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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Уравнения с частными производными Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика
Профиль подготовки: Математическое моделирование
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016
**Автор(ы):** Мокейчев В.С.
**Рецензент(ы):** Бахтиева Л.У.

**СОГЛАСОВАНО:**
Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

**Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

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

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Мокейчев В.С. (Кафедра прикладной математики, отделение прикладной математики и информатики), Valery.Mokeychev@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОПК-2 | Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования |
| ПК-10 | Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов |
| ПК-4 | Способность и готовность решать проблемы, брать на себя ответственность |
| ПК-9 | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

современную теорию дифференциальных уравнений с частными производными

Должен уметь:

ориентироваться в сложных вопросах современной
теории уравнений в частных производных

Должен владеть:

современными методами решения дифференциальных уравнений с частными производными

Должен демонстрировать способность и готовность:

навыки самостоятельного решения
дифференциальных уравнений с частными производными

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 40 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 68 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Теория обобщенных функций | 8 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 2. | Тема 2. Пространства Соболева | 8 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 3. | Тема 3. Пространство быстро убывающих функций | 8 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 4. | Тема 4. Преобразование Фурье медленно растущих обобщенных функций | 8 | 0 | 0 | 8 | 6 |
| 5. | Тема 5. Примеры неразрешимых в классе обобщенных функций дифференциальных уравнений | 8 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 6. | Тема 6. Понятие фи -распределения | 8 | 0 | 0 | 8 | 12 |
| 7. | Тема 7. Сходимость рядов в классе фи- распределений | 8 | 0 | 0 | 8 | 12 |
| 8. | Тема 8. Теория разрешимости в классе фи -распределений | 8 | 0 | 0 | 2 | 12 |
| | Итого | | 0 | 0 | 40 | 68 |

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Теория обобщенных функций**

Общий вид обобщенных функций. Сложение

обобщенных функций Умножение обобщённых функций на бесконечно гладкие функции. Регулярные обобщённые функции. Свёртка обобщенной функции с классическими бесконечно гладкими функциями. Формула Тейлора

Пространство медленно растущих обобщенных функций

**Тема 2. Пространства Соболева**

Пространства Соболева . Математическая модель колебаний волчка, наполненного жидкостью Математическая модель Соболева. Отсутствие классических решений в математической модели Соболева С.Л.

Обобщенное решение дифференциального уравнения в частных производных. Классическое решение является обобщённым

**Тема 3. Пространство быстро убывающих функций**

Пространство быстро убывающих функций

Отсутствие обобщенных решений (на примере вынужденных колебаний струны). Примеры классических быстро убывающих функций. Умножение быстро убывающих функций

на бесконечно гладкие и ограниченные функции. Сложение быстро убывающих функций, их линейные куомбинации

**Тема 4. Преобразование Фурье медленно растущих обобщенных функций**

Преобразование Фурье медленно растущих обобщенных функций

Использование преобразования Фурье для решения дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Преобразование фУРЬЕ ЛИНЕЙЕОЙ КОМБИНАЦИИ

убывающих обобщённых функций. Сдвиги медленно растущих обобщённых функций

**Тема 5. Примеры неразрешимых в классе обобщенных функций дифференциальных уравнений**

Математическая модель вынужденных периодических колебаний закреплённой на концах струны. Формальное решение математической модели вынужденных периодических колебаний закреплённой на концах струны. Регулярность обобщённых решений математической модели вынужденных колебаний струны

**Тема 6. Понятие фи -распределения**

Понятие фи -распределения. Простейшие примеры фи-распределений

Множество фи-распределений. Линейность множества фи-распределений

Сходимость в пространстве фи- распределений.

Регулярные фи-распределения. Умножение фи-распределения на достаточно гладкие фи-распределения и их линейные комбинации.

**Тема 7. Сходимость рядов в классе фи- распределений**

Сходимость в классе фи- распределений. Примеры расходящихся рядов, сходящихся в пространстве фи-распределений. Пространство фи-распределений, построенных по тригонометрической системе функций.

Теория фи-стационарных операторов.

