Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ, АСТРОМЕТРИИ И ГРАВИМЕТРИИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
МГУ
_____/ Н.Н. Сысоев /
«___» _____20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

НОВЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА

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:

1. Д.ф.-м.н., профессор Кондратьев Борис Петрович, кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой
Д.ф.-м.н. профессор Жаров Владимир Евгеньевич

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Новые методы теории потенциала»

Дисциплина **«Новые методы теории потенциала»** является важной частью современной небесной механики и астрофизики. Методы теории потенциала служат основой для решения многих задач в современной астрономии. Важной особенностью данного курса является то, что на лекциях студенты знакомятся не только с элементами классической теории потенциала, но и с комплексом новых аналитических методов в этой области науки. Классические методы излагаются в новой, более краткой и рациональной форме. Изложены также элементы новой теории эквигравитирующих элементов, на базе которой создан комплекс методов для нахождения точных выражений гравитиционной энергии тел сложной формы. Изложение материала сопровождается подробным решением задач.

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 задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания 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 **«Новые методы теории потенциала»** реализуется на 6-ом курсе в 11-ом семестре и является составной частью профессионального блока вариативной части.

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

Практикум по небесной механике, научная работа по дисциплинам небесной механики.
.

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 теории притяжения и небесной механики в их взаимосвязи ***З-2 Знать:*** основные понятия математической обработки наблюдений небесных тел ***У-1Уметь:*** строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных ***У-2Уметь:*** планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе численных расчетов ***В-1 Владеть:*** математическим аппаратом, применяемым в небесной механике ***В-2 Владеть:*** методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике
ОПК-1.Б	***З-1 Знать:*** основные математические методы, используемые при решении задач небесной механики ***У-1Уметь:*** решать типовые задачи небесной механики ***У-2Уметь:*** строить математические модели явлений и процессов небесной механики ***В-1 Владеть:*** навыками выполнения аналитических выкладок с помощью специального программного обеспечения и компьютеров

2. Форма обучения: очная.

3. Язык обучения: русский.

4. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в предмет «Новые методы теории потенциала»

Предмет и задачи теории потенциала. Основные понятия теории притяжения. Закон всемирного тяготения. Основные понятия теории притяжения. Силовая функция. Силовая функция системы гравитирующих материальных точек. Притяжение материальной точки материальным телом материальной поверхностью и материальной линией. Потенциал простого слоя. Взаимное притяжение материальных тел.

Тема 2. Основные свойства потенциала.
Свойства притяжения внутри и вне притягивающей массы. Уравнение Лапласа и Пуассона. Выражения оператора Лапласа в криволинейных координатах. Особенности потенциала для одномерных и двумерных тел.

Тема 3. Потенциалы конкретных тел.
Силовая функция притяжения однородной сферической оболочки, однородного и неоднородного шара. Формула Гаусса. Потенциалы однородных сфероидов и эллипсоидов. Эллипсоидальные координаты. Притяжение однородным эллипсоидом внутренней и внешней точки.

Тема 4. Методы нахождения потенциалов плоских тел.
Новые интегральные формулы. Аналитические формулы для потенциала однородного круглого диска и сегмента диска. Пластины треугольной и квадратной формы. Потенциал эллиптического диска.

Тема 5. Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов.
Эллипсоидальная стратификация тел. Эллипсоидальные оболочки. Синтез элементарных оболочек. Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов. Вывод выражений потенциала слоисто-неоднородных эллипсоидов с переменной сплюснутостью изоденситных поверхностей. Свойства этих потенциалов. Примеры применения в астрономии.

