

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительных технологий
Кафедра прикладной математики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н. Тимофеев В. С.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дифференциальные уравнения

Образовательная программа: 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль:
Компьютерное моделирование и информационные технологии

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Факультет прикладной математики и информатики,

		Семестр	
№	Вид деятельности	4	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2	4
2	Всего часов	72	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	64	87
4	Лекции, час.	36	18
5	Практические занятия, час.	18	36
6	Лабораторные занятия, час.	0	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9	16
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	8	13
10	Самостоятельная работа, час.	8	57
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	контр.	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 01.03.02 Прикладная математика и информатика

ФГОС введен в действие приказом №228 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 14.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

Выч.технол., протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

ПМт, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета прикладной математики и информатики, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Иткина Н. Б.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.ф-м.н. Шокин Ю. И.

профессор, д.т.н. Соловейчик Ю. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Соловейчик Ю. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений	
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные методы численного моделирования	
у1. уметь анализировать математические модели	
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
у6. уметь использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Дифференциальные уравнения	
ОПК.1.з6 знать основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений	
1.основные типы дифференциальных уравнений и методы их решения	Лекции; Самостоятельная работа
2.методы решения неоднородных линейных систем дифференциальных уравнений (ЛСДУ)	Лекции; Самостоятельная работа
3.основные принципы теории устойчивости систем дифференциальных уравнений (СДУ)	Лекции; Самостоятельная работа
4.методы интегрирования дифференциальных уравнений при помощи рядов	Лекции; Самостоятельная работа
5.методы решения краевых задач с помощью функции Грина, методы решения задачи Штурма-Лиувилля	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.3.з1 знать основные методы численного моделирования	
6.методы теории возмущений	Лекции; Самостоятельная работа
7.методы решения уравнений в частных производных первого порядка	Лекции; Самостоятельная работа
8.численные методы решения начальной задачи	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.разностные и вариационные методы решения краевых задач	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.у1 уметь анализировать математические модели	
10.решать основные типы дифференциальных уравнений	Практические занятия; Самостоятельная работа
11.решать однородные и неоднородные системы линейных ДУ	Практические занятия; Самостоятельная работа

12. исследовать на устойчивость системы ДУ	Практические занятия; Самостоятельная работа
13. интегрировать ДУ при помощи рядов	Практические занятия; Самостоятельная работа
14. решать краевые задачи с помощью функции Грина, определять собственные значения и собственные функции краевой задачи	Практические занятия; Самостоятельная работа
15. решать задачи с малым параметром методами теории возмущений	Практические занятия; Самостоятельная работа
16. строить решение квазилинейного дифференциального уравнения первого порядка в частных производных	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
17. решать начальные задачи методами типа Рунге-Кутты, прогноз-коррекция, оценивать порядок аппроксимации, устойчивость и сходимость этих методов	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.4.у6 уметь использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов	
18. строить разностные схемы для решения краевых задач, оценивать порядок аппроксимации, устойчивость и сходимость этих схем	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
19. строить дискретные аналоги ДУ методом конечных элементов	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 4			
Дидактическая единица: Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений.			
1. Основные понятия теории дифференциальных уравнений (ДУ). Физические задачи, приводящие к ДУ. Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для ДУ первого порядка. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения, метод вариации постоянной для решения неоднородных ДУ. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Бернулли, Риккати. Уравнения, неразрешенные относительно производной. Теорема о существовании и единственности решения дифференциального уравнения первого порядка неразрешенного относительно производной. Особые точки. Особые решения. Уравнения Клеро, Лагранжа.	0	8	1
2. Нормальная система дифференциальных уравнений (СДУ). Теорема о существовании и единственности решения нормальной системы ДУ. Фундаментальные решения СДУ. Системы ДУ с постоянными коэффициентами. Метод вариации постоянной, метод Коши для решения неоднородных систем ДУ	0	8	2
Дидактическая единица: Устойчивость систем дифференциальных уравнений			

3. Теория устойчивости. Основные определения и теоремы об устойчивости однородной и неоднородной системы ДУ. Типы точек покоя. Функция Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости СДУ. Теорема об устойчивости СДУ с постоянными коэффициентами. Метод Ляпунова исследования на устойчивость тривиального решения. Исследование на устойчивость по первому приближению.	0	8	3
Дидактическая единица: Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов			
4. Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов. Представление решения ДУ в виде степенного или обобщенно-степенного ряда. Теорема Фукса. Уравнения Бесселя и Гаусса. Цилиндрические функции I-го и II-го рода. Периодические решения ДУ.	0	6	4
Дидактическая единица: Задача Штурма-Лиувилля для одномерного эллиптического дифференциального уравнения			
5. Краевые задачи. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Построение функции Грина дифференциальной задачи, ее свойства, построение решения ДУ с помощью функции Грина. Определение собственных значений и функций дифференциального оператора. Задача Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова	0	6	5
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Теория возмущений для обыкновенных дифференциальных уравнений			
6. Асимптотические методы решения ДУ. Теорема о существовании и единственности решения регулярно возмущенных дифференциальных уравнений. Теорема Тихонова.	0	4	6
Дидактическая единица: Квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка			
7. Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка. Теорема о существовании и единственности решения линейного дифференциального уравнения первого порядка. Задача Коши для линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод характеристик	0	2	7
Дидактическая единица: Многошаговые явные и неявные разностные схемы решения задачи Коши			
8. Конечно-разностные методы решения задачи Коши. Погрешность аппроксимации, устойчивость и сходимость разностной схемы. Жесткие системы ОДУ. Устойчивость и контрактивность.	0	4	8
Дидактическая единица: Разностные схемы решения краевой задачи: аппроксимация, устойчивость, сходимость			
9. Разностные методы решения краевых задач для ОДУ. Основные понятия: порядок аппроксимации, устойчивость и сходимость разностных схем. Однородные трехточечные схемы. Консервативные схемы. Метод баланса. Одномерное уравнение конвекции-диффузии. Монотонные разностные схемы	0	4	9
Дидактическая единица: Решение одномерных эллиптических задач методом конечных элементов			

