

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук

_____ А. В. Келлер
04.05.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1118

дисциплины Б.1.22 Уравнения математической физики
для направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Математические методы в экономике и финансах
форма обучения очная
кафедра-разработчик Уравнения математической физики

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2014 № 949

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ-мат.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

04.05.2017
_____ (подпись)

Г. А. Свиридюк

Разработчик программы,
к.физ-мат.н., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

04.05.2017
_____ (подпись)

Е. В. Бычков

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой Математическое и компьютерное моделирование
д.физ-мат.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

04.05.2017
_____ (подпись)

С. А. Загребина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса заключается в том, чтобы ознакомить студентов с многообразием применяемых методов для решения начально-краевых задач в теории уравнений математической физики, обучить использованию этих методов. Конкретные задачи курса сводятся к следующему: 1. Использование базовых математических задач и математических методов в научных исследованиях. 2. Анализ и выработка решений в области уравнений математической физики. 3. Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Краткое содержание дисциплины

Классификация линейных уравнений второго порядка, уравнения гиперболического типа, уравнения параболического типа, уравнения эллиптического типа

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|--|--|
| ПК-1 способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области | Знать: область применения уравнений математической физики |
| | Уметь: решать типовые задачи, выводить основные уравнения математической физики (уравнение малых поперечных колебаний струны, уравнение распространения тепла в тонком стержне и др.) |
| | Владеть: навыком решения прикладных начальных и начально-краевых задач для уравнений математической физики |
| ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | Знать: классификацию уравнений математической физики, постановку начально-краевых задач, методы решения, теоремы существования решений, область применения уравнений математической физики |
| | Уметь: решать задачи повышенной сложности, доказывать корректность постановки задач |
| | Владеть: навыком решения прикладных начальных и начально-краевых задач для уравнений математической физики; понятийным аппаратом |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| Б.1.08 Математический анализ, Б.1.13 Дифференциальные уравнения, Б.1.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Б.1.32 Математическое моделирование, Б.1.30 Численные методы |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Б.1.13 Дифференциальные уравнения | Знать основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теорему Коши. Уметь решать начальные задачи для ОДУ. Владеть методами решения ОДУ первого и второго порядка. |
| Б.1.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знать понятия обратной матрицы, квадратичной формы. Уметь приводить квадратичную форму к канонической форме. Владеть алгоритмом нахождения обратной матрицы. |
| Б.1.08 Математический анализ | Знать теоремы свойства интегралов. Уметь применять формулы Грина, Стокса. Владеть навыками вычисления производных и интегралов. |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 | 144 | |
| <i>Аудиторные занятия</i> | 64 | 64 | |
| Лекции (Л) | 32 | 32 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32 | 32 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 80 | 80 | |
| Выполнение индивидуальных домашних заданий | 40 | 40 | |
| Подготовка к контрольным работам | 20 | 20 | |
| Подготовка к экзамену | 20 | 20 | |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|--|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Классификация линейных уравнений второго порядка | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 2 | Уравнения гиперболического типа | 20 | 10 | 10 | 0 |
| 3 | Уравнения параболического типа | 16 | 8 | 8 | 0 |
| 4 | Уравнения эллиптического типа | 20 | 10 | 10 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Классификация уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристики. | 2 |
| 2 | 1 | Классификация уравнений с частными производными второго порядка со многими независимыми переменными. | 2 |
| 3 | 2 | Вывод уравнения малых поперечных колебаний однородной закрепленной струны. Постановка начально-краевых задач. | 2 |
| 4 | 2 | Решение Даламбера. Физический смысл. Метод характеристик. | 2 |
| 5 | 2 | Полубесконечная струна и метод продолжения. Устойчивость решения. Пример Адамара. | 2 |
| 6 | 2 | Первая краевая задача для однородного уравнения малых колебаний струны. Метод разделения переменных. Обоснование метода Фурье. | 2 |
| 7 | 2 | Неоднородное уравнение малых колебаний струны. Метод Фурье. Общая первая краевая задача для уравнения малых колебаний струны. | 2 |
| 8 | 3 | Вывод уравнения распространения тепла в стержне и в теле. Постановка краевых задач. | 2 |
