Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АСТРОФИЗИКИ И ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
МГУ
_____ / Н.Н. Сысоев /
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ГЕОФИЗИКА И ФИЗИКА ПЛАНЕТ

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки:

03.05.01 Астрономия

Направленность (профиль) ОПОП:

Общая специальность

Квалификация «Специалист»

Форма обучения: Очная форма обучения

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом физического факультета МГУ

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.01 Астрономия.

Год (годы) приема на обучение _____

Автор–составитель:

Д.ф.-м.н., внс Бусарев Владимир Васильевич, отдел исследований Луны и планет, ГАИШ МГУ

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н. профессор Постнов Константин Александрович

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Геофизика и физика планет»

Дисциплина «Геофизика и физика планет» является частью модуля «Астрономия» профессионального блока базовой части. На лекциях студенты знакомятся с основными физическими явлениями и закономерностями, характерными для геофизики и физики планет, с гипотезами и/или моделями происхождения и эволюции планет. Последовательно рассматриваются основные физические характеристики отдельных планет и их спутников в зависимости от гелиоцентрического расстояния. Проводится сравнение космогонии Солнечной системы и особенностей некоторых обнаруженных экзопланетных систем. Значительное внимание уделяется дистанционным наземным и космическим методам изучения атмосфер, поверхностей и недр планет, а также данным, полученным об этих небесных телах при выполнении наиболее успешных космических миссий. Для лучшего усвоения текущего учебного материала в конце каждой лекции проводятся краткие обсуждения наиболее важных и интересных затронутых проблем.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Форма обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные вопросы или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные вопросы или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Геофизика и физика планет» реализуется на 3-м курсе в 5-ом семестре и является составной частью модуля «Астрономия» профессионального блока базовой части.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Отсутствуют.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.Б	З-1 Знать: фундаментальные законы движения планет и их связь с законом всемирного тяготения З-2 Знать: основные физические параметры планет У-1 Уметь: строить теоретические модели геофизики и астрофизики, используя критический анализ астрономических наблюдательных данных У-2 Уметь: планировать и проводить экспериментальные модельные исследования в области геофизики и астрофизики планет, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента В-1 Владеть: математическим аппаратом, применяемым при обработке наблюдательных данных В-2 Владеть: методами теоретического исследования явлений и процессов в геофизике и астрофизике планет
ОПК-1.Б	З-1 Знать: основные математические методы, используемые при решении астрономических и физических задач и методы обработки астрономических наблюдательных данных У-1 Уметь: решать типовые астрономические задачи У-2 Уметь: строить математические модели явлений и процессов геофизики и астрофизики планет В-1 Владеть: навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов

1. **Форма обучения:** очная.

2. **Язык обучения:** русский.

3. **Содержание дисциплины**

Тема 1. Предмет геофизики и физики планет.

Определение понятия «планета». Планеты, карликовые планеты и их спутники. Законы движения планет (законы Кеплера) и их связь с законом всемирного тяготения. Основные

сведения о строении Солнечной системы. Общепринятая космогоническая модель формирования Солнечной системы.

Тема 2. Основные астрофизические параметры планет.

Масса, радиус, форма тела и средняя плотность планеты. Безразмерный момент инерции планеты и его физический смысл. Звездная величина и абсолютная звездная величина планеты. Геометрическое и сферическое альbedo. Фотометрическая функция. Спектр отражения безатмосферной планеты и его связь с химико-минералогическим составом твердого вещества. Фотометрия и поляриметрия планет.

Тема 3. Планета Меркурий.

Основные параметры Меркурия и их физический смысл. Характерные свойства поверхности. Магнитное поле. Модель внутреннего строения. Модели происхождения и динамической эволюции. Космические исследования.

Тема 4. Планета Венера.

Основные параметры Венеры. Характерные свойства поверхности. Химический состав, аномальные физические свойства и строение атмосферы; ее предполагаемое происхождение и эволюция. Модель внутреннего строения и вероятные причины отсутствия магнитного поля. Модели происхождения и динамической эволюции планеты. Космические исследования.

Тема 5. Земля и Луна.

