

Новые методы теории потенциала

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Кондратьев Борис Петрович
(кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	По выбору
Аудитория:	специальный
Семестр:	11
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	36 (72 часа)
Семинаров:	
Практ. занятий:	
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	С-ОНК-1, С-ОНК-4, С-ОНК-5, С-ОНК-6
Приобретаемые компетенции:	С-СК-3, С-ИК-3, С-ПК-1, С-ПК-2, С-ПК-4

Аннотация курса

В данном курсе содержится не только изложение основ классической теории ньютоновского потенциала, но и новых методов в современной теории притяжения. Показана тесная взаимосвязь теории потенциала со многими разделами астрономии и физики, и особенно подробно - с небесной механикой и астрофизикой. Прослеживается цепочка имен великих ученых от Кеплера и Ньютона до Гаусса, Пуанкаре и Чандрасекара. Особое внимание обращается внедрению в практику новейших эффективных методов в теории притяжения, включая комплекс методов эквигравитирующих тел, а также новые методы нахождения гравитационной энергии тел сложной формы. Демонстрируется много примеров применения новых методов для решения важных практических задач в современной динамической астрономии.

Образовательные технологии

Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс тесно связан с всеми лекционными курсами по небесной механике и динамической астрономии. Он является базой для курса «Гравиметрия», а также для курса «Динамика звездных систем».

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Курсы «Небесная механика», «Гравиметрия». Практикум по небесной механике и динамической астрономии,

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Субботин М. Ф. Курс небесной механики. Т. 3. Л.-М.: ГИТТЛ, 1949.
2. Чандрасекар С. Эллипсоидальные фигуры равновесия. М.: Мир, 1972.
3. Кондратьев Б.П. Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Мир, 2007. 512 с.
4. Кондратьев Б.П. Теория потенциала и фигуры равновесия. Москва - Ижевск, изд. «РХД», 2003, 624 с.
5. Кондратьев Б.П. Динамика эллипсоидальных гравитирующих фигур. М.: Наука, 1989. 272 с.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Кондратьев Б.П. «Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями». Монография с грифом «Учебное пособие для студентов высших учебных заведений» Минобрнауки РФ, Москва: Мир, 2007. 512 с.
2. Кондратьев Б.П. «Теория потенциала в примерах и задачах», 2017, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 114 с.

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Кондратьев Б.П., Антонов В.А. «Новые методы в теории ньютоновского потенциала. Потенциальная энергия однородных линзовидных тел и шаровых сегментов», *Астрономический журнал*, 1993, т. 70, № 3, стр. 594-608.
2. Кондратьев Б.П. «Теория потенциала: эквигравитирующие стержни для осесимметричных тел». *Журнал Вычислительной Математики и Математической Физики*, 2001, т. 41, № 2, стр. 269-281.
3. Кондратьев Б.П., Дубровский А.С., Трубицына Н.Г., Мухаметшина Э.Ш. «Разложение потенциала однородного кругового тора в ряд Лапласа». *Журнал технической физики*, 2009, т. 79, № 2, стр. 17-21.
4. Kondratyev V.P. «On the radius of convergence of the Laplace series for the “Internal” potential of a gravitating torus». *Technical Physics*. 2010, V. 55, № 12, P. 1812-1813.

Контроль успеваемости

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

Программа курса по неделям освоения

В курсе выделено несколько блоков: Элементы классической теории потенциала. Потенциал плоских тел на основе новых интегральных формул. Потенциалы слоев и оболочек. Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов. Потенциал тора. Новое направление в теории потенциала – теория эквигравитирующих тел (применение к дискам и неоднородным эллипсоидам). Новые методы нахождения гравитационной энергии тел и их применение к решению важных практических задач. Актуальные задачи современной динамической астрономии.

1. Введение в теорию потенциала. Основные задачи курса (неделя 1)

Возникновение и развитие теории потенциала. От Ньютона до Пуанкаре и Чандрасекара. Значение теории потенциала в развитии астрономии.

2. Элементы классической теории потенциала (недели 2-3)

Введение понятия потенциала. Ньютоновские потенциалы трехмерных, двумерных и одномерных тел. Основные свойства потенциала. Уравнения Лапласа и Пуассона. Логарифмический потенциал.

Потенциалы оболочек и слоев. Внешние и внутренние потенциалы однородных и слоисто-

неоднородных эллипсоидов с подобными слоями одинаковой плотности – целая эпоха в математической физике.

3. Потенциал плоских тел на основе новых интегральных формул (недели 4-5)

Новые общие интегральные формулы, сводящие процедуру вычисления потенциалов однородных пластин к однократным интегралам по их границе. Точные выражения потенциалов круглого и эллиптического дисков; притяжение сегментов диска и пластин разной формы. Потенциалы эллиптических плоских гомеоидов и фокалоидов. Расслоения на двумерные диски на кольца. Пространственные потенциалы плоских тел, Понятие о кольцах Гаусса. Потенциал двумерного обобщения кольца Гаусса.

4. Потенциалы слоев и оболочек. Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов (недели 6-9)

Эллипсоидальная стратификация тел. Свойства элементарных эллипсоидальных оболочек. Элементарный гомеоид и фокалоид и их гравитационные поля. Обобщенные гомеоид и фокалоид, их свойства и значение в теории потенциала.

Метод синтеза элементарных оболочек. Свойства коэффициентов потенциала. Внешний и внутренний потенциалы слоисто-неоднородный эллипсоидов с переменной сплюснутостью слоев равной плотности. Основные свойства этих потенциалов. Эллипсоиды с софокусным расслоением слоев. Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов в ином виде. Дисковый предел эллипсоидов (два вида).

5. Потенциал гравитирующего тора (неделя 10)

Пространственный потенциал однородного кругового тора: нахождение через круговые диски. О случаях, когда потенциал тора может быть представлен в конечном виде. Обобщенный гомотетический слой на торе. Представление внутреннего потенциала тора в квадратичном по координатам приближении.

6. Новое направление в теории потенциала – теория эквиравитирующих тел (недели 11-14)

Понятие об эквиравитирующих элементах. Эквиравитирующие стержни для дисков, сфероидов и оболочек. Нахождение эквиравитирующих стержней методом расслоения на диски и методом интеграла Коши. Пары эквиравитирующих тел: «мнимый стержень - вещественный неоднородный диск», «мнимый диск - вещественный стержень»,

Теорема об эквиравитирующих оболочках и слоисто-неоднородных эллипсоидах. Софокусные преобразования оболочек и сфероидов. Впервые получен пространственный потенциал эллиптического диска. Потенциалы однородных линз с острыми краями. Эквиравитирующие элементы однородного кругового тора и его оболочки.

7. Новые методы нахождения гравитационной энергии тел. Применение новых методов к решению важных практических задач (недели 15-18)

Вычисление потенциальной энергии через интегралы от дивергенции и поверхностных интегралов. Метод особых рядов и его применение к осесимметричным телам и к телам, не имеющих осевую симметрию. Метод эквиравитирующих стержней. Нахождение потенциальной энергии методом прогонки и методом дифференциации. Гравитационная энергия тел с логарифмическим потенциалом. Решение основных задач - гравитационная энергия: кругового и эллиптического дисков; однородного шарового сегмента; однородного шарового слоя; кругового конуса; потенциальная энергия цилиндра конечной высоты.

