



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ И ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»**

**Специальность:** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.


**Автор: к.т.н. Сабо С.Е. Рабочая программа дисциплины: «Исследования Луны и планет Солнечной системы» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

**Рецензент: д.т.н., с.н.с. Мороз А.П.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 				
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины является:

1. Знакомство с историей исследования Солнечной системы;
2. Формирование целостного представления о вселенной, процессах происходящих в ней;
3. Создание представлений об условиях нахождения КА в Солнечной системе.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

**Универсальные компетенции:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни.

**Профессиональные компетенции:**

ПК-1 Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием.

**Основными задачами** дисциплины являются:

1. Формирование целостного представления о вселенной;
2. Понятие об условиях нахождения КА в космическом пространстве;
3. Представление об основных успехах и проблемах освоения Солнечной системы.

Показатели освоения компетенций отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон;

Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.

Выполнять расчеты с использованием специализированного ПО.

**Необходимые умения:**

Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов; Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;

Проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

**Необходимые знания:**

Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области; Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;

Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.

Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Исследования Луны и планет Солнечной системы» относится к дисциплинам по выбору части формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Дисциплина базируется на уроках обществознания в среднеобразовательных учебных заведениях, и опирается на коммуникативные компетенции, приобретённые в средней общеобразовательной школе.

Основные положения и знания, полученные при освоении дисциплины должны быть использованы при изучении последующих дисциплин: «Основы теории полета и баллистики ракет», «Системы дистанционного зондирования», и выполнении выпускной квалификационной работы инженера.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся при очной форме обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся при очно-заочной форме обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов. Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – зачет.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 1	Семестр2	Семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	108	108		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		
Лекции (Л)	16	16		
Практические занятия (ПЗ)	16	16		
Лабораторные работы (ЛР)				
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>76</b>	<b>76</b>		
Курсовые работы (проекты)	-	-		
Расчетно-графические работы	-	-		
Контрольная работа	+	+		
<b>Текущий контроль знаний</b>	<b>Тест</b>	<b>+</b>		
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен /зачет</b>	<b>Зачет</b>		
<b>ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		
Лекции (Л)	8	8		
Практические занятия (ПЗ)	12	12		
Лабораторные работы (ЛР)				
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>88</b>	<b>88</b>		

Курсовые работы (проекты)	-	-		
Расчетно-графические работы	-	-		
Контрольная работа	+	+		
<b>Текущий контроль знаний</b>	<b>Тест</b>	<b>+</b>		
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен /зачет</b>	<b>Зачет</b>		

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

**Таблица 2**

Наименование тем	Лекции, час. очн/ заочн	Практические занятия, час. очн/ заочн	Занятия в интерактивной форме, час очн/ заочн	Практическая подготовка, час. очн/ заочн	Код компетенций
Тема 1. Изучение истории История развития представлений о Вселенной.	4/2	4/3	2/1		УК-1 ПК-1 УК-6 УК-3
Тема 2. Исследование планет земной группы и спутника Земли.	4/2	4/3	2/1		УК-1 ПК-1 УК-6 УК-3
Тема 3. Исследование планет-гигантов	4/2	4/3	2/1		УК-1 ПК-1 УК-6 УК-3
Тема 4. Планеты-карлики и их изучение	4/2	4/3	2/1		УК-1 ПК-1 УК-6 УК-3
<b>Итого:</b>	<b>16/8</b>	<b>16/12</b>	<b>8/4</b>		

##### 4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. С ранних времен человек задумывался об устройстве окружающего его мира как единого целого. И в каждой культуре оно понималось и представлялось по-разному. Так, в Вавилоне жизнь на Земле тесно связывали с движением звёзд, а в Китае идеи гармонии переносились на всю Вселенную.

Развитие этих представлений в разных частях света шло по-разному. Но если в Старом Свете накопленные знания и представления в целом никуда не исчезли, лишь передаваясь от одной цивилизации к другой, то о Новом Свете такого сказать нельзя. Виной тому — колонизация Америки европейцами, уничтожившая многие памятники древних культур.

В период Средневековья представление о мире как о едином целом не претерпевает существенных изменений. И тому две причины. Первая — сильное давление ортодоксальных богословов, характерное как для католической Европы, так и для исламского мира. Вторая — наследие прошлого, когда представления о мире строились из неких философских концепций. Необходимо было осознать, что астрономия являлась частью физики.

Первый значительный толчок в сторону современных представлений о Вселенной совершил Коперник. Второй по величине вклад внесли Кеплер и Ньютон. Но поистине революционные изменения в наших представлениях о Вселенной происходят лишь в XX веке. Даже в начале его некоторые учёные считали, что Млечный Путь — вся Вселенная.

**Тема 2. Меркурий.** Меркурий является ближайшей планетой к Солнцу. В 1973 году был запущен американский зонд «Маринер-10», с помощью которого впервые удалось составить достаточно надёжные карты поверхности Меркурия. В 2008 году было заснято впервые восточное полушарие планеты. Однако, Меркурий остаётся на момент 2018 года самой малоизученной планетой земной группы – Венерой, Землёй и Марсом. Меркурий отличается малым размером, непропорционально крупным расплавленным ядром и имеет в наличии менее окисленный материал, чем его соседи. В октябре 2018 года ожидается запуск к Меркурию миссии *Bepi Colombo*, совместного проекта Европейского и Японского космического агентства. Итогом семилетнего путешествия должно стать изучение всех особенностей Меркурия и анализ причин появления таких особенностей.

**Венера.** Венера была исследована более 20 космическими аппаратами, преимущественно советским и американским. Рельеф планеты удалось увидеть при помощи радиолокационного зондирования поверхности планеты космическими аппаратами «Пионер-Венера» (США, 1978 г.), «Венера-15 и -16» (СССР, 1983-84 гг.) и «Магеллан» (США, 1990-94 гг.). Наземная радиолокация позволяет «увидеть» только 25% поверхности, причем с гораздо меньшим разрешением деталей, чем способны космические аппараты. Например, «Магеллан» получил изображения всей поверхности с разрешением в 300 м. Оказалось, что большая часть поверхности Венеры занята холмистыми равнинами. Из последних исследований Венеры отметим миссию Европейского Космического Агентства *Venus Express* по исследованию планеты и особенностей её атмосферы. Наблюдение за Венерой проходило с 2006 по 2015 год, в 2015 году аппарат сгорел в атмосфере. Благодаря этим исследованиям

была получена картина южного полушария Венеры, а также получена информация о недавней вулканической активности гигантского вулкана Идунн, имеющего диаметр 200 километров.

Луна. Первым объектом пристального внимания со стороны землян стала Луна. Ещё в 1959 и 1965 году советские аппараты «Луна – 3» и «Зонд – 3» впервые сфотографировали невидимое с Земли «темное» полушарие спутника. В 1969 году на Луну впервые высадились люди. Самым известным из американских астронавтов, побывавшем на Луне, является Нил Армстронг. Всего на Луне побывало 12 американских экспедиций с помощью космических кораблей «Аполлон». В результате исследований на Землю было привезено около 400 килограммов лунной породы. Впоследствии, из-за гигантских затрат на лунную программу, пилотируемые человеком полёты на Луну прекратились. Исследования Луны стали проводиться с помощью автоматических и управляемых с Земли космических аппаратов. В последние четверть века происходит новый этап изучения Луны. В результате исследований космических аппаратов «Клементина» в 1994 году, «Лунар Проспектор» в 1998-1999, и «Смарт-1» в 2003-2006 году земные исследователи смогли получить более новые и уточнённые данные. В частности, были обнаружены залежи предположительно водяного льда. Большое количество этих залежей было обнаружено вблизи полюсов Луны. А в 2007 году наступил черед китайских космических аппаратов. Таким аппаратом стал «Чаньэ-1», который был запущен 24 октября. 8 ноября 2008 года на лунную орбиту был выведен уже индийский космический аппарат «Чандрайян 1». Луна является одной из главных целей в освоении человечеством ближнего космоса.

Марс. Следующей целью земных исследователей является планета Марс. Первым исследовательским аппаратом, который положил начало изучению Красной планеты, был советский зонд «Марс- 1». Согласно данным американского аппарата «Маринер – 9» полученным в 1971 г. удалось составить подробные карты поверхности Марса. Что касается современных исследований, отметим следующие изыскания. Так, в 2008 году космическим аппаратом «Феникс» удалось впервые произвести бурение поверхности и обнаружить лёд. А в 2018 году радар MARSIS, который установлен на борту орбитального аппарата Европейского космического агентства «Mars Express», смог предоставить первые доказательства того, что на Марсе есть жидкая вода. Этот вывод следует из обнаруженного на южном полюсе озера немалых размеров скрытое подо льдом.

**Тема 3. Юпитер.** Впервые Юпитер был исследован с близкого расстояния в 1973 году с помощью советского зонда «Пионер-10». Важное значение для изучения Юпитера имели и полёты американских аппаратов «Вояджер», осуществляемые в 1970-е годы. Из современных исследований отметим такой факт. В 2017 году команда американских астрономов, во главе с Скоттом С. Шеппардом, занимаясь поисками потенциальной девятой планеты за пределами орбиты Плутона случайно обнаружили новые луны у Юпитера. Таких лун оказалось 12. В итоге количество спутников Юпитера увеличилось до 79.

Сатурн. В 1979 году космический аппарат «Пионер -11» исследуя окрестности Сатурна, смог обнаружить новое кольцо у планеты, измерить температуру атмосферы и выявить границы магнитосферы самой планеты. В



1980 г. аппарат «Вояджер-1» передал впервые ясные снимки колец Сатурна. Из этих снимков стало ясно, что кольца Сатурна состоят из тысяч отдельных узких колечек. Также было найдено 6 новых спутников Сатурна. Наибольший вклад в изучение планеты гиганта внёс космический аппарат «Кассини», проработавший на орбите Сатурна с 2004 по 2017 год. С помощью его удалось установить, в частности, из чего состоит верхняя атмосфера Сатурна и особенности ее химического взаимодействия с материалами, которые поступают от колец.

Уран. Планета Уран была открыта в 1781 году астрономом В. Гершелем. Уран является ледяным гигантом. В 1977 году удалось обнаружить, что у Урана также есть свои кольца. Замечание 1 Единственным космическим аппаратом Земли, побывавшим вблизи Урана, является «Вояджер-2» который пролетел мимо него ещё в 1986 году. Он сфотографировал планету, нашёл 2 новых кольца и 10 новых спутников Урана.

Нептун. Нептун является планетой-гигантом и первой планетой, открытой с помощью математических вычислений. Единственным пока аппаратом, побывавшим там, является «Вояджер -2». Он прошёл около Нептуна в 1989 году, что позволило увидеть некоторые детали атмосферы планеты, а также гигантский антициклон, размером с Землю в южном полушарии.

**Тема 4.** К планетам-карликам относятся те небесные тела, которые обращаются вокруг Солнца и имеют достаточную массу для поддержания собственной сферической формы. Такие планеты не являются спутниками иных планет, но и не могут в отличие от планет расчистить свою орбиту от прочих космических объектов. К карликовым планетам относятся такие объекты как Плутон, исключенный из списка планет, Макемаке, Церера, Хаумеа и Эрида. Замечание 2 Отметим, что по поводу Плутона все еще ведутся споры, считать его планетой или планетой-карликом.

Планета Девять 20 января 2016 года астрономы, работающие в Калифорнийском технологическом институте, Константин Батыгин и Майкл Браун выдвинули гипотезу о предполагаемом существовании массивной транснептуновой планеты находящейся за пределами орбиты Плутона. Однако, до настоящего момента планету Девять обнаружить не удалось.

