

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова

академик



Е.И. Моисеев

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория потенциала»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – «Информатика и вычислительная техника» (09.06.01)

Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория потенциала.

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

«Информатика и вычислительная техника» (09.06.01). Направленность (профиль) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы и является дисциплиной по выбору в 4 семестре.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1: владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: классические математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий; УМЕТЬ: применять классические методы построения и анализа математических моделей; ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора методов и средств

	построения и анализа математических моделей.
ПК-1: владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики	<p>ЗНАТЬ: классические методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также базовые методы разработки и реализации алгоритмов их решения;</p> <p>УМЕТЬ: применять классические методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также базовые методы разработки и реализации алгоритмов их решения;</p> <p>ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методов разработки и реализации алгоритмов их решения.</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

40 часов составляет контактная работа с преподавателем – 36 часов занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 2 часа групповых консультаций, 2 часа мероприятий промежуточной аттестации.

68 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по дисциплинам, связанным с математическим анализом, алгеброй и геометрией, линейных алгеброй, функциональным анализом, уравнениями математической физики, численными методами в объеме бакалаврской программы факультета ВМК МГУ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Доска и мел.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Излагаются основы теории потенциала, используемой при построении интегральных представлений функций. Даются основные свойства интегральных представлений, необходимые при приложении теории потенциала к решению краевых задач.

The basics of the theory of potential used in the construction of integral representations of functions are outlined. The properties of integral representations are given, which are necessary for applying the theory of potential to the solving of boundary value problems.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
<p>Тема 1. Основные сведения по интегралам. Несобственные и сингулярные интегралы. Основные сведения об определенных, кратных, криволинейных, поверхностных интегралах. Несобственные интегралы с полярной особенностью. Сингулярные интегралы. Гиперсингулярные интегралы.</p>	30	10	-	-	-	-	10	20		20
<p>Тема 2. Основные интегральные формулы математической физики. Формулы Гаусса-Остроградского и Стокса. Формулы Грина для дифференциальных операторов. Выражения для решений уравнений Пуассона и Гельмгольца через краевые значения на</p>	34	14					14	20		20

границе для внутренних и внешних областей. Восстановление векторного поля по дивергенции и ротору.											
Тема 3. Краевые значения поверхностных потенциалов. Краевые значения потенциалов простого и двойного слоя. Градиенты потенциалов простого и двойного слоя в плоском случае. Вихревой слой. Краевые значения векторного поля, индуцируемого вихревым слоем. Краевые значения градиентов потенциалов простого и двойного слоя. Градиенты потенциалов простого и двойного слоя в трехмерном случае. Потенциалы точечного заряда, простого и двойного слоя для уравнения Гельмгольца.	34	14					14	20		20	
Промежуточная аттестация – устный экзамен	10	2					8				
Итого	108						40		68		

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Литература для самостоятельной работы студентов в соответствии с тематическим планом .

Тема 1 «Основные сведения по интегралам. Несобственные и сингулярные интегралы»

Тема 2 «Основные интегральные формулы математической физики»

Тема 3 «Краевые значения поверхностных потенциалов»

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Сетуха А.В. Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения. Учебное пособие. — М.:Аргмак-Медиа, 2014. — С. 256.
2. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнения математической физики. Учебное пособие. — М.: МГУ, 1999. — 798с.
3. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. — М.: ТОО «Янус», 1995. — 520 с.

Дополнительная литература

1. Колтон Д., Кресс Р. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния. М.: Мир, 1987. —311с.
2. Бахвалов Н.~С., Жидков Н.~П., Кобельков Г.~М. Численные методы. Учебник. --- М.:~Бином, 2003. --- 632~с.
3. Галишникова Т.~Н., Ильинский А.~С. Метод интегральных уравнений в задачах дифракции волн. --- М.:~МАКС Пресс, 2013. --- 248~с.
4. Дмитриев В.~И., Захаров Е.~В. Метод интегральных уравнений в вычислительной электродинамике. - М.:~МАКС Пресс, 2013. --- 2008~с.
5. Захаров Е.~В. Орлик С.~И. Интегральные уравнения. Учеб. пособие. --- М.:МАКС Пресс, 2012. --- Части 1---3.
6. Тыртышников Е.~Е. Методы численного анализа: уч. пособ. --- М.:~Академия, 2007. --- 320~с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru>
2. www.scopus.com

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

1. Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint

2. Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader
3. Издательская система LaTeX.

Активные и интерактивные формы проведения занятия

№ п\п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Лекция 12	Лекция-дискуссия по теме Основные интегральные формулы математической физики
2	Лекция 18	Лекция-дискуссия по теме Краевые значения поверхностных потенциалов

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

профессор, д.ф.-м.н. Сетуха Алексей Викторович

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Теория потенциала»**

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Устный экзамен
УМЕТЬ:	Отсутствие умений	Фрагментарные	В целом	Успешное, но	Сформированное	отчет

<p>применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)</p>		<p>умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>	<p>отчет</p>
<p>ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения Код З1 (ПК-1)</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разра-</p>	<p>Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Устный экзамен</p>

			реализации алгоритмов их решения	ботки и реализации алгоритмов их решения		
<p>УМЕТЬ:</p> <p>применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p> <p>Код У1 (ПК-1)</p>	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	отчет
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и ре-	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естест-	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и ре-	отчет

и реализации алгоритмов их решения Код В1 (ПК-1)		лизации алгоритмов их решения	задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	веннонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	лизации алгоритмов их решения	
--	--	-------------------------------	--	---	-------------------------------	--

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов для устного экзамена.

