

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор _____ В.П. Гергель

« ____ » _____ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные
технологии**

Направленность образовательной программы
Инженерия программного обеспечения

Квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к базовой части ОПОП (Б1.Б.9) и является обязательной для освоения в 4 семестре (2 курс).

Дисциплина изучается на основе достигнутого уровня формирования компетенций при изучении базовых дисциплин «Математический анализ» (знать дифференциальное и интегральное исчисление, уметь вычислять производную и дифференциал функции, неопределенный и определенный интеграл, исследовать сходимость числовых и функциональных рядов) и «Алгебра и геометрия» (знать основы линейной алгебры, уметь находить собственные числа и вектора матриц, решать системы линейных уравнений).

К дисциплинам, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее, относятся базовая дисциплина «Физика», обязательная вариативная дисциплина «Концепции современного естествознания», вариативные дисциплины по выбору «Методы оптимизации», «Модели и методы вычислительной оптимизации».

Дифференциальными уравнениями описываются многие динамические процессы и явления, происходящие в природе, технике и обществе.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование и развитие общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности;
- приобретение начальных навыков составления математических моделей реальных объектов в форме обыкновенных дифференциальных уравнений, возникающих в прикладных задачах;
- изучение методов решения и исследования основных типов дифференциальных уравнений;
- приобретение практических навыков применения изученных методов исследования математических моделей в форме дифференциальных уравнений.

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1. Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной	З1 (ОПК-1) Знать: <ul style="list-style-type: none">– общую теорию дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (существование и единственность решения задачи Коши, непрерывная зависимость от начальных условий и параметров, дифференцируемость по начальным условиям и параметрам;– теорию линейных дифференциальных уравнений и систем уравнений;

<p>информатикой и информационными технологиями</p> <p><i>(начальный этап)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – типы и методы решения интегрируемых нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков; – теорию интегралов нормальных систем дифференциальных уравнений; – теорию устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем уравнений; – определение и этапы построения математической модели динамической системы; – качественно-численные методы построения параметрических и фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка. <p><i>У1 (ОПК-1) Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – находить общее решение и решение задачи Коши интегрируемых дифференциальных уравнений 1-го порядка (с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах и приводимые к ним, не разрешенные относительно производной); – находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с постоянными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с переменными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши линейных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков и нелинейных систем уравнений; – находить состояния равновесия автономных динамических систем второго порядка, исследовать их тип и характер устойчивости по первому приближению, строить фазовый портрет. <p><i>В1 (ОПК-1) Владеть:</i></p> <p>навыками построения математических моделей в разных предметных областях.</p>
--	--

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (48 часов занятия лекционного типа, 32 часа практические занятия, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 62 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 36 ч. подготовки к экзамену).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа, часы из них					Самост. работа студента, часы
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультации	Всего	
1. Понятие о дифференциальном уравнении. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных дифференциальных уравнений: Обыкновенное дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение в частных производных. Порядок уравнения. Системы дифференциальных уравнений. Задачи анализа и геометрии, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных дифференциальных уравнений.	9	2	2			4	5
2. Дифференциальные уравнения первого порядка: Общее, частное, особое решение. Общий интеграл. Задача Коши. Поле направлений. Метод изоклин. Интегрируемые типы уравнений первого порядка, разрешенных относительно производной (уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, линейные уравнения, уравнения в полных дифференциалах и приводимые к ним). Существование и общие свойства решений уравнений первого порядка, разрешенных относительно производной (существование и единственность решения задачи Коши, продолжаемые и непродолжаемые решения, степень гладкости решений, непрерывная зависимость решений от начальных условий и параметров, дифференцируемость решений по начальным условиям и параметрам). Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро.	28	14	6			20	8
3. Дифференциальные уравнения высших порядков: Общее решение. Задача Коши. Типы уравнений, интегрируемые в квадратурах. Типы уравнений, допускающие понижение порядка.	12	4	2			6	6
4. Линейные уравнения высших порядков: Фундаментальная система решений. Общее решение линейного однородного уравнения. Общее решение линейного неоднородного уравнения. Отыскание частного решения линейного неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Метод Коши. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.	20	6	6			12	8
5. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теория интегралов нормальных систем: Каноническая система дифференциальных уравнений. Система в нормальной форме. Общее решение. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Общий интеграл. Первый интеграл. Теория интегралов нормальной системы. Системы в симметрической форме.	12	4	2			6	6
6. Линейные системы дифференциальных	18	6	4			10	8