Регулярность фи- распределений. Простые примеры.

**Тема 8. Теория разрешимости в классе фи -распределений**

Теорема о спектре фи- задачи. спектр математической модели вынужденных колебаний закреплённой на концах струны и его зависимость от внутренних характеристик струны.

Теория разрешимости в классе фи -распределений. Линейных уравнения в пространстве фи-распределний. Нормальная разрешимость.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|---|---|---|---|
| **Семестр 8** | | | |
| | ***Текущий контроль*** | | |

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|---|---|---|---|
| 1 | Контрольная работа | ОПК-2 , ПК-9 | 1. Теория обобщенных функций |
| 2 | Контрольная работа | ПК-10 | 3. Пространство быстро убывающих функций |
| 3 | Лабораторные работы | ПК-4 | 6. Понятие фи -распределения |
| | ***Экзамен*** | ОПК-2, ПК-10, ПК-4, ПК-9 | |

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| **Семестр 8** | | | | | |
| **Текущий контроль** | | | | | |
| Контрольная работа | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 1<br>2 |
| Лабораторные работы | Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям. | Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям. | Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям. | Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям. | 3 |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| **Экзамен** | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. | |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 8**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Тема 1

1. Общий вид обобщенных функций.
2. Пространство обобщенных функций.
3. Пространство медленно растущих обобщенных функций.
4. Пространства Соболева.
5. Обобщенное решение дифференциального уравнения в частных производных.
6 Понятие фи -распределения
7 Сходимость рядов в классе фи- распределений
8 Теория разрешимости в классе фи -распределений
9. Не разрешимость уравнения колебаний струны
10. Связь фи-рапределений с классическими функциями

**2. Контрольная работа**

Тема 3

1. Пространство орбобщённых функций
2 Пространства Соболева
3 Пространство быстро убывающих функций
4 Преобразование Фурье медленно растущих обобщенных функций
5 Примеры неразрешимых в классе обобщенных функций дифференциальных уравнений
6 Понятие фи -распределения
7 Сходимость рядов в классе фи- распределений
8 Теория разрешимости в классе фи -распределений
9. Не разрешимость уравнения колебаний струны
10. Обобщенное решение дифференциального уравнения в частных производных.

**3. Лабораторные работы**

Тема 6

1. Сходимиость рядов в пространстве фи-распределений
2. Связь фи-рапределений с классическими функциями
2. Регулярность фи-распределений
4. Гильбертовы пространства, порождённые линейно независимыми элементами
5. Пространства обобшённых элементов
6. Совпадение пространства фи-распределений с пространством обобшённых элементов
7. Пространство обобщённых аналитических элементов
8. Пространство обобщённых периодических функций
9. Метод Фурье для вычисления решений линейных уравнений
10. Применение метода Фурье к задаче о колебаний струны

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1 Теория обобщенных функций
2 Пространства Соболева
3 Пространство быстро убывающих функций
4 Преобразование Фурье медленно растущих обобщенных функций
5 Примеры неразрешимых в классе обобщенных функций дифференциальных уравнений
6 Понятие фи -распределения
7 Сходимость рядов в классе фи- распределений
8 Теория разрешимости в классе фи -распределений
9. Не разрешимость уравнения колебаний струны
10. Связь фи-рапределений с классическими функциями
11. Регулярность фи-распределений
12. Гильбертовы пространства, порождённые линейно независимыми элементами
13. Пространства обобшённых элементов
14. Совпадение пространства фи-распределений с пространством обобшённых элементов
15. Пространство обобщённых аналитических элементов
16. Пространство обобщённых периодических функций
17. Метод Фурье для вычисления решений линейных уравнений
18. Применение метода Фурье к задаче о колебаний струны
18. Применение метода ФУРЬЕ к нахождению аналитических решений
20. Связь обобщённых решений с классическими.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|---|---|---|---|
| **Семестр 8** | | | |
| **Текущий контроль** | | | |

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|---|---|---|---|
| Контрольная работа | Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. | 1<br>2 | 20<br>20 |
| Лабораторные работы | В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. | 3 | 10 |
| **Экзамен** | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. | | 50 |

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Широкова Е.А. Уравнения математической физики: методическое пособие / Е. А. Широкова, В. А. Сочнева; ФГАОУВПО 'Казан. (Приволж.) федер. ун-т'. - Казань: [Казанский университет], 2010. - 51 с.

