

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Дополнительные главы математической физики М1.ДВ.1

Направление подготовки: 231300.68 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Павлова М.Ф.

Рецензент(ы):

Соловьев С.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No 915414

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Павлова М.Ф. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики, Maria.Pavlova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Специальный курс охватывает следующие темы:

Метрические пространства. Линейные пространства. Нормированные пространства. Гильбертовы пространства. Линейные функционалы на нормированных пространствах. Линейные операторы. Дифференцирование нелинейных операторов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 231300.68 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам.

Читается на 2 курсе во 2 семестре для магистров обучающихся по направлению "Прикладная математика".

Для изучения этой дисциплины студент должен знать дисциплины "Математический анализ", "Алгебру и геометрию", "Функциональный анализ", "Уравнения математической физики". Студенты могут использовать полученные знания в процессе подготовки к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальностям вычислительная математика и математическая кибернетика.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии.
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

2. должен уметь:

применять общие принципы функционального анализа и математической физики к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных приближенных методов, так и при построении математических моделей новых прикладных задач.

3. должен владеть:

пониманием роли и места функционального анализа, теории функций в современном математическом моделировании, в вычислительной математике, в теории экстремальных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать полученные знания в процессе подготовки к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальностям вычислительная математика и математическая кибернетика.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Уравнения с ограниченным положительно определенным оператором. Лемма Лакса-Мильграма. Итерационный метод решения уравнения с ограниченным положительно определенным оператором.	3	1	0	4	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Уравнения с ограниченным самосопряженным положительно определенным оператором. Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Ритца.	3	2,3	0	8	0	реферат
3.	Тема 3. Метод Галеркина.	3	4	0	4	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Обобщенные производные. Определение. Основные свойства. Пример неограниченной функции, имеющей обобщенные производные.	3	5	0	4	0	научный доклад
5.	Тема 5. Пространства Соболева. Неравенства Фридрикса и Пуанкаре. Теорема Реллиха. Понятие о следах функций из пространства Соболева. Формула интегрирование по частям. Критерий принадлежности функции пространству Соболева.	3	6,7	0	8	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Понятия о теоремах вложения. Доказательства простейших теорем вложения. Теорема об эквивалентных нормировках. Примеры применения.	3	8,9	0	8	0	устный опрос
7.	Тема 7. Обобщенные решения основных краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка в дивергентной форме. Исследование разрешимости на основе леммы Лакса-Мильграма. Исследование разрешимости третьей краевой задачи. Исследование разрешимости задачи Неймана.	3	10,11	0	8	0	реферат

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Исследование разрешимости краевых задач для систем уравнений теории упругости. Неравенство Корна.	3	12	0	4	0	научный доклад
9.	Тема 9. Исследование разрешимости краевых задач для эллиптических уравнений на основе теории Фредгольма.	3	13,14	0	6	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Квазилинейные эллиптические уравнения. Оператор Немыцкого. Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором. Уравнения с монотонным оператором (метод регуляризации).	3	14-16	0	8	0	устный опрос
11.	Тема 11. Задача на собственные значения для оператора Лапласа в прямоугольнике. Асимптотика собственных значений. Вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка.	3	16,17	0	4	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Ряды Фурье по собственным функциям. Минимаксный принцип Куранта-Фишера. Теоремы сравнения и их применения. Метод Рунге решения задач на собственные значения. Задача на собственные значения для оператора теории упругости.	3	17,18	0	6	0	научный доклад
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			0	72	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Уравнения с ограниченным положительно определенным оператором. Лемма Лакса-Мильграма. Итерационный метод решения уравнения с ограниченным положительно определенным оператором.

практическое занятие (4 часа(ов)):

В гильбертовом пространстве рассматривается абстрактное операторное уравнение с линейным оператором. В случае, когда оператор обладает свойствами ограниченности и положительной определенности, доказывается теорема однозначной разрешимости. 0,21 зачетных единиц

Тема 2. Уравнения с ограниченным самосопряженным положительно определенным оператором. Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Рунге.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Доказывается эквивалентность формулировки операторного уравнения с самосопряженным, положительно определенным оператором и задачи на минимум квадратичного функционала. Для решения этой задачи рассматривается метод Рунге, формулируются условия сходимости этого метода, доказывается теорема о сходимости. 0,45 зачетных единиц

Тема 3. Метод Галеркина.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Аудитория знакомится с наиболее распространенным в настоящее время приближенным методом решения стационарных задач математической физики - методом Галеркина. Дается формулировка и исследуется сходимость этого метода для абстрактного операторного уравнения в гильбертовом пространстве. 0,22 зачетных единиц

