

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. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Абдюшева Г.Р.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З.

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

Казань
2019

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) доцент, к.н. (доцент) Абдюшева Г.Р. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики, Guzel.Abdusheva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

цели освоения дисциплины (или модуля) 'Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений',

соотнесенные с общими целями основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению: 01.03.04 Прикладная математика

Целью учебной дисциплины 'Численные методы' является приобретение студентами необходимой квалификации для решения прикладных математических задач

в различных областях окружающей действительности. Излагаются основные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.15 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 'Прикладная математика (не предусмотрено)' и

относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-10 (профессиональные компетенции)	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-12 (профессиональные компетенции)	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальной математики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- теоретический материал изучаемой дисциплины.
- основные понятия, приемы и методы вычислительной математики

2. должен уметь:

- решать обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка, решать линейные дифференциальные уравнения произвольного порядка с постоянными коэффициентами,
- составлять разностные уравнения для данного дифференциального уравнения, проводить классификацию дифференциальных и разностных уравнений
- применять численные методы для решения систем линейных уравнений
- применять численные методы для решения проблемы собственных значений
- применять численные методы для решения нелинейных уравнений
- применять численные методы для решения систем нелинейных уравнений

3. должен владеть:

- основными понятиями дисциплины,
- навыками построения численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания в своей профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 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. Тема 1. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка	6	0	0	0	8	Тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Тема 2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка	6	0	0	0	8	Компьютерная программа
3.	Тема 3. Тема 3. Краевая задача для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных	6	0	0	0	10	Контрольная работа Компьютерная программа
4.	Тема 4. Тема 4. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений	6	0	0	0	10	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Система обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Модельные примеры. Метод Эйлера как простейший численный метод решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема 2. Тема 2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости. Исследование погрешности. Двухточечная краевая задача. Разностные схемы решения двухточечной краевой задачи. Способы построения разностных схем для двухточечной краевой задачи. Условия на коэффициенты разностного оператора, обеспечивающие второй порядок аппроксимации. Оценки погрешности разностных схем для двухточечной краевой задачи

Тема 3. Тема 3. Краевая задача для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости. Исследование погрешности.

Тема 4. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Построение сеточной схемы. Явные и неявные сеточные схемы. Исследование устойчивости. Исследование сходимости. Исследование погрешности.

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. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка	6	0	подготовка к тестированию	8	Тестирование
2.	Тема 2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка	6	0	разработка компьютерной программы	8	Компьютерная программа
3.	Тема 3. Краевая задача для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных	6	0	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
				разработка компьютерной программы	4	Компьютерная программа
4.	Тема 4. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений	6	0	подготовка к контрольной работе	10	Контрольная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины 'Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений'

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе

'БиблиоРоссика', доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС 'БиблиоРоссика' представлены

коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации

ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских

и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС

'БиблиоРоссика' обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса

изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных

государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе

'ZNANIUM.COM', доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС 'ZNANIUM.COM' содержит произведения

крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны,

высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом

всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические

комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые

издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных

государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе

Издательства 'Лань', доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства 'Лань' включает в себя

электронные версии книг издательства 'Лань' и других ведущих издательств учебной литературы, а также

электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС

Издательства 'Лань' обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по

максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе

'Консультант студента', доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс 'Консультант студента' является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Тема 1. Тема 1. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка

Тестирование , примерные вопросы:

Дать определение задачи Коши для системы дифференциальных уравнений. Вывести формулы метода Эйлера. Получить оценки погрешности метода Эйлера. Дать определение многоэтапного метода Рунге-Кутты. Вывести формулы однопараметрического семейства 2-этапных методов Рунге-Кутты. Получить оценки погрешности 2-этапного метода Рунге-Кутты. Привести примеры 3- и 4-этапных методов Рунге-Кутты. Привести оценки погрешности 3- и 4-этапных методов Рунге-Кутты.

Тема 2. Тема 2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Дать постановку двухточечной краевой задачи. Привести модельные примеры двухточечной краевой задачи. Понятие метода Галеркина. Применение различных базисов в методе Галеркина. Кусочно-полиномиальный базис. Разреженная структура СЛАУ в методе конечных элементов. Оценки погрешности кусочно-полиномиальной аппроксимации. Численное интегрирование в схемах метода конечных элементов. Алгоритмы сборки результирующей системы в методе конечных элементов. Оценки погрешности метода конечных элементов в различных нормах. Написать программу на языке матлаб, реализующую метод Эйлера.

Тема 3. Тема 3. Краевая задача для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Написать программу на языке матлаб, реализующую многоэтапный метод Рунге-Кутты.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Метод Рунге-Кутта. Метод Адамса. Явные и неявные сеточные схемы. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости. Исследование погрешности. Метод последовательных приближений. Метод замены ядра вырожденным. Метод квадратур. Метод моментов. Метод наименьших квадратов.

Тема 4. Тема 4. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка
2. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка
3. Краевая задача для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка в частных производных
4. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических дифференциальных уравнений

Итоговая форма контроля

зачет (в 6 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

Дать определение задачи Коши для системы дифференциальных уравнений.