Основные параметры Земли и Луны. Характерные свойства поверхности, атмосферы и магнитного поля Земли. Предполагаемая химическая эволюция земной атмосферы. Модели внутреннего строения, происхождения и эволюции Земли и Луны. Предполагаемые условия для возникновения жизни на Земле. Особенности поверхности Луны. Космические исследования Луны и будущие проекты по ее освоению.

Тема 6. Марс и его спутники.

Основные параметры Марса и его спутников. Характерные свойства поверхности и атмосферы Марса. Сезонные изменения в атмосфере и на поверхности. Предполагаемая эволюция марсианской атмосферы. Модель внутреннего строения и вероятные причины отсутствия магнитного поля. Вероятное происхождение Марса и его спутников. Космические исследования.

Тема 7. Астероиды Главного пояса и сближающиеся с Землей. Кометы.

Основные параметры и свойства астероидов и комет; их вероятное происхождение. Спектральная классификация астероидов. Метеориты как вероятные фрагменты астероидов. Предполагаемое происхождение астероидов разных таксономических типов. Космогоническое значение изучения астероидов и комет. Семейства астероидов сближающихся с Землей. Астероидно-кометная опасность. Вероятная роль астероидов и комет в создании условий для возникновения жизни на Земле. Космические исследования.

Тема 8. Юпитер и его спутники.

Основные параметры Юпитера и его спутников. Химический состав, строение и динамика атмосферы Юпитера. Модели внутреннего строения Юпитера; структура и вероятные механизмы возникновения разных составляющих его магнитного поля. Излучение Юпитера. Модели формирования Юпитера и его спутниковой системы. Галилилеевы спутники Юпитера; стационарные и нестационарные спутники. Троянцы. Кольца Юпитера. Космические исследования.

Тема 9. Сатурн и его спутники.

Основные параметры Сатурна и его спутников. Химический состав, строение и динамика атмосферы Сатурна; необычные образования в атмосфере. Модели внутреннего строения Сатурна; структура и вероятные механизмы возникновения разных составляющих его магнитного поля. Стационарные и нестационарные спутники. Самый крупный спутник Сатурна Титан; его атмосфера и поверхность. Кольцевая система и ее связь с ближайшими спутниками Сатурна. Космические исследования.

Тема 10. Уран, Нептун и их спутники.

Уран и Нептун, их основные параметры. Химический состав, структура и динамика атмосфер Урана и Нептуна. Сходства и различия моделей внутреннего строения Урана и Нептуна; механизмы возникновения магнитных полей. Спутниковая система Урана. Спутниковая система Нептуна. Кольцевые системы Урана и Нептуна.

Тема 11. Плутон и транснептуновые тела.

Плутон и его спутники. Другие транснептуновые карликовые планеты (Хаумея, Макемаке, Эрида, Седна): особенности их параметров, состава вещества и предполагаемого внутреннего строения.

Тема 12. Экзопланеты и экзопланетные системы.

Основные методы обнаружения экзопланет. Число известных экзопланет и некоторые их свойства. Оценка общего количества экзопланет в Галактике. Сходства и различия Солнечной и экзопланетных систем.

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах				
		Общая трудоемкость	в том числе ауд. занятий			Самостоятельная работа студентов
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров	
Геофизика и физика планет	2	72	36	36	0	36

8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Изучение курса «Геофизика и физика планет» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса и самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются при обсуждении в конце каждой лекции.

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Предмет геофизики и физики планет	4	2	-	4	Собеседование, опрос
2	Основные астрофизические параметры планет	2	1	-	2	
3	Планета Меркурий	2	1	-	2	
4	Планета Венера	2	1	-	2	
5	Земля и Луна	4	2	-	4	
6	Марс и его спутники	2	1	-	2	
7	Астероиды Главного пояса и сближающиеся с Землей. Кометы	4	2	-	4	
8	Юпитер и его спутники	4	2	-	4	
9	Сатурн и его спутники	4	2	-	4	
10	Уран, Нептун и их спутники	2	1	-	2	
11	Плутон и транснептуновые тела	2	1	-	2	
12	Экзопланеты и экзопланетные системы	4	2	-	4	
	Аттестация	2			2	зачет
ИТОГО:		72	36	-	36	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Геофизика и физика планет» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и беседах по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Аттестация по дисциплине «Геофизика и физика планет» проводится в пятом семестре в форме зачета.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний студента по изученной теме.	Образцы тестов