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)»

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-4037-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/114694> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Проскурякова, Е.А. Физика элементарных частиц : учебное пособие / Е.А. Проскурякова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-2232-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87587> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гусейханов, М.К. Основы космологии : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-3241-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109504> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература:**

1. Проскурякова, Е.А. Физика элементарных частиц : учебное пособие / Е.А. Проскурякова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-2232-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87587> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Усыченко, В.Г. Электронная синергетика. Физические основы самоорганизации и эволюции материи: Курс лекций : учебное пособие / В.Г. Усыченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-0997-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/553> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Лозовский, В.Н. Концепции современного естествознания : учебное пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — ISBN 5-8114-0532-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/65945> (дата обращения: 10.10.2019). —  
Режим доступа: для авториз. пользователей.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.biblioclub.ru>
2. <http://znanium.com>

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, PowerPoint.

**Информационные справочные системы:** не предусмотрены курсом дисциплины

**Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:**

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Исследования Луны и планет Солнечной системы ».

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

**Практические занятия:**

- Аудитория, снабжённая достаточным количеством посадочных мест, исходя из списочной численности группы
  - рабочее место преподавателя,
  - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.
  - медиа-проектор, компьютер, аудио-оборудование – в специально оговорённых случаях.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)  
«ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ И ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»**

**Направление подготовки: 24.05.01** «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

**Специализация:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				трудовые действия	необходимые умения	необходимые знания
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ' проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Тема 1-4	Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области;	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов
2	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Тема 1-4	Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;	Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов;	Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон;
3	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы	Тема 1-4	Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует	Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования	Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом

		ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни		для успешного выполнения порученного задания.	ования собственно й деятельности на основе самооценк и по выбранным критериям;	накопленного опыта профессиональн ой деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
4	ПК-1	Способность проектирова ть космические аппараты, космические системы и их составные части.	Тема 1-4	Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитически й аппарат и алгоритмы приложения в технике.	Проведени е технико-экономиче ского и функциона льно-стоимостн ого анализа проектов космическ их аппаратов, космическ их систем и их составных частей.	Выполнять расчеты с использованием специализирова нного ПО.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
<p>УК-1 УК-3 УК-6 ПК-1</p>	<p>Доклад в форме презентации</p>	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов Б) частично сформирована: • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1.Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной презентации (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
<p>УК-1 УК-3 УК-6 ПК-1</p>	<p>Реферат</p>	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов Б) частично</p>	<p>Проводится в письменной форме Критерии оценки: 1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке</p>

		<p>сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>работы (1 балл).</p> <p>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</p> <p>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</p> <p>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
<p>УК-1</p> <p>УК-3</p> <p>УК-6</p> <p>ПК-1</p>	<p>Письменное задание</p>	<p>А) компетенция не сформирована</p> <p>В) сформирована частично</p> <p>С) сформирована полностью</p>	<p>1. Проводится в форме письменной работы</p> <p>2. Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1. Соответствие ответа заявленной тематике (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примерная тематика докладов в презентационной форме:**

1. Планковская эпоха
2. Теоретические основы
3. Экспериментальные исследования
4. Расширение Вселенной
5. Модель Фридмана



6. Инфляционное расширение
7. Большой взрыв
8. Космологическая сингулярность
9. Первые три минуты. Первичный нуклеосинтез
10. Эпоха Великого объединения
11. Основные положения ЭВО
12. Эпоха раздувания (инфляции)
13. Бариогенезис
14. Барионная асимметрия Вселенной
15. Эпоха электрослабых взаимодействий

**Примерная тематика реферата:**

1. Эпоха кварков
2. Эпоха адронов
3. Эпоха лептонов
4. Эпоха нуклеосинтеза
5. Протонная эпоха
6. Эпоха первичной рекомбинации
7. Тёмные века
8. Реионизация
9. Звздообразование
10. Основные сведения об эволюции звезд
11. Формирование звёзд
12. Возникновение и эволюция галактик
13. Иерархическая теория
14. Инфляционная теория
15. Протогалактика

**Примерная тематика письменного задания:**

1. Эра вещества
2. Формирование планет
3. Аккреционный сценарий
4. Трудности аккреционного сценария
5. Сценарий гравитационного коллапса
6. Трудности сценария гравитационного коллапса
7. Формирование и эволюция Солнечной системы
8. Формирование Солнечной системы
9. Последующая эволюция
10. Планеты земного типа
11. Пояс астероидов
12. Планетная миграция
13. Поздняя тяжёлая бомбардировка
14. Формирование спутников
15. История развития представлений о Вселенной

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Исследования Луны и планет Солнечной системы» являются две текущие аттестации в виде тестов (для очной формы обучения) и одна промежуточная аттестация в виде экзамена в устной форме (для очно-заочной формы обучения).

<i>Неделя текущего/промежуточного контроля</i>	<i>Вид оценочного средства</i>	<i>Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки</i>	<i>Содержание оценочного средства</i>	<i>Требования к выполнению</i>	<i>Срок сдачи (неделя семестра)</i>	<i>Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов</i>
Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса	Тестирование (для очной формы обучения)	УК-1 УК-3 УК-6 ПК-1	20 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса	зачет	УК-1 УК-3 УК-6 ПК-1	Вопрос	зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: Более 51 балла по работе в течении семестра

#### Примерное содержание тестов для текущей аттестации:

Линейный радиус Солнца составляет:

а)  $R_o = a \cdot \sin O = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot 0,00465 = 700000 \text{ км}$ ; б)  $R_o = a \cdot \cos O = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ км} \cdot 0,00465 = 750000 \text{ км}$ ;

в)  $R_o = a \cdot \sin O = 1,8 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot 0,01465 = 1000000 \text{ км}$ ; г)  $R_o = a \cdot \sin O = 1,4 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot 0,01465 = 900000 \text{ км}$ .

Период обращения Солнца вокруг оси вблизи экватора составляет:

а) 30 суток; б) 45 суток; в) 25 суток; г) 10 суток.

3. Размеры солнечных пятен могут превышать

а) 40000 км; б) 20000 км; в) 5000 км; г) 10000 км.

4. Зернистая структура фотосферы Солнца называется:

а) анимация; б) протуберанцы; в) активность; г) грануляция.

5. На чьем законе основан метод оценки температуры звезды?

а) Ньютона; б) Стефана-Больцмана; в) Фарадея; г) нет такого закона

6. Внешняя часть солнечной атмосферы, имеющая вид лучистого жемчужного сияния, называется:

а) ядро; б) корона; в) протуберанцы; г) излучение

7. Непрерывный поток частиц (протонов, ядер гелия, ионов, электронов), истекающие из короны в межпланетное пространство со скоростью 800 км/ч, называется:

а) протуберанцы; б) космические лучи; в) солнечный ветер; г) солнечная активность.

8. Какую температуру имеет солнце?

а)  $1000^\circ\text{К}$ ; б)  $6000^\circ\text{К}$ ; в)  $3500^\circ\text{К}$ ; г)  $6000^\circ\text{С}$ .

9. К какому спектральному классу относится Солнце? а) А; б) F; в) G; г) M.

10. Какой группе относится Звезда Артур?

а) сверхгиганты; б) белые гиганты; в) красные гиганты; г) красные гиганты.

11. Дайте правильное определение:

а) Белые карлики — это группа звёзд с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный;

б) Белые карлики — это группа звёзд с радиусами, в сотни раз превышающими солнечный;

в) Белые карлики — это группа звёзд с радиусами, в сотни раз меньшими солнечной;

г) не бывает таких звезд.

12. Какая энергия служит источником, поддерживающим излучения Солнца и звёзд?

а) Энергией Солнца и звёзд служит бензин;

б) Энергией Солнца и звёзд служит человек, который умирает и отдаёт свою душу Солнцу;

в) Энергией Солнца и звёзд служит ядерная энергия, которая выделяется при термоядерных реакциях образования ядер атомов гелия и водорода.

г) у Солнца нет источника энергии.

13. В какой области Солнца протекают термоядерные реакции?

а) в ядре; б) в короне; в) в протуберанцах; г) нет правильного ответа

14. Необычные звезды радиусом около 10 км, плотность которых фантастическая и равна  $2 \cdot 10^{17} \text{ кг/м}^3$  называются:

а) электронные звезды; б) протонные звезды; в) нейтронные звезды; г) бетонные звезды.

15. Как называются объекты во Вселенной, куда все проваливается и откуда ничего не выходит:

а) черные треугольники; б) черные дыры; в) Галактики; г) нет таких областей.

### **Планеты - гиганты**

1. Какие планеты Солнечной системы входят в группу планет-гигантов?

А. Земля, Марс, Сатурн, Уран

Б. Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун

2. Планеты-гиганты характеризуются:

А. небольшими размерами и массой, высокой плотностью, медленным вращением

Б. большими размерами и массой, высокой плотностью, медленным вращением

В. большими размерами и массой, небольшой плотностью, быстрым вращением

3. Какой спутник является самым крупным в Солнечной системе:

А. Титан

Б. Ганимед

В. Луна

4. Что является характерной особенностью Венеры?

А. низкая средняя плотность

Б. обратное осевое вращение

В. самый большой размер среди планет земной группы

5. К отдельному типу «ледяных гигантов» относят:

А. Сатурн и Юпитер

Б. Уран и Нептун

В. Юпитер и Уран

6. Планеты-гиганты в основном состоят:

А. из силикатов и железа

Б. из водорода и гелия

В. из углерода и железа

7. Венера поглощает больше тепла, чем излучает. Как называется этот эффект?

А. теория равновесия

Б. парниковый эффект

В. эффект Фарадея

8. У каких планет-гигантов есть кольца

А. у Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна

Б. у Сатурна            В. у Сатурна и Урана

9. По каким орбитам обращаются планеты вокруг Солнца?

А. по ветвям парабол

Б. по окружностям

В. по эллипсам, близким к окружностям

### **Планеты земной группы**

1. Планеты земной группы. Как их еще называют?

- внутренние планеты

- внешние планеты

- планеты-гиганты

2. Какие планеты входят в земную группу?

- Земля, Венера, Марс, Меркурий

- Земля, Луна, Венера, Марс

- Земля, Марс, Сатурн, Уран

3. Планеты земной группы:

- обладают высокой плотностью и состоят из кислорода и тяжелых элементов

- обладают низкой плотностью и состоят из водорода и других газов

- обладают низкой плотностью и состоят из кислорода, газов и тяжелых элементов

4. Строение планет земной группы:

- небольшое каменное или металлическое ядро, несколько слоев газов, кольца из пыли и льда

- ядро из железа с примесью никеля, мантия из силикатов и кора из разрушенной мантии

- ядро, мантия, кольца из пыли и льда

5. Атмосфера Земли:

- азотно-кислородная

- углекислотная

- водородная

6. Какая из планет земной группы расположена ближе к Солнцу?

- Меркурий

- Земля

- Марс

7. очередность расположения планет земной группы по направлению от Солнца:

- 1. Меркурий, 2. Земля, 3. Венера, 4. Марс

- 1. Меркурий, 2. Венера, 3. Земля, 4. Марс

- 1. Марс, 2. Венера, 3. Земля, 4. Меркурий

8. Как называются спутники Марса?

- Фобос и Деймос

- Харон и Вирбий

- Аквилон и Диес

9. Какие планеты земной группы не имеют магнитного поля или оно незначительно?

- Венера, Марс

- Земля Меркурий

- Земля, Марс

10. «Красная планета» — о какой планете идет речь?

- Венера

- Меркурий

- Марс

11. Самая маленькая планета в Солнечной системе?

- Земля

- Марс

- Меркурий

12. Какая планета земной группы обладает биосферой?

- Земля

- Марс

- Венера

13. На какой планете земной группы нет сезонов?

