МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2018 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Уравнения математической физики 2**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018г.

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Уравнения математической физики 2» является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 ОПОП (Б1.В.ДВ.07.01), обязательна для освоения на 3 году обучения в 6 семестре. Трудоемкость составляет 3 зачетных единицы. Предусмотрено проведение лекционных (15 ч.) и практических (15 ч.) занятий.

**Цели дисциплины**«Уравнения математической физики 2 »

Содержание дисциплины направлено на освоение методов моделирования основных уравнений математической физики, овладение аналитическими методами решения корректно поставленных математических задач для этих уравнений, способностью анализировать полученные результаты.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код компе-тенции по ОПОП | Характеристика  компетенции | Составляющие компетенции | | |
| знания | Умения и навыки | владение опы-том и личностная готовность к профессиональному совершенствованию |
| ОПК-1  базовый этап | способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой | Фундаментальные знания в области уравнений с частными производными | Умение использовать фундаментальные знания математической физики | Готовность использовать фундаментальные знания математической физики |
| ПК-1  базовый этап | способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям | Знания методов обработки и интерпретации данных научных исследований по математической физике | Умение собирать, обрабатывать и интерпретировать научные исследования по математической физике | Владение опытом собирать, обрабатывать и интерпретировать научные исследования по математической физике |
| ПК-2  базовый этап | способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | Знание математического аппарата дисциплины «Уравнения математической физики» | Умение применять современный математический аппарат математической физики | Опыт применения и совершенствования современного математического аппарата математической физики |

1. **Структура и содержание дисциплины (модуля)**«Уравнения математической физики 2»

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 32 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (15 часов занятий лекционного типа, 15 часов практических занятий), 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 76 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов – подготовка к экзамену).

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | | | В том числе | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** | | |
| **Занятия лекционного типа** | | | | **Занятия семинарского типа** | | | | | **Занятия лабораторного типа** | | | | | | **Консультации** | | | | **Всего** | | |
| Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | | | Очная | Очно-заочная | Заочная | | | Очная | Очно-заочная | Заочная | | | | Очная | Очно-заочная | Заочная | | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная |
| 1.Метод Фурье  (метод разделе-  ния переменных). | 23 | | | 8 | | | | 12 | | | | |  | | | | |  | | | | | 20 | | | 3 | | |
| 2.Уравнения параболического типа. | 23 | | | 10 | | | | 10 | | | | |  | | | | |  | | | | | 20 | | | 3 | | |
| 3.Уравнения эллиптического типа.. | 22 | | | 10 | | | | 10 | | | | |  | | | | |  | | | | | 20 | | | 2 | | |
| 4. Теория потенциалов. | 4 | | | 4 | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | | 4 | | |  | | |
| Промежуточная аттестация  Экзамен в 6сем. | 36 | | |  | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | |  | | |

**Краткое содержание разделов дисциплины**

Раздел 1. Метод Фурье (метод разделения переменных).

Реализация метода на примере решения начально-краевой задачи для уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Интеграл энергии. Теоремы единственности и непрерывной зависимости от начальных данных. Обоснование метода разделения переменных для смешанной задачи для волнового уравнения. Цилиндрические функции, их использование при решении задач с осевой симметрией.

Раздел 2. Уравнения параболического типа.

Задача о распространении тепла. Постановки начальной и начально-краевой задач. Решение начальной задачи методом преобразования Фурье. Фундаментальное решение, его свойства. Решение начальной задачи в трехмерном пространстве. Принцип максимума и минимума. Теоремы единственности и непрерывной зависимости от входных данных. Решение начально-краевых задач методом разделения переменных. Понятие функции Грина.

Раздел 3. Уравнения эллиптического типа.

Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Интегральное представление дважды дифференцируемых функций. Свойства гармонических функций. Принцип максимума и минимума для гармонических функций. Основные постановки задач для уравнения Пуассона. Теоремы единственности и непрерывной зависимости от входных данных. Метод функции Грина для решения задачи Дирихле. Построение функции Грина методом конформных отображений. Построение функции Грина методом отражений.

Раздел 4. Теория потенциалов.

Объемный потенциал, потенциалы простого и двойного слоя. Применение потенциалов к решению краевых задач.

1. **Образовательные технологии**

Используются формы проведения занятий в виде лекций и практических занятий.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В течение 6 семестра студенты решают задачи домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением. В 6 семестре студенты выполняют домашнюю контрольную работу.

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Денисова Н.А., Метод разделения переменных в задачах математической физики, часть 1. –Н.Новгород: изд. ННГУ,2008.–47с.

2. Гаврилов В.С., Денисова Н.А., Калинин А.В. Цилиндрические функции.– Н.Новгород: изд. ННГУ, 2008.–42с.

3. Гаврилов В.С., Денисова Н.А. Метод разделения переменных в задачах математической физики, часть 2.– Н.Новгород: изд. ННГУ,2010.–40с.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**), включающий:
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием резуль

татов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования *.*

Карта компетенций, в формировании которых участвует дисциплина «Уравнения математической физики 2» приведена в пункте 2. Шкала оценивания компетенций аналогична шкале оценивания на экзамене (пункт 6.2) (чем полнее ответ и меньше количество ошибок, тем выше оценка).