10. Уравнение Эйлера, эквивалентность минимизации функционала и решения ОДУ Метод Галеркина. Метод конечных элементов. Понятие конечного элемента. Конформность, унисольвентность. Стабилизированные схемы для задач конвекции-диффузии.	0	4	9
--	---	---	---

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Многошаговые явные и неявные разностные схемы решения задачи Коши				
1. Решение систем ДУ методами "прогноз-коррекция" и методами Рунге-Кутты.	0	8	17, 8	Анализ методов решения начальных задач, разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения жесткой системы ДУ. Исследования предлагаемого алгоритма, тестирование, выводы
Дидактическая единица: Разностные схемы решения краевой задачи: аппроксимация, устойчивость, сходимость				
2. Построение консервативной схемы для решения краевой задачи	0	6	18, 9	Анализ разностных методов решения краевых задач, разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения нелинейного ДУ. Исследования предлагаемого алгоритма, тестирование, выводы.
Дидактическая единица: Решение одномерных эллиптических задач методом конечных элементов				
3. Решение ОДУ методом Рунге-Кутты и методом Галеркина.	0	4	19, 9	Анализ вариационных методов решения краевых задач, разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения ДУ. Исследования предлагаемого алгоритма, тестирование, выводы.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений.				

1. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными. Физические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения, метод вариации постоянной для решения неоднородных ДУ. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Бернулли, Риккати. Уравнения, неразрешенные относительно производной. Уравнения Клеро, Лагранжа.	2	4	10	Студент определяет тип ДУ. Выбирает метод решения ДУ. Использует сведения из курса "Математический анализ" при интегрировании ДУ.
2. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Фундаментальное решение однородных СДУ. Методы решения неоднородных СДУ: метод вариации постоянной, метод Коши. Методы решения однородных и неоднородных ДУ n-го порядка.	2	4	11	Использует сведения из линейной алгебры и математического анализа. Строит фундаментальную систему решений, решает неоднородные системы методами Коши и вариации постоянных.
Дидактическая единица: Устойчивость систем дифференциальных уравнений				
3. Теория устойчивости. Метод Ляпунова.	2	4	12	Анализирует поведение СДУ в окрестности точки покоя. Строит функцию Ляпунова, с ее помощью исследует СДУ на устойчивость. Определяет тип точки покоя. Линеаризует нелинейную СДУ, исследует ее на устойчивость по первому приближению. Использует сведения из линейной алгебры и математического анализа.
Дидактическая единица: Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов				
4. Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов. Представление решения ДУ в виде степенного или обобщенно-степенного ряда. Теорема Фукса. Уравнения Бесселя и Гаусса. Цилиндрические функции I-го и II-го рода. Периодические решения ДУ.	2	4	13	Использует сведения из математического анализа. Классифицирует задачу. Решает ОДУ
Дидактическая единица: Задача Штурма-Лиувилля для одномерного эллиптического дифференциального уравнения				

5. Краевые задачи. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина	1	2	14	Исследует влияние типов краевых условий на собственные функции ДУ. Строит функцию Грина для краевой задачи. Использует сведения из математического и функционального анализа.
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теория возмущений для обыкновенных дифференциальных уравнений				
6. Регулярно и сингулярно возмущенные ДУ	2	4	15	Анализирует задачу, выбирает метод решения. Использует сведения из математического анализа и курса "Дифференциальные уравнения", семестр №4
Дидактическая единица: Квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка				
7. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных.	2	4	16	Анализирует задачу, выбирает метод решения. Использует сведения из математического анализа и курса "Дифференциальные уравнения", семестр №4
Дидактическая единица: Многошаговые явные и неявные разностные схемы решения задачи Коши				
8. Задача Коши. Аппроксимация и устойчивость. Методы Рунге-Кутты и методы прогноза и коррекции. Решение жестких систем ОДУ методами Рунге-Кутты.	4	10	17, 8	Анализирует задачу, выбирает метод решения, оценивает полученное решение (порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость). Определяет возможность применения схемы для решения жесткой СДУ, ее устойчивость и контрактивность. Использует сведения из математического и функционального анализа, линейной алгебры.
Дидактическая единица: Разностные схемы решения краевой задачи: аппроксимация, устойчивость, сходимость				