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
ЗНАТЬ: фундаментальные законы геофизики и физики планет и их взаимосвязь УК-1.Б 3-1	Отсутствие знаний фундаментальных законов геофизики и физики планет и их взаимосвязей	В целом успешные, но не систематические знания фундаментальных законов геофизики и физики планет и их взаимосвязей	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания фундаментальных законов геофизики и физики планет и их взаимосвязей	Успешные и систематические знания фундаментальных законов геофизики и физики планет и их взаимосвязей
ЗНАТЬ: основные	Отсутствие знаний или	В целом успешное, но	В целом успешно	Успешное и систематическое

понятия математической обработки эксперимента геофизики и физики планет УК-1.Б 3-2	фрагментарное знание основных понятий математической обработки эксперимента геофизики и физики планет	не систематическое знание основных понятий математической обработки эксперимента геофизики и физики планет	е, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий математической обработки эксперимента геофизики и физики планет	знание основных понятий математической обработки эксперимента геофизики и физики планет
ЗНАТЬ: основные математические методы, используемые при решении задач геофизики и физики планет ОПК-1.Б 3-1	Отсутствие знаний или фрагментарное применение основных математических методов, при решении задач геофизики и физики планет	В целом успешное, но не систематическое применение основных математических методов, при решении задач геофизики и физики планет	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы знание основных математических методов, при решении задач геофизики и физики планет	Успешное и систематическое знание основных математических методов, при решении задач геофизики и физики планет
УМЕТЬ: строить теоретические модели геофизики и физики планет, используя критически анализ данных УК-1.Б У-1	Отсутствие умения строить теоретические модели геофизики и физики планет, используя критически анализ данных	В целом успешное, но не систематическое умение строить теоретические модели геофизики и физики планет, используя критически анализ данных	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение строить теоретические модели геофизики и физики планет, используя критически анализ данных	Успешное и систематическое умение строить теоретические модели геофизики и физики планет, используя критически анализ данных
УМЕТЬ: планировать и проводить экспериментальные исследования в области геофизики и физики планет, объяснять и оценивать в рамках	Отсутствие умения планировать и проводить экспериментальные исследования в области геофизики и физики планет, объяснять и оценивать в рамках	В целом успешное, но не систематическое умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области геофизики и физики планет,	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области	Успешное и систематическое планировать и проводить экспериментальные исследования в области геофизики и физики планет, объяснять и оценивать в рамках

основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента УК-1.Б У-2	основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	геофизики и физики планет, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента
УМЕТЬ: решать типовые задачи геофизики и физики планет ОПК-1.Б У-1	Отсутствие умения решать типовые задачи	В целом успешное, но не систематическое умение решать типовые задачи	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые задачи	Успешное и систематическое умение решать типовые задачи
УМЕТЬ: строить математические модели явлений и процессов геофизики и физики планет ОПК-1.Б У-2	Отсутствие умения строить математические модели физических явлений и процессов	В целом успешное, но не систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение строить математические модели физических явлений и процессов	Успешное и систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов
ВЛАДЕТЬ: математическим аппаратом, применяемым в геофизики и физики планет УК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение математическим аппаратом, применяемым в геофизики и физики планет	В целом успешное, но не систематическое владение математическим аппаратом, применяемым в геофизики и физики планет	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом, применяемым в геофизики и физики планет	Успешное и систематическое владение математическим аппаратом, применяемым в геофизики и физики планет
ВЛАДЕТЬ: методами теоретического исследования явлений и	Отсутствие/фрагментарное владение методами теоретического исследования	В целом успешное, но не систематическое владение методами	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое владение методами теоретического исследования

процессов в геофизики и физики планет УК-1.Б В-2	явлений и процессов в геофизики и физики планет	теоретического исследования явлений и процессов в геофизики и физики планет	владение методами теоретического исследования явлений и процессов в геофизики и физики планет	явлений и процессов в геофизики и физики планет
ВЛАДЕТЬ: навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов ОПК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов	Успешное и систематическое владение навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов

12. Типовые контрольные вопросы для проведения текущего контроля успеваемости.