уравнений с постоянными коэффициентами: Фундаментальная система решений. Общее решение линейной однородной системы. Метод Эйлера построения фундаментальной системы решений. Общее решение линейной неоднородной системы. Отыскание частного решения линейной неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных. Метод неопределенных коэффициентов для отыскания частного решения неоднородной системы со специальными правыми частями в виде квазиполиномов. Метод комплексных амплитуд. Принцип суперпозиции.							
7. Устойчивость решений дифференциальных уравнений: Определение устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Исследование устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса-Гурвица. Исследование устойчивости с помощью функции Ляпунова	14	4	2			6	8
8. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Фазовые портреты автономных динамических систем второго порядка: Автономные и неавтономные системы. Автономная система второго порядка и ее фазовое пространство. Связь между фазовыми траекториями и интегральными кривыми. Состояния равновесия, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет. Качественно-численные методы построения фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка*.	29	8	8			16	13
В том числе текущий контроль 2 ч.							
Промежуточная аттестация: экзамен							

* Вопрос программы, отмеченный звездочкой (*), излагается в виде обзора и выносится на самостоятельную проработку студентами.

4. Образовательные технологии

Используются образовательные технологии в форме лекций и практических занятий различных видов.

Лекции составляют основу теоретической подготовки студентов и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине.

Лекция-информация ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

Лекция-беседа предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией и является формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых. Во время лекции-беседы преподаватель задает вопросы в начале лекции и по ее ходу. Вопросы адресуются всей аудитории. Слушатели отвечают с мест. Если преподаватель замечает, что кто-то из обучаемых не участвует в ходе беседы, то вопрос можно адресовать лично этому слушателю или спросить его мнение по обсуждаемой проблеме. Обучаемый, продумывая ответ на заданный вопрос,

получает возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить в качестве новых знаний.

Лекция с заранее запланированными ошибками рассчитана на стимулирование студентов к постоянному контролю предлагаемой информации. В конце лекции проводится разбор сделанных ошибок.

Практические занятия углубляют, расширяют полученные на лекциях знания и направлены на развитие самостоятельности обучающихся. Их основу составляет практическая работа каждого обучаемого по приобретению умений и навыков использования полученных знаний.

Практическое занятие в форме упражнений предполагает выполнение студентами под руководством преподавателя нескольких практических заданий. На таком занятии либо все обучающиеся решают задачи самостоятельно, а преподаватель контролирует их работу и когда у большинства студентов работа застопорилась, дает необходимые пояснения. Либо задачу решает и комментирует свое решение вызванный к доске студент под контролем преподавателя.

Научно – практические занятия представляют собой выполнение исследовательских заданий по самостоятельно изученной теме «Качественно-численные методы построения параметрических и фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка» и обсуждение результатов исследования. Проводится в интерактивной форме с представлением презентации.

Контрольное практическое занятие обеспечивает текущий контроль усвоения обучающимися учебного материала и проводится в виде письменной контрольной работы по материалам наиболее важных разделов изучаемой дисциплины.

Система электронного обучения. Синхронный курс – Дифференциальные уравнения. Электронный управляемый курс. Н.Новгород, ННГУ, 2014. Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ, № 247Е.14.08 на сайте <http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=247> с электронным тестированием обучающихся на предмет усвоения изучаемого материала и проверки их самостоятельной работы.

Консультации (индивидуальные, групповые, перед промежуточной аттестацией) являются одной из форм руководства работой студентов и оказания им помощи в самостоятельном изучении учебного материала. Они проводятся преподавателем в часы самостоятельной работы студентов.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- освоение материала, выносимого на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

5.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно обучающимся с использованием материалов лекций, электронного курса на сайте <http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=247>, рекомендованной основной и дополнительной литературы. Контроль выполняется в форме электронных тестов в электронном курсе и итогового теста.

5.2. Освоение материала, выносимого на самостоятельную проработку

Раздел «Качественно-численные методы построения параметрических и фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка» излагается на лекции в виде обзора и вынесен на самостоятельную проработку студентами по методическому пособию

«Исследование автономных динамических систем второго порядка»: Методическое описание учебно-лабораторного комплекса/ Сост. Н. В. Киселева, А. В. Артемьев. – Н. Новгород: ННГУ, 2004. – 28с., размещенному на сайте ННГУ по электронному адресу <http://www.itmm.unn.ru/tuds/materialy>, режим доступа – свободный. Контроль выполняется на научно – практическом занятии, посвященном этому разделу.