* 1. Описание шкал оценивания Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

• уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;

• уровень понимания студентами изученного материала

• способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен включает устную и письменную часть. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает разбор решения задачи.

|  |  |
| --- | --- |
| Превосходно | Самостоятельное решение задачи, ответ на теоретический вопрос с полными доказательствами, правильные ответы на дополнительные вопросы. |
| Отлично | Самостоятельное решение задачи, ответ на теоретический вопрос с незначительными погрешностями. |
| Очень хорошо | Решение задачи с одной подсказкой, ответ на теоретический вопрос с незначительными погрешностями. |
| Хорошо | Решение задачи с одной, двум подсказками, ответ на теоретический вопрос без достаточных обоснований. |
| Удовлетворительно | Решение задачи с подсказками, знание  определений и теорем дисциплины. |
| Неудовлетворительно | Неумение решить задачу, незнание большей части определений курса. |
| Плохо | Отсутствие знаний по дисциплине. |

* 1. **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций**

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются:

- устный опрос, решение практических задач.

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

Вариант №1 домашней контрольной работы в 6 семестре

1. К струне, один конец которой (x=0) свободен, а другой (x=l) закреплен жестко, с момента времени t=0 приложена непрерывно распределенная сила с линейной плотностью f(x,t)=Asinωt. Найти колебания струны в среде без сопротивления; исследовать возможность резонанса и найти решение в случае резонанса.

2. Найти стационарную температуру в круглом цилиндре с радиусом основания и высотой , если температуры нижнего и верхнего оснований равны соответственно и , а боковая поверхност цилиндра теплоизолирована.

Список контрольных вопросов

1. Рассмотрите метод разделения переменных на примере решения начально-краевой задачи для одномерного волнового уравнения. Приведите обоснование полученного решения.

2. Докажите теорему единственности решения начально-краевой задачи для уравнения гиперболического типа.

3. Докажите теорему о непрерывной зависимости решения смешанной задачи для уравнения гиперболического типа от начальных данных

4. Дайте классификацию линейных уравнений с частными производными с п независимыми переменными.

5. Определите фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Перечислите его свойства.

6. Выведите уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле. Сформулируйте начальную и начально-краевую задачи для уравнения теплопроводности.

7. Докажите основные свойства гармонических функций.

8. Выведите интегральное представление для гармонических функций.

9. Определите функцию Грина задачи Дирихле. Докажите ее свойства.

10. Дайте определение потенциала двойного слоя. Перечислите его свойства. Как используется потенциал двойного слоя для решения задачи Дирихле.

11. Сведите решение задачи Неймана к решению интегрального уравнения, используя потенциал простого слоя.

12. Дайте определение объемного потенциала. Докажите его свойства.13. В чем заключается задача Гурса для уравнения гиперболического типа.

14. Решите задачу Дирихле для шара.

15. Решите начальную задачу для уравнения теплопроводности методом интегрального преобразования Фурье.

16. Сформулируйте и докажите принцип максимума для уравнения параболического типа.

17. Сформулируйте и докажите теорему единственности решения начальной задачи для уравнения теплопроводности.

18. Докажите теоремы единственности и непрерывной зависимости от входных данных первой начально-краевой задачи для уравнения параболического типа.

* 1. **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

<http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции.– М.: Наука 1984. 38 экз, 1974 –31 экз.

2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. –М.: Наука, 1977. 61 экз. [(http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/TihonovSamarskij1977ru.djvu)](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/TihonovSamarskij1977ru.djvu), 1966 – 4 экз., 1972 – 4 экз., 2004 – 4 экз.

3. Сборник задач по уравнениям математической физики. Под редакцией Владимирова В.С.–М.: Наука,1982. 81 экз., 1974 – 43 экз., 2001 – 3 экз., 2003 – 1 экз., 2004 – 10 экз.

4. Гаврилов В.С., Денисова Н.А. Метод характеристик для одномерного волнового уравнения .- Н.Новгород: изд. ННГУ, 2014.-72с. <http://www.unn.ru/books/met_files/onewaveeq.pdf>

б) дополнительная литература:

1. Олейник О.А. Лекции об уравнениях с частными производными. Ч.1 – М.: МГУ, 1976 110 с. 1 экз. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.–252с

2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.– М.: Наука, 1988. 83 экз., 1967 – 1 экз., 1971 – 2 экз., 1976 – 34 экз., 1981 – 14 экз.

3. Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. Минск, 1974. 4 экз. 1964 1 экз. (<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Smirnov1964ru.djvu>)

4. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике.– М.: Наука, 1979. [(http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BudakSamarskijTixonov1979ru.djvu)](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BudakSamarskijTixonov1979ru.djvu), 1980.–688с. 143 экз., 1956 – 2 экз., 2003 – 11 экз., 2004 – 99 экз.

5. Задача Коши для уравнений гиперболического типа с двумя независимыми переменны-ми. Составители: Денисова Н.А., Морозов С.Ф.– Н.Новгород: изд. ННГУ, 1996. (кафедра МФОУ).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 671.14.06

2. http://www.unn.ru/books/resources.html, Регистрационный номер 987.15.06

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебная аудитория. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре математической физики и оптимального управления.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Математическое моделирование и вычислительная математика»).

Автор (ы) Денисова Н.А.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Сумин М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института Информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.