- Марс

- Меркурий

- Венера

14. Поверхность какой планеты земной группы больше всего напоминает поверхность Луны по количеству ударных кратеров?

- Меркурий

- Земля

- Венера

15. Назовите самый большой искусственный спутник Земли:

Китайская лаборатория «Tiangong-2»

Международная космическая станция

Космический телескоп «Hubble»

16. Какой космический аппарат первым вышел в межзвездное пространство, покинув пределы гелиосферы?

«Voyager 1»

«Voyager 2»

«New Horizons»

MESSENGER

17. Что делает уникальной японскую миссию «Hayabusa2»?

Это первая японская миссия по исследованию астероидов

Она знаменует первое в мире передвижение ровера по поверхности астероида

Это единственный совместный проект Японского космического агентства и Роскосмос

В рамках миссии впервые в истории гравитационные волны были зафиксированы космическим аппаратом

18. Какой стране принадлежала автоматическая межпланетная станция, первой совершившая близкий пролет мимо Венеры?

США

Китай

Япония

СССР

19. В этот памятный день был запущен первый искусственный спутник Земли «Спутник-1»:

4 октября 1957 года

19 августа 1960 года

12 апреля 1961 года

20. Совместная программа Европейского космического агентства и госкорпорации Роскосмос по исследованию Марса с целью поиска доказательств существования жизни на нем в прошлом и настоящем:

«Mars Reconnaissance Orbiter»

«Mars Express»

«ExoMars»

21. Миссией этого космического аппарата стало изучение самых крупных тел главного пояса астероидов – Весты и Цереры:

«Philae»

OSIRIS-REx

«Dawn»

22. Космический телескоп-долгожитель, получивший более миллиона изображений небесных объектов и перевернувший представление ученых о наблюдаемой Вселенной:

«Hubble»

«Gaia»

«Spitzer»

23. Какой зонд совершил близкий пролет мимо самого удаленного от Земли космического тела из когда-либо посещаемых?

«Voyager 2»

«New Horizons»

«Rosetta»

24. Эта будущая космическая обсерватория NASA станет преемником космического телескопа «Hubble» и будет располагаться в точке Лагранжа L2 системы Солнце-Земля:

«Psyche»

«James Webb»

«LISA Pathfinder»

25. Какой космический аппарат провел 13 лет в системе Сатурна, собирая данные о нем, его кольцах и спутниках?

«Juno»

«Cassini»

«Huygens»

26. Этот космический аппарат догнал комету 67P / Чурюмова-Герасименко:

«Rosetta»

OSIRIS-REx

«Akatsuki»

27. На этом космическом корабле отправился в космос Юрий Гагарин:

«Союз»

«Восход»

«Восток»

«Спутник»

28. Благодаря этому охотнику за экзопланетами открыто большинство внесолнечных миров:

«Kepler»

TESS

«Gaia»

### **Типовые вопросы, выносимые на зачет:**

1. Планковская эпоха



2. Теоретические основы
3. Экспериментальные исследования
4. Расширение Вселенной
5. Модель Фридмана
6. Инфляционное расширение
7. Большой взрыв
8. Космологическая сингулярность
9. Первые три минуты. Первичный нуклеосинтез
10. Эпоха Великого объединения
11. Основные положения ЭВО
12. Эпоха раздувания (инфляции)
13. Бариогенезис
14. Барионная асимметрия Вселенной
15. Эпоха электрослабых взаимодействий
16. Эпоха кварков
17. Эпоха адронов
18. Эпоха лептонов
19. Эпоха нуклеосинтеза
20. Протонная эпоха
21. Эпоха первичной рекомбинации
22. Тёмные века
23. Реионизация
24. Звздообразование
25. Основные сведения об эволюции звезд
26. Формирование звёзд
27. Возникновение и эволюция галактик
28. Иерархическая теория
29. Инфляционная теория
30. Протогалактика
31. Изучение
32. Эра вещества
33. Формирование планет
34. Аккреционный сценарий
35. Трудности аккреционного сценария
36. Сценарий гравитационного коллапса
37. Трудности сценария гравитационного коллапса
38. Формирование и эволюция Солнечной системы
39. Формирование Солнечной системы
40. Последующая эволюция
41. Планеты земного типа
42. Пояс астероидов

- 43. Планетная миграция
- 44. Поздняя тяжёлая бомбардировка
- 45. Формирование спутников
- 46. История развития представлений о Вселенной

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО**  
**ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ И ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»**

**Направление подготовки: 24.05.01** «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

**Специализация:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

## 1. Общие положения

**Целями** изучения дисциплины является:

1. Знакомство с историей исследования Солнечной системы;
2. Формирование целостного представления об вселенной, процессах происходящих в ней;
3. Создание представлений об условиях нахождения КА в Солнечной системе.

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Формирование целостного представления о вселенной;
2. Понятие об условиях нахождения КА в космическом пространстве;
3. Представление об основных успехах и проблемах освоения Солнечной системы.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие № 1

**Тема: История развития представлений о Вселенной.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о история развития представлений о Вселенной.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. С ранних времен человек задумывался об устройстве окружающего его мира как единого целого. И в каждой культуре оно понималось и представлялось по-разному. Так, в Вавилоне жизнь на Земле тесно связывали с движением звёзд, а в Китае идеи гармонии переносились на всю Вселенную.

Развитие этих представлений в разных частях света шло по-разному. Но если в Старом Свете накопленные знания и представления в целом никуда не исчезли, лишь передаваясь от одной цивилизации к другой, то о Новом Свете такого сказать нельзя. Виной тому — колонизация Америки европейцами, уничтожавшая многие памятники древних культур.

В период Средневековья представление о мире как о едином целом не претерпевает существенных изменений. И тому две причины. Первая — сильное давление ортодоксальных богословов, характерное как для католической Европы, так и для исламского мира. Вторая — наследие прошлого, когда представления о мире строились из неких философских концепций. Необходимо было осознать, что астрономия являлась частью физики.

Первый значительный толчок в сторону современных представлений о Вселенной совершил Коперник. Второй по величине вклад

внесли Кеплер и Ньютон. Но поистине революционные изменения в наших представлениях о Вселенной происходят лишь в XX веке. Даже в начале его некоторые учёные считали, что Млечный Путь — вся Вселенная.  
Продолжительность занятия -4/2ч.

## **Практическое занятие 2**

### **Тема: Формирование планет**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о формировании планет.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Ясности в том, какие процессы идут при формировании планет и какие из них доминируют, до сих пор нет. Обобщая наблюдательные данные, можно утверждать лишь то, что:

Они образуются ещё до момента рассеяния протопланетного диска.

Значительную роль в формировании играет аккреция.

Обогащение тяжелыми химическими элементами идет за счет планетезималей.

Таким образом, отправная точка всех рассуждений о пути формирования планет — газопылевой (протопланетный) диск вокруг формирующейся звезды.

Сценариев, как из него получились планеты, существует два типа:

Доминирующий на данный момент — аккреционный. Предполагает формирования из первоначальных планетозималей.

Второй полагает, что планеты сформировались из первоначальных «сгущений», впоследствии сколлапсировавших.

Окончательно формирование планеты прекращается, когда в молодой звезде зажигаются ядерные реакции и она рассеивает протопланетный диск, за счет давления солнечного ветра, эффекта Пойнтинга — Робертсона и прочих

Продолжительность занятия -4/2ч.

## **Практическое занятие 3**

### **Тема: Формирование и эволюция Солнечной системы**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о формировании и эволюции Солнечной системы.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Согласно современным представлениям, формирование Солнечной системы началось около 4,6 млрд лет назад с гравитационного коллапса небольшой части гигантского межзвёздного молекулярного облака. Большая часть вещества оказалась в гравитационном центре коллапса с последующим образованием звезды —

Солнца. Вещество, не попавшее в центр, сформировало вращающийся вокруг него протопланетный диск, из которого в дальнейшем сформировались планеты, их спутники, астероиды и другие малые тела Солнечной системы.

Формирование Солнечной системы Гипотеза об образовании Солнечной системы из газопылевого облака — небулярная гипотеза — первоначально была предложена в XVIII веке Эммануилом Сведенборгом, Иммануилом Кантом и Пьером-Симоном Лапласом. В дальнейшем её развитие происходило с участием множества научных дисциплин, в том числе астрономии, физики, геологии и планетологии. С началом космической эры в 1950-х годах, а также с открытием в 1990-х годах планет за пределами Солнечной системы (экзопланет), эта модель подверглась многократным проверкам и улучшениям для объяснения новых данных и наблюдений.

Согласно общепринятой в настоящее время гипотезе, формирование Солнечной системы началось около 4,6 млрд лет назад с гравитационного коллапса небольшой части гигантского межзвёздного газопылевого облака. В общих чертах, этот процесс можно описать следующим образом:

Спусковым механизмом гравитационного коллапса стало небольшое (спонтанное) уплотнение вещества газопылевого облака (возможными причинами чего могли стать как естественная динамика облака, так и прохождение сквозь вещество облака ударной волны от взрыва сверхновой, и др.), которое стало центром гравитационного притяжения для окружающего вещества — центром гравитационного коллапса. Облако уже содержало не только первичные водород и гелий, но и многочисленные тяжёлые элементы (Металличность), оставшиеся после звёзд предыдущих поколений. Кроме того, коллапсирующее облако обладало некоторым начальным угловым моментом.

В процессе гравитационного сжатия размеры газопылевого облака уменьшались и, в силу закона сохранения углового момента, росла скорость вращения облака. Из-за вращения скорости сжатия облака параллельно и перпендикулярно оси вращения различались, что привело к уплощению облака и формированию характерного диска.

Как следствие сжатия росла плотность и интенсивность столкновений друг с другом частиц вещества, в результате чего температура вещества непрерывно возрастала по мере сжатия. Наиболее сильно нагревались центральные области диска.

При достижении температуры в несколько тысяч кельвинов, центральная область диска начала светиться — сформировалась протозвезда. Вещество облака продолжало падать на протозвезду, увеличивая давление и температуру в центре. Внешние же области диска оставались относительно холодными. За счёт гидродинамических неустойчивостей, в них стали развиваться отдельные уплотнения, ставшие локальными гравитационными центрами формирования планет из вещества протопланетного диска.

Когда температура в центре протозвезды достигла миллионов кельвинов, в центральной области началась термоядерная реакция горения водорода. Протозвезда превратилась в обычную звезду главной последовательности. Во внешней области диска крупные сгущения образовали планеты, вращающиеся вокруг центрального светила примерно в одной плоскости и в одном направлении.

Продолжительность занятия – 4/2ч.

## **Практическое занятие 4**

### **Тема: Последующая эволюция**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о последующей эволюции.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Раньше считалось, что все планеты сформировались приблизительно на тех орбитах, где находятся сейчас, однако в конце XX — начале XXI века эта точка зрения радикально изменилась. Сейчас считается, что на заре своего существования Солнечная система выглядела совсем не так, как она выглядит сейчас. По современным представлениям, внешняя Солнечная система была гораздо компактнее по размеру, чем сейчас, пояс Койпера был гораздо ближе к Солнцу, а во внутренней Солнечной системе помимо доживших до настоящего времени небесных тел существовали и другие объекты, по размеру не меньшие чем Меркурий.

Планеты земного типа

Гигантское столкновение двух небесных тел, возможно, породившее спутник Земли Луну

В конце эпохи формирования планет внутренняя Солнечная система была населена 50—100 протопланетами с размерами, варьирующимися от лунного до марсианского. Дальнейший рост размеров небесных тел был обусловлен столкновениями и слияниями этих протопланет между собой. Так, например, в результате одного из столкновений Меркурий лишился большей части своей мантии, в то время как в результате другого был рождён спутник Земли Луна. Эта фаза столкновений продолжалась около 100 миллионов лет до тех пор, пока на орбитах не осталось 4 массивных небесных тела известных сейчас.

