

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
 Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный
 университет имени М.К. Аммосова» в г. Мирном.
 Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины

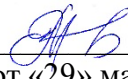
Б1.В.09 Дополнительные главы уравнений в частных производных

для программы бакалавриата
 по направлению подготовки
 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность программы: Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения: очная

Автор: Исхоков Сулаймон Абунасович, д.ф.-м.н., профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики, МПТИ (ф) СВФУ, sulaimon@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики</p> <p> /Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики</p> <p> /Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОП пройден Ст.диспетчер УМО</p> <p> / Баишева О.Ю. «28» марта 2019 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП</p> <p>Председатель УМС  /Константинова Т.П./ протокол УМС № <u>3</u> от «29» марта 2019 г.</p>		<p>Эксперт УМС</p> <p> / Егорова М.В. «29» марта 2019 г.</p>

Мирный 2019

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.09 Дополнительные главы уравнений в частных производных
Трудоемкость 4 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения:

- ознакомление с последними достижениями в теории уравнений в частных производных и их приложением. Изучение предусмотренных программой методов решения интегральных уравнений и их приложения в теории дифференциальных уравнений в частных производных, формирование умения применять полученные знания при решении конкретных задач;
- Создание отношения к наиболее современному и перспективному математическому аппарату как к инструменту исследования и решения прикладных задач.
- Развитие у студентов способности ориентироваться в последних достижениях прикладной математики и математической физики. Расширять свои знания и проводить решение прикладных математических задач на современном уровне

Краткое содержание дисциплины: Классификация и основные методы решения интегральных уравнений. Сведения краевых задач для уравнений в частных производных к интегральным уравнениям.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК	ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук в области программирования и информационных технологий	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике. Владеет навыками научно-	знать: основные понятия теории дифференциальных уравнений в частных производных, численные методы решения задач теории дифференциальных уравнений в частных производных, прикладной математики; уметь: реализовать теорию численных методов в процессе решения задач дифференциальных уравнений в частных производных, естествознания и техники на компьютере с использованием инструментария специализированного программного обеспечения (Mathcad, Matlab и др. пакеты математических	Контрольная работа, вопросы к устному опросу, тест

		исследовательской деятельности в математике и информатике.	программ), владеть: методами теории численных методов при решении различных задач дифференциальных уравнений в частных производных с применением возможностей вычислительной техники, новых информационных технологий и методов программирования.	
--	--	--	--	--

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.10	Дополнительные главы уравнений в частных производных	7	Б1.О.13 Математический анализ I Б1.О.14 Математический анализ II Б1.О.15 Математический анализ III Б1.О.21 Дифференциальные уравнения	Дисциплины базовой и вариативной части

1.4. Язык преподавания: русский

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

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Б1.В.09 Дополнительные главы уравнений в частных производных	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	144	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	72	22
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	34	11
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	34	11
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	34	11
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	2
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	45	
№3. Контроль (при наличии экзамена в учебном плане)	27	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Теория потенциала	48	12	4	12	4	-	-	-	-	2	15
Теория интегральных уравнений	48	11	4	11	4	-	-	-	-	1	15
Решение краевых задач для уравнений в частных производных методом интегральных уравнений	48	11	3	11	3	-	-	-	-	1	15
Всего часов	144	34	11	34	11	-	-	-	-	4	45

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Теория потенциала.

Объемный потенциал и его свойства. Поверхности Ляпунова. Потенциал двойного слоя и его простейшие свойства (гармоничность вне поверхности; телесный угол, интеграл Гаусса. Физический смысл ньютоновых потенциалов. Теорема о значениях интеграла Гаусса.) Теорема о прямом значении потенциала двойного слоя на замкнутой поверхности Ляпунова. Теорема о предельных значениях потенциала двойного слоя (теорема о скачке). Непрерывность во всем пространстве потенциала простого слоя. Нормальная производная потенциала простого слоя. Прямое значение нормальной производной потенциала простого слоя на замкнутой поверхности Ляпунова. Теорема о предельных значениях нормальной производной потенциала простого слоя.

Тема 2. Теория интегральных уравнений.

Классификация интегральных уравнений. Альтернативы Фредгольма для систем линейных алгебраических уравнений. Альтернативы Фредгольма для интегральных уравнений. Интегральные уравнения Фредгольма с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. Метод последовательных приближений. Существование единственного решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода (достаточное условие для малых параметров). Повторные ядра. Резольвента. Представление резольвентного ядра с помощью итерированных ядер. Существование единственного решения интегрального уравнения Вольтерра. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений с непрерывными ядрами. Интегральные уравнения симметричными непрерывными ядрами. Лемма Арцела-Асколи. Свойства собственных функций и характеристических чисел. Теорема Гильберта-Шмидта. Билинейное разложение

симметричного непрерывного ядра. Разложение решения неоднородного интегрального уравнения по собственным функциям. Методы регуляризации Лаврентьева и Тихонова решения интегральных уравнений Фредгольма первого рода.

Тема 3. Решение краевых задач для уравнений в частных производных методом интегральных уравнений.

