

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Динамика и физика луны Б1.В.ДВ.3**

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Петрова Н.К.

**Рецензент(ы):**

Нефедьев Ю.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6157019

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Петрова Н.К. , nk\_petrova@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Динамика и физика Луны" является ознакомление с современным состоянием наших знаний, методов исследования и проблем в области наук о Луне и формирование на этой основе общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста-астронома к использованию знаний о Луне и селенодезии для решения аналогичных задач планетарной и динамической звездной астрономии.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 6 курсе, 12 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел "С.3. ДВ2 Профессиональный цикл. Вариативная часть" ФГОС ВПО по специальности "Астрономия".

Изучению дисциплины должно предшествовать изучение таких дисциплин, как "Математика", "Физика", "Информатика", "Общая астрономия", "Астрометрия" и "Небесная механика" ООП подготовки специалиста-астронома,.

Полученные в результате изучения дисциплины знания могут быть применены при освоении таких разделов науки как "Планетология", "Теория вращения небесных тел", "Методы получения и обработки информации в современных астрономических наблюдениях", при выполнении дипломной работы ООП подготовки специалиста по астрономии.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью работать в международной среде, стремлением к активной социальной мобильности
ОК-9 (общекультурные компетенции)	обладанием навыками в организации и планировании научной и научно-организационной работы
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью и готовностью работать в коллективе исследователей, в том числе в качестве руководителя подразделения или исследовательской группы, формировать цели работы, принимать решения, вести обучение сотрудников
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владением навыками самостоятельной работы, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности
ПСК-3.1	знанием основных задач и методов небесной механики, основ определения орбит небесных тел, знанием методов численного интегрирования и методов построения аналитических теорий

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПСК-3.3	умением использовать приобретенные знания в исследованиях по небесной механике, звездной динамике и астеродинамике

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- роль и место данного раздела науки в научно-техническом прогрессе человеческого общества ;
- базовые характеристики Лунного тела ;
- структуру, модели, методы, применяемых в изучении планет солнечной системы и Луны;
- средства наземных и космических технологий в получении объективной информации по разным аспектам изучения небесного тела;
- области применения получаемых знаний и их перспективах в плане научно-технического освоения ближнего космоса.

2. должен уметь:

- применять полученные знания при решении функциональных задач в различных предметных областях;
- использовать полученные знания в публицистической деятельности и пропаганде научно-технических достижений среди населения;

3. должен владеть:

- научно-технической лексикой (терминологией);
- принципами моделирования и формализации в решении как теоретических, так и прикладных в различных областях знаний о Луне и планетах;
- принципами функционирования современных технологий обработки наблюдений различного типа: наземных (оптических и радиоинтерферометрических ? РСДБ), лазерных, спутниковых и т.д.;
- возможностями технологий хранения, поиска и сортировки информации в современных базах данных по лунным наблюдениям и теориям (движения, вращения, внутреннего строения и т.п.).

4. должен демонстрировать способность и готовность:

-

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 12 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

## Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Введение: Содержание дисциплины . Динамика и физика Луны. как составной части астрономии. Сравнительная характеристика Луны, как небесного тела, отнесенного к планетам земной группы. Особенности резонансного характера вращательно-поступательного движения Луны. Оптическая либрация/	12	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Результаты исследования Луны наземными методами	12	1-2	3	3	0	Презентация
3.	Тема 3. Достижения космических исследований Луны на этапе 70-80-х годов XX века	12	3-4	3	3	0	Презентация
4.	Тема 4. Глобальное картографирование лунной поверхности космическими миссиями конца XX ? начала XX века	12	4-6	4	4	0	Презентация
5.	Тема 5. Методы математического моделирования физических и динамических процессов, обеспечивающие точности современных наблюдений Луны	12	6-8	4	4	0	Презентация
6.	Тема 6. Современные проблемы в селенофизике. Перспективы космического освоения Луны.	12	8-9	2	4	0	Реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	12		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение: Содержание дисциплины . Динамика и физика Луны. как составной части астрономии. Сравнительная характеристика Луны, как небесного тела, отнесенного к планетам земной группы. Особенности резонансного характера вращательно-поступательного движения Луны. Оптическая либрация/**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Содержание дисциплины ?Селенодезия и динамика Луны? как составной части астрономии. Сравнительная характеристика Луны, как небесного тела, отнесенного к планетам земной группы: масса, плотность, среднее расстояние, размеры. Особенности резонансного характера вращательно-поступательного движения Луны. Оптическая либрация.

