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

Небесная механика Б1.Б.24

Специальность: 03.05.01 - Астрономия
Специализация: не предусмотрено
Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Соколова М.Г. , Усанин В.С.
Рецензент(ы):
Загретдинов Р.В.

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 649418

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) доцент, к.н. (доцент) Соколова М.Г. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , smarina.63@mail.ru ; инженер-проектировщик Усанин В.С. НИЛ астрофотометрии и звездных атмосфер Кафедра астрономии и космической геодезии , Vladimir.Usanin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Небесная механика" является изучение законов невозмущенного и возмущенного движения небесных тел и ИСЗ, методов решения уравнений движения тел Солнечной системы и методов определения их орбиты. Рассматриваются элементы возмущенного движения, определяется понятие силовой функции как в задаче многих тел, так и в ограниченных задачах небесной механики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.24 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в цикл профессиональных дисциплин. Дисциплина должна изучаться после освоения дисциплин "Математика", "Физика", "Информатика", "Общая астрономия", "Сферическая астрономия", "Астрометрия". Изучение дисциплины предшествует изучению таких дисциплин как "Современные методы наблюдений", "Галактическая астрономия", "Космология", учебные практики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений
ПСК- 3.2	знание и использование методов наблюдения небесных тел, умение обрабатывать результаты наблюдений
ПСК-3.3	умение использовать приобретенные знания в исследованиях по небесной механике, звездной динамике и астродинамике

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные законы движения небесных тел, элементы орбиты и диапазон их изменения, методы определения орбит спутников из наблюдений, типы движения спутников, астероидов, комет, основы теории движения ИСЗ;

2. должен уметь:

вычислять поисковую эфемериду, элементы орбиты по угловым и смешанным наблюдениям;

3. должен владеть:
методикой вычисления и улучшения эфемерид и орбит небесных тел из наблюдений;

4. должен демонстрировать способность и готовность:
работать с данными астрономических наблюдений и каталогов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 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. Предмет и задачи небесной механики. Задача двух тел. Притягивающий и непритягивающий спутники.	5	1	4	0	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Задача двух тел. Первые интегралы дифференциальных уравнений движения.	5	2	4	0	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Типы невозмущенного движения спутника. Уравнение траектории движения небесного тела.	5	3	4	0	4	Письменное домашнее задание Контрольная работа
4.	Тема 4. Эфемерида небесного тела и ее определение.	5	4	4	0	4	Компьютерная программа
5.	Тема 5. Постановка задачи и методы определения элементов невозмущенной орбиты из наблюдений.	5	5-8	10	0	16	Компьютерная программа

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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	
6.	Тема 6. Принципы и основные этапы улучшения невозмущенных орбит.	5	9	4	0	8	Презентация Коллоквиум
7.	Тема 7. Понятие возмущаемого движения. Задача n тел в небесной механике.	5	10-12	8	0	4	Устный опрос
8.	Тема 8. Метод вариации произвольной постоянной. Общая схема метода.	5	13-14	6	0	4	Творческое задание
9.	Тема 9. Канонические уравнения в небесной механике и понятие их интегрируемости.	5	15-16	6	0	4	Устный опрос
10.	Тема 10. Ограниченная задача трех тел.	5	17-18	4	0	2	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	0	54	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи небесной механики. Задача двух тел. Притягивающий и непритягивающий спутники.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Исторический очерк развития небесной механики как науки. Основные этапы и достижения. Постановка задачи двух тел и дифференциальные уравнения. Система единиц измерения в небесной механике, постоянная Гаусса.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение задач по определению гравитационных параметров центральных тел (в системе СИ, в астрономической системе единиц).

Тема 2. Задача двух тел. Первые интегралы дифференциальных уравнений движения.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Интегралы площадей в скалярном и векторном видах, в полярных координатах, их следствия. Интегралы энергии и Лапласа. Законы Кеплера.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение задач по определению параметров движения спутника на основе законов Кеплера.

Тема 3. Типы невозмущенного движения спутника. Уравнение траектории движения небесного тела.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Круговое, эллиптическое, параболическое, гиперболическое, прямолинейное движение спутника. Астрономический смысл постоянных интегрирования, кеплеровские элементы орбиты, пределы их изменения. Уравнение Кеплера и способы его решения. Основные формулы кругового, эллиптического, параболического и гиперболического движений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение задач на определение кеплеровских элементов орбит, скорости спутника и ее компонент. Решение уравнения Кеплера для разных типов орбит. Задача определения времени перелета спутника по орбите.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 4. Эфемерида небесного тела и ее определение.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Назначение эфемериды и ее точность. Вычисление прямоугольных гелиоцентрических и геоцентрических координат. Переход к экваториальным и эклиптическим гелио- и геоцентрическим координатам.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Вычисление прямоугольных гелиоцентрических и геоцентрических координат. Переход к экваториальным и эклиптическим гелио- и геоцентрическим координатам.