9. Краевые задачи. Однородные и консервативные схемы. Метод баланса. Одномерное уравнение конвекции-диффузии. Монотонные схемы.	4	10	18, 9	Анализирует задачу, выбирает метод решения, оценивает полученное решение (порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость). Строит конечно-разностную схему методом баланса. Исследует свойства дискретного аналога, выбирает метод решения СЛАУ. Использует сведения из математического и функционального анализа, линейной алгебры, численных методов.
Дидактическая единица: Решение одномерных эллиптических задач методом конечных элементов				
10. Решение ОДУ методом Рунге и методом Галеркина. Стабилизированные МКЭ схемы для уравнения конвекции-диффузии.	4	8	19	Анализирует задачу, выбирает метод решения, оценивает полученное решение (порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость). Выписывает вариационную постановку в слабой и сильной форме. Анализирует свойства функционалов. Исследует свойства дискретного аналога, выбирает метод решения СЛАУ. Использует сведения из математического и функционального анализа, линейной алгебры, численных методов.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	1, 10	1	1
Повторение теоретического материала, решение задач., подробная информация приведена в приложении №3 : Дифференциальные уравнения. Ч. 1 : методические указания к выполнению РГР для 2 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н.Б. Иткина]. - Новосибирск, 2008. - 43, [3] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3522.rar Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5	5	5

Решение задач, повторение теоретического материала: Дифференциальные уравнения. Ч. 1 : методические указания к выполнению РГР для 2 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н.Б. Иткина]. - Новосибирск, 2008. - 43, [3] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3522.rar Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5	2	2
Повторение теоретического материала, решение задач., подробная информация приведена в приложении №2 : Дифференциальные уравнения. Ч. 1 : методические указания к выполнению РГР для 2 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н.Б. Иткина]. - Новосибирск, 2008. - 43, [3] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3522.rar Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана.				
Семестр: 5				
1	РГЗ	17, 8	20	4
Самостоятельно разрабатывает многошаговые схемы решения задачи Коши, исследует устойчивость и сходимость схемы. Проводит верификацию схемы на классе модельных задач.Анализирует полученные результаты., подробная информация приведена в приложении №5 : Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана. Дифференциальные уравнения. Ч. 2 : методические указания к выполнению РГР и лабораторных работ для 3 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. Б. Иткина, М. Ю. Баландин]. - Новосибирск, 2009. - 36, [2] с.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3697.pdf				
2	Подготовка к занятиям	15, 16, 17, 18, 19, 6, 7, 8, 9	16	6
Повторение теоретического материала, решение задач: Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана. Дифференциальные уравнения. Ч. 2 : методические указания к выполнению РГР и лабораторных работ для 3 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. Б. Иткина, М. Ю. Баландин]. - Новосибирск, 2009. - 36, [2] с.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3697.pdf				
3	Подготовка к аттестации	15, 16, 17, 18, 19, 6, 7, 8, 9	21	3
Повторение теоретического материала, решение задач., подробная информация приведена в приложении №4 : Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана. Дифференциальные уравнения. Ч. 2 : методические указания к выполнению РГР и лабораторных работ для 3 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. Б. Иткина, М. Ю. Баландин]. - Новосибирск, 2009. - 36, [2] с.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3697.pdf				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Проблемный метод	ОПК.3; ОПК.4;
Формируемые умения: з1. знать основные методы численного моделирования; у1. уметь анализировать математические модели; у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач; у6. уметь использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов		
Краткое описание применения: Студент анализирует поставленную задачу, предлагает метод решения. Приводится обоснование выбранного метода. Преподаватель поддерживает дискуссию об эффективности заявленного подхода.		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	35	70
Контролирующие материалы (Задачи) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
Контролирующие материалы (Задачи) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		
Семестр: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	12	24
Контролирующие материалы (Задачи) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		
<i>Лабораторная:</i>	8	16
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Дифференциальные уравнения. Ч. 2 : методические указания к выполнению РГР и лабораторных работ для 3 курса ФПИИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. Б. Иткина, М. Ю. Баландин]. - Новосибирск, 2009. - 36, [2] с. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3697.pdf "		
<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы (Задачи) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля				
		Защита ЛР	Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
ОПК.1	з6. знать основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений		+		+	
ОПК.3	з1. знать основные методы численного моделирования	+		+		+
	у1. уметь анализировать математические модели		+		+	+
ОПК.4	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+		+		+
	у6. уметь использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов	+				+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов. - М., 2005. - 174, [1] с. : ил.
2. Филиппов А. Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений : учебник для вузов / А. Ф. Филиппов. - М., 2007. - 238, [1] с. : ил.
3. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов по направлению "Прикладная математика" / В. М. Вержбицкий. - М., 2005. - 839, [1] с. : ил., табл.
4. Егоров А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями / А. И. Егоров. - Москва, 2005. - 384 с. : ил.
5. Бибииков, Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1542>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Тихонов А. Н. Дифференциальные уравнения : учебник для университетов по специальности "Прикладная математика" и "Физика" / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. - М., 1985. - 231 с. : ил.
2. Самарский А. А. Численные методы : Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - М., 1989. - 430 с. : ил.
3. Шокин Ю. И. Современные многосеточные методы. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. И. Шокин, Э. П. Шурина, Н. Б. Иткина; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 66, [1] с. : схемы, табл. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/shokin.pdf>
4. Бахвалов Н. С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М., 1987. - 598, [1] с. : ил.
5. Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения / М. В. Федорюк. - СПб., 2003. - 447 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Иткина Н. Б. Курс лекций по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Иткина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163663. - Загл. с экрана.