Одной из нерешённых проблем данной модели является тот факт, что она не может объяснить, как начальные орбиты протопланетных объектов, которые должны были обладать высоким эксцентриситетом, чтобы сталкиваться между собой, смогли в результате породить стабильные и близкие к круговым орбиты оставшихся четырёх планет. По одной из гипотез, эти планеты были сформированы в то время, когда межпланетное пространство ещё содержало значительное количество газо-пылевого материала, который за счёт трения снизил энергию планет и сделал их орбиты более гладкими. Однако этот же самый газ должен был предотвратить возникновение большой вытянутости в первоначальных орбитах протопланет. Другая гипотеза предполагает, что коррекция орбит внутренних планет произошла не за счёт взаимодействия с газом, а за счёт взаимодействия с оставшимися более мелкими телами системы. По мере прохождения крупных тел сквозь облако мелких объектов последние из-за гравитационного влияния стягивались в регионы с более высокой плотностью, и создавали таким образом «гравитационные гребни» на пути прохождения крупных планет. Увеличивающееся гравитационное влияние этих

«гребней», согласно этой гипотезе, заставляло планеты замедляться и выходить на более округлую орбиту.

Продолжительность занятия – 4/2ч.

## **Практическое занятие 5**

### **Тема: Пояс астероидов**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о поясе астероидов.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Внешняя граница внутренней Солнечной системы располагается между 2 и 4 а. е. от Солнца и представляет собой пояс астероидов. Изначально астероидный пояс содержал достаточное количество материи, чтобы сформировать 2—3 планеты размером с Землю. Эта область содержала большое количество планетозималей, которые слипались между собой, образуя всё более крупные объекты. В результате этих слияний в поясе астероидов сформировалось около 20—30 протопланет с размерами от лунного до марсианского[44]. Однако начиная с того времени, когда в относительной близости от пояса сформировалась планета Юпитер, эволюция этой области пошла по другому пути[39]. Мощные орбитальные резонансы с Юпитером и Сатурном, а также гравитационные взаимодействия с более массивными протопланетами этой области разрушали уже сформированные планетозимали. Попадая в область действия резонанса при прохождении поблизости планеты-гиганта планетозимали получали дополнительное ускорение, врезались в соседние небесные тела и дробились вместо того чтобы плавно сливаться.

По мере миграции Юпитера к центру системы возникающие возмущения имели всё более выраженный характер. В результате этих резонансов планетозимали меняли эксцентриситет и наклонение своих орбит и даже выбрасывались за пределы астероидного пояса. Некоторые из массивных протопланет также были выброшены Юпитером за пределы пояса астероидов, в то время как другие протопланеты, вероятно, мигрировали во внутреннюю Солнечную систему, где сыграли финальную роль в увеличении массы нескольких оставшихся планет земного типа. В течение этого периода истощения влияние планет-гигантов и массивных протопланет заставило астероидный пояс «похудеть» до всего лишь 1 % от Земной массы, которую составляли в основном маленькие планетозимали. Однако эта величина в 10—20 раз больше современного значения массы астероидного пояса, которая теперь составляет 1/2000 массы Земли. Считается, что второй период истощения, который и привёл массу астероидного пояса к текущим значениям, наступил, когда Юпитер и Сатурн вошли в орбитальный резонанс 2:1.

Вполне вероятно, что период гигантских столкновений в истории внутренней Солнечной системы сыграл важную роль в получении Землёй её запасов воды (~6 · 10<sup>21</sup> кг). Дело в том, что вода — слишком летучее вещество, чтобы возникнуть естественным образом во время формирования Земли. Скорее всего



она была занесена на Землю из внешних, более холодных областей Солнечной системы. Возможно именно протопланеты и планетозимали, выброшенные Юпитером за пределы астероидного пояса, занесли воду на Землю. Другими кандидатами на роль главных доставщиков воды являются также кометы главного пояса астероидов, обнаруженные в 2006 году, в то время как кометы из пояса Койпера и из других отдалённых областей предположительно занесли на Землю не более 6 % воды.  
Продолжительность занятия – 4/2ч.

### **Практическое занятие 6** **Тема: Планетная миграция.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о планетной миграции.  
Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. В соответствии с небулярной гипотезой, две внешние планеты Солнечной системы находятся в «неправильном» месте. Уран и Нептун, «ледяные гиганты» Солнечной системы, располагаются в области, где пониженная плотность вещества туманности и длительные орбитальные периоды делали формирование таких планет весьма маловероятным событием. Считается, что эти две планеты изначально сформировались на орбитах вблизи Юпитера и Сатурна, где имелось гораздо больше строительного материала, и только спустя сотни миллионов лет мигрировали на свои современные позиции.

Симуляция, показывающая расположение внешних планет и пояса Койпера: а) Перед орбитальным резонансом 2:1 Юпитера и Сатурна б) Разбрасывание объектов древнего пояса Койпера по Солнечной системе после сдвига орбиты Нептуна в) После выбрасывания Юпитером объектов пояса Койпера за пределы системы.

Планетная миграция в состоянии объяснить существование и свойства внешних регионов Солнечной системы[56]. За Нептуном Солнечная система содержит пояс Койпера, рассеянный диск и облако Оорта, представляющие собой рассеянные скопления маленьких ледяных тел и дающие начало большинству наблюдаемых в Солнечной системе комет. Сейчас пояс Койпера располагается на расстоянии 30—55 а. е. от Солнца, рассеянный диск начинается в 100 а. е. от Солнца, а облако Оорта — в 50000 а. е. от центрального светила. Однако в прошлом пояс Койпера был гораздо плотнее и ближе к Солнцу. Его внешний край находился примерно в 30 а. е. от Солнца, в то время как его внутренний край располагался непосредственно за орбитами Урана и Нептуна, которые в свою очередь были также ближе к Солнцу (приблизительно 15—20 а. е.) и, кроме того, располагались в противоположном порядке: Уран был дальше от Солнца чем Нептун.

После формирования Солнечной системы орбиты всех планет-гигантов продолжали медленно изменяться под влиянием взаимодействий с большим количеством оставшихся планетозималей. Спустя 500—600 миллионов лет (4 миллиарда лет назад) Юпитер и Сатурн вошли в орбитальный

резонанс 2:1; Сатурн совершал один оборот вокруг Солнца в точности за то время, за которое Юпитер совершал 2 оборота. Этот резонанс создал гравитационное давление на внешние планеты, вследствие чего Нептун вырвался за пределы орбиты Урана и врезался в древний пояс Койпера. По этой же причине планеты стали отбрасывать окружающие их ледяные планетозимали вовнутрь Солнечной системы, в то время как сами стали отдаляться вовне. Этот процесс продолжался аналогичным образом: под действием резонанса планетозимали выбрасывались вовнутрь системы каждой последующей планетой, которую они встречали на своём пути, а орбиты самих планет отдалялись все дальше. Этот процесс продолжался до тех пор, пока планетозимали не вошли в зону непосредственного влияния Юпитера, после чего огромная гравитация этой планеты отправила их на высокоэллиптические орбиты или даже выбросила их за пределы Солнечной системы. Эта работа в свою очередь слегка сдвинула орбиту Юпитера вовнутрь[~ 1]. Объекты, выброшенные Юпитером на высокоэллиптические орбиты, сформировали облако Оорта, а тела, выброшенные мигрирующим Нептуном, сформировали современный пояс Койпера и рассеянный диск. Данный сценарий объясняет, почему рассеянный диск и пояс Койпера имеют малую массу. Некоторые из катапультированных объектов, включая Плутон, со временем вошли в гравитационный резонанс с орбитой Нептуна. Постепенно трение с рассеянным диском сделало орбиты Нептуна и Урана вновь гладкими.

Считается, что в отличие от внешних планет внутренние тела системы не претерпевали значительных миграций, поскольку после периода гигантских столкновений их орбиты оставались стабильными.

Продолжительность занятия – 4/2ч.

### **Практическое занятие 7**

#### **Тема: Поздняя тяжёлая бомбардировка**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о поздней тяжёлой бомбардировке  
Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Гравитационное разрушение древнего астероидного пояса, вероятно, положило начало периоду тяжёлой бомбардировки, происходившему около 4 миллиардов лет назад, через 500—600 миллионов лет после формирования Солнечной системы. Этот период длился несколько сотен миллионов лет и его последствия видны до сих пор на поверхности геологически неактивных тел Солнечной системы, таких как Луна или Меркурий, в виде многочисленных кратеров ударного происхождения. А самое древнее свидетельство жизни на Земле датируется 3,8 миллиардами лет назад — почти сразу после окончания периода поздней тяжёлой бомбардировки.

Гигантские столкновения являются нормальной (хоть и редкой в последнее время) частью эволюции Солнечной системы. Доказательствами этого служат столкновение кометы Шумейкера—Леви с Юпитером в 1994, падение на

Юпитер небесного тела в 2009 и метеоритный кратер в Аризоне. Это говорит о том, что процесс аккреции в Солнечной системе ещё не закончен, и, следовательно, представляет опасность для жизни на Земле.

#### Формирование спутников

Естественные спутники образовались у большинства планет Солнечной системы, а также у многих других тел. Различают три основных механизма их формирования:

формирование из околопланетного диска (в случае газовых гигантов)

формирование из осколков столкновения (в случае достаточно крупного столкновения под малым углом)

захват пролетающего объекта

Юпитер и Сатурн имеют много спутников, таких как [Ио](#), [Европа](#), [Ганимед](#) и [Титан](#), которые, вероятно, сформировались из дисков вокруг этих планет-гигантов по тому же принципу, как и сами эти планеты сформировались из диска вокруг молодого Солнца. На это указывают их большие размеры и близость к планете. Эти свойства невозможны для спутников, приобретённых путём захвата, а газообразная структура планет делает невозможной и гипотезу формирования лун путём столкновения планеты с другим телом.

Продолжительность занятия – 4/2ч.

## Практическое занятие 8

### Тема Исследования космических аппаратов.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о исследовании космических аппаратов.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. 12 августа США [произвели запуск](#) с базы ВВС на мысе Канаверал (шт. Флорида) ракеты-носителя Delta IV. В космос выведен космический аппарат PSP (Parker Solar Probe, с англ. "Солнечный зонд Паркер"). По расчетам, в декабре 2024 года зонд приблизится к Солнцу на рекордно близкое расстояние (6,16 млн км) и впервые войдет в верхние слои атмосферы светила - так называемую солнечную корону, где температура достигает свыше 1,3 тыс. градусов Цельсия. К настоящему моменту ближе всех из космических аппаратов к нашей звезде подходил немецко-американский зонд Helios-2 - 43,4 млн км в 1976 году.

Изучение солнечного излучения, ветра и вспышек, а также их влияние на магнитосферу и атмосферу Земли имеет важное значение для науки. Наиболее значимые результаты в этой области достигнуты благодаря исследованиям с помощью космических аппаратов, проводившихся с конца 1950-х годов.

### Исследования космических аппаратов

Запущенная в 1959 году советская автоматическая межпланетная станция "Луна-1" впервые провела прямые измерения параметров солнечного ветра. Свою задачу, достижение поверхности Луны, она не выполнила, но стала первым искусственным спутником Солнца.

Выведенный в космос в 1960 году американский зонд Pioneer-5 произвел первые измерения уровня радиации и свойств солнечных вспышек. Целью его миссии были исследования межпланетного пространства между Землей и Венерой.

В 1962-1975 годах в рамках программы OSO (Orbiting Solar Observatory, "Орбитальная солнечная обсерватория") США осуществили запуск восьми космических телескопов, задачей которых являлось изучение 11-летних циклов Солнца. В частности, аппарат OSO-6 одним из первых зафиксировал гамма-всплески, а OSO-7 обнаружил гамма-лучи в солнечных вспышках.

Запущенные в 1965-1968 годах американские автоматические аппараты Pioneer-6, Pioneer-7, Pioneer-8 и Pioneer-9 в течение многих лет изучали солнечный ветер, космические лучи и солнечную плазму, а также микрометеоритные потоки и магнитные возмущения. Самым работоспособным из них оказался Pioneer-6, он функционировал 35 лет (был выведен в космос в 1965 году, последний сеанс связи с ним состоялся в 2000 году).

Зонды-близнецы Helios-1 (запущен в 1974 году) и Helios-2 (1976), созданные в рамках совместного проекта космических ведомств США и ФРГ, осуществили облет Солнца на относительно близком расстоянии. Первый пролетел в 46,5 млн км от светила (в феврале 1975 года), второй - в 43,4 млн км (в апреле 1976 года). С помощью них впервые были обнаружены ионы гелия в солнечном ветре.

Отправленные в 1977 году к дальним планетам Солнечной системы американские межпланетные аппараты Voyager-1 и Voyager-2 также внесли вклад в исследование Солнца. С их помощью были уточнены свойства солнечного ветра на различном удалении от светила.

В 1978 году в космос был выведен европейско-американский аппарат ISEE-3 (International Sun-Earth Explorer-3; впоследствии получил имя ICE, International Cometary Explorer, "Международный исследователь комет"). Первоначально он использовался для изучения влияния солнечного ветра на магнитное поле Земли. Затем был направлен к комете Джакобини-Циннера (21P/Giacobini-Zinner).

В 1980 году был запущен американский спутник SolarMax (SMM, Solar Maximum Mission), созданный для исследования процессов, происходящих на Солнце, в частности, солнечных вспышек.

В 1990 году запущен европейско-американский зонд Ulysses (англ. прочтение имени Улисс). Его уникальность заключалась в том, что он исследовал Солнце с полярной орбиты и смог увидеть зоны полюсов звезды, которые недоступны для наблюдений с Земли. Большинство космических аппаратов, изучающих Солнце, ведут свои наблюдения в зоне солнечного экватора. Ulysses пролетал над солнечными полюсами в 1994-1995, 2000-2001 и 2007-2008 годах. В частности, он первым смог установить, что полюса Солнца не имеют фиксированного положения.

В 1991 и 2006 годах в рамках совместного проекта Японии, Великобритании и США были осуществлены запуски аппаратов Solar-A (другое название - Yohkoh, "Солнечный луч") и Solar-B (Hinode, "Восход Солнца"). Их целью было изучение магнитного поля Солнца.

Выведенный в 1994 году в космос американский аппарат GGS WIND изучал солнечный ветер и его взаимодействие с земной поверхностью.

В 1994-2009 годах Россия реализовывала программу КОРОНАС ("Комплексные орбитальные околоземные наблюдения активности Солнца"). В ее рамках были запущены три научных спутника: "Коронас-И" (1994), "Коронас-Ф" (2001) и "Коронас- Фотон" (2009). В создании приборов для космических аппаратов принимали участие Украина, Индия и Польша.

В 1995 году был осуществлен запуск европейско-американского аппарата SOHO (Solar and Heliospheric Observatory). Он находится в точке Лагранжа L1 системы Земля-Солнце (1,4-1,5 млн км от нашей планеты) и до сих пор функционирует. В режиме реального времени SOHO передает изображения Солнца в видимом и ультрафиолетовом диапазоне.

В 1997 году в космос был запущен американский аппарат ACE (Advanced Composition Explorer), предназначенный для изучения высокоэнергетических частиц солнечного ветра и межпланетной среды. Он также находится в точке Лагранжа L1 системы Земля-Солнце. В настоящее время ACE используется для уточнения прогнозов по магнитным бурям.

В 1998 году на околоземную орбиту был выведен американский аппарат TRACE (Transition Region and Coronal Explorer) с целью изучения связей между магнитным полем и плазмой солнечной атмосферы. TRACE вел наблюдения Солнца с высоким пространственным разрешением в ультрафиолетовом диапазоне.

В 2001 году США запустили зонд Genesis для сбора частиц солнечного ветра. При возвращении на Землю в 2004 году капсула космического аппарата не смогла совершить мягкую посадку из-за нераскрывшегося парашюта. Однако, исследуя обломки, ученые смогли получить часть образцов.

В 2002 году в космос была выведена американская космическая обсерватория RHESSI (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager). Ей впервые удалось заснять гамма-излучение от солнечной вспышки. Космический аппарат до сих находится в работоспособном состоянии.

В 2006 году с целью изучения солнечной активности были запущены американские аппараты STEREO-A и STEREO-B. Их главная задача - построение трехмерных изображений Солнца и структур солнечной атмосферы, а также трехмерного магнитного поля звезды.

В 2008 году США вывели в космос научно-исследовательский спутник IBEX (Interstellar Boundary Explorer), предназначенный для исследования взаимодействия солнечного ветра с межзвездным веществом.

В 2010 году была запущена американская обсерватория SDO (Solar Dynamics Observatory). Наблюдения, проводимые с ее помощью, дают детальную динамическую картину выбросов с поверхности Солнца.

### **Перспективные проекты**

В рамках исследования Солнца Европейское космическое агентство разрабатывает спутник Solar Orbiter. В число российских перспективных проектов входят: "Интергелиозонд", направленный на исследование Солнца с близких расстояний (запуск аппарата планируется произвести после 2025 года) и "Полярно-эклиптический патруль", предусматривающий запуск двух малых

космических аппаратов с целью получения глобальной картины солнечной активности и ее проявлений в гелиосфере.

Продолжительность занятия –0.5 ч.

## **Практическое занятие 9**

**Тема: Научные космические исследования Луны – спутника Земли: первый полет на Луну и первый человек, описание исследований аппаратами с фото, важные даты.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о Луне и первом человеке на Луне.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Луна расположена к Земле ближе всего, поэтому стала главным объектом космического изучения и одной из целей гонки США и СССР. Первые аппараты запустили в 1950-х гг. и это были примитивные механизмы. Но техника не стояла на месте, что привело к первому шагу Нила Армстронга по лунной поверхности.

В 1959 году к спутнику отправили советский аппарат Луна-1, пролетевший мимо на удаленности в 3725 км. Эта миссия важна, так как показала, что земной сосед лишен магнитного поля.

### **Первая посадка на Луну**

Юджин Сернан из Аполлона-17 проверяет лунный ровер на посадочной площадке в декабре 1972 года. Это транспортное средство, расширяющее исследовательские возможности экипажа в условиях низкой гравитации

В том же году отправили Луну-2, которая приземлилась на поверхность и зафиксировала несколько кратеров. Первые размытые фото Луны прибыли с третьей миссией. В 1962 году примчался первый американский зонд – Ренджер-4. Но это был смертник. Ученые специально направили его к поверхности, чтобы получить побольше данных.

Ренджер-7 отправился через 2 года и перед гибелью передал 4000 снимков. В 1966 году Луна-9 безопасно приземлилась на поверхности. Научные инструменты не только прислали более качественные снимки, но и изучили особенности чужого мира.

Пилт Базз Олдрин на Аполлоне-11 позирует для портрета в 1969 году. Этот полет привлек самую большую аудиторию.

Успешными американскими миссиями стали Surveyor (1966-1968), исследовавшие почву и ландшафт. Также в 1966-1967 гг. были отправили американские зонды, закрепившиеся на орбите. Так удалось зафиксировать 99% поверхности. Это был период исследования Луны космическими аппаратами. Получив достаточную базу данных, настало время отправлять первого человека на Луну.

### **Человек на Луне**

20 июля 1969 года к спутнику прибыли первые люди - Нил Армстронг и Базз Олдрин, после чего началось исследование Луны американцами. Миссия Аполлон-11 приземлилась в Море Спокойствия. Позже прилетит лунный ровер,

который позволит быстрее перемещаться. До 1972 года успело прибывать 5 миссий и 12 человек. Сторонники теории заговора все еще пытаются понять, были ли американцы на Луне, предоставляя последние исследования и внимательно рассматривая видео. Пока точного опровержения полета нет, так что будем рассматривать первый шаг Нила Армстронга как прорыв в космических исследованиях.

Этот прорыв позволил сосредоточиться на других объектах. Но в 1994 году НАСА вернулись к лунной теме. Миссия Клементина сумела отобразить поверхностный слой в различных длинах волн. С 1999 года Лунный Разведчик занимался поиском льда.

Сегодня интерес к небесному телу возвращается и готовятся новые космические исследования Луны. Кроме Америки на спутник смотрят Индия, Китай, Япония и Россия. Уже идут разговоры о колониях, и люди смогут вернуться на земной спутник в 2020-х гг. Ниже можете рассмотреть перечень космических аппаратов, направленных к Луне, и знаменательные даты.

#### **Знаменательные даты:**

- **1609 г.** – Томас Харриот стал первым, кто направил телескоп в небо и отобразил Луну. Позже он создаст первые карты;
- **1610 г.** – Галилей выпускает публикацию наблюдений за спутником (Звездный Вестник);
- **1959-1976 гг.** – Лунная программа США из 17 роботизированных миссий достигла поверхности и трижды вернула образцы;
- **1961-1968 гг.** – Американские запуски подготавливают почву для запуска первых людей на Луну в рамках программы Аполлон;
- **1969 г.** – Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на лунную поверхность;
- **1994-1999 г.** – Клементина и Лунный разведчик передают данные о возможности наличия водяного льда на полюсах;
- **2003 г.** – SMART-1 от ЕКА добывает данные о главных лунных химических составляющих;
- **2007-2008 гг.** – Японский аппарат Кагуя и китайский Шанье-1 запускают однолетние орбитальные миссии. За ними последует индийский Шандрьян-1;
- **2008 г.** – Формируется Лунный научный институт НАСА, чтобы возглавлять все миссии по лунной разведке;
- **2009 г.** – LRO и LCROSS от НАСА стартуют вместе, чтобы заново освоить спутник. В октябре второй аппарат расположили над затененной стороной возле южного полюса, что помогло отыскать водяной лед;
- **2011 г.** – Отправка корабля CRAIL для отображения внутренней лунной части (от коры к ядру). НАСА запускает ARTEMIS, сконцентрированный на поверхностном составе;
- **2013 г.** – Аппарат LADEE от НАСА отправляется для сбора сведений о структуре и составе тонкого лунного атмосферного слоя. Миссия закончилась в апреле 2014-го;
- **14 декабря 2013 г.** – Китай стал третьей страной, которая опустила аппарат на поверхность спутника – Юту;

Продолжительность занятия –0.5 ч.

## Практическое занятие 10

### Тема: Изучение Марса

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о Марсе.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия.

#### **Успешные миссии**

Соединённые Штаты Америки Маринер-4 — 28 ноября 1964 года. Первое фотографирование с пролётной траектории[132].

Соединённые Штаты Америки Маринер-6 и -7 — 25 февраля и 27 марта 1969 года. Фотографирование с пролётной траектории. Первое исследование состава атмосферы Марса с применением спектроскопических методик и определение температуры поверхности по измерениям инфракрасного излучения[133][134].

Соединённые Штаты Америки Маринер-9 — 30 мая 1971 года. Первый искусственный спутник Марса, первое картографирование поверхности[135].

Соединённые Штаты Америки Викинг-1 и Викинг-2 — 20 августа и 9 сентября 1976 года. Первая успешная работа на поверхности Марса[136][137]. Искусственные спутники Марса.

Соединённые Штаты Америки Mars Global Surveyor — 7 ноября 1996 года. Искусственный спутник Марса, картографирование поверхности[138].