Тема 5. Постановка задачи и методы определения элементов невозмущенной орбиты из наблюдений.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Методы Лагранжа, Гаусса, Лапласа, Эскобала, по трем угловым наблюдениям, по смешанным данным. Определение приближенной круговой орбиты по двум наблюдениям.

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Определение приближенной невозмущенной орбиты по двум наблюдениям, по трем угловым наблюдениям методами Лагранжа, Гаусса, Лапласа, Эскобала, по смешанным данным.

Тема 6. Принципы и основные этапы улучшения невозмущенных орбит.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Способ вариации элементов орбит. Дифференциальный способ улучшения орбит. Разложение координат в ряды по степеням времени, эксцентрической и средней аномалий.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Решение дифференциальных уравнений движения спутника методом численного интегрирования.

Тема 7. Понятие возмущаемого движения. Задача n тел в небесной механике.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Возмущающая сила. Действие составляющих возмущающей силы. Уравнения движения в абсолютных координатах. Силовая функция и ее свойства. Интегралы уравнений. Работы Брунса, Пуанкаре, Пенлеве. Движение Солнечной системы относительно звезд. Плоскость Лапласа.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Общая характеристика теорий движения планет, основные возмущения их орбит.

Тема 8. Метод вариации произвольной постоянной. Общая схема метода.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Оскулирующие элементы. Основная операция. Вывод уравнений Эйлера (Ньютона). Уравнения движения ИСЗ в нецентральном поле тяготения и с учетом сопротивления атмосферы. Релятивистские поправки.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Характеристика теорий движения спутников планет, основные возмущения их орбит.

Тема 9. Канонические уравнения в небесной механике и понятие их интегрируемости.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Канонические уравнения эллиптического движения. Уравнения Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа. Решение уравнений движения планет в форме Лагранжа. Свойства возмущений. Малые делители и понятие резонанса в небесной механике.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Характеристика теорий движения астероидов и комет, основные возмущения их орбит.

Тема 10. Ограниченная задача трех тел.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Постановка задачи. Уравнения движения в абсолютных координатах. Вывод уравнений в синодической системе координат.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Характеристика теорий движения ИСЗ, основные возмущения их орбит.

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
1.	Тема 1. Предмет и задачи небесной механики. Задача двух тел. Притягивающий и непритягивающий спутники.	5	1	подготовка домашнего задания	6	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Задача двух тел. Первые интегралы дифференциальных уравнений движения.	5	2	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Типы невозмущенного движения спутника. Уравнение траектории движения небесного тела.	5	3	подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа
4.	Тема 4. Эфемерида небесного тела и ее определение.	5	4	подготовка компьютерной программы	16	Компьютерная программа
5.	Тема 5. Постановка задачи и методы определения элементов невозмущенной орбиты из наблюдений.	5	5-8	подготовка компьютерной программы	30	Компьютерная программа
6.	Тема 6. Принципы и основные этапы улучшения невозмущенных орбит.	5	9	подготовка к коллоквиуму	10	Коллоквиум
				подготовка к презентации	10	Презентация

N	Раздел дисциплины	Се-мест р	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
7.	Тема 7. Понятие возмущаемого движения. Задача n тел в небесной механике.	5	10-12	подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
8.	Тема 8. Метод вариации произвольной постоянной. Общая схема метода.	5	13-14	подготовка к творческому заданию	4	Творчес-кое задание
9.	Тема 9. Канонические уравнения в небесной механике и понятие их интегрируемости.	5	15-16	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
10.	Тема 10. Ограниченная задача трех тел.	5	17-18	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
	Итого				108	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов и презентаций, проведение устных опросов и тестирования, применение роли экспертов для студентов при проверке заданий, выполненных другими студентами, анализ полученных результатов решений задач.

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

Тема 1. Предмет и задачи небесной механики. Задача двух тел. Притягивающий и непритягивающий спутники.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Теория ньютоновского потенциала.

Тема 2. Задача двух тел. Первые интегралы дифференциальных уравнений движения.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Первые интегралы задачи двух тел.

Тема 3. Типы невозмущенного движения спутника. Уравнение траектории движения небесного тела.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Круговая и параболическая скорости. Понятие нулевого спутника. Скорость кеплеровского движения. Третий закон Кеплера. Полет от перицентра. Уравнение Кеплера.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Уравнение орбиты.

Тема 4. Эфемерида небесного тела и ее определение.

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Поисковая эфемерида.

Тема 5. Постановка задачи и методы определения элементов невозмущенной орбиты из наблюдений.

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Определение круговой орбиты по двум наблюдениям. Вычисление элементов орбиты по координатам и скоростям на заданный момент.