1. Определенный и кратный интегралы, несобственные одномерные и кратные интегралы. Сходимость интеграла $\int_D \frac{f(x)}{|x-c|^\alpha} dx$.
2. Криволинейные интегралы 1-го рода. Несобственные криволинейные интегралы.
3. Поверхностные интегралы 1-го рода. Параметризация поверхности. Специальная система координат.
4. Несобственные поверхностные интегралы $\int_\Sigma \frac{f(x)}{|x-c|^\alpha} d\sigma$. [1].
5. Линейный интегральный оператор с непрерывным ядром. Действие из $C(D)$ в $C(D)$. Ограниченность интегрального оператора с непрерывным ядром.
6. Интегральный оператор Фредгольма с полярным ядром. Его ограниченность и компактность.
7. Условие Гельдера. Примеры функций, удовлетворяющих условию Гельдера. Оценка для разности $|x-y|^{-\alpha} - |z-y|^{-\alpha}$.
8. Выполнение условия Гельдера для функции, возникающей при применении оператора Фредгольма с непрерывным и полярным ядромк непрерывной функции.
9. Сингулярный интеграл в смысле главного значения. Интеграл по отрезку. Существование интеграла $\int_a^b \frac{f(x)}{x-c} dx$ в случае функции f непрерывной по Гельдеру.
10. Сингулярный интеграл с ядром Гильберта.
11. Кратный сингулярный интеграл в смысле главного значения. Условия существования и доказательство существования.

12. Выполнение условия Гельдера для функции, возникающей после применения сингулярного интегрального оператора к функции, удовлетворяющей условию Гельдера.
13. Гиперсингулярный интеграл в смысле конечного значения по Адамару. Общее определение (одномерных и многомерный случай). Возможные трактовки интеграла $\int_a^b \frac{f(x)}{(x-c)^2} dx$ и их связь с интегралом в смысле главного значения.
14. Основные интегральные формулы: формулы Остроградского-Гаусса, Стокса, Грина (без доказательства). Две формулы Грина для интеграла по области от эллиптического дифференциального оператора.
15. Уравнения Лапласа, Пуассона, Гельмгольца. Потенциалы точечного заряда, простого, двойного слоя, потенциал объемного заряда (определения). Формула Грина для потенциала точечного заряда (3-я формула Грина).
16. Выражение для решения уравнений Лапласа и Гельмгольца (однородного) через поверхностные потенциалы по границе области. Случаи внутренней и внешней областей. Условия излучения Зоммерфельда для уравнения Гельмгольца.
17. Прямые значения потенциалов простого и двойного слоя на поверхности. Их непрерывность.
18. Существование краевых значений потенциала простого слоя.
19. Потенциал двойного слоя с постоянной плотностью. Связь с телесным углом.
20. Краевые значения потенциала двойного слоя.
21. Градиент потенциала двойного слоя в плоском случае. Связь с полем скоростей вихревого слоя.
22. Связь градиентов потенциалов простого и двойного слоя в двумерном случае с интегралом Коши. (для потенциала двойного слоя)
23. Интеграл Коши для функций комплексной переменной. Формулы Сохоцкого.
24. Краевые значения градиента потенциала простого слоя в плоском случае.
25. Краевые значения градиента потенциала простого слоя двойного слоя в плоском случае.
26. Краевые значения нормальной производной потенциала двойного слоя в плоском случае: выражение через гиперсингулярный интеграл, понимаемый в смысле конечного значения по Адамару.
27. Поверхностный градиент функции, его связь с обычным градиентом, функции, заданной в окрестности поверхности. Производные вектора нормали вдоль поверхности.
28. Интеграл от поверхностного градиента функции по поверхности.
29. Интеграл по поверхности от векторного произведения поверхностного градиента и вектора нормали.
30. Краевые значения градиента потенциала простого слоя.
31. Выражение для градиента потенциала двойного слоя через поверхностный градиент плотности (закон Био-Савара).
32. Существование краевых значений градиента двойного слоя. Формула для краевых значений.
33. Выражение для нормальной производной потенциала двойного слоя через гиперсингулярный интеграл, понимаемый в смысле конечного значения по Адамару.

Материалы для мероприятий текущего контроля.

Мероприятия текущего контроля реализуются в виде лекций дискуссий.

Примерные темы рефератов. Примеры тем:

- 1) Основные интегральные формулы математической физики.
- 2) Свойства поверхностных и объемных потенциалов

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Особенности организации процесса обучения

Для эффективного освоения курса рекомендуется перед каждым занятием привести в порядок конспекты лекций. После каждого занятия рекомендуется найти и прочитать дополнительную литературу по теме лекции и прочитать свои конспекты.

Система контроля и оценивания

За работу во время лекций-дискуссий и за реферат выставляются оценки.

Окончательная оценка определяется в первую очередь на основании оценки устного ответа аспиранта. При этом окончательная оценка корректируется в сторону повышения на основании оценок за реферат, а также оценок, полученных на лекциях-дискуссиях.

Структура и график контрольных мероприятий

Лекция дискуссия на 12-й, 18-й. реферат в течение семестра. Устный экзамен в конце семестра.