| 9 | 3 | Принцип максимального значения. Теорема единственности существования решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности. | 2 |
| 10 | 3 | Теорема единственности для (полу)бесконечной прямой. Метод Фурье для бесконечного стержня. Формула Пуассона. Исследование формулы Пуассона | 2 |
| 11 | 3 | Первая краевая задача для однородного уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных. (Метод Фурье). Обоснование метода Фурье. | 2 |
| 12 | 4 | Постановка краевых задач. Стационарное тепловое поле. Оператор Лапласа в полярных, цилиндрических, сферических координатах. Гармонические функции и аналитические функции комплексного переменного. | 2 |
| 13 | 4 | Свойства гармонических функций. Принцип максимального значения. Единственность и устойчивость первой краевой задачи. | 2 |
| 14 | 4 | Задача Дирихле для круга. Метод разделения переменных. Обоснование метода Фурье. | 2 |
| 15 | 4 | Метод функции Грина для задачи Дирихле (трехмерный случай). Метод функции Грина для задачи Дирихле (двухмерный случай). | 2 |
| 16 | 4 | Задача Дирихле для уравнения Лапласа для шара. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Приведение к каноническому виду уравнений относительно функций 2 независимых переменных | 2 |
| 2 | 1 | Приведение к каноническому виду уравнений относительно функций 3 независимых переменных | 2 |
| 3 | 2 | Приведение уравнения с гиперболического вида к каноническому виду. Общее решение. Метод характеристик | 2 |
| 4 | 2 | Задача Коши для уравнения гиперболического типа. Формулы Даламбера | 2 |
| 5 | 2 | Метод распространения волн для уравнения гиперболического типа. Формула Даламбера. Полубесконечная струна | 2 |
| 6 | 2 | Метод Фурье для однородного гиперболического уравнения. Метод Фурье | 2 |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | для неоднородного гиперболического уравнения с ненулевыми граничными условиями | |
| 7 | 2 | Общая первая краевая задача для уравнения малых колебаний струны | 2 |
| 8 | 3 | Метод Фурье для уравнения теплопроводности однородного и неоднородного на отрезке | 2 |
| 9 | 3 | Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности | 2 |
| 10 | 3 | Задача Коши для уравнения теплопроводности (бесконечная и полубесконечная струна) | 2 |
| 11 | 3 | Метод Фурье для уравнения теплопроводности в цилиндре | 2 |
| 12 | 4 | Метод Фурье для уравнений Лапласа и Пуассона (в прямоугольнике) | 4 |
| 13 | 4 | Метод Фурье для уравнения Лапласа и Пуассона (в круге) | 4 |
| 14 | 4 | Метод Фурье для уравнения Лапласа в шаре | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|--|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Выполнение индивидуальных домашних заданий | ЭУМД, осн. лит. 2, пункты 2.1-2.3, 3.1,3.2; пар.№ 4, 13-16, 21-25, 32-34; ПУМД, осн. лит. 2, Гл.2; ПУМД, осн. лит. 3, Гл.1; Гл.2 п. 1.1, 2.1-2.6, 3.1-3.6; Гл.3 п. 1.1, 2.1, 2.2, 2.5, 3.1,3.2; Гл.4 п. 1.1, 1.3, 1.5, 2.1, 3.1-3.2; ЭУМД, доп. лит. 1, с. 15-140; ЭУМД, осн. лит. 5, с 7-140. | 40 |
| Подготовка к контрольным работам | ЭУМД, осн. лит. 2, пункты 2.1-2.3, 3.1,3.2; пар.№ 4, 13-16, 21-25, 32-34; ПУМД, осн. лит. 2, Гл.2; ПУМД, осн. лит. 3, Гл.1; Гл.2 п. 1.1, 2.1-2.6, 3.1-3.6; Гл.3 п. 1.1, 2.1, 2.2, 2.5, 3.1,3.2; Гл.4 п. 1.1, 1.3, 1.5, 2.1, 3.1-3.2; ЭУМД, доп. лит. 1, с. 15-140; ЭУМД, осн. лит. 5, с 7-140. | 20 |
| Подготовка к экзамену | ЭУМД, осн. лит. 2, пункты 2.1-2.3, 3.1,3.2; пар.№ 4, 13-16, 21-25, 32-34; ПУМД, осн. лит. 2, Гл.2; ПУМД, осн. лит. 3, Гл.1; Гл.2 п. 1.1, 2.1-2.6, 3.1-3.6; Гл.3 п. 1.1, 2.1, 2.2, 2.5, 3.1,3.2; Гл.4 п. 1.1, 1.3, 1.5, 2.1, 3.1-3.2; ЭУМД, доп. лит. 1, с. 15-140; ЭУМД, осн. лит. 5, с 7-140. | 20 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Групповое решение задач | Практические занятия и семинары | Решение прикладных задач | 16 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНЫ | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|--|--|------------|
| Все разделы | ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | Проверка индивидуальных домашних заданий | все |
| Все разделы | ПК-1 способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области | текущий (контрольные работы) | все |
| Все разделы | ПК-1 способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области | Промежуточная аттестация (экзамен) | все |
| Все разделы | ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | Промежуточная аттестация (экзамен) | все |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|---|
| текущий (контрольные работы) | Каждая из контрольных точек направлена на контроль степени усвоения студентами материала соответствующих практических и лекционных занятий. Контроль проводится в форме письменных работ, продолжительностью 1-2 академических часа | Отлично: выполнена полностью, в рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок, (возможна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала), обоснованно получены верные ответы Хорошо: работа выполнена полностью, но обоснования некоторых шагов недостаточно или допущены ошибки, не влияющие на правильную последовательность рассуждений, но, возможно, приведшие к неверному ответу Удовлетворительно: все задачи практически полностью решены, в процессе решения допущены ошибки, незначительно повлиявшие на ход решения задачи (например, ошибки вычислений, описки в формулах и т.п.) |