Тема 6. Принципы и основные этапы улучшения невозмущенных орбит.

Коллоквиум , примерные вопросы:

Формула Ламберта. Вычисление координат в невозмущенном кеплеровском движении.

Презентация , примерные вопросы:

Особенности движения тел Солнечной системы различных классов (планет, спутников, астероидов, комет, метеороидов, ИСЗ); космические миссии (орбиты КА, программы, результаты исследований).

Тема 7. Понятие возмущаемого движения. Задача n тел в небесной механике.

Устный опрос , примерные вопросы:

Определение орбиты спутника методом численного интегрирования.

Тема 8. Метод вариации произвольной постоянной. Общая схема метода.

Творческое задание , примерные вопросы:

Поиск в сети Интернет и перевод на русский язык данных о наблюдениях тел Солнечной системы, элементах их орбит, научных статей по небесной механике.

Тема 9. Канонические уравнения в небесной механике и понятие их интегрируемости.

Устный опрос , примерные вопросы:

Изучение теорий возмущенного движения тел Солнечной системы.

Тема 10. Ограниченная задача трех тел.

Устный опрос , примерные вопросы:

Особенности движения тел Солнечной системы различных классов (планет, спутников, астероидов, комет, метеороидов, ИСЗ); космические миссии (орбиты КА, программы, результаты исследований).

Итоговая форма контроля

экзамен (в 5 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Билет № 1

1) Задача двух тел. Общая постановка, основные уравнения движения (абсолютное, относительное движение).

2) Ограниченная задача 3-х тел. Области движения.

Билет № 2

1) Уравнения движения в случае непритягивающего и притягивающего спутника.

2) Ограниченная задача 3-х тел. Точки либрации, вычисление их координат.

Билет № 3

1) Первые интегралы задачи 2-х тел. Движение спутника происходит в плоскости, проходящей через притягивающий центр.

2) Открытие Нептуна.

Билет № 4

1) Интеграл площадей. Три формы интеграла площадей (векторная, координатная и полярная).

2) Ограниченная задача 3-х тел. Движение в окрестности точек либрации.

Билет № 5

1) Скорость кеплеровского движения. Круговая и параболическая скорости. Первая и вторая космические скорости.

2) Канонические уравнения эллиптического движения, уравнения Лагранжа.

Билет № 6

1) Задача 2-х тел. Интегралы Лапласа.

2) Задача n тел. Постановка задачи, уравнения движения в абсолютных координатах. Силовая функция и её свойства.

Билет № 7

1) Астрономическая интерпретация постоянных интегрирования.

2) Задача n тел. Интегралы уравнений. Результаты Брунса, Пуанкаре и Пенлеве.

Билет № 8

1) Кеплеровские элементы орбиты, их назначение, границы изменения.

2) Движение Солнечной системы относительно звёзд.

Билет № 9

1) Математический вывод законов Кеплера.

2) Плоскость Лапласа.

Билет № 10

1) Интеграл энергии и форма орбиты тела.

2) Уравнения Эйлера (Ньютона). Вывод для p, Ω, i.

Билет № 11

1) Истинная, эксцентрическая и средняя аномалия, их связь между собой. Постоянная Гаусса.

2) Действия составляющих возмущающей силы (геометрическая интерпретация).

Билет № 12

1) Вычисление r и v по элементам орбиты, плоская задача. Время перелета по орбите.

2) Понятие о возмущающей силе.

Билет № 13

1) Вычисление прямоугольных координат тела в пространстве.

2) Уравнения Эйлера (Ньютона), вывод для a и e.

Билет № 14

1) Переход от эклиптических гелиоцентрических к экваториальным гелиоцентрическим, экваториальным геоцентрическим и к экваториальным геоцентрическим сферическим координатам. Матрицы поворота.

2) Движение ИСЗ в нецентральном поле тяготения.

Билет № 15

1) Эфемерида. Постановка задачи, основные уравнения.

2) Уравнения движения ИСЗ с учётом сопротивления атмосферы.

Билет № 16

1) Разложение координат в ряды по степеням времени.

2) Решение уравнений движения планет в форме Лагранжа. Свойства возмущений.

Билет № 17

1) Метод Лагранжа определения элементов орбиты тела. Постановка задачи, ход решения.

2) Задача n тел. Первая форма уравнений относительного движения. Пертурбационная функция.

Билет № 18

1) Основные уравнения метода Лагранжа (определение элементов орбиты тела) и возможность его решения, исключительные случаи.

2) Ограниченная задача 3-х тел. Интеграл Якоби.

Билет № 19

1) Метод Гаусса вычисления отношения площади сектора к площади треугольника.

2) Малые знаменатели и резонансы.

Билет № 20

1) Определение элементов орбиты тела по его координатам на два момента наблюдения.