Тема 4. Обобщенные производные. Определение. Основные свойства. Пример неограниченной функции, имеющей обобщенные производные.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Дается обобщение понятия производной, на различных примерах проводится сравнение вновь введенного понятия с классическим. 0,22 зачетных единиц

Тема 5. Пространства Соболева. Неравенства Фридрихса и Пуанкаре. Теорема Реллиха. Понятие о следах функций из пространства Соболева. Формула интегрирование по частям. Критерий принадлежности функции пространству Соболева.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Дается определение пространства Соболева. Обсуждаются доказательства неравенств Фридрихса и Пуанкаре. Обосновывается формула интегрирование по частям. Формулируется критерий принадлежности функции пространству Соболева. 0,45 зачетных единиц

Тема 6. Понятия о теоремах вложения. Доказательства простейших теорем вложения. Теорема об эквивалентных нормировках. Примеры применения.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Вводится понятие о теоремах вложения пространств Соболева и Лебеговых пространств. Приводятся доказательства простейших теорем вложения. Доказывается теорема об эквивалентных нормировках. 0,45 зачетных единиц

Тема 7. Обобщенные решения основных краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка в дивергентной форме. Исследование разрешимости на основе леммы Лакса-Мильграма. Исследование разрешимости третьей краевой задачи. Исследование разрешимости задачи Неймана.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Рассматривается первая краевая задача для эллиптического уравнения второго порядка с пространственным оператором в дивергентной форме. Дается определение обобщенного решения из пространства Соболева. С помощью леммы Лакса-Мильграма доказываются теоремы о существовании и единственности обобщенного решения. 0,45 зачетных единиц

Тема 8. Исследование разрешимости краевых задач для систем уравнений теории упругости. Неравенство Корна.

практическое занятие (4 часа(ов)):

В случае первой краевой задачи для системы линейных уравнений теории упругости доказываются однозначная разрешимость в классе обобщенных функций. Доказывается неравенство Корна для первой краевой задачи. 0,22 зачетных единиц

Тема 9. Исследование разрешимости краевых задач для эллиптических уравнений на основе теории Фредгольма.

практическое занятие (6 часа(ов)):

На основе теории Фредгольма проводится исследование разрешимости и единственности первой краевой задачи для эллиптического уравнения второго порядка с большими по модулю коэффициентами при младших членах. 0,33 зачетных единиц

Тема 10. Квазилинейные эллиптические уравнения. Оператор Немыцкого. Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором. Уравнения с монотонным оператором (метод регуляризации).

практическое занятие (8 часа(ов)):

Изучаются и обосновываются свойства оператора Немыцкого. Используя свойства этого оператора, доказываются теорема существования и единственности обобщенного решения для эллиптического уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором. 0,45 зачетных единиц

Тема 11. Задача на собственные значения для оператора Лапласа в прямоугольнике. Асимптотика собственных значений. Вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка.

практическое занятие (4 часа(ов)):

С помощью метода разделения переменных решается задача на собственные значения для оператора Лапласа в прямоугольнике. Рассматривается также вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка. 0,22 зачетных единиц, 0,45 зачетных единиц

Тема 12. Ряды Фурье по собственным функциям. Минимаксный принцип Куранта-Фишера. Теоремы сравнения и их применения. Метод Ритца решения задач на собственные значения. Задача на собственные значения для оператора теории упругости.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Исследуется сходимость рядов Фурье по собственным функциям в нормах пространств Соболева и Лебега. Излагаются способ отыскания собственных чисел с помощью минимаксного принципа Куранта-Фишера и метод Ритца решения задач на собственные значения. 0,33 зачетных единиц