| | | |
|---|---|--|
| | | <p>Неудовлетворительно: выбран верный способ решения, но допущены существенные ошибки, повлиявшие на получение верного ответа или при решении задач выбраны неправильные способы и пути решения, показавшие, что студент не владеет обязательными умениями по данной теме</p> |
| <p>Проверка индивидуальных домашних заданий</p> | <p>Направлена на контроль степени выполнения студентами самостоятельной работы. Выполняя индивидуальные самостоятельные работы, студент совершенствует умения, полученные в процессе изучения дисциплины, получает навыки, которые будут полезными в будущем.</p> | <p>Отлично: все задания решены полностью и оформлены в соответствии с требованиями преподавателя, даны исчерпывающие ответы на вопросы преподавателя по заданиям в рамках зачетного собеседования Хорошо: в процессе решения допущены 1-2 ошибки, незначительно повлиявших на ход решения задачи (например, ошибки вычислений, описки в формулах и т.п.) Удовлетворительно: в процессе решения допущены 3-4 ошибки, незначительно повлиявшие на ход решения задачи (например, ошибки вычислений, описки в формулах и т.п.) Неудовлетворительно: задания решены менее чем на 40 %, при этом выбран верный способ решения, но допущены существенные ошибки, повлиявшие на получение верного ответа, или отсутствует решение задач, или содержание решения не соответствует заданию</p> |
| <p>Промежуточная аттестация (экзамен)</p> | <p>Форма проведения устная. Билет содержит два вопроса. Оценивается точность знаний (корректность формулировок), глубина понимания вопроса (способность отвечать на дополнительные вопросы), аргументированность выводов.</p> | <p>Отлично: На оба вопроса билета получены полные ответы, приведено доказательство, дополнительные вопросы не вызвали затруднений Хорошо: На все вопросы получены полные и верные ответы, приведено доказательство, но есть небольшие неточности в формулировках и затруднения при ответе на дополнительные вопросы Удовлетворительно: На все вопросы получены точные формулировки, но не приведено доказательство Неудовлетворительно: Не приведены формулировки или допущены грубые ошибки</p> |
| <p>текущий (контрольные работы)</p> | <p>Теоретическая контрольная точка направлена на контроль степени усвоения студентами теоретического материала лекционных занятий. Контроль проводится в форме письменных работ, продолжительностью 0,5 академических часа. Контрольная</p> | <p>Отлично: На все вопросы, даны исчерпывающие ответы Хорошо: На два из трех вопросов, даны исчерпывающие ответы Удовлетворительно: На один из трех вопросов, даны исчерпывающие ответы Неудовлетворительно: Ни на один из трех вопросов, не даны исчерпывающие</p> |