**Тема 2. Результаты исследования Луны наземными методами**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Методы наземных наблюдений за Луной. Место и роль лунных исследований, проводимых в Казани. Гелиометрические и фотографические наблюдения. Особенности фотографирования Луны на фоне звезд. Основные морфологические элементы поверхности Луны; морские и материковые районы. Крупнейшие моря и кратеры. Лунные бассейны. Морфология лунных кратеров. Сравнительная характеристика морфологических карт видимой и обратных сторон, северного и южного полюсов.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Основные морфологические элементы поверхности Луны; морские и материковые районы. Крупнейшие моря и кратеры. Лунные бассейны. Морфология лунных кратеров. Сравнительная характеристика морфологических карт видимой и обратных сторон, северного и южного полюсов.

**Тема 3. Достижения космических исследований Луны на этапе 70-80-х годов XX века**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Исследование Луны КА (70-е годы XX века). История исследований Луны при помощи космических аппаратов. Полеты ?Луны?-3, 9, 15. Луноходы 1, 2. Программа Apollo. Первая высадка человека на Луну-полет Apollo-11. Луноход Rover. Исследование обратной стороны Луны. Гипотезы об ее строении. Современная сейсмическая активность на Луне. Классификация лунных землетрясений и их периодичность. Внутреннее строение Луны. Лунный реголит. Основные минералы и горные породы Луны. Геометрическая фигура Луны. Гипсометрические карты Луны. Высотные характеристики Луны, полученные с помощью космической техники. Метод разложения мегарельефа Луны по сферическим функциям. Мегарельеф Луны. Возникновение Луны: гипотеза мегаимпакта. Очередность образования объектов на лунной поверхности. История геологического развития Луны. Интенсивность астероидно-кометной бомбардировки в течение геологической истории Луны. Стратиграфическая шкала Луны. Период активной вулканической деятельности. История моря Дождей.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

История исследований Луны при помощи космических аппаратов. Полеты ?Луны?-3, 9, 15. Луноходы 1, 2. Программа Apollo. Первая высадка человека на Луну-полет Apollo-11. Луноход Rover. Исследование обратной стороны Луны.

**Тема 4. Глобальное картографирование лунной поверхности космическими миссиями конца XX ? начала XX века**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Космические эксперименты: полеты ?Галилео?, ?Климентины?, ?Лунар Проспектор?, ?Смарт-1? Глобальное картографирование Лунной поверхности в миссии Климентина. Гравитационный потенциал, эллипсоид инерции и динамическая фигура Луны. Масконы и гипотезы их происхождения в круговых морях и на континентальной части обратной стороны.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Глобальное картографирование Лунной поверхности в миссии Климентина. Космические эксперименты: полеты "Галилео", "Климентины", "Лунар Проспектор", "Смарт-1".

**Тема 5. Методы математического моделирования физических и динамических процессов, обеспечивающие точности современных наблюдений Луны**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Координатные системы, применяемы в селенодезии и лунной динамике. Особенности вращательного движения Луны. Законы Кассини. Причины, вызывающие ФЛЛ. Динамические и Кинематические уравнения Эйлера. Способы описания вращения небесного тела через либрационные углы. Диссипация лунного вращения. Гипотезы о причинах поддержания свободных колебаний. Лунное ядро и модели образования Луны. Аргументы в пользу существования лунного ядра. Свободная нутация ядра и параметры лунного ядра.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Координатные системы, применяемы в селенодезии и лунной динамике. Особенности вращательного движения Луны. Законы Кассини.

## Тема 6. Современные проблемы в селенофизике. Перспективы космического освоения Луны.

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Перспективы исследования Луны. Новейшие лунные миссии: SELENE, Chandrajan-1, Change-1, LRO, Луна-Глоб. Задача построения лунной базы. Разработка и построение лунного ежегодника.