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Уравнения с ограниченным положительно определенным оператором. Лемма Лакса-Мильграма. Итерационный метод решения уравнения с ограниченным положительно определенным оператором.	3	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Уравнения с ограниченным самосопряженным положительно определенным оператором. Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Ритца.	3	2,3	подготовка к реферату	4	реферат
3.	Тема 3. Метод Галеркина.	3	4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Обобщенные производные. Определение. Основные свойства. Пример неограниченной функции, имеющей обобщенные производные.	3	5	подготовка к научному докладу	4	научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Пространства Соболева. Неравенства Фридрихса и Пуанкаре. Теорема Реллиха. Понятие о следах функций из пространства Соболева. Формула интегрирование по частям. Критерий принадлежности функции пространству Соболева.	3	6,7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Понятия о теоремах вложения. Доказательства простейших теорем вложения. Теорема об эквивалентных нормировках. Примеры применения.	3	8,9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Обобщенные решения основных краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка в дивергентной форме. Исследование разрешимости на основе леммы Лакса-Мильграма. Исследование разрешимости третьей краевой задачи. Исследование разрешимости задачи Неймана.	3	10,11	подготовка к реферату	12	реферат
8.	Тема 8. Исследование разрешимости краевых задач для систем уравнений теории упругости. Неравенство Корна.	3	12	подготовка к научному докладу	4	научный доклад
9.	Тема 9. Исследование разрешимости краевых задач для эллиптических уравнений на основе теории Фредгольма.	3	13,14	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Квазилинейные эллиптические уравнения. Оператор Немыцкого. Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором. Уравнения с монотонным оператором (метод регуляризации).	3	14-16	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
11.	Тема 11. Задача на собственные значения для оператора Лапласа в прямоугольнике. Асимптотика собственных значений. Вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка.	3	16,17	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
12.	Тема 12. Ряды Фурье по собственным функциям. Минимаксный принцип Куранта-Фишера. Теоремы сравнения и их применения. Метод Ритца решения задач на собственные значения. Задача на собственные значения для оператора теории упругости.	3	17,18	подготовка к научному докладу	6	научный доклад
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия со студентами по данной дисциплине проводятся семинарских занятий, причем часть из них проходит в интерактивной форме, с демонстрацией материала. Кроме того, предусмотрена самостоятельная работа студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Уравнения с ограниченным положительно определенным оператором. Лемма Лакса-Мильграма. Итерационный метод решения уравнения с ограниченным положительно определенным оператором.

домашнее задание , примерные вопросы:

Для самостоятельного изучения предлагается следующий материал: "Итерационный метод решения уравнения с ограниченным положительно определенным оператором".

Тема 2. Уравнения с ограниченным самосопряженным положительно определенным оператором. Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Ритца.

реферат , примерные темы:

Построение с помощью метода Ритца приближенного метода решения линейного операторного уравнения с ограниченным самосопряженным положительно определенным оператором.

Тема 3. Метод Галеркина.

устный опрос , примерные вопросы:

Построение с помощью метода Галеркина приближенного метода решения линейного операторного уравнения с ограниченным несамосопряженным положительно определенным оператором.

Тема 4. Обобщенные производные. Определение. Основные свойства. Пример неограниченной функции, имеющей обобщенные производные.

научный доклад , примерные вопросы:

На примере функции двух переменных продемонстрировать, что неограниченная в исследуемой области функция может иметь обобщенные производные.

Тема 5. Пространства Соболева. Неравенства Фридрихса и Пуанкаре. Теорема Реллиха. Понятие о следах функций из пространства Соболева. Формула интегрирование по частям. Критерий принадлежности функции пространству Соболева.

домашнее задание , примерные вопросы:

На самостоятельное изучение выносятся темы: "Теорема Реллиха" и "Понятие о следах функций из пространства Соболева".

Тема 6. Понятия о теоремах вложения. Доказательства простейших теорем вложения. Теорема об эквивалентных нормировках. Примеры применения.

устный опрос , примерные вопросы:

Доказать, что на подпространствах равных нулю на границе функций и на ортогональных единице функций существуют более простые по конструкции нормы, эквивалентные норме пространства Соболева.

Тема 7. Обобщенные решения основных краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка в дивергентной форме. Исследование разрешимости на основе леммы Лакса-Мильграма. Исследование разрешимости третьей краевой задачи. Исследование разрешимости задачи Неймана.

реферат , примерные темы:

В случаях третьей и второй краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка с пространственным оператором в дивергентной форме дать определение обобщенного решения из пространства Соболева. С помощью леммы Лакса-Мильграма доказать существование и единственность обобщенного решения.

Тема 8. Исследование разрешимости краевых задач для систем уравнений теории упругости. Неравенство Корна.

научный доклад , примерные вопросы:

В случае третьей краевой задачи для системы линейных уравнений теории упругости доказать однозначную разрешимость в классе обобщенных функций. Доказать неравенство Корна для третьей краевой задачи.

Тема 9. Исследование разрешимости краевых задач для эллиптических уравнений на основе теории Фредгольма.

домашнее задание , примерные вопросы:

При краевых условиях третьего рода на основе теории Фредгольма провести исследование разрешимости и единственности для эллиптического уравнения второго порядка с большими по модулю коэффициентами при младших членах

Тема 10. Квазилинейные эллиптические уравнения. Оператор Немыцкого. Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором. Уравнения с монотонным оператором (метод регуляризации).

устный опрос , примерные вопросы:

С помощью метода регуляризации доказать теорему существования и единственности обобщенного решения для уравнения с монотонным оператором.