| | | |
|--|----------------------------------|--------|
| | работа состоит из трех вопросов. | ответы |
|--|----------------------------------|--------|

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--|---|
| текущий (контрольные работы) | Контрольная работа2.pdf; Контрольная работа3.pdf; Контрольная работа 1.pdf |
| Проверка индивидуальных домашних заданий | ИД31.pdf; ИД32.pdf |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | Вопросы к экзамену.pdf |
| текущий (контрольные работы) | Вопросы к теоретической контрольной работе.pdf |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики Текст Учеб. для вузов В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - М.: Физико-математическая литература: Лаборатория базовы, 2000
2. Олейник, О. А. Лекции об уравнениях с частными производными Учеб. О. А. Олейник; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2005. - 260 с.
3. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики Текст Учеб. для физ.-мат. специальностей ун-тов А. Н. Тихонов, А. А. Самарский; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 7-е изд. - М.: Издательство Московского университета: Наука, 2004. - 798 с.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Метод Фурье для уравнений гиперболического типа: методические указания/ составители: Н.А. Манакова, Е.А. Чиж. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008-22 с
2. Уравнения параболического типа: методические указания/ составители: А.А. Замышляева, Е.В. Бычков. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2013.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Уравнения параболического типа: методические указания/ составители: А.А. Замышляева, Е.В. Бычков. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2013.

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет, локальная авторизованная / свободный доступ) |
|---|--|---|---|---|--|
| 1 | Дополнительная литература | Ильин, А.М. Уравнения математической физики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2181 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Свободный |
| 2 | Основная литература | Владимиров, В.С. Уравнения математической физики. [Электронный ресурс] / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2000. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2363 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Свободный |
| 3 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Метод Фурье для уравнений гиперболического типа: методические указания/ составители: Н.А. Манакова, Е.А. Чиж. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008-22 с | http://dspace.susu.ru/xmlui/ | Электронный архив ЮУрГУ | Локальная Свободный |
| 4 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Уравнения параболического типа: методические указания/ составители: А.А. Замышляева, Е.В. Бычков. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2013. | - | Учебно-методические материалы кафедры | Локальная Авторизованная |
| 5 | Основная литература | Карчевский, М.М. Лекции по уравнениям математической физики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 164 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/72982 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Свободный |
| 6 | Дополнительная литература | Блинова, И.В. Простейшие уравнения математической физики. [Электронный ресурс] / И.В. Блинова, И.Ю. Попов. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 60 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/43439 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Свободный |

| | | | | | |
|---|---------------------------|---|---|---|---------------------|
| 7 | Дополнительная литература | Соболева, Е.С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики. [Электронный ресурс] / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 96 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5295 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Свободный |
|---|---------------------------|---|---|---|---------------------|

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено