, у кометы 1680 г. и у яркой кометы 1811 г. он превышал миллион километров, т.е. был почти равен поперечнику Солнца. Вдоль хвоста кометы яркость уменьшается

постепенно, и потому длина видимой части хвоста – до того места, где он сливается с фоном неба, – зависит от черноты неба, от применяемого телескопа и др. причин. Обычно длина видимой части хвоста составляет миллионы и десятки миллионов километров. Но у яркой кометы 1680 г., имевшей гигантскую голову, хвост был виден на протяжении 300 млн. километров, т.е. его длина была вдвое больше расстояния от Земли до Солнца.

Наблюдения ярких комет позволили астрономам накопить ценные данные о кометных хвостах, послужившие основой для изучения их природы.

Как показали спектроскопические наблюдения, свечение оболочек и хвоста кометы создается главным образом газовыми молекулами и пылью. Голова и хвост кометы совершенно прозрачны. Когда комета оказывается между Землей и какой-либо звездой, свет звезды доходит до нас без заметного ослабления. Значит, газы и пыль в кометах чрезвычайно разрежены.

Согласно классификации, предложенной в 70-х годах XIX в. русским астрономом Ф.А. Бредихиным, все кометные хвосты подразделяются на три типа:

- ⇒       □   Хвосты I типа направлены прямо от Солнца;
- ⇒       □   Хвосты II типа изогнуты и отклоняются назад по отношению к орбитальному движению кометы;
- ⇒       □   Хвосты III типа почти прямые, но заметно отклоняются назад.

При некоторых взаимных положениях Солнца, кометы и Земли хвосты II и III типов кажутся земному наблюдателю направленными к Солнцу, т.е. образуют так называемые аномальные хвосты. Современные исследования позволили установить, что хвосты I типа – плазменные, имеют струйчатую структуру и состоят из ионизированных молекул, которые с большим ускорением уносятся прочь от ядра вследствие электромагнитного взаимодействия с солнечным ветром. Хвосты II типа образованы пылевыми частицами разной величины, непрерывно выделяющимися из ядра. Хвосты III типа появляются в том случае, когда из ядра одновременно выделяется целое облако пылинок. Пылинки разной величины получают различное ускорение под действием светового давления, и потому такое облако растягивается в полосу – хвост кометы. Изредка наблюдается прямой натриевый хвост, направленный приблизительно вдоль плазменного хвоста (хвоста I типа). Нейтральные молекулы, присутствующие в голове кометы, приобретают под действием светового давления приблизительно такие же ускорения, как и пылевые частицы, и потому должны двигаться в направлении хвоста II типа. Однако время их жизни до ионизации и диссоциации солнечным излучением всего несколько часов, и они не успевают продвинуться далеко в хвост II типа.

Около 1950 г. удалось установить, что ядра комет – это сравнительно небольшие ледяные тела, состоящие из замерших газов, перемешанных с некоторым количеством нелетучих каменистых веществ. Поперечники ядер бывают обычно от нескольких сотен метров до нескольких километров и поэтому ядра не видны.

Когда комета подходит ближе к Солнцу и испарение усиливается, то становятся видны туманные оболочки головы кометы.

Не только пылинки, но также более крупные частицы покидают ядро, увлекаемые потоком испаряющихся газов. Кометные ядра столь малы, что сила тяжести на их поверхности в десятки тысяч раз меньше, чем на Земле.

Свечение газов в кометах – это переизлучение солнечного света, причем переизлучаются лишь лучи определенных длин волн, характерных для данных молекул.

Как показывает изучение спектров, почти у всех комет излучение головы порождается нейтральными молекулами, состоящими из двух или трех атомов. В 70-х годах было установлено присутствие в кометах атомарного кислорода, водорода и углерода. В 1974 г. впервые удалось обнаружить радиоизлучение кометных молекул.