5.3. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям

Домашние задания выдаются по задачнику Филиппов А.Ф.- Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979; М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2009, который включает краткий обзор теоретического материала и примеры решения задач из каждого раздела.

Проверка выполнения домашних заданий проводится в часы самостоятельной работы студентов.

5.4. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ

Проводятся две аудиторские контрольные работы на контрольном практическом занятии по материалам тем 1-4 лекционного курса и на контрольном практическом занятии по материалам тем 5-8 лекционного курса.

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторно просмотреть материалы соответствующих лекций и практических занятий, а также самостоятельно решить несколько задач по теме контрольной работы из указанного задачника.

Разбор контрольных работ и исправление ошибок проводится в часы самостоятельной работы студентов.

5.6. Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

Фактором успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины. В этом случае подготовка к экзамену будет концентрированной систематизацией всех полученных знаний, умений и навыков.

В качестве методических материалов при подготовке к экзамену рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, материалы электронного курса и рекомендованную основную и дополнительную литературу.

Список вопросов, выносимых на экзамен:

1. Основные понятия о ДУ. Обыкновенные ДУ и ДУ в частных производных. Порядок ДУ. ДУ, разрешенные и неразрешенные относительно производной. Системы ДУ.
2. Математические модели динамических систем в форме обыкновенных ДУ.
3. ДУ 1 порядка, разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Задача Коши. Существование и единственность решения задачи Коши.
4. Геометрическая интерпретация ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Поле направлений. Интегральная кривая. Геометрический смысл задачи Коши. Обыкновенные и особые точки.
5. Качественное исследование ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Изоклины. Линия экстремумов и линия перегибов интегральных кривых.
6. Особые решения ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Способы их отыскания.
7. ДУ 1 порядка с разделяющимися переменными и приводимые к ним.
8. Однородные ДУ 1 порядка.
9. ДУ 1 порядка, приводимые к однородным.

10. Линейные ДУ 1 порядка. Структура общего решения. Метод вариации произвольной постоянной.
11. ДУ 1 порядка, приводимые к линейным. ДУ Бернулли и Риккати.
12. ДУ 1 порядка в полных дифференциалах.
13. Интегрирующий множитель ДУ 1 порядка. Способы его нахождения. Связь с особыми решениями.
14. Теорема о числе интегрирующих множителей дифференциального уравнения.
15. Интегрирующий множитель для ДУ с разделяющимися переменными.
16. Интегрирующий множитель для однородного ДУ.
17. Интегрирующий множитель для линейного ДУ.
18. Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной.
19. Метод последовательных приближений Пикара решения задачи Коши для ДУ 1-го порядка.
20. Теорема о продолжении решения задачи Коши. Продолжаемые и непродолжаемые решения.
21. Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от параметров.
22. Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от начальных условий.
23. Степень гладкости решения задачи Коши.
24. Дифференцируемость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам.
25. Уравнения 1 порядка, не разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Поле направлений. Постановка задачи Коши.
26. Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной.
27. Особые решения ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной. Способы отыскания. Дискриминантная кривая. Огибающая семейства интегральных кривых.
28. Методы интегрирования ДУ 1 порядка, не разрешенных относительно производной.
29. ДУ Лагранжа.
30. ДУ Клеро.
31. ДУ высших порядков. Общее решение. Общий интеграл. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано. ДУ высших порядков, интегрируемые в квадратурах.
32. ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка.
33. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные уравнения. Свойства решений линейных однородных уравнений.
34. Линейные ДУ n -го порядка. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении линейного однородного ДУ.
35. Задача о построении линейного однородного ДУ по заданной ФСР.
36. Линейные однородные ДУ n -го порядка с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера построения ФСР.
37. Линейные неоднородные ДУ n -го порядка. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.
38. Линейные неоднородные ДУ n -го порядка. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных и метод Коши для отыскания частного решения.
39. Линейные неоднородные ДУ n -го порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью в виде квазиполинома. Метод неопределенных коэффициентов. Метод комплексных амплитуд.
40. Линейные однородные ДУ n -го порядка с переменными коэффициентами. Приведение к ДУ с постоянными коэффициентами. Однородные ДУ Эйлера.
41. Понижение порядка линейного однородного ДУ n -го порядка с переменными коэффициентами при помощи известного частного решения.
42. Способы поиска частного решения линейного неоднородного ДУ n -го порядка с переменными коэффициентами. Неоднородное ДУ Эйлера.