Соединённые Штаты Америки Mars Pathfinder и марсоход Sojourner — 4 декабря 1996 года. Основной целью программы была отработка технических решений, таких как схема дешёвой посадки; дополнительной целью было проведение научных исследований: получение фотографий, изучение состава пород с помощью спектрометра, исследование атмосферы. Первый успешный марсоход[139].

Соединённые Штаты Америки Спирит — 10 июня 2003 года. Марсоход (до 22 марта 2010 года)[140].

Соединённые Штаты Америки Оппортьюнити — 7 июля 2003 года[141]. Марсоход (до 12 июня 2018 года).

Соединённые Штаты Америки Феникс — 4 августа 2007 года. Посадочный модуль. На его борту находился комплекс приборов, позволяющих изучать геологическую историю воды, а также исследовать среду, с целью выявления условий, благоприятных для жизни микроорганизмов. Первая успешная посадка в полярном регионе Марса. Аппарат нашёл воду в грунте планеты[142].

Соединённые Штаты Америки Mars Cube One — 5 мая 2018 года. Пролётная миссия в составе двух кубсатов формата 6U MarCO-A и MarCO-B, запущенная вместе с космическим аппаратом НАСА InSight, с целью отработки



технологий космической связи с помощью микроспутников. Завершили работу в декабре 2018-январе 2019 годов.[143].

#### Частично успешные миссии

Союз Советских Социалистических Республик Марс-2 — 19 мая 1971 года в 19:26 МСК. 27 ноября 1971 года первая неудачная попытка мягкой посадки на поверхность Марса[144]. Искусственный спутник Марса.

Союз Советских Социалистических Республик Марс-3 — 28 мая 1971 года в 20:22 МСК. 2 декабря 1971 года первая мягкая посадка на поверхность Марса. Связь с автоматической марсианской станцией потеряна сразу после посадки[145]. Искусственный спутник Марса.

Союз Советских Социалистических Республик Марс-5 — 25 июля 1973 года. 12 февраля 1974 года вышел на орбиту искусственного спутника Марса, получены фотографии поверхности. Разгерметизация приборного отсека[146].

Союз Советских Социалистических Республик Марс-6 — 5 августа 1973 года. Пролет около Марса 12 марта 1974 года. Спускаемый аппарат достиг поверхности Марса. Автоматическая марсианская станция после посадки не вышла на связь[147].

Союз Советских Социалистических Республик Фобос-2 — 12 июля 1988 года. Выход на орбиту 18 февраля 1989 года. Произвёл ряд исследований на орбите Марса. Потеряна связь, основную миссию не выполнил[148].

#### Неудавшиеся миссии

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1960А — 1960 год. Авария ракеты-носителя[149].

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1960Б — 1960 год. Авария ракеты-носителя[150].

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1962А — 1962 год. Не сработала разгонная ступень[151].

Союз Советских Социалистических Республик Марс-1 — 1962 год. Утеряна связь[152].

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1962В — 1962 год. Не сработала разгонная ступень[153].

Соединённые Штаты Америки Маринер-3 — 1964 год. Не попал в район Марса, не отделился головной обтекатель, не раскрылись солнечные батареи[154].

Союз Советских Социалистических Республик Зонд-2 — 1964 год. Не попал в район Марса[155].

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1969А — 1969 год. Авария ракеты-носителя[156].

Союз Советских Социалистических Республик Марс 1969В — 1969 год. Авария ракеты-носителя[157].

Соединённые Штаты Америки Маринер-8 — 1971 год. Авария ракеты-носителя[158].

Союз Советских Социалистических Республик Космос-419 — 1971 год. Не сработала разгонная ступень[159].

Союз Советских Социалистических Республик Марс-4 — 21 июля 1973 года. Не удалось вывести на орбиту Марса.[160][161]

Союз Советских Социалистических Республик Марс-7 — 9 августа 1973 года. Спускаемый аппарат пролетел мимо Марса.[160][162]

Союз Советских Социалистических Республик Фобос-1 — 1988 год. Утеряна связь[163].

Соединённые Штаты Америки Mars Observer — 1992 год. Утеряна связь[164].

Россия Марс-96 — 1996 год. Не сработала разгонная ступень[165].

Япония Нодзоми — 1998 год. Не удалось вывести на орбиту Марса[166].

Соединённые Штаты Америки Mars Climate Orbiter — 1999 год. Авария при попытке вывода на орбиту Марса[167].

Соединённые Штаты Америки Mars Polar Lander — 1999 год. Авария при посадке[168].

Соединённые Штаты Америки Deep Space 2 — 1999 год. Утеряна связь после входа в атмосферу[169].

Европа Бигль-2 — 2003 год. Посадочный модуль «Марс-экспресс». Не вышел на связь после посадки[170].

Россия Фобос-Грунт — 2011 год. Не смог покинуть земную орбиту[171].

Китай Инхо-1 — 2011 год. Запущен вместе с Фобос-грунт, потерян[172].

Европейский союз Скиапарелли — 2016 год. Запущен в рамках программы Экзомарс-2016, разбился при посадке о поверхность[173][174].

#### **Текущие миссии**

Соединённые Штаты Америки Марс Одиссей — 7 апреля 2001 года[175]. Искусственный спутник Марса.

Европейский союз Марс-экспресс — 2 июня 2003 года. Искусственный спутник Марса.

Соединённые Штаты Америки Mars Reconnaissance Orbiter — 12 августа 2005 года[176]. Искусственный спутник Марса.

Соединённые Штаты Америки Кьюриосити — 26 ноября 2011 года[177]. Марсоход.

Индия Mangalyaan — 4 ноября 2013 года, искусственный спутник Марса.

Соединённые Штаты Америки Mars Atmosphere and Volatile Evolution — 18 ноября 2013 года, искусственный спутник Марса[178][179].

Европейский союз Россия Трейс Гас Орбитер — запущен 14 марта 2016 года, искусственный спутник Марса. Аппарат исследует и выяснит природу возникновения в атмосфере Марса малых составляющих метана, других газов и водяного пара, о содержании которых известно с 2003 года[180]. Наличие метана, быстро разлагающегося под ультрафиолетовым излучением, означает его постоянное поступление из неизвестного источника. Таким источником могут быть ископаемые или биосфера — живые организмы[181].

Соединённые Штаты Америки InSight — 5 мая 2018 года. Миссия NASA в рамках программы Discovery. (Посадка на небесное тело состоялась 26 ноября 2018 г.)

#### **Планируемые миссии**

Европейский союз Россия Экзомарс — 2020 год[182][183][184][185][186].

Соединённые Штаты Америки Марс-2020 — 2020 год. Миссия марсианского планетохода, разрабатываемая НАСА с возможным запуском в 2020 году. Марсоход предназначен для астробиологических исследований

древней среды на Марсе, поверхности планеты, геологических процессов и истории, в том числе оценки прошлой обитаемости планеты и поиска доказательств жизни в пределах доступных геологических материалов[187][188].

Китай Китайская марсианская миссия — 2020 год. Проект марсианского орбитера, посадочной капсулы и ровера. Запуск планируется в 2020 году с помощью тяжёлой ракеты Чанчжэн-5.

Объединённые Арабские Эмираты Mars Hope[en] — 2020 год. Орбитер Норе (араб. الأمل Mars Hope) — планируемый беспилотный проект по исследованию Марса Объединёнными Арабскими Эмиратами, для изучения его атмосферы и климата.[189][190][191] В рамках миссии планируется сотрудничество с Университетом Колорадо, Калифорнийским университетом в Беркли и Университетом Аризоны.[190][191][192]

Индия Mangalyan 2[en] — 2022 год. Вторая межпланетная миссия Индийского космического агентства. Будет состоять из орбитера, и, возможно, посадочной капсулы либо ровера.[193][194]

Япония Martian Moons eXploration[en] — середина 2020-х годов. Изучение спутников Марса, доставка грунта с одного из спутников[195].

РоссияФинляндияИспания MetNet — дата пуска не определена. Посадка на поверхность Марса с целью проведения мониторинга состояния атмосферы[196]. Межпланетная станция New Horizons, созданная НАСА, помогла исследователям изучить наиболее отдалённые области нашей звездной системы. Первоначально миссией аппарата было изучение [Плутона](#) и его спутника Харона, однако это программа была закончена ещё в 2015 году. Следующими целями «Новых горизонтов» стали пояс Койпера и границы [гелиосферы \(гелиопаузы\)](#).

Аппарат имеет размеры 2,2×2,7×3,2 и массу в полтонны. Он оснащён жидкостным ракетным двигателем и резервуаром для топлива на 77 кг. На станции установлены ультрафиолетовый спектрометр, камеры высокого разрешения, радиоспектрометр, анализатор солнечного ветра и детектор пыли. Максимальная скорость передачи данных 38 кбит/с, максимальная скорость полета —  $58 \cdot 10^3$  км/ч.

Зонд «Новые горизонты» был запущен 19 января 2006 года. Сейчас он отделился от Солнца на расстояние 43,5 а.е. Основные открытия и исследования Солнечной системы, проведенные межпланетной станцией New Horizons:

- Получение снимков Юпитера и его спутников в высоком разрешении.
- Получение детальных снимков непунианского спутника Тритона.
- Наблюдение за Плутоном и Хароном (с января 2015 года): получение снимков высокого разрешения, обнаружение на Плуtone залежей метанового льда, исследование поверхностного слоя мелких частиц на Хароне.
- Изучение транснептуновых объектов: астероидов (486958) 2014 MU69, 2011 KW48, 2014 PN70, 2014 OS393, (15810) Араун, 1994 JR1, (50000) Квазар. «Новые горизонты» передал на Землю снимки данных объектов, а также сведения об их строении и составе.
- Съёмка галактик IC 1048 и UGC 09485.

- Обнаружение «водородной стены» на границе гелиосферы.
- Исследование ТНО «Ultima Thule» (2014 MU69), расположенного на расстоянии 43,4 а.е. от Солнца.

Продолжительность занятия –0.5 ч.

### **Практическое занятие 11**

#### **Тема: Изучение астероидов**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию об астероидах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия. Изучение астероидов является значимой частью современных исследований Солнечной системы. Анализируя состав и строение этих объектов можно изучить прошлое нашей системы, а также других уголков галактики. Кроме того, астероиды гипотетически могут стать сырьевой базой для Земли. Ведь они богаты различными минералами и другими полезными ископаемыми.

изображение малых тел

Японская межпланетная станция Хаябуса-2 была запущена 3 декабря 2014 года. Ее целью является изучение околоземного астероида (162173) Рюгу. На данный момент зонд уже достиг поверхности небесного тела и проводит изучение его грунта. Возвращение Хаябуса-2 на Землю планируется в 2020 году.

Другой космический аппарат OSIRIS-REx, созданный НАСА, на данный момент изучает поверхность околоземного астероида (101955) Бенну. Этот объект входит в список астероидов, представляющих наибольшую опасность для Земли.

Продолжительность занятия –0.5 ч.

### **Практическое занятие 12**

#### **Тема: Венера**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

*Цель работы:* изучить информацию о Венере.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия.