Кометы являются членами Солнечной системы. Они движутся вокруг Солнца по вытянутым эллиптическим орбитам различных размеров, как угодно ориентированным в пространстве. Известно около 100 периодических и короткопериодических комет, которые через несколько лет или десятков лет приближаются к Солнцу, растрачивая при этом каждый раз некоторую часть своего ядра. Существование периодических комет было установлено в конце XVII в. английским астрономом Э.Галлеем, который вычислил орбиты комет, наблюдавшихся в 1531, 1607 и 1682 г.г. и обнаружил их удивительное сходство. В дальнейшем подтвердилось, что это были различные приближения к Солнцу одной и той же кометы, получившей название кометы Галлея. Она возвращается к Солнцу с периодом около 76 лет.

Большинство комет имеют орбиты, в тысячи раз большие в поперечника планетной системы. Они приближаются к Солнцу через промежутки времени в миллионы лет. Поэтому, в отличие от короткопериодических комет, предсказать их появление невозможно. У таких комет, когда они находятся очень далеко от Солнца, орбиты меняются под действием притяжения ближайших звезд. В то же время у всех комет при их движении в области, занятой планетами, орбиты изменяются под действием планетных притяжений.

Вопросы.

1. Виды комет.
2. Движение комет.

### 3. Состав комет.

## 8. Планеты

### 8.1. Планеты – гиганты.

*Планеты-гиганты* - самые большие тела Солнечной системы после Солнца: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Они располагаются за Главным поясом астероидов и поэтому их ещё называют "внешними" планетами. Юпитер и Сатурн - газовые гиганты, то есть они состоят в основном из газов, находящихся в твёрдом состоянии: водорода и гелия. А вот Уран и Нептун были определены как ледяные гиганты, поскольку в толще самих планет вместо металлического водорода находится высокотемпературный лёд. **Планеты-гиганты** во много раз больше Земли, но по сравнению с Солнцем, они совсем не большие: Компьютерные расчёты показали, что планеты-гиганты играют важную роль в деле защиты внутренних планет земной группы от астероидов и комет. Не будь этих тел в Солнечной системе, наша Земля в сотни раз чаще подвергалась бы падению астероидов и комет! Как же планеты-гиганты защищают нас от падений незваных гостей? Вы наверняка слышали о "космическом слаломе", когда автоматические станции, направляемые к далёким объектам Солнечной системы, совершают "гравитационные манёвры" около некоторых планет. Они подходят к ним по заранее рассчитанной траектории и, используя силу их притяжения, разгоняются ещё сильнее, но не падают на планету, а "выстреливают" слово из пращи с ещё большей скоростью, чем на входе и продолжают своё движение. Тем самым экономится топливо, которое было бы нужно для разгона одними только двигателями. Точно также планеты-гиганты выбрасывают за пределы Солнечной системы астероиды и кометы, которые пролетают мимо них, пытаясь прорваться к внутренним планетам, в том числе к Земле. Юпитер, со своими собратьями, увеличивает скорость такого астероида, сталкивает его со старой орбиты, тот вынужденно меняет свою траекторию и улетает в космическую бездну. Так что, без **планет-гигантов**, жизнь на Земле вероятно была бы невозможна из-за постоянных метеоритных бомбардировок.

*Юпитер - самая большая планета-гигант.*

Первым по порядку от Солнца, из планет-гигантов, идёт Юпитер. Это и самая большая планета Солнечной системы. Иногда говорят, что Юпитер - не состоявшаяся звезда. Но, чтобы запустить собственный процесс ядерных реакций, Юпитеру не хватает массы, причём довольно много. Хотя, масса потихоньку растёт за счёт поглощения межпланетного вещества - комет, метеоритов, пыли и солнечного ветра. Один из вариантов развития Солнечной системы показывает, что если так пойдёт и дальше, то Юпитер вполне может стать звездой или коричневым карликом. И тогда наша