### практическое занятие (4 часа(ов)):

Перспективы исследования Луны. Новейшие лунные миссии: SELENE, Chandrajan-1, Change-1, LRO, Луна-Глоб.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Результаты исследования Луны наземными методами	12	1-2	подготовка к презентации	8	Презентация
3.	Тема 3. Достижения космических исследований Луны на этапе 70-80-х годов XX века	12	3-4	подготовка к презентации	6	Презентация
4.	Тема 4. Глобальное картографирование лунной поверхности космическими миссиями конца XX ? начала XX века	12	4-6	подготовка к презентации	6	Презентация
5.	Тема 5. Методы математического моделирования физических и динамических процессов, обеспечивающие точности современных наблюдений Луны	12	6-8	подготовка к презентации	6	Презентация

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Современные проблемы в селенофизике. Перспективы космического освоения Луны.	12	8-9	подготовка к реферату	10	Реферат
	Итого				36	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При реализации программы дисциплины "Динамика и физика Луны" в часы, отведенные для аудиторных занятий (36 часов), занятия проводятся в виде лекций, практических и семинарских занятий (иногда с использованием ПЭВМ). Лекционный материал подается в форме видеоматериала с последующими комментариями; проведение интерактивных занятий: лекция-визуализация, проблемная лекция.

. На аудиторных занятиях используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, самостоятельный вывод уравнений студентами, представление созданных студентами презентаций по выбранной теме. Самостоятельная работа студентов подразумевает занятия под руководством преподавателя в виде консультаций и индивидуальную работу студента по подготовке к практическим занятиям (семинарам) и освоению теоретического материала.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Введение: Содержание дисциплины . Динамика и физика Луны. как составной части астрономии. Сравнительная характеристика Луны, как небесного тела, отнесенного к планетам земной группы. Особенности резонансного характера вращательно-поступательного движения Луны. Оптическая либрация/**

#### **Тема 2. Результаты исследования Луны наземными методами**

Презентация , примерные вопросы:

Основные морфологические элементы поверхности Луны; морские и материковые районы. Крупнейшие моря и кратеры. Лунные бассейны. Морфология лунных кратеров. Сравнительная характеристика морфологических карт видимой и обратных сторон, северного и южного полюсов.

#### **Тема 3. Достижения космических исследований Луны на этапе 70-80-х годов XX века**

Презентация , примерные вопросы:

История исследований Луны при помощи космических аппаратов. Полеты ?Луны?-3, 9, 15. Луноходы 1, 2. Программа Apollo. Первая высадка человека на Луну-полет Apollo-11. Луноход Rover. Исследование обратной стороны Луны.

#### **Тема 4. Глобальное картографирование лунной поверхности космическими миссиями конца XX ? начала XX века**

Презентация , примерные вопросы:

Глобальное картографирование Лунной поверхности в миссии Климентина. Космические эксперименты: полеты "Галилео", "Климентины", "Лунар Проспектор", "Смарт-1".



## **Тема 5. Методы математического моделирования физических и динамических процессов, обеспечивающие точности современных наблюдений Луны**

Презентация , примерные вопросы:

Координатные системы, применяемы в селенодезии и лунной динамике Особенности вращательного движения Луны. Законы Кассини.

## **Тема 6. Современные проблемы в селенофизике. Перспективы космического освоения Луны.**

Реферат , примерные вопросы:

Перспективы исследования Луны. Новейшие лунные миссии: SELENE, Chandrayan-1, Change-1, LRO, Луна-Глоб.