2) Метод вариации произвольной постоянной. Общая схема.

Билет № 21

1) Метод Лапласа определения координат тела по трём наблюдениям.

2) Устойчивость и эволюция Солнечной системы.

Билет № 22

1) Принцип улучшения орбит тел по многим наблюдениям.

2) Канонические уравнения. Понятие интегрируемости.

Билет № 23

1) Определение орбит ИСЗ способом двойной r-итерации Эскобала.

2) Краткая характеристика теорий движения больших планет, астероидов, Луны, спутников планет и комет.

Билет № 24

1) Астрономическая система единиц. Постоянная Гаусса.

2) Ограниченная задача 3-х тел. Вывод уравнений задачи в синодической системе координат.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Билет ◆ 25

1) Принцип улучшения орбит тел по многим наблюдениям.

2) Ограниченная задача 3-х тел. Постановка задачи. Уравнения движения в абсолютных координатах.

Билет ◆ 26

1) Уравнение Кеплера для эллиптической орбиты и способы его решения.

2) Оскулирующие элементы. Основная операция.

Билет ◆ 27

1) Уравнения для зависимости между временем и координатами в случаях круговой и параболической орбит.

2) Релятивистские поправки.

7.1. Основная литература:

Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. М: Физматлит, 2011. 256 с. - http://e.lanbook.com/book/2370

Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: учебник для студентов университетов: учебное пособие для университетов различного профиля. М: URSS [Либроком], 2011. - 542 с.

Бережной А.А., Бусарев В.В. Ксанфомалити Л.В., Сурдин В.Г. Солнечная система. М: Физматлит, 2009. 400 с. - http://e.lanbook.com/book/2708

Язев С.А. Лекции о Солнечной системе. Спб: Лань, 2011. 384 с. - http://e.lanbook.com/book/1557

Шустов Б.М., Рыхлова Л.В. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, . М: Физматлит, 2010. 384 с. - http://e.lanbook.com/book/2309

Ишмухаметова М.Г., Кондратьева Е.Д. Решение задач по небесной механике и астродинамике. Казань: Физический факультет Казанского государственного университета, 2009. 40 с. - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21569/06_46_2008_000220.pdf

7.2. Дополнительная литература:

Чаругин В.М. Классическая астрономия. М: Издательство 'Прометей', 2013. 214 с. - http://e.lanbook.com/book/64276

Данхэм Д.У., Назиров Р.Р. Фаркуар Р.У., Чумаченко Е.Н. Космические миссии и планетарная защита. М: Физматлит, 2013. 276 с. - http://e.lanbook.com/book/91180

Кондратьева Е.Д. Методы астродинамики. Часть 1: методическое пособие. / Е.Д. Кондратьева, М.Г. Ишмухаметова // Физический факультет Казанского государственного университета. - Казань. - 2002. - 39 с. - URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F_1842217196/Kondrateva.E.D..Metody.astrodinamiki.ch.1.pdf

Ишмухаметова М.Г. Методы астродинамики. Методическое пособие. Часть 2. / М.Г. Ишмухаметова // Физический факультет Казанского государственного университета. - Казань. - 2003. - 48 с. - URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F_1688771691/Ishmukhmetova.M.G..Metody.astrodinamiki.ch.2.pdf

7.3. Интернет-ресурсы:

Астро-архив ПРАО АКЦ ФИАН - http://astro-archive.prao.ru/books/books.php

Группа издательств МАИК Наука/Интерпериодика - http://www.maik.ru/

Движение планет (3D-анимация) - http://www.space.utema.ru

Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов - school-collection.edu.ru?catalog/search

Издательство Шпрингер - http://rd.springer.com/

Издательство Эльзевир - http://www.sciencedirect.com/

Научная электронная библиотека - http://elibrary.ru/defaultx.asp

Научно-теоретический журнал Кинематика и физика небесных тел - http://mao.kiev.ua/index.php/ua/vydannia/kinematikaitem

Отдел динамики Солнечной системы Лаборатории реактивного движения NASA - https://ssd.jpl.nasa.gov/

Поисковая форма Системы астрофизических данных - http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

Российское образование. Федеральный образовательный портал - http://www.edu.ru

Центр малых планет МАС - http://www.minorplanetcenter.net/

Центральное бюро астрономических телеграмм МАС - http://www.cbat.eps.harvard.edu/index.html

Электронная научная библиотека - http://nehudlit.ru/books/subcat348.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Небесная механика" 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 оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;

- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Micrsft Pwer Pint в составе Micrsft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.rg 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adbe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Micrsft);

- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки)

- наглядные пособия в виде макетов, глобусов небесных тел.

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

Автор(ы):
Соколова М.Г. _____
Усанин В.С. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Загретдинов Р.В. _____
"__" _____ 201 __ г.