Солнечная станет двойной звёздной системой. Кстати, двойные звёздные системы - обычное дело в окружающем нас Космосе. Одиночных звёзд, вроде нашего Солнца, - гораздо меньше. Существуют расчёты, показывающие, что уже сейчас Юпитер излучает больше энергии, чем поглощает её от Солнца. И если это действительно так, то ядерные реакции уже должны идти, иначе энергии взяться просто неоткуда. А это уже признак именно звезды, а не планеты. В 1989 году к Юпитеру был запущен аппарат "Галилео". За 8 лет работы, он сделал уникальные снимки самой планеты-гиганта, спутников Юпитера, а также провёл множество измерений. Что творится в атмосфере Юпитера и в его недрах - остаётся только догадываться. Зонд аппарата "Галилео" спустившись в его атмосферу на 157 км., выдержал всего 57 минут, после чего был раздавлен давлением в 23 атмосферы. Но, он успел сообщить о мощных грозах и ураганных ветрах, также передал данные о составе и температуре. Ганимед, самый большой из спутников Юпитера, является и самым большим из спутников планет в Солнечной системе. В самом начале исследований, в 1994 году "Галилео" наблюдал падение кометы Шумейкеров-Леви на поверхность Юпитера и прислал изображения этой катастрофы. С Земли это событие наблюдать было нельзя - только остаточные явления, которые стали видны по мере вращения Юпитера.

### *Сатурн.*

Далее идёт не менее знаменитое тело Солнечной системы - планета-гигант Сатурн, который известен прежде всего благодаря своим кольцам. Кольца Сатурна состоят из частичек льда, размером от пылинок до довольно больших кусков льда. При внешнем диаметре колец Сатурна 282000 километров, их толщина - всего около ОДНОГО километра. Поэтому, при взгляде сбоку, кольца Сатурна не видны. Но, у Сатурна есть и спутники. Сейчас открыто около 62 спутников Сатурна. Самый большой спутник Сатурна - Титан, размер которого больше планеты Меркурий! Но, он состоит в значительной мере из замёрзшего газа, то есть легче Меркурия. Если Титан переместить на орбиту Меркурия, то ледяной газ испарится и размеры Титана сильно уменьшатся. Ещё один интересный спутник Сатурна - Энцелад, привлекает учёных тем, что под его ледяной поверхностью есть океан жидкой воды. А если так, то в ней возможна и жизнь, ведь и температуры там положительные. На Энцеладе открыты мощные водяные гейзеры, бьющие в высоту на сотни километров. Исследовательская станция "Кассини" находится на орбите Сатурна с 2004 года. За это время собрано множество данных о самом Сатурне, его спутниках и кольцах. Так же осуществлена посадка автоматической станции "Гюйгенс" на поверхность Титана, одного из спутников Сатурна. Это была первая в истории посадка зонда на поверхность небесного тела во Внешней части Солнечной системы. Несмотря на свои значительные размеры и массу, плотность Сатурна примерно в 9.1 раза меньше плотности Земли. Поэтому, ускорение свободного падения на экваторе - всего 10,44 м/с<sup>2</sup>. То есть, совершив там посадку, мы бы не почувствовали возросшей силы тяжести.