Вывести формулы метода Эйлера.

Получить оценки погрешности метода Эйлера.

Дать определение многоэтапного метода Рунге-Кутты.

Вывести формулы однопараметрического семейства 2-этапных методов Рунге-Кутты.

Получить оценки погрешности 2-этапного метода Рунге-Кутты.

Привести примеры 3- и 4-этапных методов Рунге-Кутты.

Привести оценки погрешности 3- и 4-этапных методов Рунге-Кутты.

Написать программу на языке матлаб, реализующую метод Эйлера.

Написать программу на языке матлаб, реализующую многоэтапный метод Рунге-Кутты.

Дать постановку двухточечной краевой задачи.

Привести модельные примеры двухточечной краевой задачи.

Понятие метода Галеркина.

Применение различных базисов в методе Галеркина.

Кусочно-полиномиальный базис.

Разреженная структура СЛАУ в методе конечных элементов.

Оценки погрешности кусочно-полиномиальной аппроксимации.

Численное интегрирование в схемах метода конечных элементов.

Алгоритмы сборки результирующей системы в методе конечных элементов.

Оценки погрешности метода конечных элементов в различных нормах.

Метод Рунге-Кутты.

Метод Адамса.

Явные и неявные сеточные схемы.

Метод конечных разностей.

Метод конечных элементов.

Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений.

Построение сеточной схемы. Построение системы линейных алгебраических уравнений.

Исследование сходимости. Исследование погрешности.

Метод последовательных приближений.

Метод замены ядра вырожденным.

Метод квадратур.

Метод моментов.

Метод наименьших квадратов

7.1. Основная литература:

1. Арнольд, В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Арнольд. ? Электрон. дан. ? Москва : МЦНМО, 2012. ? 341 с.

URL:https://e.lanbook.com/book/56392?category_pk=912#book_name

2. Козловских, А.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения (Исследование методов решений с помощью MAPLE и MATLAB) [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Козловских. ? Электрон. дан. ? Томск : ТПУ, 2013. ? 168 с.

URL:https://e.lanbook.com/book/45170?category_pk=912#book_name

3. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2010. ? 400 с.

URL:https://e.lanbook.com/book/537?category_pk=915#authors

4. Бахвалов Н.С. Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.; : Учебное пособие - Издательство 'Лаборатория знаний', 2015.

- 639 с. URL:https://e.lanbook.com/book/70767?category_pk=915#authors

5. Амосов А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченкова Н.В. - СПб.: Лань, 2014. - 672 с.

URL: https://e.lanbook.com/book/42190?category_pk=915#authors

6. Карчевский, М.М. Лекции по уравнениям математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие ?

Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 164 с. ? Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/72982>. ? Загл. с экрана.

7. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М.

Кобельков. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 639 с. ? Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/70767>. ? Загл. с экрана.

8. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Киреев, А.В.

Пантелеев. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2015. ? 448 с. ? Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/65043>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Агафонов, С.А. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебник / С.А.

Агафонов, А.Д. Герман, Т.В. Муратова. ? Электрон. дан. ? Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. ? 347 с. URL:https://e.lanbook.com/book/106546?category_pk=912#authors

1. Фаддеев Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] / Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. - СПб.: Лань, 2009. - 736 с.

URL: https://e.lanbook.com/book/400?category_pk=915#authors

2. Шевцов Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] / Шевцов Г.С., Крюкова О.Г., Мызникова Б.И. - СПб.: Лань, 2011. - 496 с.

URL: https://e.lanbook.com/book/1800?category_pk=915#authors

3. Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Киреев В.И. Пантелеев А.В. - СПб.: Лань, 2015. - 448 с.

ЭБС 'Лань' URL: https://e.lanbook.com/book/65043?category_pk=915#authors

4. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] / Срочко В.А. ?

Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2010. ? 208 с. ? URL:

https://e.lanbook.com/book/378?category_pk=915#authors

5. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. / А.Б. Васильева,

Н.А. Тихонов. ? Электрон.

дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 160 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42>. ? Загл. с экрана.

Тихонов, А.Н. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г.

Свешников. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2002. ? 256 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48171>. ? Загл. с экрана.

6. Радин, В.П. Метод конечных элементов в динамических задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс]

: учеб. пособие / В.П. Радин, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2013. ? 316 с. ?

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59668>. ? Загл. с экрана.

7. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В.

Копченова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 672 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>. ? Загл. с экрана

8. Хелемский, А.Я. Лекции по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? Москва :

МЦНМО, 2014. ? 560 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56415>. ? Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>

Портал ресурсов по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>

Сайт образовательных ресурсов по математике - <http://www.exponenta.ru/>

Справочник по компьютерной математике - <http://www.users.kaluga.ru/math/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений" 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 оборудование 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Освоение дисциплины "Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений" 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, audi, 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 оборудование 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. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания,

выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав. Освоение дисциплины "Методы решения одномерных дифференциальных и интегральных уравнений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: 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 аходятся в едином домене. 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, audi, 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 оборудование 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

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

Автор(ы):

Абдюшева Г.Р. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Даутов Р.З. _____

"__" _____ 201__ г.