Тема 6. Эквигравитирующие тела: стержни и диски. Метод дифференциации.
Понятие эквигравитирующих тел. Теорема Маклорена-Лапласа и её расширение. Эквигравитирующий стержень для кольца и однородного круглого диска. Нахождение эквигравитирующих стержней методом расслоения тела на диски. Эквигравитирующие стержни для сжатых сфероидов. Переход от мнимых стержней к эквигравитирующему вещественному диску. Интегральное уравнение для обратного перехода.
.
Тема 7. Эквигравитирующие элементарные эллипсоидальные оболочки.
Солфокусные преобразования эллипсоидальных оболочек. Софокусные гомеоиды и фокалоиды. Теорема об эквигравитирующих слоисто-неоднородных эллипсоидах. Метод дифференциации: эквигравитирующие диски и стержни для эллипсоидальных оболочек.
.
Тема 8. Новые методы нахождения потенциальной (гравититационной) энергии тел.
1-й метод: энергия слоисто-неоднородных эллипсоидов и сфероидов. 2-й метод: нахождение потенциальной энергии с помощью эквигравитирующих элементов. Энергия круглого однородного диска, шара и эллипсоида.

Тема 9. Взаимная гравитационная энергия тел. Кольца Гаусса.
Взаимная потенциальная энергия круговых колец, пересекающихся по диаметру. Взаимная энергия дисков. Взаимная гравитационная энергия колец Гаусса: случай компланарных колец.
.
Тема 10. Применение теории эквигравитирующих тел в задачах небесной механики.

Взаимная гравитационная энергия колец Гаусса: случай однофокусных колец, имеющих наклон между главными плоскостями. Примеры применения метода колец Гаусса в динамической астрономии

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	
Новые методы теории потенциала	3	108	72	36	36	36

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

Изучение курса **«Новые методы теории потенциала»** включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарских занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы	**Наименование раздела дисциплины**	**Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы**					**Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**
		Всего часов	**Лекции**	**Научно-практические занятия**	**Семинары**	**Самостоятельная работа**	
1	Введение в предмет «Новые методы теории потенциала»	**4**	**2**	**-**	**2**	**2**	Собеседование, опрос
2	Основные свойства потенциала.	**4**	**2**	**-**	**2**	**2**	

3	Потенциалы конкретных тел: шары диски, эллипсоиды, цилиндры.	**10**	**5**	**-**	**5**	**5**	
4.	Методы нахождения потенциалов плоских тел.	**6**	**3**		**3**	**3**	
5	Потенциалы слоисто-неоднородных эллипсоидов.	**8**	**4**	**-**	**4**	**4**	
6	Эквигравитирующие тела: стержни и диски. Метод дифференциации. .	**8**	**4**	**-**	**4**	**4**	
7	Эквигравитирующие элементарные эллипсоидальные оболочки.	**4**	**2**	**-**	**2**	**2**	
8	Новые методы нахождения потенциальной (гравититационной) энергии тел.	**10**	**5**	**-**	**5**	**5**	
9	Взаимная гравитационная энергия тел. Кольца Гаусса.	**6**	**3**	**-**	**3**	**3**	
10	Применение теории эквигравитирующих тел в задачах небесной механики	**12**	**6**	**-**	**6**	**6**	
	Промежуточная аттестация						Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		**72**	**36**	**-**	**36**	**36**	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «**Новые методы теории потенциала**» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Новые методы теории потенциала**» проводится в одиннадцатом семестре в форме экзамена. Зачет в форме письменной работы, экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием по программе.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

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
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности.	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Требования к порядку проведения собеседования

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	**Критерии оценивания результатов обучения**			
	2	**3**	**4**	**5**
ЗНАТЬ: фундаментальные законы механики и их взаимосвязь УК-1.Б З-1	Отсутствие знаний фундаментальных законов небесной механики и их взаимосвязей	В целом успешные, но не систематические знания фундаментальных законов механики и их взаимосвязей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания фундаментальных законов механики и их взаимосвя-	Успешные и систематические знания фундаментальных законов небесной механики и их взаимосвязей