43. Системы обыкновенных ДУ. Порядок системы. Каноническая и нормальная системы. Решение. Общее решение. Частное решение. Задача Коши. Приведение ДУ n -го порядка, разрешенного относительно старшей производной, к нормальной системе ДУ n -го порядка.
44. Системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано. Метод сведения нормальной системы n дифференциальных уравнений к дифференциальному уравнению n -го порядка.
45. Теория интегралов нормальных систем ДУ. Интеграл. Первый интеграл. Необходимое и достаточное условие первого интеграла. Общий интеграл. Решение задачи Коши при наличии общего интеграла.
46. Независимость первых интегралов нормальной системы ДУ. Теоремы о числе первых интегралов нормальной системы ДУ и о числе независимых первых интегралов.
47. Понижение порядка системы ДУ с помощью независимых первых интегралов.
48. Системы ДУ в симметрической форме. Интегрируемые комбинации.
49. Общая теория нормальных систем ДУ и ДУ n -го порядка.
50. Линейные системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные системы. Свойства решений однородной системы.
51. Линейные однородные системы ДУ в нормальной форме. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении.
52. Задача о построении линейной однородной системы ДУ, имеющей заданную ФСР.
53. Линейные однородные системы ДУ с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера построения ФСР.
54. Неоднородные системы линейных ДУ. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.
55. Неоднородные системы линейных ДУ. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения.
56. Линейные неоднородные системы ДУ с постоянными коэффициентами.
57. Устойчивость решений динамических систем. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса – Гурвица.
58. Исследование устойчивости решений динамических систем с помощью функции Ляпунова.
59. Динамическая интерпретация нормальной системы обыкновенных ДУ. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Автономные и неавтономные динамические системы. Состояния равновесия автономной динамической системы, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции ОПК-1:

Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания (уровень, оценка, %)
Знать:	Отсутствие знаний основного	Нулевой уровень,

<p>31 (ОПК-1)</p> <ul style="list-style-type: none"> – общую теорию дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (существование и единственность решения задачи Коши, непрерывная зависимость от начальных условий и параметров, дифференцируемость по начальным условиям и параметрам; – теорию линейных дифференциальных уравнений и систем уравнений; – типы и методы решения интегрируемых нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков; – теорию интегралов нормальных систем дифференциальных уравнений; – теорию устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем уравнений; – определение и этапы построения математической модели динамической системы; – качественно-численные методы построения параметрических и фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка. <p>Уметь:</p> <p>У1 (ОПК-1)</p> <ul style="list-style-type: none"> – находить общее решение и решение задачи Коши интегрируемых дифференциальных уравнений 1-го порядка (с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах и приводимые к ним, не разрешенные относительно производной); – находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с постоянными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с переменными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши линейных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; – находить общее решение и решение задачи Коши нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков и нелинейных систем уравнений; – находить состояния равновесия автономных динамических систем второго порядка, исследовать их тип и характер устойчивости по первому приближению, строить фазовый 	<p>теоретического материала. Отсутствие умений решения стандартных задач. Полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенций.</p>	<p>«плохо», 0-30%</p>
	<p>Наличие грубых ошибок в изложении основного теоретического материала. Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач. Наличие недостаточных навыков.</p>	<p>Недостаточный уровень, «неудовлетворительно», 31-50%</p>
	<p>Знание основного теоретического материала с рядом негрубых ошибок. Умение решать стандартные задачи с рядом негрубых ошибок. Наличие минимальных навыков.</p>	<p>Низкий уровень «удовлетворительно», 51-70 %</p>
	<p>Знание основного теоретического материала с рядом заметных погрешностей. Умение решать стандартные задачи с рядом заметных погрешностей. Наличие достаточных навыков.</p>	<p>Средний уровень, «хорошо», 71-85 %</p>
	<p>Знание основного теоретического материала с незначительными погрешностями. Умение решать стандартные задачи с незначительными погрешностями. Наличие достаточных навыков.</p>	<p>Уровень выше среднего, «очень хорошо», 86-90 %</p>
	<p>Знание основного теоретического материала без ошибок и погрешностей. Умение решать стандартные задачи без ошибок и погрешностей. Наличие полноценных навыков.</p>	<p>Высокий уровень, «отлично», 91-98 %</p>
	<p>Знание основного и дополнительного теоретического материала без ошибок и погрешностей. Умение решать стандартные и нестандартные задачи без ошибок и погрешностей. Наличие полноценных навыков, творческий подход к разрешению нестандартных ситуаций.</p>	<p>Очень высокий уровень, «превосходно», 99-100 %</p>