- 1) *Классы тел Солнечной системы и их основные признаки.*
- 2) *Основные характеристики Меркурия.*
- 3) *Основные характеристики Венеры.*
- 4) *Основные характеристики Земли как планеты.*
- 5) *Основные характеристики Марса.*
- 6) *Основные характеристики Юпитера.*
- 7) *Основные характеристики Сатурна.*
- 8) *Основные характеристики Урана.*
- 9) *Основные характеристики Нептуна.*

13. Типовые контрольные вопросы для проведения зачета.

- 10) *Спутники Юпитера. Чем интересны Галилеевы спутники Юпитера?*
- 11) *Спутники Сатурна. Что нам известно о Титане?*
- 12) *Кольца Сатурна. Есть ли такие образования у других планет-гигантов?*
- 13) *Особенности поверхности и внутреннего строения Меркурия.*
- 14) *Особенности поверхности и внутреннего строения Венеры.*
- 15) *Особенности поверхности и внутреннего строения Земли.*
- 16) *Особенности поверхности и внутреннего строения Марса.*
- 17) *Спутники Марса и их вероятное происхождение.*
- 18) *Плутон, его спутники и другие транснептуновые тела.*
- 19) *Система Земля-Луна и ее возможное происхождение.*
- 20) *Магнитное поле и радиационные пояса Земли.*
- 21) *Атмосфера Венеры и ее предполагаемое происхождение.*
- 22) *Основные свойства Луны.*
- 23) *Атмосфера Марса и возможные причины ее диссипации.*

- 24) Особенности атмосферы и облачного покрова Юпитера.
- 24) Особенности атмосферы и облачного покрова Сатурна.
- 26) Галилеевы спутники Юпитера.
- 27) Проект «Кассини» (НАСА) и его основные результаты.
- 28) Спутник Сатурна Энцелад.
- 29) Основные характеристики Урана.
- 30) Основные характеристики Нептуна.
- 31) Плутон и тела пояса Эджворта-Койпера.
- 32) Карликовые планеты Солнечной системы.
- 33) Малые тела Солнечной системы.
- 34) Астероиды и кометы, их свойства и вероятное происхождение.
- 35) Особенности магнитных полей планет-гигантов.
- 36) Астероиды, сближающиеся с Землей. Проблема астероидно-кометной опасности.
- 37) Дистанционные методы исследования планет.
- 38) Основные свойства и вероятное происхождение атмосферы Земли.
- 39) Космогоническая гипотеза формирования Солнечной системы.
- 40) «Зона обитания» в планетной системе и в Галактике.
- 41) Параметры планеты, благоприятные (неблагоприятные) для возникновения на ней земной формы жизни.
- 42) Основные отличия известных экзопланетных систем от Солнечной.
- 43) Параметры планеты, благоприятные для земной формы жизни.
- 44) Обнаруженные экзопланеты и их преобладающие типы.
- 45) Параметры звезды, благоприятные (неблагоприятные) для земной формы жизни на планете в «зоне обитания».

14. Материально-техническая база, информационные технологии, информационно-справочные источники

Основная литература:

1. Сафронов В. С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет / М.: Наука, 1969.
2. Маров М. Я. Планеты Солнечной системы / М: Наука, 1981.
3. Мелош Г. Образование ударных кратеров / М.: Мир, 1994.
4. Ксанфомалити Л. В. Парад планет. М: Наука, ФИЗМАТЛИТ, 1997.
5. Витязев А. В., Печерникова Г. В., Сафронов В. С. Планеты земной группы: происхождение и ранняя эволюция. – М.: Наука, 1990.
6. Солнечная система (Под ред. В. Г. Сурдина) / М.: Физматлит, 2008.
7. Бусарев В. В. Спектрофотометрия астероидов и ее приложения / LAP LAMBERT Acad. Publish. GmbH & Co. KG, Саарбрюккен, 2011.
8. Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет / М.: Наука и образование, 2013.

Б. Дополнительные источники:

1. Презентации по курсу лекций «Геофизика и физика планет».

В. Специализированное программное обеспечение для обработки наблюдательных данных и построения моделей геофизических процессов.

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Астрономия».

Курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.