### *Уран - ледяной гигант.*

Атмосфера Урана состоит из водорода и гелия, а недра - из льда и твёрдых горных пород. Уран выглядит довольно спокойной планетой, в отличие от буйного Юпитера, но всё-же в его атмосфере были замечены вихри. Если Юпитер и Сатурн называют газовыми гигантами, то Уран и Нептун - ледяные гиганты, поскольку в их недрах отсутствует металлический водород, а вместо него много льда в различных высокотемпературных состояниях. Уран выделяет очень мало внутреннего тепла и поэтому является самой холодной из планет Солнечной системы - на нём зарегистрирована температура  $-224^{\circ}\text{C}$ . Даже на Нептуне, который находится дальше от Солнца - и то теплее. У Урана есть спутники, но они не очень крупные. Самый большой из них, Титания, в диаметре более чем в два раза меньше нашей Луны. отличие от других планет Солнечной системы, Уран как бы лежит на боку - его собственная ось вращения лежит почти в плоскости вращения Урана вокруг Солнца. Поэтому, он поворачивается к Солнцу то Южным, то Северным полюсами. То есть, солнечный день на полюсе длится 42 года, а потом сменяется на 42 года "полярной ночи", во время которой освещён противоположный полюс. Этот снимок сделан телескопом Хаббл в 2005 году. Видны кольца Урана, светло окрашенный южный полюс и яркое облако в северных широтах. Оказывается, не только Сатурн украсил себя кольцами! Любопытно, что все планеты носят имена римских богов. И только Уран назван именем бога из древнегреческой мифологии. Ускорение свободного падения на экваторе Урана -  $0,886\text{ g}$ . То есть, сила тяжести на этой планете-гиганте даже меньше чем на Земле! И это несмотря на его огромную массу... Виной этому - опять же малая плотность ледяного гиганта Урана. Космические аппараты пролетали мимо Урана, делая попутно снимки, но детальных исследований пока не проводилось. Правда, NASA планирует отправить к Урану исследовательскую станцию в 2020-ых годах. Есть планы и у Европейского космического агентства.

### *Нептун.*

Нептун - самая дальняя планета Солнечной системы, после того, как Плутон "разжаловали" в "карликовые планеты". Как и остальные планеты-гиганты, Нептун значительно больше и тяжелее Земли.

Нептун находится довольно далеко от Солнца и поэтому стал первой планетой, открытой благодаря математическим вычислениям, а не при помощи прямых наблюдений. Планета была зрительно обнаружена в телескоп 23 сентября 1846 года астрономами Берлинской обсерватории, на основании предварительных расчётов французского астронома Леверье. Любопытно, что судя по рисункам, Галилео Галилей наблюдал Нептун задолго до этого, ещё в 1612 году, в свой первый телескоп! Но... он не распознал в нём планету, приняв за неподвижную звезду. Поэтому, Галилей не считается

первооткрывателем планеты Нептун. Несмотря на свои значительные размеры и массу, плотность Нептуна примерно в 3,5 раза меньше плотности Земли. Поэтому, на экваторе сила тяжести - всего 1,14 g, то есть почти как на Земле, как и у двух предыдущих планет-гигантов.

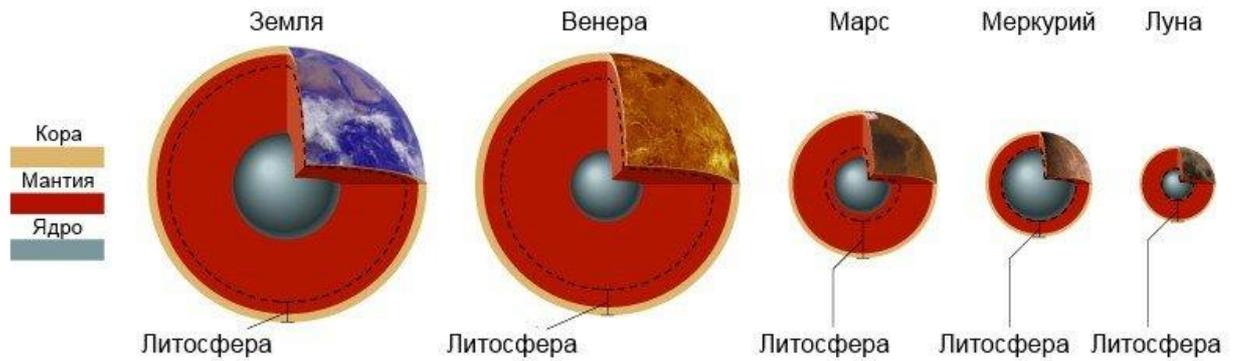
Вопросы.