портрет. Владеть: <i>B1 (ОПК-1)</i> – навыками построения математических моделей в разных предметных областях;		
--	--	--

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговая оценка уровня овладения компетенциями по дисциплине определяется на промежуточной аттестации в виде экзамена. Устная часть экзамена заключается в развернутом ответе на два теоретических вопроса курса с предварительной подготовкой и в кратком ответе на дополнительные вопросы без подготовки. Практическая часть экзамена предусматривает решение двух задач из разных разделов курса. При этом учитываются результаты двух контрольных работ и итогового теста. Если по ним студент имеет задолженности, то на экзамене до ответа по билету он должен выполнить предварительные дополнительные задания, тип которых соответствует форме его задолженности.

Шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме экзамена:

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Очень высокий уровень подготовки, безупречное владение основным и дополнительным теоретическим материалом, творческий подход к решению нестандартных задач, отличные результаты выполнения контрольных работ и итогового теста в семестре. Освоение материала на 99-100%
Отлично	Высокий уровень подготовки, безупречное владение основным теоретическим материалом, умение решать стандартные задачи без ошибок и погрешностей, отличные или очень хорошие результаты выполнения контрольных работ и итогового теста в семестре. Освоение материала на уровне 91-98%.
Очень хорошо	Уровень подготовки выше среднего, владение основным теоретическим материалом с незначительными погрешностями, умение решать стандартные задачи с незначительными погрешностями, хорошие результаты выполнения контрольных работ и итогового теста в семестре. Освоение материала на уровне 86-90%.
Хорошо	Средний уровень подготовки, владение основным теоретическим материалом с рядом заметных погрешностей, умение решать стандартные задачи с незначительными погрешностями, хорошие результаты выполнения контрольных работ и итогового теста в семестре. Освоение материала на уровне 71-85%.
Удовлетворительно	Низкий уровень подготовки, владение основным теоретическим материалом с рядом негрубых ошибок, умение решать стандартные задачи с рядом негрубых ошибок, наличие задолженности по контрольным работам и итоговому тесту в семестре; выполнение дополнительных практических заданий с рядом негрубых ошибок. Освоение материала на уровне 51-70%.
Неудовлетворительно	Недостаточный уровень подготовки, требуется дополнительное изучение материала. Студент дает ошибочные ответы, как на

тельно	теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Имеет задолженности по контрольным работам и итоговому тесту, делает грубые ошибки при решении дополнительных практических заданий. Освоение материала на уровне 31-50%.
Плохо	Нулевой уровень подготовки. Студент не отвечает на поставленные вопросы, не понимает терминологию, имеет задолженности по контрольным работам и итоговому тесту, не знает подходов к решению практических задач. Освоение материала на уровне 0-30%.

При пересчете в пятибалльную шкалу устанавливается следующее соответствие оценок: «отлично» соответствует оценкам «превосходно» и «отлично»; «хорошо» – оценкам «очень хорошо» и «хорошо»; «удовлетворительно» соответствует оценке «удовлетворительно»; «неудовлетворительно» – оценкам «неудовлетворительно» и «плохо».

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование по теоретическим вопросам экзаменационного билета.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- письменные контрольные работы;
- решение практических задач экзаменационного билета.

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

Типовые примеры контрольных работ

Контрольная работа №1.

Задание 1.

Найти общее решение уравнения и решение задачи Коши

$$2x\sqrt{1-y^2}dx + ydy = 0, \quad y(2) = 0$$

Построить интегральные кривые уравнения методом изоклин.

Задание 2.

Найти общее решение уравнения, приведя его к линейному дифференциальному уравнению

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

Задание 3.

Найти общее решение уравнения

$$y'' + 3y' + 2y = \frac{1}{e^x + 1}$$

Задание 4.

Найти общее решение уравнения и решение задачи Коши

$$x^2 y'' - 3xy' + 3y = x^2 + 6, \quad y(1) = 0, \quad y'(1) = 1$$

Задание 5.

Найти кривые, у которых отношение отрезка, отсекаемого касательной на оси OY , к отрезку, отсекаемому нормалью на оси OX , есть величина постоянная, равная a .