2. Дифференциальные уравнения. Ч. 1 : методические указания к выполнению РГР для 2 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н.Б. Иткина]. - Новосибирск, 2008. - 43, [3] с. : табл. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3522.rar>

3. Дифференциальные уравнения. Ч. 2 : методические указания к выполнению РГР и лабораторных работ для 3 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. Б. Иткина, М. Ю. Баландин]. - Новосибирск, 2009. - 36, [2] с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3697.pdf>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Visual C++

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Применяется для выполнения лабораторных работ

Правила аттестации студентов по учебной дисциплине «Дифференциальные уравнения» 4 семестр, II курс

Правила текущей аттестации

Основным критерием оценивания работы студента является своевременное и правильное выполнение домашних заданий и контрольных мероприятий. Курс разбит на семь основных тем, по каждой теме определен объем домашнего задания, срок выполнения и максимальный и минимальный балл. В качестве контрольных мероприятий выступает контрольная работа.

Максимальный балл (см. таблицу 1) за выполнение домашнего задания получает студент, правильно и в срок решивший не менее 90% домашнего задания; минимальный балл – 0 (не выполненное домашнее задание, неправильно решенное домашнее задание). Задания, представленные позже указанного срока, - не рассматриваются. Максимальный балл за выполненные домашние задания – 70 баллов.

Контрольная работа по теме «Основные типы дифференциальных уравнений» проводится на 6-ой неделе, максимальный балл за правильно решенные задания -10 баллов.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить за успешную работу в семестре - 80.

Таблица 1

№	Тема	Объем	Максимальный балл	Срок выполнения
1	Основные типы дифференциальных уравнений	36-40 задач	12	5 недель (1-5н.)
2	Решение систем дифференциальных уравнений	8-10 задач	14	4 недели (6-9н.)
3	Решение дифференциальных уравнений n-го порядка	12 задач	4	2 недели (10-11н.)
4	Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов	11-14 задач	10	2 недели (12-13н.)
5	Исследование СДУ на устойчивость	12 задач	15	2 недели (14-15н.)
6	Решение краевых задач с помощью функции Грина	5 задач	8	2 недели (16-17н.)
7	Решение задач на собственные значения	5 задач	7	2 недели (17-18н.)

Сумма баллов за выполнение домашних заданий: 70

Правила итоговой аттестации

В соответствии с планом ООП в конце 4-го семестра проводится зачет. К зачету в допускаются студенты, получившие не менее 35 баллов в течение семестра и выполнившие контрольную работу не менее, чем на 5 баллов.

Зачет состоит из двух этапов: письменного решения задач и устного теоретического собеседования. Пример билета и теоретических вопросов см. ФОС Рабочей программы.

Максимальный балл, полученный на зачете - 20. Студент, правильно решивший задачи, получает 10 баллов, правильно ответивший на теоретические вопросы (основные и дополнительные) - 10 баллов.

5 семестр, III курс

Правила текущей аттестации

Основным критерием оценивания работы студента является своевременное и правильное выполнение домашних заданий и контрольных мероприятий. Курс разбит на пять основных тем, по каждой теме определен объем домашнего задания, срок выполнения и максимальный и

минимальный балл. В качестве контрольных мероприятий выступает защита РГР и лабораторных работ.

Максимальный балл за выполнение домашнего задания (см. таблицу 2) получает студент, правильно и в срок решивший не менее 90% домашнего задания; минимальный балл – 0 (не выполненное домашнее задание, неправильно решенное домашнее задание). Задания, представленные позже указанного срока, - не рассматриваются. Максимальный балл за выполненные домашние задания – 24 балла.

Максимальный балл за выполнение лабораторной работы (см. таблицу 3) получает студент, успевающий на паре выполнить запланированную работу и правильно оформивший отчет. На защите студент обязан проявить высокий уровень владения теоретическим материалом и умение использовать теоретические навыки при решении практических задач. Максимальный балл за выполнение и защиту лабораторных работ -16 баллов.

Расчетно-графическая работа по теме: «Исследование схем прогноз-коррекция», срок выполнения - 5 недель (7-11н.), максимальный балл - 12 получает студент полностью выполнивший теоретическое исследование и все вычислительные эксперименты и правильно обосновавший полученные результаты; студент правильно выполнивший исследования, но не обосновавший полученные результаты получает 11-8 баллов, студент, допустивший недочеты в исследованиях – 7-4 баллов. Время сдачи РГР - 11 неделя, студент, сдавший РГР не в срок за каждую неделю получает штраф – (-1) балл. Минимальный балл за выполненный РГР – 1. Защита РГР (12 неделя), максимальный балл – 8, получает студент правильно ответивший на теоретические вопросы по теме РГР, минимальный балл -0.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить за успешную работу в семестре - 60.

Таблица 2

№	Тема	Объем	Максимальный балл	Срок выполнения
1	Методы теории возмущений	10-12 задачи	5	3 недели (1-3н.)
2	Методы решения квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка	8-12 задач	4	2 недели (4-5н.)
3	Численные методы решения задачи Коши (ОДУ)	12 задач	5	4 недели (6-9н.)
4	Конечно-разностные методы решения краевых задач (ОДУ)	8-11 задач	5	4 недели (10-13н.)
5	Вариационные методы решения краевых задач (ОДУ)	7 задач	5	3 недели (14-16н.)

