

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля).

Новые методы теории возмущений

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки:

03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность программы:

01.03.01 – небесная механика и астрометрия

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.

Вариативная часть ООП. Электив.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	З1 (УК-1) ЗНАТЬ основные современные научные достижения в профессиональной области, основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач, в том числе и в междисциплинарных областях. У1 (УК-1) УМЕТЬ

	<p>проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке.</p> <p>В1 (УК-1) ВЛАДЕТЬ</p> <p>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских, практических и образовательных задач в своей профессиональной области, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
<p>ПК-1:01.03.02 Способность самостоятельно проводить научные исследования в области небесной механики и применять полученные результаты для решения практических задач.</p>	<p>З1 (ПК-1:01.03.02) ЗНАТЬ</p> <p>основные законы, теоретические модели и современные методы исследований и математического моделирования в области небесной механики.</p> <p>У1 (ПК-1:01.03.02) УМЕТЬ</p> <p>использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований и решения практических задач в области небесной механики.</p> <p>В1 (ПК-1:01.03.02) ВЛАДЕТЬ</p> <p>разработкой методов научного исследования для получения новых фундаментальных знаний в области небесной механики и способами применения этих знаний для создания прикладных технологий и решения практических задач.</p>

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачётные единицы, в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Знание основ небесной механики и теории потенциала в объеме университетского (магистерского) курса.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Предмет и задачи теории возмущений. Основные понятия и определения небесной механики. Задачи теоретической и практической небесной механики.	5	2		2	5
Основной принцип теории возмущений. Нелинейный осциллятор с диссипацией. Принцип теории возмущений для уравнений движения в прямоугольных координатах. Уравнения Лагранжа для кеплеровских элементов орбиты. Оскулирующая орбита и оскулирующие элементы.	6	4		2	6
Метод малого параметра Пуанкаре и метод последовательных приближений.	7	2		4	5

Возмущающая функция и возмущения. Разложение возмущающей функции. Вековые и периодические возмущения. Классификация возмущений в движении планет: вековые, периодические и смешанные возмущения элементов орбит планет и спутников. Выводы Лагранжа и Лапласа об устойчивости Солнечной системы.	6	4		4	6
Интегрирование уравнений задачи двух тел методом Гамильтона-Якоби. Связь кеплеровских элементов с элементами Якоби. Элементы Делоне и элементы Пуанкаре.	7	2		2	5
Кольца Гаусса: одномерный и двумерный варианты. Пространственные потенциалы колец Гаусса. Применения колец Гаусса в динамической астрономии.	6	3		2	6
Взаимная энергия колец Гаусса. Новый подход к изучению долгопериодических и вековых возмущений в небесной механике. Замена возмущающей функции Лагранжа на взаимную потенциальную энергию колец Гаусса.	7	3		2	5
Текущая аттестация в форме занятия семинарского типа.	2		2	2	
Взаимный гравитационный потенциал двух круговых колец. Применение к упрощенной задачи Солнце – Юпитер – Сатурн.	7	2		2	5
Взаимный гравитационный потенциал двух слабо эллиптических компланарных колец Гаусса с несовпадающими линиями апсид.	6	2		2	6
Задача о взаимной потенциальной энергии двух гауссовых колец, когда оба кольца являются эллиптическими и некомпланарными друг другу. Вывод выражения для взаимного потенциала в виде ряда.	5	4		2	5
Получение новых уравнений эволюции колец Гаусса при взаимном возмущении. Применение метода колец к решению проблемы вековой и долгопериодической эволюции орбит Юпитера и Сатурна.	8	4		4	6
Промежуточная аттестация – зачёт.					2
Итого	108				76

9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

9.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости:

1. Задания по специальности 01.03.01.

- 1.1. Найти взаимный потенциал и момент сил двух гравитирующих круглых колец, плоскости которых пересекаются по диаметру под углом друг к другу. Решение записать с точностью до квадрата угла наклона включительно.
 - 1.2. Вывести уравнение прецессии узлов двух круговых колец Гаусса под действием взаимного возмущения.
 - 1.3. Построить 3-D поверхность для взаимной энергии двух колец Гаусса
 - 1.4. Вывести уравнения эволюции колец Гаусса в эклиптической системе координат.
 - 1.5. Вывести уравнения эволюции колец Гаусса в плоскости Лапласа.
- 9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
1. Задание для проверки З1 (ПК-1:01.03.02) из п. 5. «Построить поверхности равного потенциала вокруг гравитирующего кольца Гаусса».
 2. Задание для проверки У1 (ПК-1:01.03.02) из п. 5. «Построить и исследовать 3-D поверхность взаимной энергии двух колец Гаусса».
 3. Задание для проверки В1 (ПК-1:01.03.02) из п. 5. «Вывести систему уравнений эволюции двух колец Гаусса под влиянием взаимного возмущения. Система отсчета совпадает с плоскостью одного из колец».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка	незачёт	зачёт		
РО и соотв. виды оценочных средств				
Знания <i>(виды оценочных средств: устные и письменные опросы, тестирующие знание основных законов и соотношений, и т. п.)</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения <i>(виды оценочных средств: устные и</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточно-	Успешное и систематическое умение

<i>письменные опросы, тестирующие знание принципов получения основных законов и соотношений, написание и защита рефератов на заданную тему, практические контрольные задания и т. п.)</i>			сти непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: решение новых (не разобранных на лекциях или в литературе) задач, вывод новых соотношений и т. п.)</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

10. Ресурсное обеспечение:

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы М.: Наука, 1975
2. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию М.: Наука, 1968
3. Мюррей К., Дермотт С. Динамика Солнечной системы, пер. с англ. М.: Физматлит 2009
4. Кондратьев Б.П. Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Мир, 2007. 512 с.
5. Kondratyev B.P., 2012, Sol. Sys. Res., 46, № 5, 352

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости):

1. Библиографическая система NASA ADS

Описание материально-технической базы:

аудиторный фонд физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,

11. Язык преподавания.

Русский.

12. Преподаватель (преподаватели).

проф. Кондратьев Б.П.