Тема 11. Задача на собственные значения для оператора Лапласа в прямоугольнике. Асимптотика собственных значений. Вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

Провести анализ асимптотики собственных значений оператора Лапласа в прямоугольнике.

Тема 12. Ряды Фурье по собственным функциям. Минимаксный принцип Куранта-Фишера. Теоремы сравнения и их применения. Метод Ритца решения задач на собственные значения. Задача на собственные значения для оператора теории упругости.

научный доклад , примерные вопросы:

С помощью теоремы сравнения получить оценки собственных значений для ограниченного положительного определенного оператора, возникающего при исследовании третьей краевой задачи для эллиптического уравнения второго порядка.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Для текущего контроля успеваемости предусмотрено проведение экзамена.

Билеты для экзамена
по специальному курсу

"Дополнительные главы математической физики"

Билет 1

Уравнения с положительно определенным оператором. Лемма Лакса - Мильграма.
Итерационный метод решения уравнения с положительно определенным оператором.
Ряды Фурье по собственным функциям.

Билет 2

Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором.
Интегрирование по частям. Критерий принадлежности функции пространству Соболева.

Билет 3

Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Ритца.
Асимптотика собственных значений оператора Лапласа в прямоугольнике.

Билет 4

Метод Галеркина.
Исследование разрешимости задачи Дирихле для квазилинейного эллиптического уравнения.

Билет 5

Обобщенные производные. Определение. Основные свойства. Пример неограниченной функции, имеющей обобщенные производные.
Минимаксный принцип Куранта - Фишера.

Билет 6

Неравенства Фридрикса и Пуанкаре.

Теоремы сравнения и их применения

Билет 7

Теорема Реллиха

Доказательство существования собственных значений для эллиптического оператора второго порядка

Билет 8

Следы функций из пространства Соболева.

Неравенство Корна.

Билет 9

Теорема об эквивалентных нормировках.

Полнота системы собственных функций для эллиптического оператора второго порядка

Билет 10

Исследование обобщенной разрешимости задачи Дирихле на основе леммы Лакса - Мильграма.

Задача на минимум квадратичного функционала. Метод Ритца.

Билет 11

Исследование разрешимости третьей краевой задачи

Асимптотика собственных значений оператора Лапласа в прямоугольнике

Билет 12

Исследование разрешимости задачи Неймана.

Ряды Фурье по собственным функциям.

Билет 13

Исследование разрешимости краевых задач для систем уравнений теории упругости.
Неравенство Корна.

Уравнения с сильно монотонным и липшиц-непрерывным оператором.

Билет 14

Итерационный метод решения задачи Дирихле для квазилинейного эллиптического уравнения.

Метод Галеркина.

Билет 15

Обобщенные производные. Свойства.

Вариационный метод исследования задачи на собственные значения для эллиптического оператора второго порядка. Теорема существования.

Билет 16

Минимаксный принцип Куранта - Фишера.

Уравнения с положительно определенным оператором. Лемма Лакса - Мильграма.

7.1. Основная литература:

1. Ильин А. М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] / А. М. Ильин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181
2. Карчевский, Михаил Миронович. Лекции по уравнениям математической физики / М. М. Карчевский; Казан. гос. ун-т. Казань: Казанский государственный университет, 2009. 148 с.
3. Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] / В. К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 344 с.: ил. - (Технический университет). - ISBN 978-5-9963-0782-1.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42609
4. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] / В. К. Романко [и др.] ; под ред. В. К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 219 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-0783-8.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4412

7.2. Дополнительная литература:

1. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 224 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/140/>
2. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики: учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. Издание 2-е, стереотипное. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 400 с.
3. Агошков, Валерий Иванович. Методы решения задач математической физики: [учебное пособие] / В. И. Агошков, П. Б. Дубовский, В. П. Шутяев; Под ред. Г. И. Марчука. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 320 с.; 22. Библиогр.: с. 316-320. ISBN 5-9221-0257-5, 3000.

7.3. Интернет-ресурсы:

- Ильин А. М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] / А. М. Ильин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. -
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181
- Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 224 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/140/>
- Павлова М.Ф., Тимербаев М.Р. Пространства Соболева -
http://old.kpfu.ru/f9/bin_files/SobolevSpace.pdf
- Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] / В. К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 344 с.: ил. - (Технический университет). - ISBN 978-5-9963-0782-1. -
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42609
- Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] / В. К. Романко [и др.] ; под ред. В. К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 219 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-0783-8. -
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4412

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дополнительные главы математической физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Лабораторные занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 231300.68 "Прикладная математика" и магистерской программе Математическое моделирование .

Автор(ы):

Павлова М.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Соловьев С.И. _____

"__" _____ 201__ г.