Сумма баллов за выполнение домашних заданий: 24

Таблица 3

№	Тема	Баллы и срок выполнения работы	Баллы за защиту
1	Явные – неявные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений	3 (1-7н.)	3 8 неделя
2	Конечноразностные методы решения краевых задач (ОДУ)	3 (8-11н.)	3 12 неделя
3	Конечноэлементные методы решения ОДУ	1 (13-15н.)	3 16 неделя

Сумма баллов за выполнение и защиту лабораторных работ: 16

Итого: домашние задания -24 балла; лабораторные работы – 16 баллов; РГР – 20 баллов.

Правила итоговой аттестации

В соответствии с планом ООП в конце 5-го семестра проводится экзамен.

К экзамену допускается студент, выполнивший 3 лабораторные работы и защитивший первую и вторую лабораторные работы (не менее 7 баллов), выполнивший РГР (не менее 5 баллов) и набравший за семестр суммарно не менее 30 баллов.

Экзамен состоит из двух этапов: письменного решения задач и устного теоретического собеседования. Пример билета и теоретических вопросов см. ФОС Рабочей программы.

Максимальный балл, полученный на экзамене - 40. Студент, правильно решивший задачи, получает 15баллов, правильно ответивший на теоретические вопросы (основные и дополнительные) - 25 баллов.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительных технологий

Кафедра прикладной математики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н., доцент В.С. Тимофеев
“ ” Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифференциальные уравнения

Образовательная программа: 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль: Компьютерное моделирование и информационные технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Дифференциальные уравнения приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	зб. знать основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений	Дидактическая единица:1 Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений. 1.1 Основные понятия теории дифференциальных уравнений (ДУ). Физические задачи, приводящие к ДУ. Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для ДУ первого порядка Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения, метод вариации постоянной для решения неоднородных ДУ. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Бернулли, Риккати Уравнения, неразрешенные относительно производной. Теорема о существовании и единственности решения дифференциального уравнения первого порядка неразрешенного относительно производной. Особые точки. Особые решения. Уравнения Клеро, Лагранжа. 1.2 Нормальная система дифференциальных уравнений (СДУ). Теорема о существовании и единственности решения нормальной системы ДУ. Фундаментальные решения СДУ. Системы ДУ с постоянными коэффициентами. Метод вариации постоянной, метод Коши для решения неоднородных систем ДУ Дидактическая единица:2 Устойчивость систем дифференциальных уравнений	Контрольная работа (4-й семестр). Задачи 1-5. (дидактическая единица1)	Зачет(4-й семестр). Задачи 1(а,б,в); 2-5.

		2.3 Теория устойчивости. Основные определения и теоремы об устойчивости однородной и неоднородной системы ДУ. Типы точек покоя. Функция Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости СДУ. Теорема об устойчивости СДУ с постоянными коэффициентами. Метод Ляпунова исследования на устойчивость тривиального решения. Исследование на устойчивость по первому приближению. Дидактическая единица:3 Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов. 3.4 Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов. Представление решения ДУ в виде степенного или обобщенно-степенного ряда. Теорема Фукса. Уравнения Бесселя и Гаусса. Цилиндрические функции I-го и II-го рода. Периодические решения ДУ. Дидактическая единица:4 Задача Штурма-Лиувилля для одномерного эллиптического дифференциального уравнения. 4.5 Краевые задачи. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина. Построение функции Грина дифференциальной задачи, ее свойства, построение решения ДУ с помощью функции Грина. Определение собственных значений и функций дифференциального оператора. Задача Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова		
ОПК.3 способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств	31. знать основные методы численного моделирования	Дидактическая единица:5 Теория возмущений для обыкновенных дифференциальных уравнений 5.6 Асимптотические методы решения ДУ. Теорема о существовании и единственности решения регулярно возмущенных дифференциальных уравнений. Теорема Тихонова. Дидактическая единица:6 Квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка 6.7 Линейные и квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка. Теорема о	РГЗ (5-й семестр). (дидактическая единица7).	Экзамен (5-й семестр). Задачи 1-5

тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям		существовании и единственности решения линейного дифференциального уравнения первого порядка. Задача Коши для линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод характеристик Дидактическая единица:7 Многошаговые явные и неявные разностные схемы решения задачи Коши 7.1 Решение систем ДУ методами "прогноз-коррекция" и методами Рунге-Кутты. 7.8 Конечно-разностные методы решения задачи Коши. Погрешность аппроксимации, устойчивость и сходимость разностной схемы. Жесткие системы ОДУ. Устойчивость и контрактивность. Дидактическая единица:8 Разностные схемы решения краевой задачи: аппроксимация, устойчивость, сходимость. 8.2 Построение консервативной схемы для решения краевой задачи. 8.9 Краевые задачи. Однородные и консервативные схемы. Метод баланса. Одномерное уравнение конвекции-диффузии. Монотонные схемы. 8.9 Разностные методы решения краевых задач для ОДУ. Основные понятия: порядок аппроксимации, устойчивость и сходимость разностных схем. Однородные трехточечные схемы. Консервативные схемы. Метод баланса. Одномерное уравнение конвекции-диффузии. Монотонные разностные схемы 9.3 Решение ОДУ методом Рунге и методом Галеркина. Дидактическая единица:9 Решение одномерных эллиптических задач методом конечных элементов 9.10 Уравнение Эйлера, эквивалентность минимизации функционала и решения ОДУ Метод Галеркина. Метод конечных элементов. Понятие конечного элемента. Конформность, унисольвентность. Стабилизированные схемы для задач конвекции-диффузии.		
--	--	---	--	--