#### **Успешные миссии**

Соединённые Штаты Америки Маринер-2 — 27 августа 1962 года. В декабре 1962 года аппарат прошёл на расстоянии 34,7 тыс. км от Венеры. «Маринер-2» передал данные, подтверждающие теорию об экстремально горячей атмосфере планеты, обнаружил отсутствие у Венеры магнитного поля (в пределах чувствительности аппарата), измерил скорость вращения планеты вокруг своей оси. «Маринер-2» стал первым космическим аппаратом, проведшим непосредственные измерения солнечного ветра, а также измерил количество космической пыли, оказавшееся меньше ожидавшегося[9].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-4 — 12 июня 1967 года. Главным результатом полёта станции стало проведение первых прямых измерений температуры, плотности, давления и химического состава

атмосферы Венеры. Газоанализаторы показали преимущественное содержание в атмосфере Венеры углекислого газа (~90 %) и совсем незначительное содержание кислорода и водяного пара. Научные приборы орбитального аппарата станции «Венера-4» показали отсутствие у Венеры радиационных поясов, а магнитное поле планеты оказалось в 3000 раз слабее магнитного поля Земли. Кроме того, с помощью индикатора ультрафиолетового излучения Солнца была обнаружена водородная корона Венеры, содержащая примерно в 1000 раз меньше водорода, чем верхняя атмосфера Земли. До полёта Венеры-4 предполагалось, что давление на поверхности Венеры может достигать 10 атмосфер (на порядок меньше истинного значения — 90 атмосфер), поэтому спускаемый аппарат был рассчитан с двойным запасом прочности — на 20 атмосфер. В результате он был раздавлен на высоте 28 км от поверхности. Несмотря на то, что аппарат не смог достигнуть поверхности в рабочем состоянии, на основе его измерений была полностью пересмотрена модель атмосферы Венеры, и была получена новая оценка давления у поверхности — около 100 атм.[10]

Соединённые Штаты Америки Маринер-5 — 14 июня 1967 года. Аппарат провёл исследования атмосферы Венеры. Его целями были измерение межпланетных магнитных полей, заряженных частиц, плазмы, радио рефракции и УФ выбросов в атмосферу планеты[11].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-5 — 5 января 1969 года. Целью запуска автоматической станции «Венера-5» было — доставка спускаемого аппарата в атмосферу планеты Венера и изучение физических параметров и химического состава атмосферы. Во время перелёта были получены новые данные о структуре потоков плазмы («солнечного ветра») вблизи Венеры. это произошло на высоте 18 км над поверхностью. Анализ состава атмосферы показал, что она состоит на 97 % из углекислого газа, 2 % азота, не более 0,1 % кислорода, и незначительного количества водяного пара. Производились измерения потоков плазмы в окрестностях планеты Венера[12].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-6 — 10 января 1969 года. Целью запуска автоматической станции «Венера-6» было — доставка спускаемого аппарата в атмосферу планеты Венера и изучение физических параметров и химического состава атмосферы. Всего за время спуска было проведено более 70 измерений давления и более 50 измерений температуры. При сравнении показаний измерений, сделанных станциями «Венера-5» и «Венера-6», были обнаружены различия по высоте при одинаковых значениях давления и температуры. Этот результат объясняется различием (примерно 13 км) высоты рельефа поверхности планеты в точках спуска аппаратов, расстояние между которыми составляло несколько сотен километров. Анализ состава атмосферы показал, что она состоит на 97 % из углекислого газа, 2 % азота, не более 0,1 % кислорода, и незначительного количества водяного пара. Фотометр зарегистрировал освещённость ниже порогового значения. Производились измерения потоков плазмы в окрестностях планеты Венера.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-7 — 17 августа 1970 года. Первая мягкая посадка на поверхность планеты. Основная задача полёта, мягкая посадка на поверхность Венеры, была выполнена. Однако не все запланированные измерения были проведены. По результатам измерений,

проведённых на спускаемом аппарате станции «Венера-7», были рассчитаны значения давления и температуры на поверхности планеты Венера, они составили  $90 \pm 15$  атмосфер и  $475 \pm 20$  °С.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-8 — 27 марта 1972 года. Мягкая посадка. Были получены следующие параметры окружающей среды на поверхности планеты Венера: температура —  $470 \pm 8$  °С, давление —  $90 \pm 1,5$  атмосфер. Эти значения подтвердили данные, полученные предыдущей станцией — «Венера-7». Освещённость на поверхности при угле Солнца  $5,5^\circ$  составляет  $350 \pm 150$  люкс. По расчётам, освещённость на поверхности Венеры при Солнце в зените составит 1000—3000 люкс. Измерения освещённости показали, что нижний слой облаков находится достаточно высоко над поверхностью, и атмосфера достаточно прозрачна ниже облаков, так что на поверхности Венеры возможна фотосъёмка. Во время спуска на высотах 33 и 46 км, с помощью прибора ИАВ-72, были проведены измерения содержания аммиака в атмосфере Венеры. Объёмное содержание аммиака находится в пределах 0,01—0,1 %. С помощью гамма-спектрометра, регистрировавшего интенсивность и спектральный состав естественного гамма-излучения, были проведены первые определения характера пород планеты Венера по содержанию в них естественных радиоактивных элементов (калия, урана, тория), как на этапе спуска, так и после посадки. По содержанию радиоактивных элементов и по их соотношению венерианский грунт напоминает земные гранитные породы.

Соединённые Штаты Америки Маринер-10 — 4 ноября 1973 года. Пролёт к Меркурию. Аппарат передал около 3 тыс. снимков планеты в видимых и ультрафиолетовых лучах с максимальным разрешением до 90 метров и 18 метров соответственно. Фотографии показали, что атмосфера планеты находится в постоянном движении; была составлена модель атмосферной динамики Венеры. Аппарат также уточнил массу планеты (которая оказалась несколько меньше расчётной) и подтвердил отсутствие у неё магнитного поля[16].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-9 — 8 июня 1975 года. Мягкая посадка модуля и искусственный спутник Венеры. Первые чёрно-белые фотографии поверхности.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-10 — 14 июня 1975 года. Мягкая посадка модуля и искусственный спутник Венеры. Чёрно-белые фотографии поверхности.

Соединённые Штаты Америки Пионер-Венера-1 — 20 мая 1978 года. Аппарат подтвердил, что Венера не имеет магнитного поля. По полученным данным была построена модель ионосферы планеты, определён её состав и характер взаимодействия с солнечным ветром. Были получены новые данные по динамике облачного покрова планеты. Кроме того, были обнаружены частые грозовые разряды, сконцентрированные в ограниченных областях. Радиолокационное картографирование поверхности показало различные типы рельефа. В целом, была картографирована почти вся поверхность планеты.

Соединённые Штаты Америки Пионер-Венера-2 — 8 августа 1978 года. 16 ноября 1978 года от станции отделился «большой» модуль, 20 ноября — три «маленьких». Все четыре модуля вошли в атмосферу планеты 9 декабря и

спускались примерно в течение 50—60 минут. По данным аппаратов был определён состав атмосферы Венеры. Оказалось, что концентрация аргона-36 и аргона-38 в венерианской атмосфере в 50—500 раз превышает концентрацию этих газов в атмосфере Земли (по концентрации инертных газов можно судить об эволюции планеты и вулканической активности). Важными открытиями стали обнаружение ниже облачных слоёв водяных паров и высокая (по сравнению с ожидавшейся) концентрации молекулярного кислорода. Это говорило в пользу большего количества воды в геологическом прошлом планеты. В облачном покрове Венеры, по данным аппаратов, были обнаружены как минимум три хорошо различимых слоя. Верхний слой (высота 65—70 км), содержит капли концентрированной серной кислоты. Средний слой кроме серной кислоты содержит большое число жидких и твёрдых частиц серы. Нижний слой (высота около 50 км) содержит более крупные частицы серы. Было определено, что на уровне ниже 30 км атмосфера относительно прозрачна. Измерения температур на разных высотах подтвердили гипотезу о парниковом эффекте. Верхняя атмосфера Венеры оказалась холоднее, чем предполагали ранее: на высоте 100 км — минус 93 °С, на верхней границе облаков — минус 40-60 °С.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-13 — 30 октября 1981 года. После посадки спускаемый аппарат «Венеры-13» передал панорамное изображение окружающего венерианского пейзажа. С помощью автоматического бура были взяты образцы грунта, помещённые затем для исследования в специальную камеру. В ней поддерживалось давление 0,05 атмосферы и температура 30 °С. Состав образцов грунта исследовался рентгеновским флуоресцентным спектрометром. На «Венере-13» было установлено звукозаписывающее устройство, которое зафиксировало звук грома. Это была первая запись звука на другой планете. Спускаемый аппарат действовал в течение 127 минут (запланированное время действия было 32 минуты) в окружающей среде с температурой 457 °С и давлением 93 земных атмосферы.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-14 — 4 ноября 1981 года. После посадки спускаемый аппарат «Венеры-14» передал панорамное изображение окружающего венерианского пейзажа. С помощью автоматического бура были взяты образцы грунта, помещённые затем для исследования в специальную камеру. Спускаемый аппарат действовал в течение 57 минут (запланированное время действия было 32 минуты) в окружающей среде с температурой 465 °С и давлением 94 земных атмосфер.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-15 и Венера-16 — 2 июня и 7 июня 1983 года. Цель запуска — радиолокационное картографирование поверхности планеты Венера. Обследовать из космоса поверхность планеты Венеры возможно только с помощью радиолокатора, так как Венера постоянно окутана плотными облаками. Приполярная область Венеры, картографированием которой занималась «Венера-15», до её полёта была «белым пятном», поскольку она, в отличие от более южных районов, недоступна и для радиолокации с Земли, а также не была охвачена исследованиями с искусственного спутника Венеры «Пионер-Венера-1». Кроме того, часть поверхности планеты Венера, а именно, от 30 градусов с.ш. до 75

градусов с.ш., отснятая АМС «Пионер-Венера-1» с разрешением 200 км по местности и разрешением 200 м по высоте, была переснята АМС «Венера-15» и АМС «Венера-16» с разрешением 1—2 км по местности и разрешением 30 м по высоте.

Союз Советских Социалистических Республик Вега-1 и Вега-2 — 15 декабря и 21 декабря 1984 года. Исследование атмосферы зондом-аэростатом, пролёт аппарата к комете Галлея. Посадочные модули совершили мягкую посадку на ночную сторону Венеры в районе равнины Русалки. В ходе спуска в атмосфере нештатно (досрочно) включилась аппаратура первого зонда, предназначенная для исследований на поверхности — таким образом, эта часть эксперимента не была выполнена. Второй модуль успешно выполнил программу исследований на поверхности, передача сигнала продолжалась 56 минут. Посадка модуля «Веги-2» была впервые совершена в высокогорном районе, поэтому анализ грунта в этом месте представлял особый интерес. После посадки были осуществлены заборы грунта и проведены измерения рентгенофлюоресцентных спектров венерианской породы, которая оказалась близка к оливиновому габбро-нориту. Данные зондов показали наличие очень активных процессов в облачном слое Венеры, характеризующихся мощными восходящими и нисходящими потоками. Когда зонд «Веги-2» пролетал в районе Афродиты над вершиной высотой 5 км, он попал в воздушную яму, резко снизившись на 1,5 км. Оба зонда обнаружили на ночной стороне вариации освещённости и световые вспышки, то есть грозовые разряды.

Соединённые Штаты Америки Магеллан — 4 мая 1989 года. В каждый момент сближения с планетой аппарат с помощью радиолокатора картографировал узкую полосу шириной от 17 до 28 км. К сентябрю 1992 года аппарат осуществил съёмку 98 % поверхности планеты. Поскольку «Магеллан» многократно снимал многие участки с разных углов, то это позволило составить трёхмерную модель поверхности, а также исследовать возможные изменения ландшафта. Стереорезультат получено для 22 % поверхности Венеры. С сентября 1992 года по май 1993 года «Магеллан» исследовал гравитационное поле Венеры. С мая по август 1993 года была опробована технология атмосферного торможения. Нижняя точка орбиты была немного снижена, чтобы аппарат задевал верхние слои атмосферы и изменял параметры орбиты без затрат топлива. В августе орбита «Магеллана» составляла по высотам 180—540 км с периодом обращения 94 минуты. Это позволило провести более точные гравитационные измерения. В целом, была составлена «гравитационная карта» для 95 % поверхности планеты. В сентябре 1994 года был проведён эксперимент по исследованию верхних слоёв атмосферы Венеры. Солнечные панели аппарата были развёрнуты подобно лопастям ветряной мельницы, а орбита «Магеллана» снижена. Это позволило получить информацию о поведении молекул в самых верхних слоях атмосферы. 11 октября орбита была снижена в последний раз, а 12 октября 1994 года контакт с аппаратом, приближавшемся к Венере по спирали, был потерян.