2. Салехова И.Г. Методическое пособие для проведения практических занятий по курсу 'Уравнения математической физики' / Казан. (Приволж.) федер. ун-т; [сост.: к.ф.-м.н., доц. И. Г. Салехова, к.ф.-м.н. С. Г. Аблаева]. - Казань: [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2010. - 149 с.

3. Методическое пособие для проведения практических занятий по курсу 'Уравнения математической физики' [Текст: электронный ресурс] / Казан. (Приволж.) федер. ун-т ; [сост.: к.ф.-м.н., доц. И. Г. Салехова, к.ф.-м.н. С. Г. Аблаева] . - Электронные данные (1 файл: 1,47 Мб) . - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана . - Режим доступа: открытый .

Оригинал копии: Методическое пособие для проведения практических занятий по курсу 'Уравнения математической физики' / Казан. (Приволж.) федер. ун-т ; [сост.: к.ф.-м.н., доц. И. Г. Салехова, к.ф.-м.н. С. Г. Аблаева] .? Казань : [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2010 .? 149 с. URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-785436.pdf

### 7.2. Дополнительная литература:

1.Владимиров В.С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов . - Издание 2-е, стереотипное . - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 . - 400 с.

2.Владимиров, В.С. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2000. - 400 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2363

3. Демидович, Б.П. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, В.П. Моденов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 288 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/126

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Линейные дифференциальные уравнения с частными производными - www.mathnet.ru/intf112

Тепломассообмен: Учебное пособие - http://znanium.com/bookread.php?book=238920

Уравнения математической физики. Практикум по решению задач - http://e.lanbook.com/view/book/140/

Уравнения математической физики: учебное пособие - http://e.lanbook.com/view/book/2181/

Методическое пособие - http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-785436.pdf

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| лабораторные работы | При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и пр. Решение задач излагается подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки. Текущие задания на лабораторные работы выдаются каждую неделю на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания выдаются на практических занятиях в начале изучения соответствующих тем. |
| самостоя-тельная работа | Изучение данного курса предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над теоретическим материалом, текстами рекомендованных учебников и учебных пособий; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях по другим естественно-научным дисциплинам, связанным с данным курсом. Основной целью самостоятельных занятий по данному курсу является углубленное изучение основных принципов построения приближенных схем, которые используются при аппроксимации граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений. При подготовке к каждому занятию необходимо обратиться к учебному пособию. Необходимо также изучить литературу и интернет-источники по данной теме, чтобы уточнить определения, формулировки основных результатов, найти аналоги решаемым задачам и выполняемым упражнениям. При работе с примерами необходимо стремиться не только к узнаванию алгоритма решения каждой конкретной задачи, но и к пониманию цели его употребления в данном контексте, функциональной нагрузки, которой данный пример обладает. Самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу. Этапы выполнения самостоятельных работ: 1. Просмотр учебного пособия и рекомендуемой литературы по теме задания. 2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника или учебника. 3. Выполнение заданий по теме и их комментирование. |
| контрольная работа | При подготовке к выполнению письменных работ обучающемуся рекомендуется повторить весь теоретический материал по соответствующим темам с выявлением ключевых теоретических аспектов и проблем, проработкой дополнительного материала по темам. Лучшему пониманию теоретического материала дисциплины будет способствовать разбор деталей определений, вывода и доказательств утверждений, выявление взаимосвязей между определениями, утверждениями и свойствами объектов, изучаемых в дисциплине. Важным аспектом по освоению дисциплины является планомерное выполнение всех основных и дополнительных заданий преподавателя. |
| экзамен | При подготовке к экзамену обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информацией с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины. |

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

Освоение дисциплины "Уравнения с частными производными" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Уравнения с частными производными" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Математическое моделирование".