Контрольная работа №2.

Задание 1.

Найти общее решение системы

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = \frac{x}{y} \\ \frac{dz}{dx} = \frac{x-y}{y} \end{cases}$$

Задание 2.

Найти общее решение системы

$$\begin{cases} \dot{x} = -4x - 2y + \frac{2}{e^t - 1} \\ \dot{y} = 6x + 3y - \frac{3}{e^t - 1} \sin t \end{cases}$$

Задание 3.

Найти общее решение системы и решение задачи Коши

$$\begin{cases} \dot{x} = x + 2y \\ \dot{y} = x - 5 \sin t \end{cases}, \quad x(0) = 0, \quad y(0) = 1$$

Задание 4.

Исследовать устойчивость нулевого решения уравнения

$$y'''' + 11y'' + 5y' + 61y = 0$$

Задание 5.

Найти состояния равновесия системы, определить их тип и характер устойчивости, построить фазовый портрет

$$\begin{cases} \dot{x} = (x-1)(y-1) \\ \dot{y} = xy - 2 \end{cases}$$

1. Тип - дистрибутивный вопрос.

Определить тип дифференциального уравнения $x^2 y y' + y^2 x = 1$.

1. Однородное уравнение
2. Уравнение Бернулли
3. Уравнение в полных дифференциалах
1. Уравнение Клеро

2. Тип - альтернативный вопрос.

Может ли дифференциальное уравнение $y' = \sqrt{x^2 - y} + x^3$ иметь особые решения?

1. Да
2. Нет

3. Тип - простой вопрос.

Дано дифференциальное уравнение $x^2 - xy' + y = 0$. Найти $y(2)$, если $y(1)=0$

Типовое задание научно – практических занятий

Дана автономная система
$$\begin{cases} \dot{x} = (x + y)^2 - a \\ \dot{y} = -y^2 - ax + b \end{cases}$$

Качественно – численными методами найти состояния равновесия и исследовать их тип и характер устойчивости. На плоскости параметров построить области их существования и устойчивости. Для каждой области построить фазовый портрет.

Пример экзаменационного билета

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Кафедра ТУиДС

Дисциплина Дифференциальные уравнения – ФИИТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные понятия о ДУ. Обыкновенные ДУ и ДУ в частных производных. Порядок ДУ. ДУ, разрешенные и неразрешенные относительно производной. Системы ДУ.
2. Состояния равновесия автономной динамической системы, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет.
3. Задачи.

Зав. кафедрой _____ Г.В. Осипов

Экзаменатор _____ Н.В. Киселева

Пример практических задач для экзаменационного билета

1. Найти общее решение уравнения и решение задачи Коши

$$y' - 9x^2 y = (x^5 + x^2) y^{2/3}, \quad y(0) = 0$$

2. При каких значениях параметра a асимптотически устойчиво нулевое решение системы

$$\begin{cases} \dot{x} = 2e^{-x} - \sqrt{4 + ay} \\ \dot{y} = \ln(1 + 9x + ay) \end{cases}$$

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Эльсгольц Л.Э.- Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969; М.: Издательство ЛКИ»/URSS, 2008. (104 экз.)
2. Филиппов А.Ф.- Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979; М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2009. (380 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э.- Теория колебаний. М.: Наука, 1981. (62 экз.)
2. Бибииков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. Издательство «Лань», ISBN 978-5-8114-1176. 2011, 304 стр. – учебное пособие. Электронная библиотечная система «Издательство Лань», 2016, URL: <https://e.lanbook.com>, раздел «Дифференциальные уравнения»
3. Степанов В.В.- Курс дифференциальных уравнений. М.: Физматгиз, 1959; М.: КомКнига»/URSS, 2006. (26 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Киселева Н.В. Дифференциальные уравнения. Электронный ресурс: <http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=247>
2. Губина Е.В., Кадина Е.Ю., Киселева Н.В., Осипов Г.В. Практикум по дисциплине "Дифференциальные уравнения" (1-я часть). Учебно-методическое пособие. Фонд электронных изданий ННГУ (№1198.16.06): <http://www.unn.ru/books/resources.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ и ОПОП ВО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (профиль «Инженерия программного обеспечения»).

Автор: к.ф.-м.н., доцент кафедры ТУиДС _____ Киселева Н.В.

Рецензент _____

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н. _____ Осипов Г.В.

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий,
математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 20 июня 2018 года, протокол № 10