ОПК.3	у1. уметь анализировать математические модели	Дидактическая единица:1 Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений. 1.1. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными. Физические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения, метод вариации постоянной для решения неоднородных ДУ. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Бернулли, Риккати. Уравнения, неразрешенные относительно производной. Уравнения Клеро, Лагранжа. 1.2 Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Фундаментальное решение однородных СДУ. Методы решения неоднородных СДУ: метод вариации постоянной, метод Коши. Методы решения однородных и неоднородных ДУ n-го порядка. Дидактическая единица:2 Устойчивость систем дифференциальных уравнений 2.3 Теория устойчивости. Метод Ляпунова. Дидактическая единица:3 Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов. 3.4 Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи рядов. Представление решения ДУ в виде степенного или обобщенно-степенного ряда. Теорема Фукса. Уравнения Бесселя и Гаусса. Цилиндрические функции I-го и II-го рода. Периодические решения ДУ. Дидактическая единица:4 Задача Штурма-Лиувилля для одномерного эллиптического дифференциального уравнения. 4.5 Краевые задачи. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина. Дидактическая единица:5 Теория возмущений для	Контрольная работа (4-й семестр). Задачи 1-5 (дидактическая единица1)	Зачет(4-й семестр). Задачи 1(а,б,в); 2-5. Экзамен (5-й семестр). Задачи 1-3
-------	---	---	---	---

		обыкновенных дифференциальных уравнений 5.6 Регулярно и сингулярно возмущенные ДУ Дидактическая единица:6 Квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка 6.7 Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных.		
ОПК.4 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Дидактическая единица:7 Многошаговые явные и неявные разностные схемы решения задачи Коши. 7.1 Решение систем ДУ методами "прогноз-коррекция" и методами Рунге-Кутты. 7.8 Задача Коши. Аппроксимация и устойчивость. Методы Рунге-Кутты и методы прогноза и коррекции. Решение жестких систем ОДУ методами Рунге-Кутты.	РГЗ(5-й семестр). (дидактическая единица7).	Экзамен (5-й семестр). Задача 4
ОПК.4	уб. уметь использовать элементарные навыки алгоритмизации и программирования на одном из языков высокого уровня как средство программного моделирования изучаемых объектов и процессов	Дидактическая единица:8 Разностные схемы решения краевой задачи: аппроксимация, устойчивость, сходимость. 8.2 Построение консервативной схемы для решения краевой задачи. 9.3 Решение ОДУ методом Рунге и методом Галеркина. Дидактическая единица:9 Решение одномерных эллиптических задач методом конечных элементов. 9.10 Решение ОДУ методом Рунге и методом Галеркина. Стабилизированные МКЭ схемы для уравнения конвекции-диффузии.		Экзамен (5-й семестр). Задача 4- 5

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в форме зачета (4 семестр), который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3 и экзамена (5 семестр), который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4

Зачет и экзамен проводятся в устной и письменной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте

контрольной работы.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.3, ОПК.4, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Дифференциальные уравнения», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной и письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый пункт – три задачи по теме «определить тип дифференциального уравнения и решить», второй пункт – задача по теме «решение неоднородных систем дифференциальных уравнений», третий пункт – задача по теме «устойчивость систем дифференциальных уравнений», четвертый пункт – задача по теме «интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов», пятый пункт – задача по теме «краевые задачи» (пример билета приведен ниже). В ходе устной части зачета преподаватель задает студенту вопросы из общего перечня (не менее одного теоретического вопроса по каждой теме) (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет ФПМИ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

1. Определить тип дифференциального уравнения и решить:

$$y' - xy^2 - 3xy = 0$$

$$2xy' - y = \ln y'$$

$$y' = (4x + y - 3)^2$$

2. Выбрать метод и решить неоднородную систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dY}{dx} = AY + F(x) \quad A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}, \quad F(x) = \begin{bmatrix} \operatorname{tg}^2 t - 1 \\ \operatorname{tg} t \end{bmatrix}.$$

3. Построить функцию Ляпунова, исследовать тривиальное решение на устойчивость:

$$\frac{dx}{dt} = x - y - xy^2,$$

$$\frac{dy}{dt} = 2x - y - y^3$$

4. Найти решение дифференциального уравнения в виде ряда:

$$x^2 y'' + 2xy' - (x^2 + 2x + 2)y = 0$$

5. Построить функцию Грина для краевой задачи:

$$y'' + y' = f(x),$$

$$y'(0) = 0,$$

$$y(+\infty) = 0.$$

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет от *0 до 9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от *10 до 12 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные теоретические понятия, не допускает ошибок при решении задач, оценка составляет *13 до 16 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, предлагает механизмы решения проблемы, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от *17 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

К зачету допускаются студенты, получившие в семестре не менее минимального количества баллов по всем проверочным мероприятиям в соответствии с таблицей 6.1 и набравшие суммарно не менее 40 баллов.