1. Опишите каждую планету.
2. Почему их отнесли к планетам – гигантам.

## 8.2. Планеты Земной группы.

**Планета земного типа** – небесное тело, представленное силикатными породами или металлом, и обладает твердым поверхностным слоем. Это главное отличие от газовых гигантов, наполненных газами. Термин взят от латинского слова «Тerra», что переводится как «Земля». Ниже представлен список, где указано какие есть планеты земной группы. Все тела наделены схожей структурой: ядро из металла, наполненное железом и окруженное мантией из силикатов. Их поверхностный шар укрыт кратерами, вулканами, горами, каньонами и прочими формированиями. Есть вторичные атмосферы, созданные вулканической активностью или прибытием комет. Обладают малым количеством спутников или вообще лишены подобных особенностей. У Земли – Луна, а у Марса – Фобос и Деймос. Не наделены кольцевыми системами. Давайте посмотрим, как выглядит характеристика планет земной группы, а также подметим в чем их сходства и отличия на примере Меркурия, Венеры, Земли и Марса.

*Меркурий* - наименьшая планета в системе, достигающая 1/3 земного размера. Наделена тонким атмосферным слоем, из-за чего постоянно замерзает и накаляется. Характеризуется высокой плотностью с железом и никелем. Магнитное поле достигает лишь 1% от земного. На поверхности заметно множество глубоких кратерных шрамов и слабый слой силикатных частичек. В 2012 году заметили следы органического материала. Это строительные блоки для жизни, а также нашли водяной лед.



*Венера* по размеру напоминает Землю, но ее атмосфера слишком плотная и переполнена монооксидом углерода. Из-за этого тепло удерживается на планете, делая ее самой раскаленной в системе. На большей части поверхности расположены активные вулканы и глубокие каньоны. Лишь нескольким аппаратам удалось проникнуть на поверхность и выжить на короткий временной промежуток. Кратеров мало, потому что метеоры сгорают.

*Земля* - самая крупная в земном типе и обладает огромным количеством жидкой воды. Она нужна для жизни, которая развивается во всех формах. Есть скалистая поверхность, укрытая каньонами и возвышенностями, а также тяжелое металлическое ядро. В атмосфере присутствует водяной пар, способствующий смягчению суточного температурного режима. Есть смена регулярных сезонов. Наибольший нагрев достается участкам возле экваториальной линии. Но сейчас показатели растут из-за человеческой деятельности.

*Марс* располагает самой высокой горой в Солнечной системе. Большая часть поверхности представлена древними отложениями и кратерными формированиями. Но можно найти и более молодые участки. Есть полярные шапки, сокращающие свой размер в летний и весенний периоды. По плотности уступает Земле, а ядро твердое. Исследователи пока не добыли доказательства жизни, но есть все намеки и условия в прошлом. Планета обладает водяным льдом, органикой и метаном.

Вопросы.