Соединённые Штаты Америки Галилео — 18 октября 1989 года. Пролёт мимо на пути к Юпитеру. В 1990 году пролетел мимо Венеры, проведя ряд исследований этой планеты[28].



Соединённые Штаты Америки Кассини — 15 октября 1997 года. Пролёт мимо на пути к Сатурну.

Соединённые Штаты Америки Мессенджер — 3 августа 2004 года. Пролёт мимо на пути к Меркурию. Во время первого пролёта мимо Венеры не было предусмотрено никакой программы научных исследований, потому что Венера и Солнце находились в верхнем соединении. Во время своего второго пролёта мимо Венеры Мессенджер сделал серию из 50 снимков удаляющейся планеты: первый — находясь на расстоянии в 60,6 тыс. км от планеты, последний — в 89,3 тыс. км. В течение второго пролёта Венеры Мессенджер также провёл совместные работы по изучению поверхности Венеры с европейским космическим аппаратом «Венера Экспресс». Кроме возможности сравнения данных полученных двумя КА, находящихся на разных траекториях и обладающих разными исследовательскими инструментами, эта работа стала для Мессенджер проверкой функционирования его научного оборудования[30].

Флаг ЕС Венера-экспресс — 9 ноября 2005 год. 12 апреля с борта станции впервые был снят ранее не фотографированный южный полюс Венеры. Тестовые фотографии с низким разрешением были получены при помощи спектрометра VIRTIS с высоты 206 452 километров над поверхностью. В атмосфере Венеры, точно над южным полюсом, была обнаружена тёмная воронка, аналогичная подобному образованию над северным полюсом планеты[31].

#### **Частично успешные миссии**

Союз Советских Социалистических Республик Венера-11 — 9 сентября 1978 год. 23 декабря АМС достигла окрестностей планеты Венера. От орбитального модуля был отделён спускаемый аппарат (СА), который через двое суток, 25 декабря, вошёл в атмосферу Венеры на скорости 11,2 км/с. 25 декабря спускаемый аппарат совершил мягкую посадку на поверхности Венеры. Спуск продолжался приблизительно 1 час. Информация с поверхности Венеры передавалась через орбитальный модуль, который оставался на орбите. Спускаемый аппарат «Венеры-11» не смог передать изображения, так как не открылись защитные крышки камеры. После отделения спускаемого аппарата, орбитальный модуль пролетел мимо Венеры на расстоянии 35 000 км и затем вышел на гелиоцентрическую орбиту[32].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-12 — 14 сентября 1978 год. 19 декабря АМС достигла окрестностей планеты Венера. От орбитального модуля был отделён спускаемый аппарат, который через двое суток, 21 декабря, вошёл в атмосферу Венеры на скорости 11,2 км/с. 25 декабря аппарат совершил мягкую посадку на поверхности Венеры. Спуск продолжался приблизительно 1 час. Информация с поверхности Венеры передавалась через орбитальный модуль, который оставался на орбите. Передача изображений не удалась из-за неоткрытия крышки камеры. Спускаемый аппарат продолжал работать в течение 110 минут. После отделения спускаемого аппарата, орбитальный модуль пролетел мимо Венеры на расстоянии 34 000 км и затем вышел на гелиоцентрическую орбиту[33].

#### **Неудавшиеся миссии**

Союз Советских Социалистических Республик Спутник-7 — 26 февраля 1961 года. Он же 1ВА № 1 и «Тяжелый спутник». Отказ разгонного блока, не смог покинуть орбиту Земли.

Союз Советских Социалистических Республик Венера-1 — 12 февраля 1961 год. Со станции были переданы данные измерений параметров солнечного ветра и космических лучей в окрестностях Земли, а также на расстоянии 1,9 миллионов километров от Земли. Станция подтвердила наличие плазмы солнечного ветра в межпланетном космическом пространстве. Последний сеанс связи с «Венерой-1» состоялся 19 февраля 1961 года. Через 7 суток, когда станция находилась на расстоянии около 2 миллионов километров от Земли, контакт со станцией «Венера-1» был потерян. 19 и 20 мая 1961 года АМС «Венера-1» прошла на расстоянии, приблизительно, 100 000 км от планеты Венера и перешла на гелиоцентрическую орбиту[34].

Соединённые Штаты Америки Маринер-1 — 22 июля 1962 года. Авария ракеты-носителя.

Союз Советских Социалистических Республик 2МВ-1 № 1 — 25 августа 1962 года. Утеряна из-за аварии 4-й ступени ракеты-носителя[35][36].

Союз Советских Социалистических Республик 2МВ-1 № 2 — 1 сентября 1962 года. Утеряна из-за аварии 4-й ступени ракеты-носителя[35][36].

Союз Советских Социалистических Республик 2МВ-2 № 1 — 14 сентября 1962 года. Авария верхней ступени РН.

Союз Советских Социалистических Республик 3МВ-1 № 2 — 19 февраля 1964 года. Авария РН.

Союз Советских Социалистических Республик Космос-27 — 27 марта 1964 года. Он же 3МВ-1 № 3. Авария верхней ступени РН, не смог покинуть околоземную орбиту.

Союз Советских Социалистических Республик Зонд-1 — 2 апреля 1964 год. Он же 3МВ-1 № 4. Связь потеряна 14 мая 1964 года на удалении от Земли до 14 млн км, неуправляемый пролёт Венеры 14 июля 1964 года[37].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-2 — 12 ноября 1965 год. Летела в паре с Венерой-3. Им не удалось передать данные о самой Венере, но были получены научные данные о космическом и околопланетном пространстве в год спокойного Солнца. Большой объём измерений во время полёта представил собой большую ценность для изучения проблем сверхдальней связи и межпланетных перелётов. Были изучены магнитные поля, космические лучи, потоки заряженных частиц малых энергий, потоки солнечной плазмы и их энергетические спектры, космические радиоизлучения и микрометеориты[38].

Союз Советских Социалистических Республик Венера-3 — 16 ноября 1965 год. Станция «Венера-3» состояла из орбитального отсека и спускаемого аппарата. 26 декабря 1965 года была проведена коррекция траектории полёта станции «Венера-3». В это время станция находилась на расстоянии около 13 миллионов километров от Земли. 1 марта 1966 года станция достигла планеты Венера и врезалась в её поверхность в районе от  $-20^{\circ}$  до  $+20^{\circ}$  по широте и от  $60^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  восточной долготы. Станция «Венера-3» стала первым космическим аппаратом, который достиг поверхности другой планеты. За время полёта со станцией «Венера-3» было проведено 63 сеанса связи (26 с «Венерой-2»). Однако,

система управления станции вышла из строя ещё до подлёта к Венере. Станция не передала никаких данных о Венере[39].

Союз Советских Социалистических Республик Космос-96 — 23 ноября 1965 года. Он же 3МВ-4 № 6. Авария третьей ступени РН, не смог покинуть околоземную орбиту.

Союз Советских Социалистических Республик Космос-197 — 17 июня 1967 года. Он же 4В-1 № 311. Авария верхней ступени РН, не смог покинуть околоземную орбиту.

Союз Советских Социалистических Республик Космос-359 — 22 августа 1970 года. Он же 4В-1 № 631. Авария РН.

Союз Советских Социалистических Республик Космос-482 — 31 марта 1972 года. Он же 4В-1 № 671. Авария РН.

Текущие миссии

Флаг Японии Акацуки — 20 мая 2010 год. 7 декабря 2010 года аппарат приблизился к Венере, однако манёвр выхода на её орбиту окончился неудачей, и аппарат вышел на орбиту Венеры лишь при сближении с ней 7 декабря 2015 года.

Соединённые Штаты Америки Солнечный зонд Паркер — 12 августа 2018 года. На пути к Солнцу запланировано семь пролётов мимо Венеры в 2018-2024 годах.

Европейский союз Япония VeriColombo — 20 октября 2018 года. На пути к Меркурию планируется два пролёта Венеры в октябре 2020 года и в августе 2021 года[7].

Планируемые миссии

Флаг Индии Shukrayaan-1 — 2023 год.

Флаг России Соединённые Штаты Америки Венера-Д — 2027 год[40][41].

Продолжительность занятия –0.5 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума

*Не предусмотрено учебным планом*

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	<b>История развития представлений о формировании вселенной</b>	<b><i>Подготовка докладов по темам:</i></b> Система Птолемея Представление о вселенной Ньютона Система Коперника.
2.	<b>Концепция ОТО и Большого взрыва.</b>	<b><i>Подготовка докладов по темам:</i></b> Представление о вселенной в ОТО Эйнштейна. Теория Фридмана. Расширение вселенной. Исследования Хаббла.

		Реликтовое Излучение Инфляционная теория.
3	<b>Эволюция звезд</b>	<i>Подготовка докладов по темам:</i> 1. Главная последовательность 2. Эволюция красных карликов 3. Эволюция желтых карликов 4. Эволюция голубых гигантов 5. Нейтронные звезды. Пульсары. 6. Черные дыры.
4	<b>Эволюция звездных планетных систем</b>	<i>Подготовка докладов по темам:</i> 1. Гипотезы образования СС. 2. Эволюция СС 3. Эволюция Земли. 4. Планеты земной группы. 5. Газовые гиганты. 6. Условия нахождения КА в СС

## **5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре**

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части)**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.
2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.
3. Основная часть работы включает 2...4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.
4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).
5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.
6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.
7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе

имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению**

Объём контрольной работы – 10 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

#### **Примерная тематика контрольных работ:**

1. Подготовка докладов по темам:
2. Система Птолемея
3. Представление о вселенной Ньютона
4. Система Коперника.
5. Представление о вселенной в ОТО Эйнштейна.
6. Теория Фридмана. Расширение вселенной.
7. Исследования Хаббла.
8. Реликтовое Излучение
9. Инфляционная теория.
10. Главная последовательность
11. Эволюция красных карликов
12. Эволюция желтых карликов
13. Эволюция голубых гигантов
14. Нейтронные звезды. Пульсары.
15. Черные дыры.
16. Гипотезы образования СС.
17. Эволюция СС
18. Эволюция Земли.
19. Планеты земной группы.
20. Газовые гиганты.
21. Условия нахождения КА в СС

#### **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

##### **Основная литература:**

1. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-4037-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/114694> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Проскурякова, Е.А. Физика элементарных частиц : учебное пособие / Е.А. Проскурякова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-2232-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87587> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гусейханов, М.К. Основы космологии : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-3241-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109504> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Проскурякова, Е.А. Физика элементарных частиц : учебное пособие / Е.А. Проскурякова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-2232-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87587> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Усыченко, В.Г. Электронная синергетика. Физические основы самоорганизации и эволюции материи: Курс лекций : учебное пособие / В.Г. Усыченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-0997-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/553> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Лозовский, В.Н. Концепции современного естествознания : учебное пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — ISBN 5-8114-0532-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65945> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **7.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.biblioclub.ru>

<http://znanium.com>

#### **8.Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, PowerPoint.

**Информационные справочные системы:** не предусмотрены курсом дисциплины

**Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:**

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Исследования Луны и планет Солнечной системы».