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

1. Общая формулировка теоремы о существовании и единственности решения дифференциального уравнения, план доказательства. Дифференциальные уравнения неразрешенные относительно производной. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Метод Коши и метод вариации постоянных решения неоднородной системы ДУ. Общее решение однородной СДУ. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений СДУ. Теоремы о решении однородной и неоднородной СДУ. Матриц-экспонент.
3. Определение устойчивости решения системы ДУ. Исследование на устойчивость по первому приближению. Метод Ляпунова исследования системы ДУ на устойчивость. Теоремы Ляпунова об устойчивости СДУ. Теорема об устойчивости СДУ с постоянной матрицей.
4. Интегрирование ДУ с помощью рядов, теорема Фукса. Решение периодического дифференциального уравнения.
5. Определение краевой задачи, типы краевых условий, собственные значения и собственные функции, теорема Стеклова. Функция Грина.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Дифференциальные уравнения», 4 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Основные типы дифференциальных уравнений», включает 5 заданий. Контрольная работа посвящена проверке знаний и умений по применению теории решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (дидактическая единица 1). Этапы выполнения заданий: 1) определение типа дифференциального уравнения (ДУ); 2) выбор метода решения. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Контрольная работа считается **невыполненной**, если решено менее 2 задач. Оценка составляет **от 0 до 4** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если решено не менее 3 задач. Оценка составляет **от 5 до 6** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если решено не менее 4 задач. Оценка составляет **от 7 до 8** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если решено 5 задач. Оценка составляет **от 9 до 10** баллов

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Определить тип дифференциального уравнения и решить:

1. $(x - y \cos \frac{y}{x})dx + x \cos \frac{y}{x} dy = 0$

2. $y' + x\sqrt[3]{y} = 3y$

3. $2y' = x + \ln y'$

4. $y' = \sqrt[3]{2x - y} + 2$

5. $(\sin x + y)dy + (y \cos x - x^2)dx = 0$

Паспорт экзамена

по дисциплине «Дифференциальные уравнения», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной и письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый пункт – задача по теме «методы теории возмущений, регулярно возмущенные ДУ», второй пункт – задача по теме «методы теории возмущений, сингулярно возмущенные ДУ», третий пункт – задача по теме «методы решения квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка», четвертый пункт – задача по теме «конечно-разностные методы решения краевых и начальных задач», пятый пункт – задача по теме «вариационные методы решения краевых задач» (пример билета приведен ниже). В ходе устной части экзамена преподаватель задает студенту вопросы из общего перечня (не менее одного теоретического вопроса по каждой теме) (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

1. Найти решение дифференциального уравнения с точностью до $O(\mu^2)$:
 $xy' = \mu x^2 + \ln y, y(1) = 1$
2. Найти решение дифференциального уравнения с точностью до $O(\mu^2)$:
 $\mu \frac{dy}{dt} = -tgy + 2t^3 + 1, y(0) = 0.$
3. Найти поверхность, удовлетворяющую дифференциальному уравнению и проходящую через заданную кривую: $yz \frac{\partial z}{\partial x} + xz \frac{\partial z}{\partial y} = xy, x = a, y^2 + z^2 = a^2.$
4. Для уравнения $y' = f(x, y)$ построить схему вида:

$$\frac{y_{m+1} + ay_m + by_{m-1}}{2h} = \frac{1}{6} f_{m-1} + df_m + cf_{m+1}$$

наиболее высокого порядка аппроксимации

5. Решить дифференциальную задачу

$$-\frac{d}{dx} \left(a(x) \frac{du}{dx} \right) = 1, \quad x \in [0, 1],$$
$$u(0) = u(1) = 0, \quad a(x) = \begin{cases} \frac{3}{2}, & 0 \leq x < \frac{\pi}{4}, \\ 2, & \frac{\pi}{4} \leq x \leq 1, \end{cases}$$

методом Рунге, взяв кусочно-линейные функции в качестве базисных.
Ассемблировать глобальную матрицу СЛАУ и вектор правой части на трех конечных элементах. На границе разрыва заданы условия идеального контакта.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 20 до 25 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные теоретические понятия, не допускает ошибок при решении задач, оценка составляет *от 26 до 35 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, предлагает механизмы решения проблемы, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *от 36 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

К экзамену допускаются студенты, получившие в семестре не менее минимального количества баллов по всем проверочным мероприятиям в соответствии с таблицей 6.1 и набравшие суммарно не менее 30 баллов.

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

1. Регулярно-возмущенные системы ДУ. Теорема о представлении решения.
2. Сигулярно-возмущенные системы ДУ. Теорема Тихонова.
3. Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка. Характеристики, первые интегралы. Теорема существования и единственности. Алгоритм решения квазилинейного уравнения.
4. Конечно-разностные схемы решения задачи Коши. Погрешность аппроксимации, устойчивость, сходимость. Метод неопределенных коэффициентов. А-устойчивость. Жесткие системы ДУ. Понятие контрактивности, функция устойчивости.
5. Конечно-разностные схемы решения краевых задач. Погрешность аппроксимации, устойчивость, сходимость. Однородные трехточечные схемы. Консервативные схемы. Метод баланса.
6. Вариационные методы решения ОДУ. Метод Рунге. Метод Галеркина.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Дифференциальные уравнения», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны изучить методы построения разностных схем для решения задачи Коши, определить порядок аппроксимации для разработанной разностной схемы, исследовать схему на устойчивость, оценить сходимость построенной разностной схемы, провести верификацию схемы на классе модельных задач, обосновать результаты вычислительных экспериментов.