1. Опишите

## Формирование и общие черты



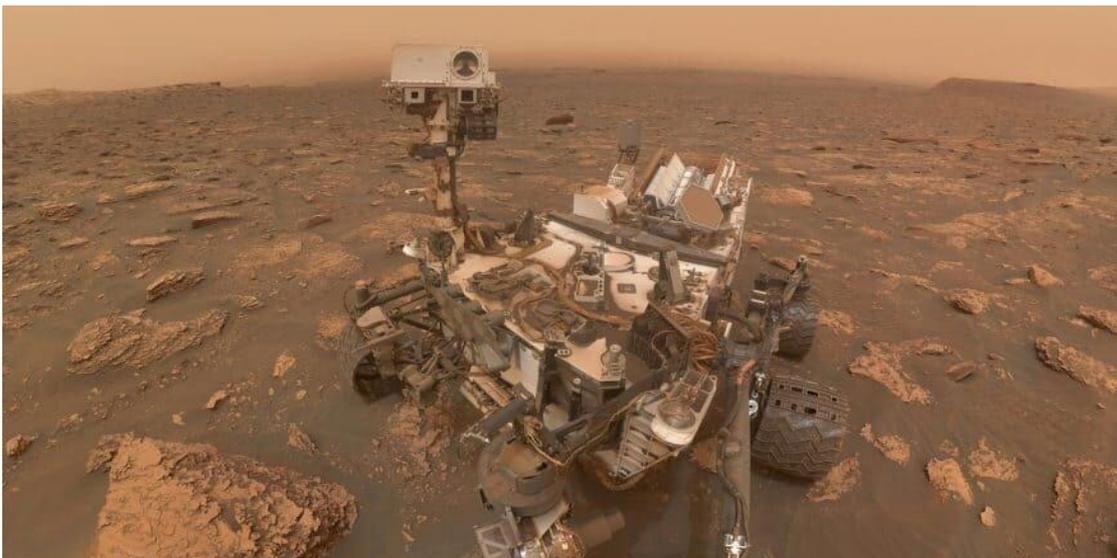
Фобос и Деймос - вероятные планетозимали

Полагают, что планеты земного типа появились первыми. Изначально пылинки сливались, создавая большие объекты. Они располагались ближе к Солнцу, поэтому летучие вещества испарялись. Небесные объекты разрастались до километрового размера, становясь планетезималиями. Затем и они накапливают все больше пыли.

Анализ показывает, что на раннем этапе развития Солнечной системы могло присутствовать около сотни протопланет, чьи размеры варьировались между Луной и Марсом. Они постоянно сталкивались, за счет чего сливались, выбрасывая мусорные осколки. В итоге, уцелели 4 крупные планеты земной группы: Меркурий, Венера, Марс и Земля.

Все они отличаются высоким показателем плотности, а состав представлен силикатами и металлическим железом. Крупнейшим представителем земного типа выступает Земля. Эти планеты также выделяются общей структурой строения, включающей ядро, мантию и кору. Лишь у двух планет (Земля и Марс) есть спутники.

## Текущие исследования



Исследователи считают, что планеты земного типа – лучшие кандидаты в обнаружении жизни. Конечно, выводы основаны на том, что единственная планета с жизнью – Земля, поэтому ее характеристики и особенности служат своеобразным эталоном.

Все говорит о том, что жизнь способна выживать в экстремальных условиях. Поэтому ее ожидают найти даже на Меркурии и Венере, несмотря на их высокие температуры. Больше всего внимания уделяют Марсу. Это не только главный кандидат в нахождении жизни, но и потенциальная будущая колония.

Если все пойдет по плану, то в 2030-х гг. на Красную планету могут отправить первую партию астронавтов. Сейчас на планете постоянно находятся роверы и орбитальные аппараты, которые ищут воду и признаки жизни.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии обобщены материалы имеющихся учебно-методических и учебных пособий по дисциплине «Астрономия». Предоставленный материал отражает вопросы, характеризующие астрономию – науку о движении, строении и развитии небесных тел и их систем, вплоть до Вселенной в целом. Рассмотрена связь астрономии с другими науками.

Отличительной чертой пособия является его наглядность: теоретический материал представлен в виде таблиц. Каждая тема содержит перечень использованных терминов и определений, а так же контрольные вопросы и задания, которые позволят студентам проверить усвоение изученного материала. Представленный в пособии материал предполагает самостоятельную работу с информационными источниками, способствует формированию профессиональных знаний и умений.

Структурированный материал пособия позволит повысить качество обучения, интерес к изучаемому предмету и будущей профессии. Полученные знания и умения облегчат выполнение практических заданий, что позволит сделать процесс профессиональной адаптации в будущем более четким.

Для углубления знаний студенты могут использовать специальную литературу по данной дисциплине.