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 12 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Общие характеристики Луны: масса, плотность, среднее расстояние, размеры.
2. Оптическая либрация
3. Морфологическая карта лунной поверхности: основные объекты видимой, обратной сторон, северного и южного полушария
4. Исследование Луны КА (70-е годы XX века)
5. Исследование обратной стороны Луны. Гипотезы об ее строении
6. Возникновение Луны: гипотеза мегаимпакта. Другие гипотезы. Стратиграфическая шкала Луны.
7. Результаты космических миссий "Галилео", "Климентина" и "Лунар Проспектор", "Смарт-1"
8. Геометрическая фигура Луны. Гипсометрические карты Луны
9. Метод разложения мегарельефа Луны по сферическим функциям. Мегарельеф Луны
10. Глобальное картографирование Лунной поверхности в миссии "Климентина"
11. Гравитационный потенциал, эллипсоид инерции и динамическая фигуры Луны
12. Масконы и гипотезы их происхождения масконов в круговых морях и на континентальной части обратной стороны
13. Координатные системы, применяемы в селенодезии и лунной динамике
14. Особенности вращательного движения Луны. Законы Кассини.
15. Причины, вызывающие ФЛЛ
16. Динамические и кинематические уравнения Эйлера. Способы описания вращения небесного тела через либрационные углы.
17. Влияние точности селенопотенциала на ориентацию эллипсоида инерции
18. Свободная либрация. Теория и наблюдения
19. Свободная нутация ядра и параметры лунного ядра
20. Диссипация лунного вращения
21. Гипотезы о причинах поддержания свободных колебаний в присутствии сильной диссипации
22. Лунное ядро и модели образования Луны
23. Аргументы в пользу существования лунного ядра
24. Планируемые космические эксперименты на Луне.

### **7.1. Основная литература:**

1. Гусев А.В. , Петрова Н.К., Ханада Х. Вращение, физическая либрация и внутреннее строение активной и многослойной Луны. А.В.Гусев, Н.К. Петрова, Х. Ханада. - Казань: Изд-во. Казанского федерального университета, 2015. - 323 с. - URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1374003241/Vsya\\_kniga\\_Luna\\_2015\\_7.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1374003241/Vsya_kniga_Luna_2015_7.pdf)
2. Сурдин, В.Г. Путешествия к Луне. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2009. - 512 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2331>
3. Солнечная система [Электронный ресурс] / А.А. Бережной [и др.]. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2017. - 460 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105010>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Внутреннее строение Земли и планет / В. Н. Жарков. - Изд-е 2-е, перераб. и доп. - Москва: Наука, 1983. - 415 с.
2. Основы лунной астрометрии / К. А. Куликов, В. Б. Гуревич. - Москва: Наука, 1972. - 391 с.
3. Физика космоса: маленькая энциклопедия / Редкол.: Р. А. Сюняев (Гл. ред.) и др. - Издание 2-е, переработанное и дополненное. - Москва: Советская энциклопедия, 1986. - 783 с.
4. Пятьдесят лет космических исследований [Электронный ресурс]: сборник научных трудов / под ред. Захарова А.В. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2009. - 277 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48266>
5. Маров, М.Я. Космос: От Солнечной системы вглубь Вселенной [Электронный ресурс] / М.Я. Маров. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2017. - 536 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105003>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

another great source of photographs. Also has many links to other sources about the moon. - <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/moonpage.html>  
click on a date in the calendar and get a detailed description of what you can see on the moon's surface - <http://www.minervatech.u-net.com/moon/inconstant.htm>  
data on the moon with many links including the one listed above - <http://www.seds.org/nineplanets/nineplanets/luna.html>  
enter the date and see a photograph of the moon on that date plus lots of data - <http://www.saatel.it/users/lore/moon.html>  
great photographs of the moon at various stages - <http://www.netaxs.com/~mhmyers/moon.tn.html>  
images of the moon - <http://www.seds.org/nineplanets/nineplanets/pxmoon.html>  
photographs of moon from various viewpoints - <http://www.fourmilab.ch/earthview/vplanet.html>  
photographs, short video clips all dealing with the moon - <http://www.solarviews.com/cap/moon/index.htm>  
selected photographs from various flight missions (ex. Apollo 8) - <http://www.moon-watch.com/photos.html>  
telescope view of sky - you pick the viewing location (ex. Baltimore), the objects you want shown,... - <http://www.fourmilab.ch/yoursky/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Динамика и физика луны" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Ноутбук/персональный компьютер; мультимедийный проектор с экраном - при проведении аудиторных занятий.

Возможность пользоваться компьютерами вычислительной лаборатории с выходом в Интернет - при самостоятельной работе.

Power Point

Power Series Processor

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Петрова Н.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Нефедьев Ю.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.