			зей	
ЗНАТЬ: основные понятия математической обработки эксперимента небесной механики УК-1.Б З-2	Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных понятий математической обработки эксперимента небесной механики	В целом успешное, но не систематическое знание основных понятий математической обработки эксперимента небесной механики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий математической обработки эксперимента небесной механики	Успешное и систематическое знание основных понятий математической обработки эксперимента небесной механики
ЗНАТЬ: основные математические методы, используемые при решении задач небесной механики ОПК-1.Б З-1	Отсутствие знаний или фрагментарное применение основных математических методов, при решении задач небесной механики	В целом успешное, но не систематическое применение основных математических методов, при решении задач небесной механики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных математических методов, при решении задач небесной механики	Успешное и систематическое знание основных математических методов, при решении задач небесной механики
УМЕТЬ: строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных УК-1.Б У-1	Отсутствие умения строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных	В целом успешное, но не систематическое умение строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных	Успешное и систематическое умение строить теоретические модели небесной механики, используя критически анализ данных
УМЕТЬ: планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе экс-	Отсутствие умения планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	В целом успешное, но не систематическое умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов	Успешное и систематическое планировать и проводить экспериментальные исследования в области небесной механики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента

перимента УК-1.Б У-2		в процессе эксперимента	результаты, полученные в процессе эксперимента	
УМЕТЬ: решать типовые задачи небесной механики ОПК-1.Б У-1	Отсутствие умения решать типовые задачи	В целом успешное, но не систематическое умение решать типовые задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые задачи	Успешное и систематическое умение решать типовые задачи
УМЕТЬ: строить математические модели явлений и процессов небесной механики 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 успешное, 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 небесной механике УК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в небесной механике	В целом успешное, но не систематическое владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в небесной механике	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в небесной механике	Успешное и систематическое владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в небесной механике
ВЛАДЕТЬ: методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике УК-1.Б В-2	Отсутствие/фрагментарное владение методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике	В целом успешное, но не систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике	Успешное и систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в небесной механике
ВЛАДЕТЬ: навыками проведения физического эксперимента	Отсутствие/фрагментарное владение навыками проведения физиче-	В целом успешное, но не систематическое владение навыками	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы вла-	Успешное и систематическое владение навыками проведения физического

и обработки его результатов ОПК-1.Б В-1	ского эксперимента и обработки его результатов	проведения физического эксперимента и обработки его результатов	дение навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов	эксперимента и обработки его результатов

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

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Задачи можно найти по адресу: http://www.sai.msu.ru/neb/rw/cm_monog.htm

Пример: *Найти силу притяжения половинок однородного шара и однородного эллипсоида.*

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся
Вопросы к экзамену и зачету можно найти по адресу: http://genphys.phys.msu.ru/rus/edu/

Пример: *Эквигравитирующие тела: стержни и диски. Метод дифференциации.*
.
.

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. Учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности "Астрономия". Издание 3-е, дополненное. М: Наука, 1975 . 800 с.
2. Субботин М. Ф. Курс небесной механики. Т. 3. Л.-М.: ГИТТЛ, 1949. 280 с.
3. Балк М.Б., Демин В.Г., Куницын А.А. Сборник задач по небесной механике и космодинамике. М: Наука. 1968. 336 с.
4. Чандрасекхар С. Эллипсоидальные фигуры равновесия. М.: Мир, 1972.
5. Кондратьев Б.П. Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Мир, 2007. 512 с.
6. Кондратьев Б.П. Теория потенциала и фигуры равновесия. Москва - Ижевск, изд. «РХД», 2003, 624 с.
7. Кондратьев Б.П. Динамика эллипсоидальных гравитирующих фигур. М.: Наука, 1989. 272 с.

Дополнительная литература

1. Кондратьев Б.П. Теория потгравитирующие стержни для осесимметричных тел, Журнал вычислительной математики и математической физики, т. 41, №2, С. 247, (2000).
2. Кондратьев Б.П. Новые методы в теории ньютоновского потенциала. О представлении потенциальной энергии гравитирующих тел сходящимися рядами, Астрономический журнал, т. 70, С. 583, (1993).

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.