Обязательные структурные части РГЗ: постановка задачи, обоснование выбора вида разностной схемы, определение коэффициентов разностной схемы, оценка порядка аппроксимации, исследование на устойчивость, вычислительные эксперименты, заключение.

План выполнения РГЗ

1. Для заданного уравнения прогноза (коррекции) выбрать порядок аппроксимации. В соответствии с выбранным порядком аппроксимации вычислить коэффициенты прогноза (коррекции) и определить некоторое семейство прогнозов (коррекций).
2. Исследовать полученное семейство на устойчивость. Определить область абсолютной (условной) устойчивости в зависимости от коэффициентов исследуемого разностного уравнения.
3. Для заданного уравнения прогноза (коррекции) определить соответствующее уравнение коррекции (прогноза). Вычислить коэффициенты этого уравнения и исследовать его на устойчивость.
4. Из полученного семейства «прогноз-коррекция» выделить две пары прогнозов и коррекций (это минимальное количество исследуемых схем) и провести ряд вычислительных экспериментов.
5. Проанализировать результаты вычислительных экспериментов, сделать выводы.

Оцениваемые позиции: обоснованность выполненных исследований, качественный уровень численных экспериментов, объем проделанной работы, уровень теоретических знаний.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствуют результаты вычислительных экспериментов, выбранные методы решения не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 0 до 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: проведены исследования, но отсутствует анализ результатов, выбранные методы решения не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 10 до 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если исследования выполнены согласно существующим критериям, но количество сравниваемых пар «прогноз-коррекция» не превосходит двух, оценка составляет от 13 до 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, вычислительные эксперименты проведены для более, чем двух пар «прогноз-коррекция», алгоритмы разработаны и оптимизированы, анализ результатов

оригинальный и обоснованный, оценка составляет от 17 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Исследовать семейство двухшаговых коррекций. Определить оптимальное соотношение между устойчивостью метода и порядком аппроксимации.
2. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов. Определить оптимальное соотношение между устойчивостью метода и порядком аппроксимации.
3. Исследовать семейство трехшаговых коррекций. Определить оптимальное соотношение между устойчивостью метода и порядком аппроксимации.
4. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов. Определить оптимальное соотношение между устойчивостью метода и порядком аппроксимации.
5. Для двухшаговой коррекции выбрать оптимальный прогноз.
6. Для двухшагового прогноза выбрать оптимальную коррекцию.
7. Для трехшаговой коррекции выбрать оптимальный прогноз.
8. Для трехшагового прогноза выбрать оптимальную коррекцию.
9. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов и трехшаговых коррекций. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
10. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов и двухшаговых коррекций. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
11. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов и коррекций по Милну. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
12. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов и коррекций по Адамсу-Башфорту. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
13. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов и коррекций, построенных как линейная комбинация прогнозов и коррекций типа Милна и типа Адамса-Башфорта. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
14. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов по Милну и трехшаговых коррекций по Адамсу-Башфорту. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
15. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов по Адамсу-Башфорту и трехшаговых коррекций по Милну. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
16. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов по Милну и трехшаговых коррекций по Адамсу-Башфорту. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
17. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов по Адамсу-Башфорту и трехшаговых коррекций по Милну. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
18. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов по Милну и двухшаговых коррекций по Адамсу-Башфорту. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
19. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов по Адамсу-Башфорту и двухшаговых коррекций по Милну. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.

20. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов и коррекций, построенных как линейная комбинация прогнозов и коррекций типа Милна и типа Адамса-Башфорта. Выбрать максимально устойчивую пару «прогноз-коррекция». Обосновать выбор.
21. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов-коррекций третьего порядка аппроксимации.
22. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов-коррекций четвертого порядка аппроксимации.
23. Исследовать семейство двухшаговых прогнозов-коррекций второго порядка аппроксимации.
24. Исследовать семейство трехшаговых прогнозов-коррекций третьего порядка аппроксимации.
25. Исследовать двухшаговый прогноз типа Милна и двухшаговую коррекцию типа Адамса-Башфорта второго и третьего порядков аппроксимации.
26. Исследовать двухшаговый прогноз типа Адамса-Башфорта и двухшаговую коррекцию типа Милна третьего порядка аппроксимации.
27. Исследовать трехшаговые прогноз типа Милна и коррекцию типа Адамса-Башфорта третьего порядка аппроксимации.
28. Исследовать трехшаговые коррекцию типа Милна и прогноз типа Адамса-Башфорта третьего порядка аппроксимации.
29. Исследовать трехшаговый прогноз типа Адамса-Башфорта и трехшаговую коррекцию типа Милна четвертого порядка аппроксимации.
30. Исследовать трехшаговый прогноз типа Милна и трехшаговую коррекцию типа Адамса-Башфорта четвертого порядка аппроксимации.