Единственность решений внутренней и внешней задач Дирихле (классические решения). Оценка производных гармонических функций на бесконечности. Единственность решения внешней задачи Неймана. Существование классического решения внутренней задачи Дирихле и внешней задачи Неймана. (Представление решений в виде соответствующих потенциалов). Существование классического решения внутренней задачи Неймана. Необходимое и достаточное условие разрешимости внутренней задачи Неймана. Существование классического решения внешней задачи Дирихле. Метод Фурье и задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Нахождение собственных значений и функций. Теорема Стеклова.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

При проведении занятий применяется игровое проектирование, компьютерная симуляция, дискуссия.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Подготовка к лабораторным занятиям.
2. Самостоятельное изучение отдельных вопросов в соответствии со структурой дисциплины, составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе.
5. Выполнение домашних заданий.
6. Подготовка к промежуточной аттестации.

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1.	Теория потенциала	Проработка теоретического материала.	15	Прием проработок. Устный опрос
2.	Теория интегральных уравнений	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	15	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания
3.	Решение краевых задач для уравнений в частных производных методом интегральных уравнений	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	15	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания

5. Методические указания для обучающихся, по освоению дисциплины

Балльно-рейтинговая система по дисциплине

Рейтинговый регламент по дисциплине с экзаменом:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Проработка материала по теме №4-5	4	5
СРС №4-5	9	15
Контрольная работа по теме №4-5	3	5
Проработка материала по теме №6-7	4	5
СРС №6-7	9	15
Контрольная работа №6-7	3	5
Проработка материала по теме №8	4	5
СРС №8	6	10
Контрольная работа №8	3	5
Количество баллов для допуска к экзамену (min-max)	45	70

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (дескриптор) (по П.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерий оценивания	Оценка
ПК-1	См. п. 1.2.	Высокий	Освоены все компетенции. Студент показывает отличные теоретические и практические знания по дисциплине. Может самостоятельно найти пути решения поставленной задачи.	отлично
		Базовый	Студент показывает хорошие знания по дисциплине. Может применять полученные знания при решении базовых прикладных задач.	хорошо
		Минимальный	Студент показывает хорошие теоретические знания. Знает основные алгоритмы решения задач.	удовлетворительно
		Не освоены	Знания студента по дисциплине минимальны.	неудовлетворительно

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компет	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
-------------------------	------------------------------	------	--

енций			
ПК-1	<p>Знает: Основные направления, проблемы, теории и методы современной науки. Способы поиска, сбора современной научной информации.</p> <p>Умеет: Находить данные по научным исследованиям.</p> <p>Владеет: Навыками анализа и прогнозирования результатов исследования. Методами, способами и средствами получения, хранения, передачи информации</p>	<p>Теория потенциала. Теория интегральных уравнений. Решение краевых задач для уравнений в частных производных методом интегральных уравнений.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объемный потенциал и его свойства. 2. Поверхности Ляпунова. 3. Потенциал двойного слоя и его простейшие свойства. 4. Интеграл Гаусса. Теорема о значениях интеграла Гаусса. 5. Теорема о прямом значении потенциала двойного слоя на замкнутой поверхности Ляпунова. 6. Теорема о предельных значениях потенциала двойного слоя (теорема о скачке). 7. Непрерывность во всем пространстве потенциала простого слоя. 8. Нормальная производная потенциала простого слоя. Прямое значение нормальной производной потенциала простого слоя на замкнутой поверхности Ляпунова. 9. Теорема о предельных значениях нормальной производной потенциала простого слоя. 10. Классификация интегральных уравнений. 11. Альтернативы Фредгольма для интегральных уравнений. 12. Интегральные уравнения Фредгольма с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. 13. Метод последовательных приближений. Существование единственного решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода (достаточное условие для малых параметров). 14. Представление резольвентного ядра с помощью итерированных ядер. Существование единственного решения интегрального уравнения Вольтерра. 15. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений с непрерывными ядрами. 16. Интегральные уравнения с

		<p>симметричными непрерывными ядрами.</p> <p>17. Свойства собственных функций и характеристических чисел интегральных операторов. Теорема Гильберта-Шмидта.</p> <p>18. Сведение задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа (внутренних и внешних) к интегральным уравнениям.</p> <p>19. Решение задач Дирихле и Неймана для шара.</p> <p>20. Задача Штурма-Лиувилля. Нахождение функции Грина.</p>
--	--	---

6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Промежуточная аттестация проходит в виде двух контрольных недель и рубежного среза согласно Положения о балльно-рейтинговой системе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	МПТИ(ф)СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература				
1	Олейник О.А. Лекции об уравнениях с частными производными, учебник - М.: БИНОМ, 2005.		18	
2	Розендорн Э.Р. Уравнения с частными производными учебник М.: Физматлит 2017	МО	18	https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=485339&sr=1
Дополнительная литература				
1	Шамаев А.С. Сборник задач по уравнениям с частными производными, учебное пособие. Изд-во БИНОМ. 2008		18	
2	Алексеев А. Д. Уравнения с частными производными в примерах и задачах , учебное пособие. Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета, 2009.		19	http://www.iprbookshop.ru/47167.html

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть - Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
2. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия и практические занятия проводятся в аудиториях с соответствующим количеством посадочных мест на группу,. В отведенных для занятий аудиториях имеются учебные доски для визуализаций информации. В ходе лекционных и практических занятий используются учебно-демонстрационные мультимедийные презентации, которые обеспечиваются следующим техническим оснащением (компьютеры , проектор, экран).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

1. MS WORD,
2. MS EXCEL,
3. MS PowerPoint,
4. любая программа для чтения PDF, DJVU файлов.

10.3. Перечень информационных справочных систем

1. Использование на занятиях электронных изданий, мультимедиа лекций.

